

**Aus dem Institut für Landtechnik
der Justus-Liebig-Universität Gießen**

sowie

**dem Institut für Betriebstechnik und Bauforschung
der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) Braunschweig**

und

**der Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie
der Groß- und Kleintiere mit tierärztlicher Ambulanz
der Justus-Liebig-Universität Gießen**

**Beurteilung von Interaktionen zwischen Kriterien
der Haltungstechnik und der Fruchtbarkeit von
Milchkühen am Beispiel von Kühen in
Anbindehaltung als Grundlage zur Verbesserung
der Haltungsumgebung**

**Inauguraldissertation zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. agr.) des
Fachbereiches Agrarwissenschaften der Justus-Liebig-Universität Gießen**

**Eingereicht von
Michael Eise
Dipl.-Ing. agr. aus Lich**

Gießen 2009

**Aus dem Institut für Landtechnik
der Justus-Liebig-Universität Gießen**

sowie

**dem Institut für Betriebstechnik und Bauforschung
der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) Braunschweig**

und

**der Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie
der Groß- und Kleintiere mit tierärztlicher Ambulanz
der Justus-Liebig-Universität Gießen**

**Beurteilung von Interaktionen zwischen Kriterien
der Haltungstechnik und der Fruchtbarkeit von
Milchkühen am Beispiel von Kühen in
Anbindehaltung als Grundlage zur Verbesserung
der Haltungsumgebung**

**Inauguraldissertation zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. agr.) des
Fachbereiches Agrarwissenschaften der Justus-Liebig-Universität Gießen**

**Eingereicht von
Michael Eise
Dipl.-Ing. agr. aus Lich**

Gießen 2009

Mit Genehmigung des Fachbereichs Agrarwissenschaften
der Justus-Liebig-Universität Gießen

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Franz-Josef Bockisch

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Bernd Hoffmann

3. Berichterstatter: Prof. Dr. Herrmann Seufert

Tag der mündlichen Prüfung: 19. Februar 2008

Meinen Töchtern

Johanne

und

Charlotte

Vorwort

Tier- und umweltfreundliche sowie kostengünstige Haltungsverfahren, die auch hinsichtlich der Bau- und Verfahrenstechnik als zukunftsweisend einzustufen sind, gelten als ein sehr wichtiges Ziel in der Nutztierhaltung. In der Milchkuhhaltung sind in Deutschland heute bei Neu- oder Umbauten Laufstallsysteme als Standard zu betrachten. Dennoch bietet es sich an, für bestimmte Fragestellungen, gut ausgeführte sowie tierangepasste Anbindeställe als Untersuchungsobjekte mit Modellcharakter auszuwählen.

Die Problematik, mit der sich Herr EISE in seiner Dissertation beschäftigt, ist nicht neu. Allerdings haben die Untersuchungen zu dieser Thematik nicht an Aktualität verloren, obwohl diese schon einige Jahre zurückliegen. Dies zeigen leider beispielsweise die nicht zurückgegangenen Abgangsraten aufgrund von Unfruchtbarkeit, die immer noch unbefriedigenden Non-Return-Raten sowie hohe Zwischenkalbezeiten. Im Rahmen einer interdisziplinär angelegten Arbeit hat sich Herr EISE auf rund 180 Seiten ausführlich, komplex und detailliert mit dem Thema auseinandergesetzt.

Seine Aufgabe war es, Wechselbeziehungen zwischen der speziellen Haltung von Milchkühen und Fruchtbarkeitskriterien zu erfassen, zu prüfen und Rückschlüsse zu ziehen, welchen Einfluss die Haltungstechnik und das Management auf die Zielkriterien haben. Darauf aufbauend sollten Kenntnisse für eine verbesserte Milchviehhaltungstechnik abgeleitet werden.

Da der zu bearbeitende Problembereich sehr umfassend war und den Rahmen einer Dissertation gesprengt hätte, wurde eine Teilung in zwei Arbeiten vorgenommen, wobei sich Herr EISE vorrangig auf Haltungs- und Umwelteinflüsse konzentriert hat. Der spezielle Bereich, der Erfassung und Analyse des Gesundheits- und Hygienestatus des jeweiligen Einzeltieres mit den sich ergebenden Interaktionen zur Fruchtbarkeit wurde von der Tierärztin Kirsten Fischer bearbeitet. Die Arbeit von Frau Fischer mit dem Thema: „Erhebungen zum Fruchtbarkeitsstatus von Milchkühen, Beziehungen zu Blutparametern sowie dem allgemeinen und gynäkologischen Status – eine explorative Datenanalyse“, liegt seit einiger Zeit vor. Herr EISE hat in seine abschließende Analyse auch die speziellen Ergebnisse von Frau Fischer aufgenommen, um die Chancen der komplexen Datengrundlage möglichst optimal im Sinne von Erkenntnisfortschritten zu diesem Thema zu nutzen.

Die Problematik und die Zielstellung werden von Herrn EISE klar dargestellt, was ihm in Anbetracht der sehr umfassenden Themenstellung sehr gut gelungen ist. Besonderer Wert wird dabei auf die Beachtung des Einzeltieres gelegt. Unter methodischen Gesichtspunkten werden u. a. die Vorteile der Untersuchungsdurchführung in Anbindeställen herausgestellt und der daraus resultierende Erkenntnisgewinn für Laufstallsysteme benannt. Weiterhin wird die Vorgehensweise, die bei der statistischen Auswertung vorgenommen wurde, kritisch eingeordnet.

Sehr genau werden die Einflüsse der unabhängigen Variablen aus der Haltungstechnik und des Gesundheitszustandes auf die Fruchtbarkeitskriterien diskutiert und entsprechende Folgerungen abgeleitet. Beispielsweise werden zahlreiche Kriterien aus dem Bereich des Umgebungsklimas und der speziellen Funktionsbereichsgestaltung angeführt, die nachweislich belegen, dass bei einer unzulänglichen Gestaltung dieser Bereiche negative Folgen für Fruchtbarkeitskriterien zu erwarten sind. Abschließend werden klare Schlüsse für die Verbesserung der Haltungstechnik aufgrund der neuen Ergebnisse abgeleitet. Gleichzeitig ist es mit diesen Untersuchungen möglich, durch eine verbesserte Informationsgrundlage das Management in der Milchkuhhaltung effizienter zu gestalten. Damit sind vom Autor gute Voraussetzungen geschaffen worden, den Anliegen an effektive Produktionsverfahren sowie einer verbesserten Tiergesundheit – unter Berücksichtigung von Tierschutzkriterien – noch besser gerecht zu werden.

Abkürzungsverzeichnis	11
1 Einleitung	13
1.1 Problemstellung.....	14
1.2 Zielsetzung.....	15
2 Stand des Wissens	16
2.1 Definition der Fruchtbarkeit.....	16
2.1.1 Zwischenkalbezeit (ZKZ).....	17
2.1.2 Rastzeit (RZ).....	17
2.1.3 Verzögerungszeit (VZ).....	18
2.1.4 Erstbesamungserfolg (EBE).....	18
2.1.5 Günstzeit (GZ).....	18
2.1.6 Besamungsindex (BI), KB-Zahl.....	19
2.1.7 Zwischenbesamungszeit (ZBZ).....	19
2.1.8 Non-Return-Rate (NRR).....	19
2.1.9 Abkalberate.....	19
2.2 Leistungs- und Merkmalsentwicklungen von Milchkühen.....	19
2.2.1 Milchleistung.....	20
2.2.2 Tierkörpermaße.....	20
2.2.3 Fruchtbarkeit.....	21
2.3 Abgangsursachen von Milchkühen.....	21
2.4 Anforderungen an Haltungssysteme für Milchkühe.....	22
2.4.1 Standformen in der Anbindehaltung.....	23
2.4.2 Haltungstechnische Kriterien der Stand-/Liegeplatzgestaltung.....	23
2.4.2.1 Länge und Breite des Stand-/Liegeplatzes.....	24
2.4.2.2 Anbindevorrichtung.....	25
2.4.2.3 Kuhtraineranlage.....	25
2.4.2.4 Futterkrippe.....	25
2.4.2.5 Stand-/Liegeplatzboden.....	26
2.4.2.6 Kotroste.....	27
2.4.3 Ansprüche an das Stallklima.....	27
2.4.3.1 Temperatur.....	27
2.4.3.2 Relative Luftfeuchtigkeit.....	28
2.4.3.3 Schadgase.....	28

2.4.4	Tierverhalten und Verhaltensänderungen als Maßstab für die tiergerechte Milchkuhhaltung	29
2.4.4.1	Fressverhalten.....	30
2.4.4.2	Ausscheidungsverhalten.....	30
2.4.4.3	Liegeverhalten.....	30
2.4.4.4	Komfortverhalten und Körperpflege.....	31
2.4.4.5	Einfluss der Kuhtraineranlage.....	32
2.4.4.6	Verhaltensanpassung durch Adaption.....	32
2.4.5	Tiergesundheit, Tierhygiene und Abgänge als Maßstab für tiergerechte Milchkuhhaltung	32
2.4.5.1	Tiergesundheit.....	32
2.4.5.2	Tierhygiene.....	35
2.4.5.3	Abgänge.....	36
2.5	Die Fruchtbarkeit und ihre Einflussfaktoren.....	36
2.5.1	Tierbedingte Einflussfaktoren.....	37
2.5.1.1	Milchleistung.....	37
2.5.1.2	Tiergesundheit.....	38
2.5.1.3	Alter der weiblichen Tiere und Laktationsnummer.....	38
2.5.1.4	Rasse.....	39
2.5.2	Umweltbedingte Einflussfaktoren.....	39
2.5.2.1	Fütterung.....	39
2.5.2.1.1	Energieversorgung.....	40
2.5.2.1.2	Proteinversorgung.....	42
2.5.2.1.3	Versorgung mit Mineralstoffen, Spurenelementen und Vitaminen.....	43
2.5.2.1.4	Kontrolle des Versorgungsstatus.....	45
2.5.2.2	Haltungsumwelt.....	46
2.5.2.2.1	Haltungssystem.....	46
2.5.2.2.2	Temperatur.....	47
2.5.2.2.3	Relative Luftfeuchtigkeit.....	49
2.5.2.2.4	Licht.....	51
2.5.2.2.5	Art und Zustand der raumluftechnischen Anlagen.....	52
2.5.2.3	Jahreszeit.....	53
2.5.2.4	Haltungstechnische Kriterien der Stand-/Liegeplatzgestaltung.....	53
2.5.2.4.1	Länge und Breite des Stand-/Liegeplatzes.....	53
2.5.2.4.2	Anbindevorrichtung.....	54
2.5.2.4.3	Kuhtraineranlage.....	54

2.5.2.5	Fruchtbarkeitsmanagement	55
2.5.2.5.1	Brunstbeobachtung.....	55
2.5.2.5.2	Länge der Rastzeit.....	56
2.5.2.5.3	Geburtsverlauf.....	56
2.5.2.5.4	Zuchthygienische Betreuung.....	57
2.6	Zusammenfassende Wertung der Literatur.....	57
3	Material und Methode	58
3.1	Auswahl der Betriebe	58
3.2	Erhebung der Felddaten.....	58
3.2.1	Durchführung der Datenerhebung.....	59
3.2.2	Einmalig erhobene Daten	60
3.2.2.1	Einmalig erhobene einzeltierbezogene Daten	60
3.2.2.2	Einmalig erhobene Daten zur Haltungsumwelt.....	61
3.2.3	Während jeder Untersuchungsperiode erhobene Daten	62
3.2.3.1	Einzeltierbezogene Daten.....	63
3.2.3.2	Daten zur Haltungsumwelt.....	64
3.2.4	Täglich erhobene Daten	65
3.3	Auswahl der Daten und Methoden der Datenauswertung.....	66
3.3.1	Datenaufbereitung	66
3.3.1.1	Zuordnung der erhobenen Daten zum Reproduktionsstadium des Einzeltieres.....	66
3.3.1.2	Berechnungsgrundlagen für die tierindividuellen Anforderungen an Länge und Breite des Stand-/Liegeplatzes	67
3.3.2	Auswahl der unabhängigen Variablen	67
3.3.3	Auswahl der als Zielvariablen verwendeten Fruchtbarkeitsparameter.....	68
3.3.4	Datenanalyse	68
3.3.5	Absicherung der Handaufzeichnungen von Klimadaten.....	69
3.3.6	Überprüfung von Bereichen innerhalb eines Stalles auf Unterschiede in den klimatischen Verhältnissen.....	70
3.3.7	Darstellung der Abweichungen von der erforderlichen Länge und Breite des Stand-/ Liegeplatzes	71
4	Ergebnisdarstellung	72
4.1	Zustandsbeschreibung der untersuchten Betriebe	72
4.1.1	Beschreibung der Fruchtbarkeit der untersuchten Tiere.....	72
4.1.2	Beschreibung der untersuchten Tiere	74
4.1.2.1	Rassenverteilung	74

4.1.2.2	Altersstruktur.....	74
4.1.2.3	Daten aus der Milchleistungsprüfung.....	75
4.1.2.4	Tierkörpermaße	77
4.1.3	Beschreibung der Haltungsumwelt.....	77
4.1.3.1	Bauliche Gestaltung der Stallhülle.....	77
4.1.3.1.1	Stallvolumen.....	78
4.1.3.1.2	Lichtdurchlässige Flächen und Lichtverhältnisse	78
4.1.3.1.3	Raumlufttechnisches System.....	79
4.1.3.2	Stallklima	79
4.1.3.2.1	Temperatur	79
4.1.3.2.2	Relative Luftfeuchtigkeit.....	81
4.1.3.2.3	Schadgase	83
4.1.3.3	Haltungstechnische Kriterien der Stand-/Liegeplatzgestaltung	84
4.1.3.4	Tierkörpermaße in Relation zu Länge und Breite des Stand-/Liegeplatzes	87
4.1.3.5	Haltungsumwelt in Bezug zum Reproduktionsstadium	89
4.1.3.5.1	Stallklima in Bezug zum Reproduktionsstadium	89
4.1.3.5.2	Haltungstechnische Kriterien der Stand-/Liegeplatzgestaltung in Bezug zum Reproduktionsstadium.....	96
4.1.3.5.3	Liegelängendifferenzen (LLD) und Liegebreitendifferenzen (LBD) in Bezug zum Reproduktionsstadium.....	99
4.2	Ergebnisse der klassenabhängigen schrittweisen multiplen Regressionen	100
4.2.1	Ergebnisse der klassenabhängigen schrittweisen multiplen linearen Regressionen	102
4.2.1.1	Klasse 1 (1 bis 40 Tage nach der Kalbung).....	102
4.2.1.2	Klasse 2 (41 bis 80 Tage nach der Kalbung).....	105
4.2.1.3	Klasse 3 (81 bis 120 Tage nach der Kalbung).....	108
4.2.1.4	Klasse 4 (> 120 Tage nach der Kalbung)	111
4.2.1.5	Klasse 10 (100 bis 0 Tage vor der Kalbung).....	115
4.2.2	Ergebnisse der klassenabhängigen schrittweisen multiplen logistischen Regressionen	118
4.2.2.1	Klasse 1 (1 bis 40 Tage nach der Kalbung).....	118
4.2.2.2	Klasse 2 (41 bis 80 Tage nach der Kalbung).....	120
4.2.2.3	Klasse 3 (81 bis 120 Tage nach der Kalbung).....	121
4.2.2.4	Klasse 4 (> 120 Tage nach der Kalbung)	123
4.2.2.5	Klasse 10 (100 bis 0 Tage vor der Kalbung).....	124
4.3	Zusammenfassung der Ergebnisse der klassenabhängigen schrittweisen multiplen Regressionen	125

4.3.1	Zusammenfassung der Ergebnisse der klassenabhängigen schrittweisen multiplen linearen Regressionen	126
4.3.1.1	Klasse 10	126
4.3.1.1.1	Kriterien der Haltungsumwelt	126
4.3.1.1.2	Einzeltierbezogene Kriterien	126
4.3.1.2	Klassen 1 bis 4.....	127
4.3.1.2.1	Kriterien der Haltungsumwelt	127
4.3.1.2.2	Einzeltierbezogene Kriterien	128
4.3.2	Zusammenfassung der Ergebnisse der klassenabhängigen schrittweisen multiplen logistischen Regressionen	136
4.3.2.1	Klasse 10	136
4.3.2.1.1	Kriterien der Haltungsumwelt	136
4.3.2.1.2	Einzeltierbezogene Kriterien	136
4.3.2.2	Klassen 1 bis 4.....	136
4.3.2.2.1	Kriterien der Haltungsumwelt	136
4.3.2.2.2	Einzeltierbezogene Kriterien	137
5	Diskussion und Bewertung der Methode und der Untersuchungsergebnisse	141
5.1	Diskussion der Methode.....	141
5.1.1	Datenerhebung	142
5.1.2	Datenauswertung.....	142
5.2	Diskussion der Ergebnisse.....	143
5.2.1	Zustandsbeschreibung der untersuchten Tiere und der Haltungsumwelt.....	143
5.2.1.1	Einzeltierbezogene Kriterien	143
5.2.1.1.1	Fruchtbarkeit	143
5.2.1.1.2	Milchleistung.....	144
5.2.1.1.3	Tierkörpermaße	144
5.2.1.2	Kriterien der Haltungsumwelt	144
5.2.1.2.1	Stallvolumen.....	145
5.2.1.2.2	Lichtdurchlässige Flächen und Lichtverhältnisse	145
5.2.1.2.3	Stallklima	145
5.2.1.2.4	Haltungstechnische Kriterien der Stand-/Liegeplatzgestaltung	146
5.2.2	Ergebnisse der schrittweisen multiplen linearen Regressionen.....	149
5.2.2.1	Beziehungen von Kriterien der baulichen Gestaltung der Stallhülle zur Fruchtbarkeit	150
5.2.2.1.1	Stallvolumen.....	150
5.2.2.1.2	Lichtdurchlässige Flächen und Lichtverhältnisse	150

5.2.2.1.3	Raumlufttechnisches System.....	150
5.2.2.2	Beziehungen des Stallklimas zur Fruchtbarkeit	151
5.2.2.2.1	Temperatur	151
5.2.2.2.2	Relative Luftfeuchtigkeit.....	152
5.2.2.3	Beziehungen von haltungstechnischen Kriterien der Stand-/Liegeplatzgestaltung zur Fruchtbarkeit	153
5.2.2.3.1	Länge und Breite des Stand-/Liegeplatzes	153
5.2.2.3.2	Anbindevorrichtung	154
5.2.2.3.3	Kuhtraineranlage	154
5.2.2.3.4	Futterkrippe	154
5.2.2.3.5	Stand-/Liegeplatzboden.....	155
5.2.2.3.6	Kotroste	155
5.2.2.4	Beziehungen von Tierkörpermaßen, Rasse und Alter zur Fruchtbarkeit	156
5.2.2.5	Beziehungen des Versorgungsstatus zur Fruchtbarkeit.....	157
5.2.2.5.1	Allgemeiner Ernährungszustand	157
5.2.2.5.2	Energieversorgung	157
5.2.2.5.3	Proteinversorgung	158
5.2.2.5.4	Versorgung mit Mineralstoffen und Vitaminen	159
5.2.2.6	Beziehungen des gynäkologischen Status zur Fruchtbarkeit	159
5.2.2.7	Beziehungen des allgemeinen Gesundheitszustands zur Fruchtbarkeit	159
5.2.3	Ergebnisse der schrittweisen multiplen logistischen Regressionen	160
5.2.3.1	Beziehungen von Kriterien der baulichen Gestaltung der Stallhülle zur Fruchtbarkeit	160
5.2.3.1.1	Stallvolumen.....	160
5.2.3.1.2	Lichtdurchlässige Flächen und Lichtverhältnisse	161
5.2.3.2	Beziehungen des Stallklimas zur Fruchtbarkeit	161
5.2.3.2.1	Temperatur	161
5.2.3.2.2	Relative Luftfeuchtigkeit.....	161
5.2.3.3	Beziehungen von haltungstechnischen Kriterien der Stand-/Liegeplatzgestaltung zur Fruchtbarkeit	162
5.2.3.3.1	Länge und Breite des Stand-/Liegeplatzes	162
5.2.3.3.2	Anbindevorrichtung	162
5.2.3.3.3	Seitliche Abgrenzung zum Nachbarstall.....	163
5.2.3.3.4	Kuhtraineranlage	163
5.2.3.3.5	Futterkrippe	163
5.2.3.3.6	Stand-/Liegeplatzboden.....	163

5.2.3.4	Beziehungen von Tierkörpermaßen zur Fruchtbarkeit.....	164
5.2.3.5	Beziehungen des Versorgungsstatus zur Fruchtbarkeit.....	164
5.2.3.5.1	Allgemeiner Ernährungszustand	164
5.2.3.5.2	Energieversorgung	164
5.2.3.5.3	Proteinversorgung	165
5.2.3.5.4	Versorgung mit Mineralstoffen und Vitaminen	165
5.2.3.6	Beziehungen der Milchmengenleistung zur Fruchtbarkeit.....	165
5.2.3.7	Beziehungen des allgemeinen Gesundheitszustands zur Fruchtbarkeit	166
6	Schlussfolgerungen und Konsequenzen für die technische Gestaltung der Haltungsumwelt.....	168
6.1	Klimaregelung.....	168
6.2	Stand-/Liegeplatzgestaltung	168
6.3	Gesamtfazit.....	170
7	Zusammenfassung	171
8	Summary	174
9	Literaturverzeichnis.....	177
10	Abbildungsverzeichnis	194
11	Tabellenverzeichnis	196
12	Anhang	202

Abkürzungsverzeichnis

Kurzzeichen	Bezeichnung
Abb.	Abbildung
ADR	Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e.V.
AM	Abendmelkzeit
a. p.	ante partum
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BI	Besamungsindex
DIN	Deutsches Institut für Normungen e.V.
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V.
DVG	Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft e.V.
EBE	Erstbesamungserfolg
E-%	Milcheiweißgehalt in %
F	Maß für die Unterschiede von Varianzen
FCM	fat-corrected-milk (Milchfettgehalt: 4 %)
F-%	Milchfettgehalt in %
GV	Großvieheinheit
GZ	Güstzeit
HMJFG	Hessisches Ministerium für Jugend, Familie und Gesundheit
hl	hinten links
hr	hinten rechts
KB	Künstliche Besamung
Kl.	Klasse
LB	Liegebreite
LBD	Liegebreitendifferenz
LL	Liegelänge
LLD	Liegelängendifferenz
MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration
Max.	Maximum
Min.	Minimum

MLP	Milchleistungsprüfung
MM	Morgenmelkzeit
M-kg	Milchmenge in kg
n	Anzahl
$n_{(KL)}$	Anzahl der Tiere in einer Klasse
NRR	Non-Return-Rate
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
p. i.	post insemination
p. p.	post partum
ppm	parts per million
r	Korrelationskoeffizient
rel. Lf	relative Luftfeuchtigkeit
RZ	Rastzeit
SD	Standardabweichung
Tab.	Tabelle
Temp.	Temperatur
TierSchNutzV	Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung
VK	Variationskoeffizient
VZ	Verzögerungszeit
x_{max}	Datenmaximum
x_{min}	Datenminimum
\bar{x}	arithmetischer Mittelwert
ZBZ	Zwischenbesamungszeit
ZKZ	Zwischenkalbezeit

1 Einleitung

Die Milcherzeugung in der Europäischen Union und der Bundesrepublik Deutschland ist durch gesetzliche Regelungen gekennzeichnet, die den unternehmerischen Spielraum der Milcherzeuger stark einengen. Von größter Bedeutung ist die Milch-Garantiemengenregelung, die eine Begrenzung der Milch- und Fettmenge, die an die Milchverarbeitungsbetriebe abgeliefert werden darf, vorsieht. Zudem werden die Entwicklungen in der Milcherzeugung durch steigende Anforderungen an die Qualität der Rohmilch, bei gleichzeitig sinkenden Erzeugerpreisen, geprägt.

Die sich ändernden Rahmenbedingungen führten in den Milcherzeugerbetrieben zu einem raschen Wandel der Betriebsgrößenstruktur zugunsten größerer Milchviehherden. Dieser Wandel betraf insbesondere Vollerwerbsbetriebe. Daneben wirtschaftet ein hoher Anteil der Milcherzeuger in der Bundesrepublik Deutschland im Neben- oder Zuerwerb (BMELV, 2003 /187/), was durch die relativ kleine durchschnittliche Bestandsgröße (ADR, 1970-2002 /185/) zum Ausdruck kommt. Die allgemeine Situation auf dem Arbeitsmarkt, die nur wenige alternative Erwerbsmöglichkeiten bietet, sowie das hohe Traditionsbewusstsein der Landwirte lassen erwarten, dass auch zukünftig ein großer Anteil der deutschen Milcherzeugerbetriebe im Neben- oder Zuerwerb bewirtschaftet wird, mit teilweise veralteten Haltungssystemen, die den Anforderungen der Milchkühe heutiger Ausprägung nicht mehr entsprechen. In diesen Betrieben sind allenfalls geringere Umbaumaßnahmen zur Verbesserung der Haltungsumwelt im Bereich des ökonomisch Machbaren. Da die Investitionskosten für Milchviehlaufställe auf 3000 bis 7000 Euro je Kuhplatz geschätzt werden (GARTUNG et al., 2005 /52/), sind Stallneubauten nicht zu erwarten.

Die Milcherzeugung ist mit einem Anteil von ca. 25 % an den Gesamtverkaufserlösen nach wie vor der bedeutendste Produktionszweig in der bundesdeutschen Landwirtschaft (BRADE, 2005 /26/). Der Erhalt einer leistungsstarken Milcherzeugung hängt allerdings in hohem Maße davon ab, ob die Milcherzeuger in der Lage sind, die Milcherzeugungskosten zu senken. Die Höhe der Milcherzeugungskosten wird entscheidend von der Milchleistung sowie der Nutzungsdauer der Kühe beeinflusst. Dauerhaft hohe Milchleistungen wiederum sind weitestgehend an die regelmäßige Erneuerung der Laktation gebunden und damit an eine ungestörte Fruchtbarkeit (SMIDT, 1971 /148/). Bestandserneuerungen unter Einbeziehung von Selektion und die Erzeugung verkaufsfähiger Zucht-tiere sind ebenfalls eng an eine regelmäßige Fruchtbarkeit gekoppelt. Damit trägt die Fruchtbarkeit erheblich zur Wirtschaftlichkeit der Milchviehhaltung bei. Dies ist auch in das Bewusstsein der Milcherzeuger eingedrungen. In einer von LOTTHAMMER (1987 /100/) durchgeführten Befragung in 1150 Milchrinder haltenden Betrieben gaben vor Einführung der Milch-Garantiemengenregelung ca. 66 % der Befragten an, der Verbesserung der Fruchtbarkeit höhere Priorität beizumessen als der Milchmengenleistung. Nach Einführung der Milch-Garantiemengenregelung stieg der Anteil auf über 80 %.

Das Fruchtbarkeitsgeschehen gehört jedoch zu den besonders sensiblen Bereichen der Milchkuhhaltung. Dies zeigen die hohen Abgangsrate von Milchkühen infolge von Unfruchtbarkeit (ADR, 1970-2002 /185/). Der entstehende Schaden durch unregelmäßige Fruchtbarkeit ist nur schwer zu quantifizieren und abhängig von den aktuellen Kosten und Erlösen in den Milcherzeugerbetrieben. Schätzungen beziffern den Schaden, der durch einmal Umrindern entsteht, auf etwa 100 DM bis 200 DM (MARSCHANG, 1986 /112/; HARING, 1971 /68/) bzw. 50 Euro (OVER, 2006 /128/). LOTTHAMMER (1987 /100/) schätzt den durchschnittlichen Verlust bei verminderter Fruchtbarkeitsleistung auf etwa 160 DM pro Kuh und Jahr. Als Ursachen sieht er verlängerte Günstzeiten (53 %), vorzeitige Abgänge wegen Sterilität (33 %) und Sterilitätsbehandlungen (14 %). Vielfach wird eine Zwischenkalbezeit von 365 Tagen gefordert (/63/, /67/, /131/). Jedoch erscheint eine längere Zwischenkalbezeit (bis 380 Tage) unter heutigen Fütterungs- und Haltungsbedingungen bei Tieren mit hoher Milchleistung als gerechtfertigt (GRUNERT und BLESENKEMPER, 1980 /63/, MANSFELD et al., 1999 /109/). Verlängerte Zwischenkalbezeiten wirken negativ auf die Wirtschaftlichkeit der Milcherzeugung. Der Grenznutzen der Verkürzung bis zum Optimum wird auf etwa 2 DM/Tag geschätzt (MACK et al., 1997 /107/). OVER (2006 /128/) ermittelte für Zwischenkalbezeiten von 365 bis 425 Tage einen Rückgang des Deckungsbeitrags je Kuh und Tag um 2,33 Euro. Bei verlängerten Zwischentragezeiten von größer 85 d quantifiziert STOCKINGER (1995, /153/) die Reduktion des Deckungsbeitrags pro Tier und Tag mit 3,50 DM.

1.1 Problemstellung

Eine ökonomisch optimierte Milcherzeugung ist nur mit Kühen möglich, die eine hohe Lebensleistung erbringen. Die Steigerungsraten des Gewinns je Kuh und Jahr sind in den ersten 4 Nutzungsjahren am höchsten. In den weiteren Jahren steigt der Gewinn zwar weiter an, die Steigerungsraten sind jedoch deutlich geringer (ZEDDIES, 1977 /174/). Bei einer um eine Standardabweichung (0,6 Jahre) verlängerten Nutzungsdauer wird ein Grenznutzen von 120 DM erwartet (KRÄUSSLICH und SPRINGMANN, 1987 /92/). OVER (2006 /128/) ermittelte aus den Daten des Kontrolljahres 2004/2005 der MLP-Kühe Baden-Württembergs steigende Deckungsbeiträge und Gewinne je Kuh und Jahr bis zur fünften Laktation (Nettoabgangsraten <20 %). Nach den erbrachten Leistungen besitzt die Nutzungsdauer der Tiere den höchsten Stellenwert für den ökonomischen Erfolg der Milchviehhaltung. Die lange Verweildauer einer Kuh im Bestand setzt jedoch voraus, dass sie über eine hohes genetisches Leistungsvermögen verfügt und dieses auch ausgeschöpft werden kann, ohne dass Einflüsse leistungsmindernd einwirken oder gar zu einem vorzeitigen Ausscheiden führen. Der Stellenwert von leistungsbeeinflussenden Faktoren wird bei der Beurteilung von tierischen Leistungen jedoch häufig falsch eingeschätzt. Entweder sind Beziehungen zwischen tierischen Leistungen und ihren Einflussfaktoren unzureichend bekannt, oder sie unterliegen quantitativen Fehleinschätzungen. Dies liegt häufig an den zu wenig untersuchten Interaktionen einzelner Einflussfaktoren. Zudem treten Beeinträchtigungen oder Schäden vielfach in subklinischer Form auf, so dass sie nur schwer erkennbar und Zusammenhänge zu den Ursachen nur schwer festzustellen sind (KALTENBÖCK, 1972 /80/). Wegen der Beeinträchtigung der Tiere infolge nicht tiergerechter Haltung, die auch Ursache für Leistungsminderungen sein kann, müssen neben der streng leistungsorientierten Betrachtungsweise zukünftig auch verstärkt Aspekte der Gestaltung der Haltungsumwelt bedacht werden. Dabei sind insbesondere Beeinflussungen der Fruchtbarkeit zu beachten, da die Fruchtbarkeit der feinste Indikator für Störungen in der Umweltgestaltung ist (HEUSSER und RIST, 1970 /74/). Störungen im Fruchtbarkeitsgeschehen gehören neben Mastitiden und Erkrankungen von Klauen und Gliedmaßen zu den dominierenden Herdenkrankheitsparametern. In der von LOTTHAMMER (1987 /100/) durchgeführten Befragung von 1150 Milchrinder haltenden Betrieben klagten etwa 65 % der Befragten über Fruchtbarkeitsprobleme, etwa 55 % sahen in einer ungenügenden Fruchtbarkeitsleistung sogar ihr größtes Problem. Bei der Beschreibung der Ursachen für Fruchtbarkeitsprobleme werden jedoch häufig keine klaren Kausalitäten festgestellt. DÜRING und ERNST (1987 /39/) sprechen bei den Ergebnissen ihrer Untersuchung zur Bedeutung betriebsspezifischer Faktoren für Krankheitshäufigkeiten in Milchviehherden von nur schwer interpretierbaren Resultaten. Sie erachten es als sinnvoll, weitere Untersuchungen an einem größeren Datenmaterial durchzuführen. TROXLER (1981 /160/) sieht in verstärkten Erhebungen aus der Praxis die Möglichkeit einer sinnvollen Beurteilung von Haltungssystemen, um Untersuchungen in Referenzsystemen zu ergänzen. Dabei sollten ethologische Untersuchungen durch veterinärmedizinische und verfahrenstechnische Erhebungen ergänzt werden. BOCKISCH (1990 /11/) fordert ebenso weitere, fachspezifisch übergreifende Untersuchungen, die eine exakte ökonomische Bewertung einzelner Kriterien ermöglichen. Bei der Erstellung von Lösungen für die Verbesserung der Haltungsumwelt für Milchkühe muss jedoch bedacht werden, dass Stallgebäude und technische Einrichtungen i. d. R. aufgrund des hohen Kapitalbedarfs für eine Modernisierung oder Erneuerung über längere Zeiträume (teilweise mehrere Jahrzehnte) genutzt werden. Die langfristige Festlegung von Haltungsbedingungen birgt jedoch die Gefahr der Überalterung in sich. Ein typisches Beispiel hierfür sind Anbindeställe, die zu Beginn der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts konzipiert und gebaut wurden und heute noch häufig anzutreffenden sind. Sie bieten den Milchkühen moderner Ausprägung keine optimalen Bedingungen mehr. Anbindeställe werden aber auch zukünftig eine Bedeutung in der Milchviehhaltung der Bundesrepublik Deutschland haben. Insbesondere kleinere Neben- und Zuerwerbsbetriebe, die in der Milcherzeugung verbleiben werden, sind nicht in der Lage, den Betrieb zu vergrößern und auf moderne Laufstallhaltung umzusteigen. Für solche Betriebe müssen umsetzbare Lösungen zur Verbesserung der Haltungsumwelt gefunden werden.

1.2 Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist es, Interaktionen zwischen Faktoren aus der Haltungsumwelt von Milchkühen und ihrer Fruchtbarkeit aufzuzeigen, unter Einbeziehung der wechselseitigen Beziehungen der Haltungskriterien. Die Arbeit soll dazu beitragen, Lösungen zur Verbesserung der Haltungsumwelt für Milchkühe zu erarbeiten.

Grundlage für die vorliegende Arbeit sind Daten aus 15 praktischen Milchviehbetrieben. Die Datenerhebung umfasste Daten zum allgemeinen Zustand der untersuchten Tiere, ihrem Fruchtbarkeits- und Versorgungsstatus sowie Daten aus ihrer Haltungsumwelt. Sie erfolgte in Gemeinschaftsarbeit mit Frau Kirsten Fischer, deren Dissertation (FISCHER, 1996 /51/) und daraus folgenden Publikationen (/47/, /46/) die gynäkologischen Daten zugrunde lagen.

In vorliegender Arbeit werden ergänzend dazu Daten aus der Haltungsumwelt dargestellt und bewertet. Im Hinblick auf das Ziel, aus den durchgeführten Untersuchungen optimale Informationen abzuleiten, wurden aus den von FISCHER erhobenen und eigenen Daten ein Datenpool gebildet und ausgewertet.

Soweit in nachfolgenden Darstellungen auf Daten von FISCHER Bezug genommen wurde, sind diese gekennzeichnet.

Durch die Einbeziehung aller gemeinsam erhobenen Daten wird eine bessere Beurteilung der Interaktionen zwischen der Haltungsumwelt und der Fruchtbarkeit von Milchkühen erwartet. Diese Erwartung stützt sich zum Einen darauf, dass eine korrekte Beurteilung nur dann möglich ist, wenn ein pathologisch gynäkologischer Zustand des Einzeltieres ausgeschlossen werden kann. Dieser verhindert häufig unabhängig von der Haltungsumwelt eine erfolgreiche Belegung der Tiere. Neben Kennzahlen der Fruchtbarkeit wurden daher auch pathologisch gynäkologische Befunde der Tiere als Zielvariablen in die Berechnungen von Beziehungen zwischen der Fruchtbarkeit und der Haltungsumwelt einbezogen. Tritt im Zusammenhang mit bestimmten Faktoren der Stallumwelt ein pathologisch gynäkologischer Zustand auf, ist abzuklären, inwiefern es unter bestimmten Einflüssen der Haltungstechnik zu Erkrankungen der Reproduktionsorgane kommt. Die vorliegende Arbeit soll darüber Aufschluss geben.

Zum Zweiten sind haltungstechnische Parameter und der Versorgungs- sowie der Gesundheitszustand der Tiere nicht unabhängig von einander (FAILING, 2004 /45/). Letztere können durch die haltungstechnische Umwelt beeinflusst sein. Entgegengerichtete Beeinflussungen sind nicht bekannt. Die vorliegende Arbeit soll unter Berücksichtigung dieser Kausalitäten einen Beitrag zur Bewertung der Beeinflussung der Fruchtbarkeit durch die Haltungsumwelt leisten.

Ferner ist bei den Anforderungen, die Milchkühe an ihre Haltungsumwelt stellen, einerseits davon auszugehen, dass sich darunter Haltungskriterien befinden, deren Ausprägungen in die eine oder andere Richtung für alle Tiere gleichermaßen günstig bzw. ungünstig sind, wie beispielsweise die klimatischen Bedingungen im Stall. Es gibt andererseits jedoch auch Kriterien, für die ein tierindividueller Bedarf besteht, wie beispielsweise, die zur funktionsgerechten Gestaltung erforderliche Dimensionierung (Länge und Breite) des Stand-/Liegeplatzes, die an Körpermaßen des Einzeltieres auszurichten ist (BOCKISCH, 1990 /11/).

Im Hinblick auf die Bedürfnisse des Einzeltieres, egal ob für alle Tiere gleichgerichtet oder tierindividuell unterschiedlich, soll die Frage geklärt werden, ob Veränderungen in der Gestaltung einzelner Kriterien der Haltungsumwelt, im Hinblick auf die Verbesserung der Fruchtbarkeit, möglich sind.

2 Stand des Wissens

Die von Milchkühen erbrachten Leistungen stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit der Umwelt, in der sich die Tiere befinden. Zahlreiche Heritabilitätsschätzungen für verschiedene Leistungsmerkmale von Milchkühen zeigen, dass der genetisch bedingte Anteil einer erbrachten Leistung selten über 50 % ($h^2 = 0,5$) liegt. In den meisten Fällen liegt er zwischen 15 und 30 %. Das bedeutet aber im Umkehrschluss, dass 70 bis 85 % der erbrachten Leistungen durch Umwelteinflüsse bestimmt werden. Leistungsbeeinträchtigungen sind demzufolge überwiegend auf Umweltfaktoren zurückzuführen (ERNST und DÜRING, 1988 /42/).

Heritabilitätsschätzungen von $h^2 \leq 0,05$ für verschiedene Merkmale der Fruchtbarkeit machen deutlich, dass insbesondere für die Fruchtbarkeit Umwelteinflüsse maßgebend sind (Tab. 1).

HAYES et al. (1992 /71/) ermittelten Wiederholbarkeitskoeffizienten von 0,078, 0,096 und 0,071 für die Merkmale Rastzeit, Günstzeit und Besamungsindex. Sie schlossen daraus, dass andere als genetische Einflüsse die Haupteinflussfaktoren für die Reproduktionsleistung darstellen.

Tab. 1: Heritabilitäten für verschiedene Fertilitätsmerkmale beim weiblichen Rind

Fertilitätsmerkmal	Heritabilität (h^2)	Autor
Rastzeit	0,05	SILVA et al. (1992 /146/)
	0,029	HAYES et al. (1992 /71/)
Verzögerungszeit	0,06	SILVA et al. (1992 /146/)
	0,012–0,013	AVERDUNK (1994 /3/)
Günstzeit	0,05	SILVA et al. (1992 /875/)
	0,047	HAYES et al. (1992 /71/)
Zwischenkalbezeit	0,05	SILVA et al. (1992 /146/)
	0,02	DEMPFLE (1992 /33/)
Besamungsindex	0,028	HAYES et al. (1992 /71/)
	0,012–0,026	AVERDUNK (1994 /3/)
Embryoverluste	0,00	LEUKKUNEN u. LINDSTRÖM (1981 /97/)
Nichtbefruchtung	0,008	LEUKKUNEN u. LINDSTRÖM (1981 /97/)
Return-Rate	0,016	LEUKKUNEN u. LINDSTRÖM (1981 /97/)
Non-Return-Rate 56 bzw. 60	0,004–0,02	AVERDUNK (1994 /3/)
Non-Return-Rate 90	0,004–0,02	AVERDUNK (1994 /3/)

Der aktuelle Stand des Wissens über die Fruchtbarkeitsleistungen von Milchkühen und ihre Beeinflussungen unter besonderer Berücksichtigung der Einflussnahme durch die Haltungsumwelt wird nachfolgend dargestellt.

2.1 Definition der Fruchtbarkeit

Zur objektiven Bewertung der Fruchtbarkeit haben sich messbare Kriterien etabliert. Sie beziehen sich in erster Linie auf den zeitlichen Verlauf eines Reproduktionszyklus' (Abb. 1).

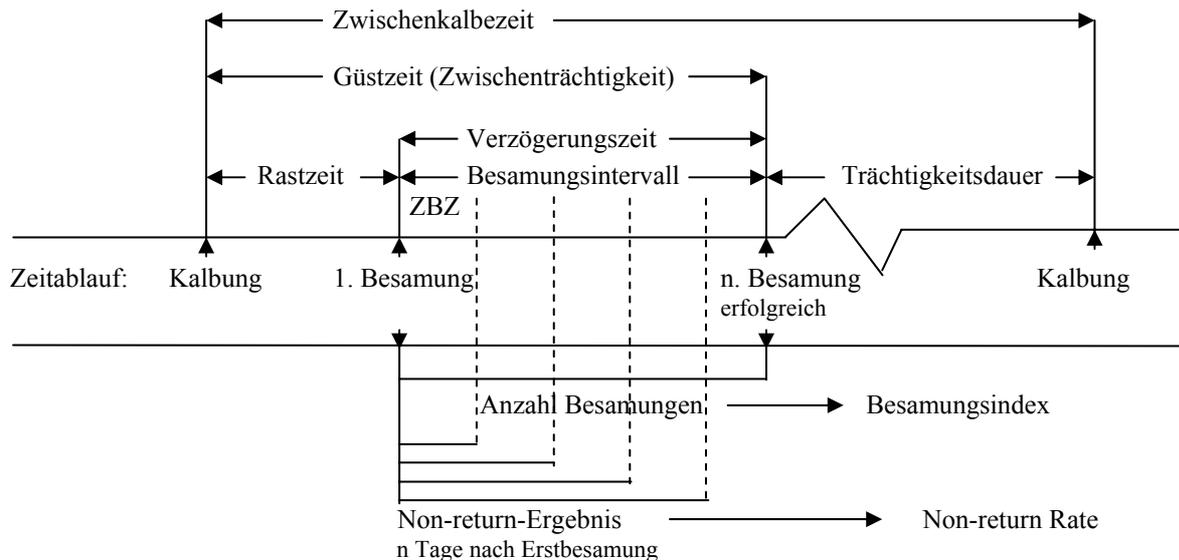


Abb. 1: Zeitkomponenten der Fruchtbarkeit beim Rind unter Besamungsbedingungen (nach AVERDUNK, 1994 /3/)

2.1.1 Zwischenkalbezeit (ZKZ)

Die Zwischenkalbezeit ist der Zeitraum zwischen zwei Kalbungen. Sie ergibt sich aus der Güst- und der Tragezeit (Trächtigkeitsdauer). Sie wird regelmäßig im Rahmen der Milchleistungsprüfung erfasst (Tab. 5, S. 22). Vielfach wird eine Zwischenkalbezeit von 365 Tagen gefordert (/63/, /67/, /131/). Jedoch erscheint eine Verlängerung der Zwischenkalbezeit (bis 380 Tage) unter heutigen Fütterungs- und Haltungsbedingungen bei Tieren mit hoher Milchleistung als gerechtfertigt (GRUNERT und BLESENKEMPER, 1980 /63/, MANSFELD et al., 1999 /109/). GRUNERT und BLESENKEMPER (1980 /63/) sprechen bei Zwischenkalbezeiten von 381 bis 400 Tagen von einem Verdacht auf Fütterungs- und Haltungsfehler sowie Geburts- und Puerperalstörungen. Zwischenkalbezeiten von über 400 Tagen gelten als Anzeichen einer gestörten Fruchtbarkeit (GRAVERT, 1980 /56/; GRUNERT und BLESENKEMPER, 1980 /63/).

2.1.2 Rastzeit (RZ)

Für die Definition der Rastzeit gibt es unterschiedliche Ansätze. GRUNERT und BLESENKEMPER (1980 /63/) sprechen von einer biologischen Rastzeit, die durch endogene und exogene Faktoren beeinflusst wird (Abb. 2). Nach RIECK und ZEROBIN (1985 /131/) beträgt das Minimum der biologischen Rastzeit 50 bis 80 Tage und ist abhängig vom Verlauf der Involutionsperiode sowie dem Allgemeinzustand der Tiere am Ende des Puerperiums und nach dem Einsetzen des Zyklus' p. p. Eine Rastzeit von unter 60 Tagen ist nach GRUNERT und BLESENKEMPER (1980 /63/) nur bei einem geringen Anteil der Tiere als biologisch anzusehen. Im Gegensatz zu der biologischen Rastzeit wird bei Einsatz der künstlichen Besamung die Länge der Rastzeit durch den Menschen stark beeinflusst, indem er eine Mindestrastzeit festlegt. Bei unzureichender Brunstbeobachtung kommt es jedoch zu ungewollten Verlängerungen der Rastzeit (BOUTERS, 1983 /19/).

Eine Mindestrastzeit von weniger als 50 Tagen kann nur für Herden mit gutem Fruchtbarkeitsmanagement empfohlen werden (BOYD, 1970 /24/). Bei Störungen der Geburt und des Puerperiums sollte die Wiederbelegung nicht vor 70 Tagen p. p. erfolgen (DE KRUIF, 1977 /32/).

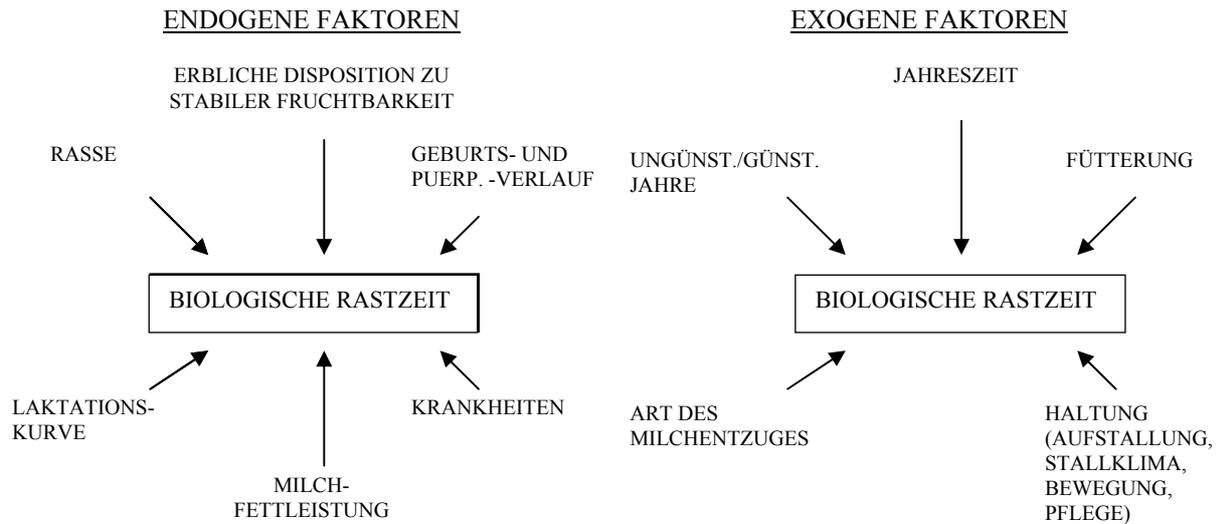


Abb. 2: Die biologische Rastzeit beeinflussende endogene und exogene Faktoren (nach GRUNERT und BLESENKEMPER, 1980 /63/)

2.1.3 Verzögerungszeit (VZ)

Die Verzögerungszeit ist definiert als der Zeitabstand zwischen der ersten und der letzten, erfolgreichen Insemination. Im günstigsten Fall, wenn mit der ersten Insemination bereits eine Konzeption erreicht wurde, beträgt die Verzögerungszeit 0 Tage (DÜRING, 1988 /38/).

2.1.4 Erstbesamungserfolg (EBE)

Der Erstbesamungserfolg gibt den Anteil der Erstbesamungen p. p. an, der zu einer Konzeption geführt hat. Er bezieht sich auf die Erstbesamungen p. p. innerhalb einer Herde. Nach BOUTERS (1983 /19/) sollte der Erstbesamungserfolg mindestens bei 60 % liegen.

2.1.5 Güstzeit (GZ)

Die Güstzeit ist definiert als die Zeit zwischen der Kalbung und einer erneuten Konzeption. Sie ergibt sich aus der Addition von Rast- und Verzögerungszeit und unterliegt somit ebenfalls den für Rast- und Güstzeit beschriebenen Einflussfaktoren. Setzt man als Zielgröße eine Zwischenkalbezeit von 365 Tagen fest, so verbleiben in Abhängigkeit von der Tragezeit (Tab. 2) für die Güstzeit etwa 60 bis 100 Tage. Dies deckt sich mit den Angaben von GRUNERT und BLESENKEMPER (1980 /63/), die eine Güstzeit von 80 bis 90 Tagen für erstrebenswert halten.

Tab. 2: Trächtigkeitsdauer hiesiger für die Milcherzeugung genutzter Rinderrassen (nach RIECK und ZEROBIN, 1985 /131/)

Rasse	Mittlere Trächtigkeitsdauer [Tage]	Grenzwerte [Tage]
Schwarzbunt, Rotbunt	278	263–294
Rotvieh (Angler), Jersey	280	265–295
Fleckvieh, Gelbvieh, Braunvieh, Pinzgauer	288	273–304

2.1.6 Besamungsindex (BI), KB-Zahl

Der Besamungsindex bzw. die KB-Zahl gibt die Anzahl der Besamungen an, die für eine Konzeption benötigt wurde. Der Besamungsindex wird retrospektiv auf Herdenbasis ermittelt. Die KB-Zahl bezieht sich auf das Einzeltier. Der Idealfall für beide ist 1 und liegt dann vor, wenn jede Besamung zu einer Konzeption führt. Nach DE KRUIF et al. (1998 /30/) sollte der Besamungsindex nicht über 1,5 liegen. Gleiches kann für die KB-Zahl gesagt werden.

2.1.7 Zwischenbesamungszeit (ZBZ)

Die Zwischenbesamungszeit beschreibt den Abstand zwischen zwei Besamungen. Bei einem regelmäßigen Sexualzyklus des Tieres beträgt die Zwischenbesamungszeit 21 Tage. Unregelmäßige Zyklen führen zu veränderten Zwischenbesamungszeiten. Deutlich verlängerte Zwischenbesamungszeiten können insbesondere durch schlechte Brunsterkennung auftreten (OREŠNIK, 1992 /127/) sowie durch embryonalen Fruchttod (BILODEAU-GOESEELS und KASTELIC, 2003 /9/). Schätzungen des durch embryonalen Fruchttods bedingten Anteils an nicht erfolgreichen Besamungen belaufen sich auf 10 % aller Besamungen (/186/, /168/) und gehen bis zu 65 % für mehrfach besamte Kühe (/9/).

2.1.8 Non-Return-Rate (NRR)

Die Non-Return-Rate ist der Anteil der besamten Kühe und Färsen, der innerhalb eines festgelegten Zeitraums nach der Erstbesamung nicht nachbesamt wird. Als Zeiträume werden 56 Tage (NRR 56), 60 Tage (NRR 60), 90 Tage (NRR 90) und Kombinationen daraus (z. B. NRR 60–90) verwendet. Die Non-Return-Rate dient zur Schätzung der Fruchtbarkeit männlicher Rinder (SMIDT, 1980 /147/). Im Jahr 2002 lag die NRR 60–90 in Deutschland bei durchschnittlich 61,1 für die Rasse Schwarzbunt und bei durchschnittlich 67,0 für die Rasse Rotbunt (ADR, 2002 /185/).

2.1.9 Abkalberate

Die Abkalberate ist definiert als Anteil der Kalbungen aller belegten Kühe in einer Herde, bezogen auf eine Zeiteinheit (i. d. R. 1 Jahr). Die von den Landeskontrollverbänden ermittelten Abkalberaten der letzten fünfzehn Jahre lagen unter 80 % (s. Tab. 5, S. 22).

2.2 Leistungs- und Merkmalsentwicklungen von Milchkühen

Die chronologischen Entwicklungen von Leistungen und Merkmalen des Exterieurs von Milchkühen sind das Ergebnis einer jahrzehntelangen intensiven Züchtungsarbeit. Ziel züchterischer Bemühungen war und ist es, wirtschaftlich bedeutsame Merkmale zu verbessern, ohne dass negative Auswirkungen auf andere Merkmale auftreten. Da die erzeugte Milch der wichtigste ökonomische Faktor in der Milchviehhaltung ist, steht die Erhöhung der Milchleistung (Milchmenge und Milchinhaltsstoffe) im Vordergrund der züchterischen Bemühungen. Damit verbunden sind Veränderungen von Exterieurmerkmalen, in erster Linie Merkmale des Euters sowie Körpergröße und -volumen. Durch die Züchtung eines „melkmaschinengerechten“ Euters mit hohem Anteil an Drüsengewebe konnten die Melkarbeit wesentlich erleichtert und das Leistungspotential deutlich erhöht werden. Mit zunehmender Körpergröße und Körpervolumen der Tiere steigt deren Grundfutteraufnahmevermögen (GOTTSCHALK, 1986 /53/).

2.2.1 Milchleistung

Die Entwicklung der jährlichen durchschnittlichen Milchleistung der geprüften Kühe in den alten Bundesländern ist im Zeitraum von 1970 bis 2002 von 4.406 kg auf 7.060 kg und damit um mehr als 60 % gestiegen (Tab. 3). Der durchschnittliche Fettgehalt der Milch stieg bis im gleichen Zeitraum von 3,93 % auf ein Niveau von etwa 4,20 %. Primär bedingt durch die gestiegene Milchmengenleistung, stieg die Fettmengenleistung kontinuierlich an. Der durchschnittliche Proteingehalt der Milch entwickelte sich im gleichen Zeitraum nicht kontinuierlich nach oben, wohl aber die Proteinmengenleistung, ebenfalls primär bedingt durch die gestiegene Milchmengenleistung. Mit den Leistungen der Tiere stiegen auch deren Ansprüche an die Haltungsumwelt. Für den Milchkuhhalter war dies gleichbedeutend mit erhöhten Anforderungen an sein Herdenmanagement.

Tab. 3: Entwicklung von Milchleistungsparametern in den alten Bundesländern der Bundesrepublik Deutschland in den Jahren 1970 bis 2002 (nach ADR /185/)

Jahr	Durchschnittliche Leistung je Kuh und Jahr				
	Milchmenge [kg]	Milchfett		Milcheiweiß	
		[%]	[kg]	[%]	[kg]
1970	4.406	3,93	173	- ¹⁾	- ¹⁾
1980	5.201	3,93	205	3,45	205
1990	5.897	4,15	244	3,35	198
1991	5.941	4,18	248	3,36	200
1992	6.026	4,20	253	3,37	203
1993	6.149	4,22	259	3,40	209
1998	6.572	4,22	277	3,41	224
2002	7.060	4,20	297	3,43	242

¹⁾ nicht erfasst

2.2.2 Tierkörpermaße

Trotz enger genetischer Verwandtschaft und hoher Heritabilitäten für Körpermaße (GRAVERT, 1980 /55/) unterscheiden sich Milchkühe häufig deutlich voneinander hinsichtlich ihrer Körperabmessungen. Unterschiede in den Körpermaßen zwischen Kühen verschiedener Rassen sind dabei als Zuchtziel bedingt erklärbar. Jedoch treten auch große Unterschiede innerhalb einer Rasse auf (SÜSS, 1987 /155/). BOCKISCH und KUTSCHER (1987 /14/) ermittelten bei 418 Rotbunten bzw. 377 Schwarzbunten Kühen für die Kreuzbeinhöhe eine Spanne von 26 cm (124–150 cm) bzw. 24 cm (126–150 cm) und jeweils 44 cm (135–179 cm bzw. 132–176 cm) für die schräge Rumpflänge. Nach BOCKISCH (1989 /12/) kann bei fast allen Herden ab 20 Kühen mit Spannen von 30 cm für die schräge Rumpflänge und von 20 cm für die Schulterbreite ausgegangen werden. Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass sich die Körpermaße der Tiere mit zunehmendem Alter noch ändern. So ermittelte WANDER (1975 /166/) eine Zunahme der Schulterbreite beim schwarzbunten Rind zwischen dem 2. und 5. Lebensjahr um ca. 5 cm (Abb. 3). Es ist also damit zu rechnen, dass die Verteilung der Tierkörpermaße insgesamt in einer Herde in gewissen Grenzen auch der Altersstruktur folgt (MÖRCHEN, 1967 /123/). Der Zuchtfortschritt hat dazu geführt, dass die Tiere größer wurden (SWALVE, 1990 /157/). Allerdings haben sich aufgrund der Typveränderungen, hin zum weniger muskelbetonten Stoffumsatztyp (Milchtyp), die Merkmale Brustbreite und Brustumfang nicht in der Weise entwickelt wie Kreuzbeinhöhe und Rumpflänge (Tab. 4).

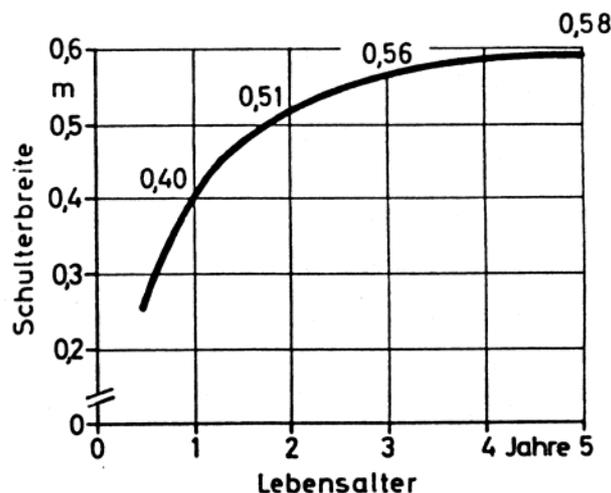


Abb. 3: Entwicklung der Schulterbreite beim schwarzbunten Niederungsvieh (nach WANDER, 1975 /166/)

Tab. 4: Entwicklung einiger Tierkörpermaße der DLG-Kühe von 1960 bis 1989 (nach SWALVE, 1990 /157/; Auszug)

Jahr	Anzahl der Tiere	Kreuzbeinhöhe [cm]	Rumpflänge [cm]	Brustbreite [cm]	Brustumfang [cm]
1960	145	130,9	160,9	48,6	204,6
1970	152	135,2	166,8	47,7	206,7
1980	84	141,9	165,3	-	202,0
1989	57	148,7	174,6	-	212,3
mittlerer Trend		+1,19	+0,72	-0,49	+0,07

2.2.3 Fruchtbarkeit

Die von der ADR (1970-2002 /185/) ermittelten durchschnittlichen Zwischenkalbezeiten in der Bundesrepublik Deutschland von 1970 bis 2002 haben sich von 381 auf 398 Tage erhöht (Tab. 5). Die Entwicklung der Abkalberate und des Erstbesamungserfolgs, ausgedrückt als Non-Return-Rate nach dem 60. Tag und 90. Tag p. i. (NRR 60–90), in den Jahren 1980 bis 2002 besitzen einen leicht negativen Trend. Die dargestellte Verschlechterung der Fruchtbarkeitssituation in deutschen Milchviehherden zeigt, dass es für die Milchviehhalter zunehmend schwieriger wird, eine Herde derart zu führen, dass sie eine gute Fruchtbarkeitsleistung hat.

2.3 Abgangsursachen von Milchkühen

Das vorzeitige Ausscheiden von Kühen aufgrund von Unfruchtbarkeit besitzt mit einem Anteil von ca. 25 bis 30 % unter allen Abgangsursachen die größte Bedeutung (Tab. 6). Dies ist neben der negativen Entwicklung der in Tabelle 5 dargestellten Fruchtbarkeitskennzahlen ein weiteres Indiz dafür, dass die Fruchtbarkeit in den deutschen Milchviehherden dringend verbessert werden muss.

Aus den niedrigen Heritabilitäten für Merkmale der Fruchtbarkeit und den daraus resultierenden geringen Möglichkeiten der züchterischen Beeinflussung ergibt sich die Schlussfolgerung, dass in erster Linie mit der Optimierung der Haltungsumwelt eine Steigerung der Fruchtbarkeitsleistung erreicht werden kann.

Tab. 5: Entwicklung von Abkalberate, Non-Return-Rate 60–90 und Zwischenkalbezeit in der Bundesrepublik Deutschland (alten Bundesländer) von 1970 bis 2002 (nach ADR /185/)

Jahr ³⁾	Abkalberate der MLP-Kühe [%]	Non-Return-Rate 60–90 (NRR 60–90) ¹⁾ [%]	Zwischenkalbezeit der MLP-Kühe je Kuh u. Jahr [Tage]
1970	- ²⁾	- ²⁾	381
1980	83,4	67,1	385
1990	78,5	66,0	387
1991	76,5	65,9	389
1992	78,2	64,7	390
1993	79,0	64,1	389
1998	79,5	65,8	396
2002	74,9	64,2	398

¹⁾ Milch- und Zweinutzungsrasen; ²⁾ nicht erfasst; ³⁾ 1970 bis 1998: nur alte Bundesländer, 2002: neue und alte Bundesländer

Tab. 6: Abgangsursachen in Milchleistungsprüfungsbetrieben der Bundesrepublik Deutschland (alte Bundesländer) (nach SOMMER und KOWERTZ, 1975 /150/¹⁾ und ADR /185/)

Abgangsgrund		Anteil an allen Abgängen [%]								
		1950 ¹⁾	1970	1980	1990	1991	1992	1993	1998	2002
Natürliche Abgangsursachen	Verkauf zur Zucht	15,6	9,6	5,8	8,6	8,2	10,0	10,0	9,3	9,0
	Alter	7,2	8,2	10,2	8,6	8,4	6,9	6,9	4,9	4,0
	geringe Leistung	16,2	17,0	14,4	8,0	7,6	7,8	7,4	9,0	8,2
	schlechte Melkbarkeit	- *)	1,4	1,8	1,9	1,8	1,8	1,7	1,9	1,9
Krankheiten	Unfruchtbarkeit	25,7	31,0	29,3	26,4	25,8	25,4	25,9	23,5	20,6
	Eutererkrankungen	3,6	4,7	8,7	12,3	11,4	11,8	13,1	15,3	15,2
	Infektionskrankheiten	10,8	1,5	1,1	- *)	- *)	- *)	- *)	- *)	- *)
	Stoffwechselstörungen	- *)	2,0	1,2	- *)	- *)	- *)	- *)	- *)	- *)
	sonstige Krankheiten	- *)	- *)	- *)	5,2	3,4	4,1	3,7	4,2	6,3
	Klauen- und Gliedmaßenkrankungen	- *)	2,3	4,4	6,8	6,8	7,4	7,8	8,8	9,1
sonstige Abgangsursachen		20,9	19,4	23,1	22,2	26,6	24,8	23,6	23,1	22,8

*) nicht erfasst

2.4 Anforderungen an Haltungssysteme für Milchkühe

Als allgemeine Anforderungen für alle Verfahren der tierischen Produktion, insbesondere jedoch für Stallsysteme, gelten die Optimierung der Umweltbedingungen für das Tier, die Einsparung menschlicher Arbeitskraft und ein niedriger Kapitalaufwand (WENNER et al., 1986 /170/).

Für die Beurteilung von Haltungssystemen bieten sich nach TROXLER (1981 /160/) mehrere Möglichkeiten an:

- verfahrenstechnisch (Funktion der Systeme untereinander)
- betriebswirtschaftlich (Produktionskosten)
- arbeitswirtschaftlich (Arbeitszeit, Tierbetreuung)
- baulich (Material, Konstruktion, Klima, Platz)
- veterinärmedizinisch (Hygiene, Verletzungen, Krankheiten)
- ethologisch (Verhalten, Anpassungsfähigkeit der Tiere)

Er weist gleichzeitig darauf hin, dass eine Optimierung zwischen allen Faktoren angestrebt werden sollte, da die Beurteilung anhand eines Kriteriums zu extremen Entwicklungen führen würde. Nach WANDER (1975 /166/) sind für die Gestaltung der Haltungseinrichtungen in erster Linie Behaglichkeits- und Bewegungsansprüche der Tiere von Bedeutung. Behaglichkeitsansprüche stellen die Tiere vor allem an Klima und Boden. Bewegungsansprüche bestimmen die Abmessungen und die Einbaumaße von Einrichtungsteilen. Besonders hohe Ansprüche werden diesbezüglich an den Anbindestall gestellt, da der Standort des Tieres auf einen begrenzten Raum festgelegt ist, in dem die Funktionsbereiche „Füttern“, „Liegen“, „Melken“ und „Entmisten“ vereint werden müssen. Durch wechselseitige Beeinflussung der Zielbereiche kommt es zwangsläufig zu Kompromissen bei der Gestaltung von Haltungssystemen.

2.4.1 Standformen in der Anbindehaltung

Der Kurzstand ist heute die Standardlösung in Anbindeställen. Er ist die konsequente Weiterentwicklung von Lang- und Mittellangstand. Der Langstand hat eine Länge von über 2,20 m. Er hat keine Untergliederung zwischen Liegefläche und Fläche zur Aufnahme von Kot und Harn. Dadurch sind Einstreumengen von 15 kg/Tier und Tag erforderlich, um eine starke Verschmutzung der Tiere zu vermeiden (WENNER et al., 1986 /170/). Zur Reduzierung der Verschmutzung der Tiere wurde der Mittellangstand entwickelt. Er hat eine Länge bis 2,20 m, ein verschließbares Fressgitter und eine abgesetzte Kotplatte. Bei geschlossenem Fressgitter verschmutzen die Tiere die Liegefläche nur wenig, da sie an der Kotkante liegen bzw. stehen. Während der Fresszeiten treten die Kühe nach vorne in das Fressgitter. Da Kühe häufig nach einer Liegeperiode sowie kurze Zeit nach einer Fressperiode abkoten (SAMBRAUS, 1978 /135/), ist auch bei dieser Standform eine Einstreumenge von 8 kg/Tier und Tag erforderlich (WENNER et al., 1986 /170/). Ein weiterer und wesentlicher Nachteil dieser Haltungsform ist die zeitlich begrenzte Möglichkeit zur Futteraufnahme.

Lang- und Mittellangstand bieten den Tieren erhöhte Bewegungsfreiheit gegenüber dem Kurzstand. Der Kurzstand hebt den Nachteil der begrenzten Futteraufnahme auf, da die Futterkrippe unmittelbar an das Tier herangeführt ist. Die Tiere haben ständig Zugang zum Futter. Der Raum über der Krippe steht als Bewegungsbereich zur Verfügung. Die Tiere werden durch Anbindevorrichtungen räumlich fixiert. Die Defäkation kann verhältnismäßig gut platziert werden, so dass nur geringe oder keine Einstreu erforderlich ist, um die Tiere sauber zu halten. In Verbindung mit einer Kuhtraineranlage ist es möglich, eine erhöhte Bewegungsfreiheit der Tiere zu gewährleisten, ohne dass die Tierhygiene darunter leidet (BOXBERGER, 1976 /22/). Aus Gründen des Tierschutzes werden Kuhtraineranlagen jedoch kritisch beurteilt. Ihre Installation ist daher z. T. gesetzlich nicht mehr zugelassen (HMJFG, 1993 /191/).

2.4.2 Haltungstechnische Kriterien der Stand-/Liegeplatzgestaltung

Die Beurteilung eines Anbindestandes hinsichtlich seiner tiergerechten Ausführung bezieht sich auf die Einzelkriterien Länge und Breite des Stand-/Liegeplatzes, Funktion der Anbindevorrichtung und Beschaffenheit des Stand-/Liegeplatzbodens, evtl. unter Einbeziehung von Kotrosten, Zuordnung der

baulich-technischen Einrichtung für die Entmistung sowie Abmessungen der Futterkrippe (ORDOLFF, 1971 /126/).

2.4.2.1 Länge und Breite des Stand-/Liegeplatzes

Die Berechnungsgrundlagen verschiedener Autoren zur Ermittlung von tierindividuell angepassten Längen und Breiten von Stand-/Liegeflächen sind in Tabelle 7 zusammengefasst. BOXBERGER (1983 /19/) definiert die Liegelänge als den Maximalabstand der Bodenberührungsfläche in der Körperlängsachse bei untergeschlagenen Vordergliedmaßen. Zur Ermittlung der erforderlichen Liegelänge eines Stand-/Liegeplatzes schlägt er vor, die schräge Rumpflänge des Tieres zu verwenden.

Tab. 7: Berechnungsgrundlagen für tierindividuell angepasste Längen und Breiten von Stand-/Liegeflächen

Parameter	Berechnungsformel	Autor
Liegelänge [cm]	$0,922 \times \text{schräge Rumpflänge [cm]} + 20$	BOXBERGER, 1983 /20/
Liegebreite [cm]	$2 \times \text{Schulterbreite [cm]}$	WANDER, 1975 /165/
Liegebreite [cm]	$0,85 \times \text{Widerristhöhe [cm]}$	BOXBERGER und KIRCHNER, 1984 /23/
Liegelänge [cm]	$0,922 \times \text{schräge Rumpflänge [cm]} + 20 + 3$	BOCKISCH, 1990 /11/
Liegebreite [cm]	$2 \times \text{Schulterbreite [cm]} + 5$	BOCKISCH, 1990 /11/

Für die Ermittlung der Liegebreite werden die Liegeformen der Kühe herangezogen. KÄMMER und SCHNITZER (1975 /79/) teilen die Liegestellungen in Abhängigkeit von der Länge und der Breite der Position in vier Gruppen ein (Abb. 4). Dabei soll die schmale Liegeform innerhalb der Stand-/Liegefläche möglich sein und die breiten Liegeformen das Mitbenutzen des Nachbarstandes voraussetzen.

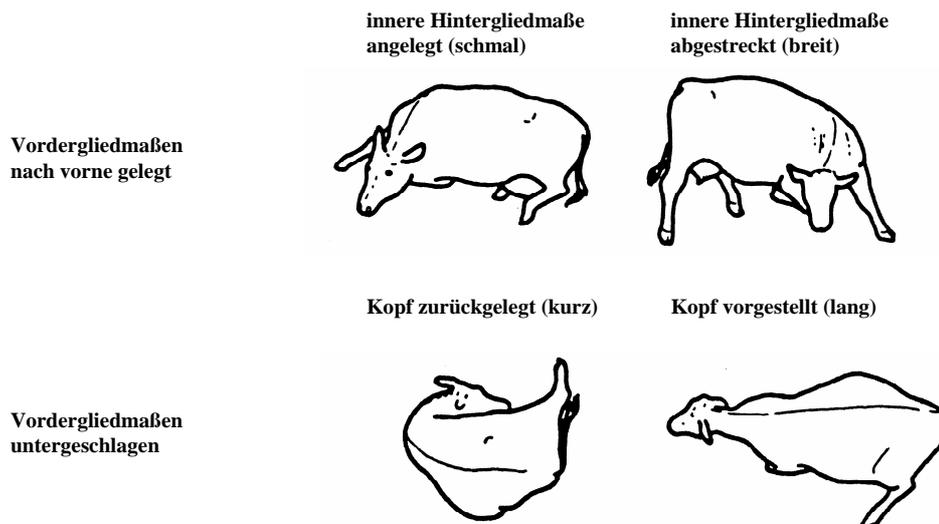


Abb. 4: Liegeformen von Kühen (nach KÄMMER und SCHNITZER, 1975 /79/)

WANDER (1975 /165/) schlägt vor, die erforderliche Liegebreite nach der doppelten Schulterbreite zu bemessen. BOXBERGER und KIRCHNER (1984 /23/) weisen allerdings darauf hin, dass rahmige

Kühe häufig in der Seitenlage verweilen und demzufolge die erforderliche Liegebreite von der Körpergröße der Tiere bestimmt wird. Als Berechnungsgrundlage schlagen sie daher vor, die erforderliche Liegebreite in Abhängigkeit von der Widerristhöhe der Tiere zu ermitteln. BOCKISCH (1990 /11/) kommt nach einer umfangreichen Untersuchung zu der Schlussfolgerung, dass die von BOXBERGER (1983 /19/) bzw. WANDER (1975 /165/) beschriebenen Sollwerte für Liegelänge bzw. Liegebreite nicht mehr ausreichend sind und fordert, unter Einbeziehung der Erkenntnisse aus der Literatur, absolute Zuschläge für die Berechnung in Höhe von +3 cm für die erforderliche Liegelänge und +5 cm für die erforderliche Liegebreite (Tab. 7).

Der Sachverhalt, dass die geforderten Liegelängen und Liegebreiten von Tierkörpermaßen abhängen, lässt erwarten, dass aufgrund der vorhandenen Varianzen der Tierkörpermaße innerhalb eines Betriebes Liegelängen und Liegebreiten variieren müssen. Diese Erwartung wird durch eine Untersuchung von BOCKISCH (1989 /12/), in der Tierkörpermaße von über 5000 Tieren berücksichtigt wurden, bestätigt. Danach müssen innerhalb eines Betriebes die Liegelängen von etwa 155 bis 180 cm und die Liegebreiten von etwa 80 bis 120 cm variieren.

2.4.2.2 Anbindevorrichtung

BATZ (1990 /4/) hebt die Bedeutung der Anbindevorrichtung hervor, indem er ihre Zugehörigkeit zu mehreren Funktionsbereichen mit teilweise konkurrierenden Bedürfnissen darlegt.

Die Anbindevorrichtung muss ausreichenden Freiraum gewährleisten, damit die Kühe ihrer Art entsprechend aufstehen, abliegen und liegen können sowie in der Lage sind, in physiologisch richtiger Weise ihre Krippe vollständig zu leeren und Wasser zu sich zu nehmen. Ebenso muss das Komfortverhalten durch Lecken möglich sein. Die Anbindung darf aber nicht zu locker sein, damit die Tiere nicht zurück in den Kotgraben oder auf den Kotrost treten oder sich dort ablegen. Zu weit nach vorne treten dürfen sie auch nicht, da sie dann ihre Stand- und Liegefläche mit Kot und Harn verschmutzen. Die Anbindevorrichtung muss zudem vertikal so ausgerichtet sein, dass die natürliche Aufstehbewegung, die mit einem Schritt nach vorne endet, so beeinflusst wird, dass die Tiere nach Abschluss des Aufstehvorganges mit der Hinterhand unmittelbar an der Kotkante der Standfläche stehen und Kot und Harn bestimmungsgemäß in den Kotgraben fallen (WANDER, 1975 /166/). Dieser Forderung entsprechen standardmäßig eingesetzte vertikale Anbindevorrichtungen, die in einem Winkel von 85° nach hinten geneigt sind.

2.4.2.3 Kuhtraineranlage

Durch eine lockere, tierfreundliche Anbindung bekommen die Tiere den erforderlichen Bewegungsraum. Gleichzeitig erhöht sich jedoch die Verschmutzungsgefahr für die Stand-/Liegefläche (BOXBERGER, 1980 /21/). Bei Einsatz einer Kuhtraineranlage kann die Liegelänge um ca. 20 cm erweitert werden (BOGNER und SÜSS, 1981 /16/; BOGNER und GRAUVOGL, 1985 /15/), ohne dass Verschlechterungen in der Hygiene des Standplatzes eintreten. Aufgrund von „Strafreizen“ kann es jedoch zu Verhaltensstörungen kommen (s. Kap. 2.4.4.5, S. 32). Aus Aspekten des Tierschutzes wird der Einsatz jedoch sehr kritisch gesehen und für bestehende Anlagen deutlich eingeschränkt (HMJFG, 1993 /191/) bzw. in neuen Stallanlagen nicht mehr zugelassen (z. B. Hessen/BRD, Schweiz).

2.4.2.4 Futterkrippe

Die Futterkrippe dient nicht nur der Futtervorlage, sondern ist infolge der geringen Flächenbemessung des Kurzstandes in andere Funktionskreise einbezogen. Dies gilt insbesondere für das Aufsteh-, Abliege- und Ruheverhalten. METZNER (1976 /1119/) beschreibt die Anforderungen an die Futterkrippe wie folgt:

- Anpassung an den Fressbereich
- ausreichender Freiraum für Abliege- und Aufstehvorgänge
- richtige Dimensionierung und ausreichendes Fassungsvermögen
- Berücksichtigung der Fütterungstechnik
- Haltbarkeit und Preiswürdigkeit

Bei der Wahl der Krippenform ist die Reichweite der Kuh von entscheidender Bedeutung (BOXBERGER, 1983 /20/). Dabei spielen die Kraftverhältnisse an den Vorderextremitäten während des Fressens eine wichtige Rolle. Weil der Weideschritt im Stall nicht vollzogen werden kann, muss die Krippensohle über dem Niveau der Standfläche angeordnet werden, um hohe Belastungen der Vorderextremitäten zu vermeiden. METZNER (1976 /1119/) untersuchte die Belastung der Vorderextremitäten bei unterschiedlichem Krippensohlniveau und unterschiedlicher Krippenweite. Er ermittelte, dass bereits bei einem Krippensohlniveau im Bereich zwischen 10 und 15 cm die Belastung der Vorderextremitäten etwa der Belastung beim ruhigen Stehen entspricht. Ferner stellte er fest, dass der Abstand des tiefsten Punktes zum Buggelenk nicht mehr als 40 cm betragen sollte, um unnötige Belastungen der Vorderextremitäten zu vermeiden. Wenn der tiefste Punkt der Krippe näher als 40 cm zum Buggelenk liegt, kommt es zu Geruchs- und Geschmacksveränderungen des Futters durch Beatmung und längerer Verweildauer in der Krippe, da sich das Futter in einem toten Winkel befindet (ZEEB, 1969 /178/). RIST und OLIVIER (1971 /132/) schlagen vor, den tiefsten Punkt der Krippe 60 cm vor dem Buggelenk und 15 cm über der Standfläche zu setzen. BUDDE (1987 /27/) setzt den tiefsten Punkt mit 5 bis 15 cm über der Standfläche niedriger als andere Autoren an.

Als Abgrenzung der Krippe zum Stand wird eine elastische Schürze vorgeschlagen (/20/, /21/, /89/). Nur sie ermöglicht genügend Volumen der Krippe für ein ausreichendes Futterangebot, bei gleichzeitig geringster Behinderung der Tiere beim Aufstehen und Abliegen. Die von SCHNITZER (1971 /142/) in der Seitenansicht dargestellten Umhüllungslinien beim Abliegen und Aufstehen machen deutlich, dass der Kopf in beiden Fällen nahezu den Boden berührt. Eine hohe und unflexible Krippenrückwand dagegen würde den störungsfreien Ablauf der Kopfbewegung verhindern. Aufzeichnungen von Aufstehvorgängen durch BOXBERGER (1983 /20/) zeigen, dass die ungehinderte Aufstehbewegung von dicht an der Krippe liegenden Kühen noch bei einer Krippenwandhöhe von 15 cm, bei manchen Tieren noch bei 18 bis 20 cm, abläuft. Höhere Krippenwände erfordern einen nach oben ausweichenden Schwung von den Tieren. Dies bedeutet einen Verlust von kinetischer Energie, der durch erhöhten Einsatz von Muskelkraft ausgeglichen werden muss. Die Höhe der Krippenrückwand wird von verschiedenen Autoren mit höchstens 30 bis 35 cm festgeschrieben (/21/, /27/, /89/). Dabei sollten über der 10 bis 12 cm hohen Bugkante etwa 20 bis 25 cm als flexible Wand ausgeführt sein.

2.4.2.5 Stand-/Liegeplatzboden

HEUSSER und RIST (1970 /74/) betonen die besondere Bedeutung des Stand-/Liegeplatzbodens für das Wohlbefinden der Tiere, die Gesunderhaltung von Gliedmaßen, Euter und Haut sowie die Verhinderung übermäßiger Wärmeverluste. Bei den Anforderungen der Tiere an die Verformbarkeit der Bodenfläche ist zu unterscheiden zwischen den Anforderungen liegender Tiere und den Anforderungen stehender Tiere. Liegende Kühe bevorzugen weiche Liegeflächen, die sich den Konturen der Körperunterseite anpassen und dadurch eine gleichmäßige Druckverteilung schaffen, da sie meist in Bauch-Seitenlage mit untergeschlagenen Extremitäten ruhen. Da Kühe beim Stehen einen sicheren Halt brauchen, darf der Standplatz jedoch auch nicht zu „schwammig“ sein (KOLLER et al., 1981 /89/). Die optimale Härte für das Stehen ist nach LASSON (1976 /96/) dann gegeben, wenn die Klaue ab einer Kraft von 2000 N einen festen Widerstand findet. Das ist etwa die Kraft, die beim ruhigen Stehen auf eine Klaue wirkt. Im Gegensatz dazu steht die besondere Bedeutung der Verformbarkeit für die Abliege- und Aufstehvorgänge. Sie lässt sich von den Kräften ableiten, die auf

die Karpalgelenke des Tieres während dieser Vorgänge einwirken. METZNER (1976 /1119/) ermittelte Maximalwerte bis 4000 N.

Neben den Verformungseigenschaften sollte der Bodenbelag wärmedämmende Eigenschaften besitzen, da Kühe weder einen erhöhten Wärmeabfluss noch zusätzliche Wärmeübertragung in besonderem Maße ausgleichen können (BOXBERGER, 1983 /20/). LASSON (1976 /96/) erkannte aus dem Liegeverhalten von Kühen eine tendenzielle Bevorzugung von Liegeflächen mit geringer Wärmeabgabe von 15 bis 50 W/m². Aus diesem Grund fordert er eine hohe Wärmedämmung von Liegeflächen für Kühe.

Bei der Bewertung der beiden Kriterien besitzt die Verformbarkeit des Untergrundes gegenüber der Wärmedämmung im Hinblick auf die Akzeptanz durch die Tiere die größere Bedeutung (WANDER, 1975 /166/).

HEUSSER und RIST (1970 /74/) sehen in der Stroheinstreu die am besten geeignete Möglichkeit, die genannten Anforderungen zu erfüllen. Sie sprechen jedoch auch Einschränkungen an, die sich aufgrund der zunehmenden Knappheit an Stroh sowie der hohen arbeitswirtschaftlichen Belastung ergeben. Nach KLEIBER (1966 /83/) stellen Gummimatten einen adäquaten Ersatz für Einstreu dar. Sie bieten zudem einen arbeitswirtschaftlichen Vorteil.

Neben den Materialeigenschaften des Bodenbelages sind die Sauberkeit und die Trockenheit wesentliche Kriterien für die Akzeptanz des Liegeplatzes. Obwohl Rinder nicht so sehr auf die Sauberkeit bzw. Trockenheit des Liegeplatzes achten wie beispielsweise Schweine, so legen sie sich dennoch nicht gerne auf nasse oder schmutzige Plätze. Finden sie keinen entsprechenden trockenen Platz, so bleiben sie evtl. auch über längere Zeit stehen (SÜSS und ANDREAE, 1984 /156/).

2.4.2.6 Kotroste

Kotroste müssen gegensätzliche Anforderungen erfüllen. Einerseits muss eine gute Durchlässigkeit und damit geringes Kot- und Harnspritzen gewährleistet werden. Andererseits fordern die Tiere eine hohe Trittsicherheit und eine geringe Punktbelastung an den Klauen. KOLLER et al. (1981 /89/) sehen diesen Widerspruch als unüberwindbar an. Kombiroste mit 3,5 bis 4 cm breiten Auftrittsstäben im Tierbereich und gleich breiten Schlitzern erfüllen die Anforderungen des Tieres ausreichend, die Kot- und Harndurchlässigkeit ist jedoch verringert. Schmalstegroste mit 2 cm breiten Stegen und 3,5 bis 4 cm breiten Schlitzern bieten einen guten Kot- und Harndurchlass, allerdings auf Kosten der Bedürfnisse der Tiere.

2.4.3 Ansprüche an das Stallklima

Nach BATZ (1990 /4/) wird das Klima im Milchviehstall im Wesentlichen beeinflusst durch das Zusammenwirken von Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Gasgehalt der Luft, Luftbewegung und Licht.

2.4.3.1 Temperatur

Obwohl Kühe sowohl einen erhöhten Wärmeabfluss als auch zusätzliche Wärmeübertragung nur eingeschränkt ausgleichen können (BOXBERGER, 1983 /20/), besitzen sie dennoch als ursprünglicher Gras- und Baumsteppenbewohner eine vergleichsweise leistungsfähige körpereigene Wärmeregulation, so dass sie einen breiteren klimatischen Behaglichkeitsspielraum besitzen als beispielsweise Schweine (WANDER, 1975 /166/). Als Temperaturoptimum für Milchkühe gilt der Bereich, in dem ein Minimum an Wärmeregulation zum Erhalt der Körpertemperatur erforderlich ist. Die Kühe sind dann in der Lage, ein Maximum in Nutzleistung umzusetzen. Die Angaben zum Optimalbereich für die Umgebungstemperatur bewegen sich in dem Bereich zwischen 0 °C und 20 °C und unterscheiden sich zwischen den verschiedenen Autoren im Hinblick auf ihre unteren und oberen Grenzwerte nur unwesentlich. BIANCA (1971 /8/) gibt den Bereich der thermischen Indifferenz für Milchkühe mit 0 bis 16 °C an (Abb. 5). Er beschreibt für laktierende Kühe bereits bei Temperaturen wenig oberhalb von 20 °C das Eintreten einer Hitzeakklimatisation, u. a. durch Einschränkung der Futteraufnahme.

Normativ (DIN 18910, 1992 /192/) ist der Optimalbereich mit 0 bis 20 °C definiert. KOLLER und SÜSS (1984 /88/) legen den Bereich der Optimaltemperatur, die zur Erhaltung der konstanten Körpertemperatur ein Mindestmaß an Körperwärmeproduktion zur Folge hat, mit 4 bis 16 °C fest. Besonders empfindlich reagieren Kühe auf eine erhöhte Temperatur in Verbindung mit hohen Luftfeuchtigkeiten bzw. auf niedrige Temperaturen in Kombination mit hohen Luftgeschwindigkeiten (BOGNER und GRAUVOGL, 1985 /15/). Die Luftgeschwindigkeit sollte bei niedrigen Temperaturen in Tiernähe 0,2 m/S nicht überschreiten (MARSCHANG, 1989 /111/). Bei hohen Temperaturen ist jedoch eine höhere Luftgeschwindigkeit erwünscht, zur besseren Wärmemitführung (HERKNER et al., 2002 /73/).

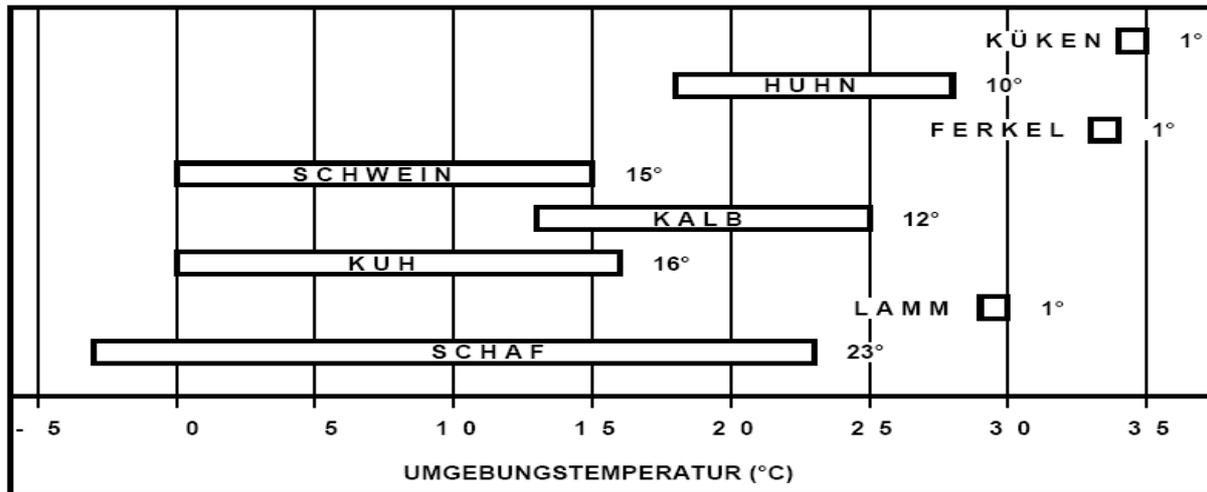


Abb. 5: Zonen thermischer Indifferenz (nach BIANCA, 1971 /8/)

2.4.3.2 Relative Luftfeuchtigkeit

Als optimale relative Luftfeuchtigkeit für Milchkühe gilt der Bereich von 60 bis 80 % (/156/, /152/, /89/, /118/). Vertretbar ist nach MARSCHANG (1989 /111/) ein Bereich von 55 bis 85 %, wobei er die Bereichsgrenzen als Extremwerte definiert. Bei geringer Luftfeuchtigkeit kommt es zur Erhöhung der Stoffwechsellätigkeit mit verstärktem Durst. Bei hoher Luftfeuchtigkeit dagegen ist die Stoffwechsellätigkeit herabgesetzt. Dies hat eine verminderte Futteraufnahme und Leistungsdepression zur Folge (MENNING, 1999 /118/).

2.4.3.3 Schadgase

Von Bedeutung für die Beurteilung der Schadgasbelastung im Stall sind im Wesentlichen

- Kohlendioxid (CO₂)
- Ammoniak (NH₃)
- Schwefelwasserstoff (H₂S)
- Methan (CH₄)

In der von ZEITLER-FEICHT (1988 /181/) zusammengefassten Darstellung von Maximal- und Richtwerten (Tab. 8) für die normativ (DIN 18910, 1992 /192/) genannten Stallluftkomponenten fällt besonders auf, dass die empfohlenen Richtwerte deutlich unter den normativ festgelegten Maximalwerten für die Tiere liegen.

Tab. 8: Schadgasgehalte in der Außenluft und Anforderungen an die Gehalte im Stall (nach ZEITLER-FEICHT, 1988 /181/)

Stallluftkomponente	Gehalt in der Außenluft	Maximalwert für Tiere nach DIN 18910	MAK-Wert für Menschen	Richtwerte als maximale Tierbelastung
CO ₂ [Vol.-%]	0,03	0,35	0,50	0,15–0,20
NH ₃ [ppm]	0	50	50	10–20
H ₂ S [ppm]	0	10	10	0–(5)

Entsprechend decken sich die aktuellen gesetzlichen Grenzwerte für Kälber mit den empfohlenen Richtwerten (Tab. 9).

Tab. 9: Höchstwerte für Gase im Aufenthaltsbereich für Kälber (TierSchNutzV, 2001 /188/)

	Ammoniak	Kohlendioxid	Schwefelwasserstoff
Gehalt in cm ³ je m ³ Stallluft	20	3000	5

Kot, Harn und andere organische Ausscheidungen werden von Bakterien und Pilzen abgebaut. Dabei entstehen die Endprodukte Kohlendioxid (CO₂), Wasser, Schwefelwasserstoff (H₂S) und Ammoniak (NH₃). Die Zersetzungsrates ist abhängig von Temperatur und Feuchtigkeit und besonders hoch bei Temperaturen über 20 °C und Luftfeuchtigkeitsgehalten von über 75 % (MARSCHANG, 1990 /110/). NH₃ fällt von allen Zersetzungsgasen in den größten Mengen an und ist einfach zu messen. Wenn hohe NH₃-Konzentrationen in der Stallluft festgestellt werden, ist davon auszugehen, dass intensive Zersetzungsvorgänge abgelaufen sind, und auch andere Schadgase vorhanden sind. NH₃ gilt daher als Testgas. NH₃ ist eine aggressive Lauge und übt bereits in geringen Konzentrationen von > 30 ppm (HARTUNG, 1988 /69/) eine starke Reizwirkung auf Körpergewebe aus. Es kann zur teilweisen Zerstörung von Epithelzellen in den Atemwegen und Lungenbläschen kommen. Bei hohen Konzentrationen (≥ 50 ppm) kann es zum Lungenödem kommen, das bis zum Erstickungstod des Tieres führen kann (MARSCHANG, 1990 /110/). Derart hohe Konzentrationen können etwa beim unbedachten Aufräumen von Gülle entstehen.

Methan wird trotz großer Emissionsmengen in seiner Bedeutung für die Tiere als unproblematisch angesehen (VAN CAENEGEM und WECHSLER, 2000 /162/).

2.4.4 Tierverhalten und Verhaltensänderungen als Maßstab für die tiergerechte Milchkuhhaltung

Um bei der Gestaltung der Haltungsumwelt den Bedürfnissen einer Kuh Rechnung tragen zu können, müssen diese zunächst einmal bekannt sein. Dazu können Verhaltensmuster als Maßstab herangezogen werden, wobei nach verschiedenen Verhaltensbereichen, die teilweise ineinander greifen, differenziert werden muss. Neben einer Vielzahl von gleichen Bedürfnissen innerhalb einer Tierart bestehen auch tierindividuelle Bedürfnisse, bei deren Berücksichtigung die Gestaltung der Stallumwelt schnell an bautechnische oder finanzielle Grenzen stößt. Die Möglichkeiten bei der Gestaltung der Haltungsumwelt sollten sich daher an den Bedürfnissen der Tiere unter Ausnutzung ihres Adaptionsvermögens ausrichten (BOGNER und SÜSS, 1981 /16/). Bei mangelnder Ausführung der Haltungstechnik lassen sich häufig abweichende Verhaltensweisen (Ethopathien) beobachten. Aus den natürlichen Verhaltensweisen der Tiere lassen sich Forderungen für die Gestaltung der

haltungstechnischen Installationen ableiten. Der ungestörte Ablauf der Verhaltensweisen darf als ein wichtiger Parameter für die tiergerechte Gestaltung der Stallumwelt angesehen werden. In den nachfolgenden Kapiteln werden verschiedene Verhaltensweisen und Verhaltensänderungen von Rindern dargestellt.

2.4.4.1 Fressverhalten

Der Bewegungsablauf des Fressens ist angeboren. Durch seitliche Bewegungen des Kopfes beschreibt das Tier einen Kreisbogen von 60 bis 90° (SAMBRAUS, 1978 /135/). Das natürliche Fressverhalten grasender Rinder ist durch langsames Vorwärtsgehen gekennzeichnet. Dabei nehmen die Vorderextremitäten stets eine Schrittstellung ein. Dies führt zu einer Absenkung des Rumpfes und erleichtert dem Tier die Futteraufnahme infolge der verkürzten Distanz zum Boden (ZEEB, 1968 /179/). In der Stallhaltung, insbesondere in der Anbindehaltung, fehlt das Raumangebot für das Einnehmen der Schrittstellung. Für die Krippenfütterung lässt sich daraus ableiten, dass die Futteraufnahme am leichtesten fällt, wenn der tiefste Punkt der Krippe 15 cm über der Standfläche liegt und sich 40 cm vor der Vorderhand des Tieres befindet (ZEEB, 1969 /178/).

Die Anzahl der täglichen Mahlzeiten unterliegt verschiedenen Einflussfaktoren. Einen maßgeblichen Einfluss hat die Tageslänge, die einen Wandel im Aktivitätsrhythmus verursacht (SAMBRAUS, 1978 /135/). Ebenso beeinflussen klimatische Faktoren die Futteraufnahme, teilweise in Kombination mit Lichteinflüssen. So ist in gemäßigtem Klima die Helligkeit der Hauptzeitgeber für die Fressphasen, in wärmeren Regionen dagegen bestimmt die Temperatur alleine den Rhythmus. Grund dafür ist, dass in Phasen hoher Temperaturen die Futteraufnahme deutlich reduziert wird. Gleiches trifft auch für sehr niedrige Temperaturen zu. STEPHAN (1974 /152/) berichtet von kurzem und intensivem Grasens bei extrem heißem und extrem kaltem Klima ohne jedoch „extrem heiß“ und „extrem kalt“ zu definieren. Als eine typische Veränderung der Fressgewohnheiten beschreibt SAMBRAUS (1978 /135/) den durch Menschen veränderten Rhythmus, wie z. B. die intensive Futteraufnahme nach dem Melken.

2.4.4.2 Ausscheidungsverhalten

Koten und Harnen werden i. d. R. im Stehen durchgeführt. Dabei wird der Schwanz angehoben und der Rücken gewölbt (SÜSS und ANDREAE, 1984 /156/). Im Anbindestall geschieht die Exkretion vermehrt kurze Zeit nach einer Fressperiode und nach Beendigung einer Liegeperiode (SAMBRAUS, 1978 /135/). Davon abweichend nennt der gleiche Autor die vermehrte Defäkation aufgrund einer beschleunigten Darmperistaltik infolge erhöhter Erregung. Als solche beschreibt er Stallarbeiten und ungewohnten Kontakt mit Menschen. Als abweichendes Ausscheidungsverhalten beschreibt SAMBRAUS (1978 /135/) das Koten und Harnen im Liegen, bedingt durch mangelhafte Liegeboxen, die den Rindern das Hinlegen und Aufstehen erschweren.

2.4.4.3 Liegeverhalten

Rinder ruhen überwiegend im Liegen. Teilweise tun sie dies auch im Stehen, wenn dabei keine Aktivität ausgeübt wird (SÜSS und ANDREAE, 1984 /156/). Das Ruhen ist an das für einen Wiederkäuer physiologisch unverzichtbare Wiederkäuen gekoppelt. Länge und Anzahl der Ruhepausen folgen einem bestimmten Rhythmus. Bei Stallhaltung wird der Rhythmus durch Fütterungs- und Melkzeiten vorgegeben (HAUPTMANN, 1966 /70/).

Abliegen und Aufstehen von Rindern erfolgen in jeweils drei Phasen, die von SCHNITZER (1971 /142/) beschrieben wurden. Abliegen und Aufstehen sind aber nur möglich, wenn den Tieren entsprechende Bewegungsfreiräume zur Verfügung stehen. So muss beispielsweise bei der Festlegung des seitlichen Bewegungsraums berücksichtigt werden, dass sich nach dem Abliegen die hintere Körperhälfte der Kuh eine Körperbreite neben der ursprünglichen Stehposition befindet (ZEEB, 1987 /176/; Abb. 6).

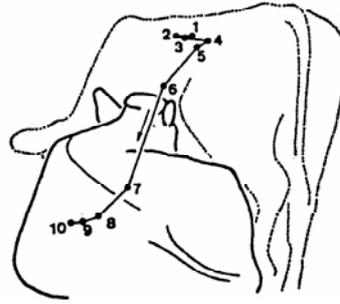


Abb. 6: Die Position des äußeren Hüfthockers in gleichen Zeitabständen beim Abliegen (Film Oester) (nach TSCHANZ und KÄMMER, 1977 /161/)

Nach REINBRECHT (1970 /130/) nimmt das Platzangebot für die Tiere wesentlichen Einfluss auf deren Abliege- und Aufstehverhalten. Er ermittelte in Anbindeställen Korrelationen von $-0,66$ bzw. $+0,45$ zwischen der Tiergröße und der Anzahl der Liegeperioden bzw. der Tiergröße und der Liegezeit. Diese Zusammenhänge wurden von KOHLI und KÄMMER (1985 /86/) bestätigt. Sie fanden eine verlängerte Dauer des „Stehens auf dem Rost“ bei kleiner werdendem Index Lagerlänge/Widerristhöhe. Bei einem Vergleich zwischen Weide und Stall beobachtete KOHLI (1987 /85/) im Stall mehr und längere Abliegeintensionen sowie Abliegeversuche, die auf der Weide nicht auftreten. GROTH (1985 /59/) sieht in glatten Standflächen im Stall den Grund für eine verlängerte Wiegephase oder „pferdeartiges“ Aufstehen aufgrund der erhöhten Gefahr des Ausgleitens. Nasse Bodenflächen sind Ursache für das Ausgleiten von Tieren (KALTENBÖCK, 1972 /80/).

Neben Veränderungen im Aufstehen und Abliegen beeinflusst der Zustand der Bodenfläche auch das Liegeverhalten. Sehr harte Bodenflächen führen zu einer Unterbindung der Blutzufuhr infolge großer Druckeinwirkung auf lokal begrenzte Stellen des Körpers (KALTENBÖCK, 1972 /80/). WILLINGER (1971 /172/) beschreibt das Liegen der Tiere mit seitlich gestreckten Extremitäten als Reaktion auf harte Bodenbeläge zur Entlastung von Druckstellen an den Extremitäten. Das Tier versucht dadurch das Gewicht auf möglichst viele Körperstellen zu verteilen. SAMBRAUS (1983 /134/) zieht aus dem Ergebnis einer Studie von GRAF (1979 /54/) über das Ausruheverhalten von Kühen den Schluss, dass Tiere bei ungünstiger Bodenbeschaffenheit eine Änderung ihrer Körperhaltung oder Position möglichst vermeiden. Dies drückt sich in einer reduzierten Anzahl und gleichzeitig verlängerten Liegeperioden aus.

Die Liegezeiten werden zudem durch die Wärmeeigenschaft der Liegefläche beeinflusst. LASSON (1976 /96/) stellte fest, dass sich mit zunehmenden Temperaturbelastungen über die Liegefläche die Liegezeiten der Kühe verkürzen, bei gleichzeitiger Erhöhung der Liegefrequenz. Als Folge von verkürzten Liegezeiten sind negative Auswirkungen auf das Leistungsvermögen der Tiere zu erwarten, da etwa 80 % des Wiederkäuens im Liegen geschieht (KOHLI, 1987 /85/).

2.4.4.4 Komfortverhalten und Körperpflege

SÜSS und ANDREAE (1984 /156/) fassen im Komfortverhalten alle Verhaltensweisen zusammen, die dazu beitragen, das körperliche Wohlbefinden zu verbessern. Der Hautpflege wird innerhalb des Komfortverhaltens eine besondere Bedeutung beigemessen (SAMBRAUS, 1978 /135/). Sie wird in erster Linie durch Selbstbelecken und Kratzen von Hals und Kopf mit den Hinterextremitäten ausgeführt. Beim Selbstbelecken werden ohne weiteres durch eine seitliche Rumpfbiegung, teilweise in Zusammenhang mit dem Anheben einer Hinterextremität, auch die Kniefalte, das Euter und der Schwanzansatz erreicht. Für die Zungenberührung schwer erreichbarer Stellen führt die Kuh schleudernde Bewegungen mit Kopf und Zunge aus. Zur Körperpflege gehört auch das Scheuern an festen Gegenständen (z. B. Teile der Stalleinrichtung). Im Anbindestall ist diese Möglichkeit jedoch eingeschränkt. Die von SAMBRAUS (1978 /135/) beschriebene große Neigung zu Hautpflegehandlungen nach längerem Aufenthalt im Anbindestall geben einen Hinweis darauf, dass das Hautpflegebedürfnis in Anbindehaltung nicht immer vollständig befriedigt werden kann. SÜSS und ANDREAE (1984 /156/) berichten von plötzlichem Ausschlagen einer Kuh, nachdem ihr durch

zu straffe Anbindung die Möglichkeit verwehrt wurde, den durch Milbenbefall im Beckenbereich hervorgerufenen Juckreiz zu beseitigen.

2.4.4.5 Einfluss der Kuhtraineranlage

KOHLI (1987 /84/) beschreibt Auswirkungen des Kuhtrainers auf das Verhalten von Milchvieh. Er beobachtete nicht nur Auswirkungen auf das Eliminationsverhalten, sondern auch auf andere Verhaltensbereiche wie Komfort-, Sozial-, Fress- sowie Aufsteh- und Abliegeverhalten. Beispielsweise nahm das Rückenlecken unter Einfluss des Kuhtrainers deutlich ab, ebenso wie das Rückenwölben beim Fressen. Die verlängerte Gesamtzeit der Vorbereitung des Abliegens interpretierte er im Sinne einer reduzierten Akzeptanz des Liegeplatzes, wie dies zuvor bereits von KOHLI und KÄMMER (1985 /86/) beschrieben wurde. Der Einsatz des Kuhtrainers wird aufgrund der negativen Einwirkungen auf das Tierverhalten kritisch gesehen und der Einsatz aus tierschutzrelevanten Aspekten stark reglementiert (/191/).

2.4.4.6 Verhaltensanpassung durch Adaption

Trotz der dargestellten Beeinträchtigungen ist zu berücksichtigen, dass Nutztiere in der Lage sind, ihr Verhalten an moderne Stallsysteme anzupassen. Dies geschieht durch Übung, Gewöhnung und Lernen (WENNRICH, 1978 /171/). Eine Gewöhnung an die Anbindehaltung ist für WANDER (1976 /164/) unproblematisch, sofern der Raumanspruch, resultierend aus den Körperabmessungen, und die Bewegungsabläufe am Ort nicht beeinträchtigt werden. HEIDRICH et al. (1968 /72/) beobachteten, dass bei Kühen nach einer Umstellung auf Kurzstandanbindung mit Kotrost, die zunächst gezeigte Beeinträchtigung ihres Wohlbefindens nach einiger Zeit von selbst abklang. BOCKISCH (1985 /13/) vermutet eine hohe Anpassungsfähigkeit bei Rindern aufgrund relativ niedriger Variationskoeffizienten für Verhaltensmerkmale, die er aus Untersuchungen in Liegeboxenlaufställen erhielt.

2.4.5 Tiergesundheit, Tierhygiene und Abgänge als Maßstab für tiergerechte Milchkuhhaltung

Verhaltensstörungen (Ethopathien) (Kap. 2.4.4, S. 29 ff.), traumatische Verletzungen (Technopathien) und eine deutliche langfristige Minderung der Produktionsleistung von Kühen können Hinweise auf Mängel in der technischen Umwelt der Tiere liefern (BOGNER und SÜSS, 1981 /16/).

2.4.5.1 Tiergesundheit

Technopathien treten bei Tieren durch dauerhaft negative Einwirkung von Haltungstechnik auf. Die Ursachen liegen häufig darin, dass vorgegebene Maße und Ausführungsdetails nicht eingehalten werden oder durch Verschleiß entstandene Schäden an den Einrichtungen nicht repariert werden (GROTH, 1985 /59/). Nach verschiedenen Autoren (z. B. SEIBERT und SENFT, 1984 /145/; GROTH, 1985 /59/; NOHNER et al., 1990 /125/; DIRKSEN, 1996 /36/) sind Technopathien häufig auf zu kleine oder zu große Stand-/Boxenbreiten und Stand-/Boxenlängen, zu hohe Krippenrückwände, zu tiefe Krippensohlen, zu starre oder zu flexible Anbindungen, falsch installierte Seitenabtrennungen sowie zu harte oder zu raue Liegeflächen zurückzuführen.

Besonders häufig treten gesundheitliche Probleme bei Rindern in Kurzstandanbindehaltung mit Kotrosten auf (MATZKE, 1975 /113/). GROTH (1984 /60/) ermittelte in Betrieben mit Kurzständen und Kotrosten einen Anteil von 31 % der Kühe mit haltungsbedingten Schäden an Gliedmaßen, Rumpf, Klauen und Euter. Die Schadensfrequenz lag damit deutlich über der im Liegeboxenlaufstall (11 %) und im Tieflaufstall (1,3 %).

WEISS (1989 /169/) untersuchte den Einfluss von Abweichungen von geforderten Liegelängen (Liegelängendifferenz = LLD) und Liegebreiten (Liegebreitendifferenz = LBD) und fand bei

Milchkühen in Anbindehaltung ein deutlich erhöhtes Auftreten von adspektorisch und palpatorisch feststellbaren Schäden mit zunehmend negativen Abweichungen. Eine Untersuchung von BOCKISCH (1990 /11/) in Anbinde- und Laufställen ergab, dass sowohl negative Liegellängendifferenzen als auch negative Liegebreitendifferenzen zu Zustandsverschlechterungen von Gelenken führen (Abb. 7 u. 8). Eine Verbesserung der Gelenkzustände, wenn auch nur in eingeschränktem Maße, konnte er bei zunehmenden positiven Liegebreiten- und Liegellängendifferenzen feststellen.

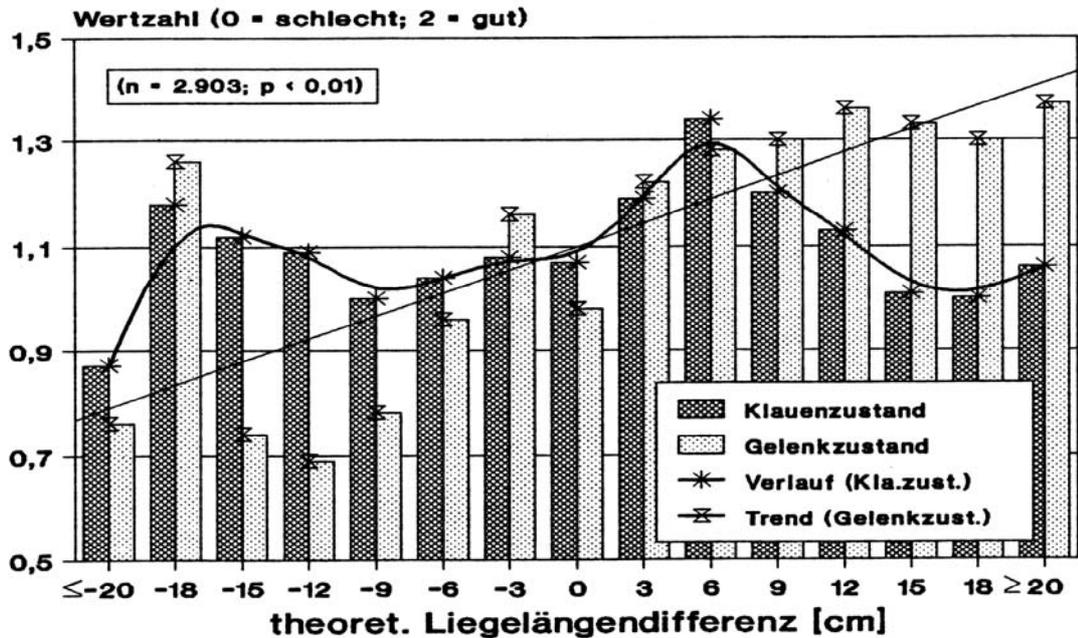


Abb. 7: Klauen- und Gelenkzustand in Abhängigkeit von der Liegellängendifferenz (LLD) (nach BOCKISCH, 1990 /11/)

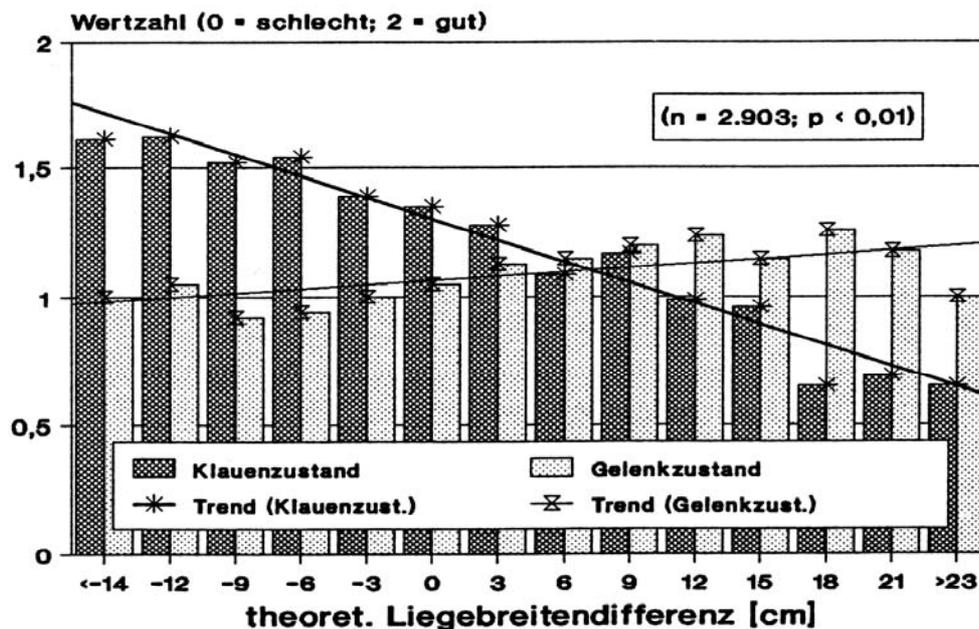


Abb. 8: Klauen- und Gelenkzustand in Abhängigkeit von der Liegebreitendifferenz (LBD) (nach BOCKISCH, 1990 /11/)

Der Zustand der Klauen war in der gleichen Untersuchung nicht eindeutig zu beurteilen. Zustandsverbesserungen wurden beobachtet mit zunehmend negativen Liegebreitenabweichungen und zunehmend positiven Liegelängendifferenzen bis zu +6 cm. Darüber hinaus verschlechterte sich der Zustand der Klauen wieder (Abb. 7 u. 8). WEISS (1989 /169/) fand einen engen Zusammenhang zwischen dem gehäuften Auftreten von Klauengeschwüren und der negativen Abweichung von der idealen Stand-/Liegeplatzlänge (Abb. 9).

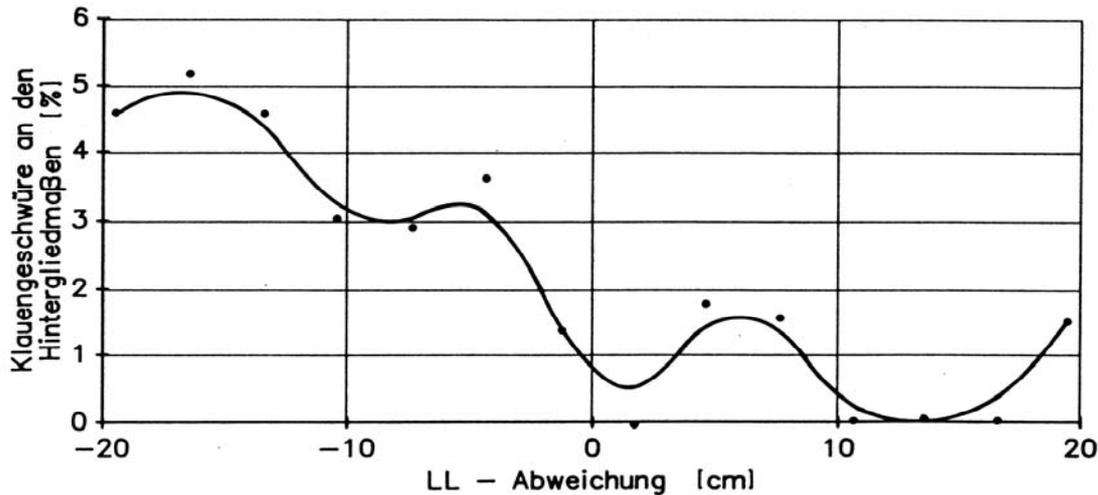


Abb. 9: Klauengeschwüre an den Hintergliedmaßen in Abhängigkeit von der theoretisch idealen Anbindestlänge (nach WEISS, 1989 /169/)

Bei zu geringer Standlänge in der Kurzstandanbindehaltung mit Gitterrost sind die Tiere gezwungen, die Kotroste als Stand- und Liegefläche mit zu nutzen (DIRKSEN, 1997 /35/). Läsionen im Tarsalbereich wie z. B. Dekubitus tarsalis lateralis (FEBL, 1975 /50/) oder Bursitis tarsalis lateralis, Tarsalgelenksfüllung, Hygrome oder Entzündungen der Sehnenscheiden (DIRKSEN, 1996 /36/) können die Folge sein. NOHNER et al. (1990 /125/) sehen in Dekubitus die Grundlage für Phlegmone und Abszessbildung. Schädigungen und Verletzungen an den Klauen treten beispielsweise in Form von Druckschäden auf durch das Stehen auf Kotroststäben, insbesondere bei Schmalstegrosten. Das unvollständige Auftreten führt zu Druckschäden mit Ausbrüchen am Tragrand der Klauenaußenwand (DIRKSEN, 1997 /35/). Die Druckbeanspruchung beträgt bei Normalbelastung etwa 5 kg/cm², bei 20 mm breiten Stäben etwa 21 kg/cm² und bei 5 mm breiten Stäben etwa 80 kg/cm² (MATZKE, 1975 /113/). Nach MATZKE und KOLLER (1971 /114/) kann es zu Infektionen im Bereich der Druckschäden kommen. Es entstehen Panaritien, eitrig-hohle Klauenwände oder Klauensohlengeschwüre. Hiervon besonders betroffen sind Kühe in den ersten drei Monaten p. p. Dies ist aufgrund der hohen Stoffwechselbelastung die Periode mit dem schwächsten Klauenhornwachstum (NOHNER et al., 1990 /125/). Durch die gleichzeitige starke Spreizung der Klauen kommt es zur Zerrung des Zwischenklauengewebes (FEBL, 1975 /50/). In solchen Fällen erkranken die Tiere leicht an Limax. Teilweise versuchen die Tiere der Belastung auszuweichen, indem sie die Hinterextremitäten unter den Leib stellen oder nach vorne in die Anbindung drängen (DIRKSEN, 1996 /36/).

FEBL (1975 /50/) sieht eine weitere Gefahrenquelle für die Kühe darin, dass sie auf den glatten Stäben der Kotroste ausgleiten und es dadurch zu Distorsionen oder gar zu einer Fissur oder Fraktur der Beckensymphyse kommen kann. Bedingt durch raue oder harte Bodenflächen treten zusätzlich zu Druckstellen und Hautabschürfungen (KALTENBÖCK, 1972 /80/) auch sekundäre Entzündungen und Abszesse an den Extremitäten auf (MATZKE, 1975 /113/). SEIBERT und SENFT (1984 /145/) sehen durch Nässe auf der Liegefläche derartige Aufliegeschäden begünstigt, da sie die Haut der Tiere aufweicht. Nässe und

mit Kot und Harn verschmutzte Liegeflächen sind die häufige Folge von zu langen Ständen (MATZKE, 1975 /113/).

Zu hohe oder zu dicke Krippenwände führen zu Druckschäden im Trielbereich oder an den Karpalgelenken (GROTH, 1984 /60/), die im Weiteren zu Schleimbeutelentzündungen führen können (SEIBERT und SENFT, 1984 /145/). Zu tiefe Krippensohlniveaus und zu große Krippenweiten führen zu lockeren Schulteradduktionen (GROTH, 1984 /60/), da die Tiere durch starkes Drängen nach unten und vorne einen sehr hohen Druck auf den Halteapparat der Rumpfräger ausüben. Gleichzeitig kommt es zu Druckschäden an Schulter, Triel und Carpus (GROTH, 1985 /59/). ZEEB (1987 /176/) beschreibt Schäden an Karpalgelenken, die nicht mehr auftraten, wenn der tiefste Punkt der Krippe auf 15 cm über Standbodenniveau angehoben wurde.

Bei zu straffen Anbindungen können zunächst geringgradige Veränderungen wie Haarausfall, Abschürfungen und Schwielenbildung beobachtet werden. Im weiteren Verlauf kann es jedoch zu Phlegmonen, akuter Bursitis praecarpalis oder Arthritiden kommen. Straffe Anbindungen führen nach GROTH (1985 /59/) zu einer an Dauer und Intensität gesteigerten Belastung des Vorderfußwurzelbereiches durch eine erzwungene Verzögerung des Ausstehens. SEIBERT und SENFT (1984 /145/) berichten sogar von Brüchen im Bereich der Halswirbelsäule durch starre Halsrahmen. Eine zu lockere Anbindung birgt jedoch auch Gefahren für das Tier. KALTENBÖCK (1972 /80/) beschreibt als Folge von sehr lockeren horizontalen Kettenanbindungen das Erhängen der Tiere in den Ketten.

Im Zusammenhang mit zu knappen Standmaßen, teilweise in Verbindung mit zu starren Anbindevorrichtungen oder glatten Bodenflächen, treten häufig Euter- und Zitzenverletzungen auf (MATZKE und KOLLER, 1971 /115/; SEIBERT und SENFT, 1984 /145/; GROTH, 1985 /59/; NOHNER et al., 1990 /125/). Im Vergleich von Haltungssystemen werden die Nachteile der Anbindehaltung diesbezüglich deutlich. EKESBO (1966 /41/) fand in einer Untersuchung an 2000 Tieren Inzidenzen für Euterverletzungen in Höhe von 3 % in eingestreuten Laufställen, 9 % in eingestreuten Anbindeställen und 16 % in einstreulosen Anbindeställen mit Gitterrost. Der weitaus überwiegende Teil der Zitzen- und Euterverletzungen sind jedoch Eigenverletzungen (SEIBERT und SENFT, 1984 /145/). MATZKE und KOLLER (1971 /115/) quantifizieren den Anteil auf 80 % der aufgetretenen Euterverletzungen. Von besonderer Bedeutung hierbei sind Behinderungen im Aufstehvorgang durch zu starre Anbindungen. Es kommt in diesen Fällen häufig zu „pferdeartigem“ Aufstehen. Auch durch die Behinderung des Aufstehens durch glatte Standflächen erhöht sich die Gefahr für Zitzen- und Euterverletzungen (GROTH, 1985 /59/). Zusätzlich sind Trittverletzungen durch Nachbartiere bei unzureichenden Standbreiten zu beachten sowie eine erhöhte Verletzungsgefahr von eingeklemmten Zitzen beim Liegen auf Kotrosten infolge unzureichender Standlängen (GROTH, 1985 /59/).

2.4.5.2 Tierhygiene

Neben möglichen traumatischen Einwirkungen durch haltungstechnische Einrichtungen ist deren Bedeutung aus tierhygienischer Sicht zu beachten. Die falsche Ausführung der Einrichtung kann zu erhöhter Schmutzbelastung des Tieres führen oder seine Körperpflege beeinträchtigen.

Die Sauberkeit der Kühe in Anbindeställen ist im Wesentlichen vom Grad der Verschmutzung der Stand-/Liegeplätze durch Kot und Harn abhängig. Deshalb kommt es aus Gründen der Tierhygiene darauf an, durch eine entsprechende Stand-/Liegeplatzgestaltung das Absetzen von Kot und Harn auf die Standflächen zu verhindern (MÖRCHEN, 1967 /123/). Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass verkürzte Standlängen positiv auf die Sauberkeit der Liegefläche wirken. MÖRCHEN (1967 /123/) ermittelte in einer Untersuchung, dass die Sauberkeit der Standfläche mit abnehmender Standlänge zunimmt. Die Sauberkeit der Kühe verhielt sich zunächst gleichgerichtet, jedoch nur bis zu einer Standlänge unterhalb der Rumpflänge der Tiere, bei denen die Kotroste als Liege- und Standfläche mit genutzt werden mussten. Eine weitere Verbesserung der Tierhygiene war dann nicht mehr zu erreichen. Vielmehr erhöhte sich die Gefahr der Beeinträchtigung der Tiere.

Ebenfalls abzulehnen sind Stände, die länger gehalten sind als die Rumpflänge der Tiere, da sie zu einer unvermeidbaren Verschmutzung der Tiere und zu feuchten Stand-/Liegeplätzen führen. Die Folgen sind häufig Erkrankungen der Klauen und Gliedmaßen (HEUSSER und RIST, 1970 /74/).

Die Beeinträchtigung der Tiere in der Durchführung ihrer Körperpflege führt zur weiteren Verschlechterung der hygienischen Situation. So wird beispielsweise durch eine zu starre Anbindevorrichtung der Ektoparasitenbefall begünstigt, da sich die Tiere nicht ausreichend belecken können (HEIDRICH et al., 1968 /72/).

2.4.5.3 Abgänge

Aufgrund der dargestellten Schädigungen und Verletzungen müssen Tiere häufig vorzeitig aus dem Bestand ausscheiden. BOCKISCH und KUTSCHER (1987 /14/) ermittelten eine positive Beziehung ($r = 0,32$) zwischen der Häufigkeit von Liegebreitenabweichungen und der Summe der Abgänge (ohne Zucht und Alter). Ebenso fanden sie höhere Abgangsraten wegen Infektionskrankheiten mit zunehmender Häufigkeit von negativen Liegelängendifferenzen.

Die selben Autoren fanden eine leichte Erhöhung der Abgangsraten wegen Klauen- und Gliedmaßenkrankungen mit zunehmender Straffheit von Anbindevorrichtungen in Kombination mit weniger elastischen Bodenbelägen. Im Hinblick auf Beziehungen zwischen Abgangsraten bzw. Tierbeurteilungsparametern und dem Krippensohlniveau konnten sie keine statistischen Zusammenhänge feststellen. Sie weisen jedoch auf eine subjektive Beobachtung hin, nach der bei einem Krippensohlniveau von 10 cm gegenüber einem niedrigeren Niveau eine verringerte Abgangsrate wegen Klauen- und Gliedmaßenkrankungen vorlag und die Anzahl der Tiere mit gutem Klauenzustand erhöht war (BOCKISCH und KUTSCHER, 1987 /14/).

Den Einfluss des Stallklimas auf vorzeitige Abgänge von Milchkühen beschreibt FEIDT (1988 /49/) in seiner Arbeit. Ein schlechter Zustand der Lüftungsanlage, als indirekter Indikator für ungünstige klimatische Verhältnisse im Stall, war positiv korreliert mit der Gesamtzahl der Abgänge ($r = 0,34$). Dementsprechend nahm mit zunehmender Feuchtigkeit im Stall die Abgangsrate wegen Klauen- und Gliedmaßenkrankungen zu ($r = 0,46$). Die Zustandsbewertung von Klauen und Gelenken wurde dabei schlechter.

2.5 Die Fruchtbarkeit und ihre Einflussfaktoren

ZEROBIN (1983 /182/) beschreibt die besondere Bedeutung des Fruchtbarkeitsgeschehens auf die Wirtschaftlichkeit der Rindviehhaltung. Von entscheidender Bedeutung für ein „wirtschaftliches Kuhleben“ sind für ihn:

- der zeitgerechte Eintritt zyklischer Ovarfunktionen während der Pubertät,
- das entwicklungsangepasste erstmalige Belegen der Färsen,
- die optimale Gestaltung von Haltung und Fütterung des tragenden Tieres,
- die Sicherstellung einer komplikationsfreien Geburt,
- die Optimierung der Nachgeburtphase (Puerperium),
- der individuelle Besamungszeitpunkt nach dem Kalben und
- die möglichst frühzeitige Untersuchung der Trächtigkeit.

Das Fruchtbarkeitsgeschehen einer Kuh ist ein kompliziertes System hormoneller und nervöser Vorgänge. Nervensystem und Hormone gewährleisten die Funktion der einzelnen Organe. Sie sichern aber auch gleichzeitig die Anpassung des Körpers an interne und externe Veränderungen. Die Anpassungsfähigkeit des Tieres ist jedoch begrenzt. Sobald die Anforderungen insgesamt zu hoch werden, kommt es zu Störungen der normalen Abläufe (MARSCHANG, 1986 /112/).

Das Fortpflanzungsgeschehen gilt als der empfindlichste Indikator für die Reaktion des Tieres auf die Umwelt (SCHREIBER, 1953 /144/). KOLB (1986 /87/) beschreibt beispielsweise die Auswirkungen von Belastungen (z. B. anhaltende Hitze, Haltungs- und Fütterungsmängel) auf die Sekretion von ACTH, Glucokortikosteroiden, Endorphinen und Progesteron. Es kommt zu Störungen der Sekretion

von GnRH bzw. der Gonatotropine mit der Folge, dass die Ausreifung von Tertiärfollikel und die Ovulation gestört sind.

AEHNELT und KONERMANN (1961 /1/) unterteilen die Faktoren, die auf die Fruchtbarkeit einwirken, in genetische und nicht genetische Faktoren. Sie untergliedern die genetischen Faktoren weiter in leicht nachweisbare anatomische Erbängel und in Erbdispositionen für funktionelle Störungen des Fortpflanzungsgeschehens, die erst unter Umweltbelastungen auftreten. Sie unterstreichen damit die Verflechtung zwischen genetischen Einflussfaktoren und Umwelteinflüssen.

GRUNERT (1997 /62/) sieht im Stress die Hauptursache, die sich nachhaltig auf die Fruchtbarkeit von Kühen auswirkt. Er verwendet Stress als übergeordneten Begriff für eine Reihe von Ursachenkomplexen, wie beispielsweise Haltungstechnik, Fütterung, Milchleistung und chronische Erkrankungen. ZÖLDAG (1983 /183/) teilt die umweltbedingten Einflussfaktoren (Stressoren) ein in Makro- und Mikroklima, Management, psycho-emotionale Stressoren und physische Traumata. Die Auswirkung der Beeinflussung hängt von ihrer Dauer und der Intensität ab (Abb. 10).

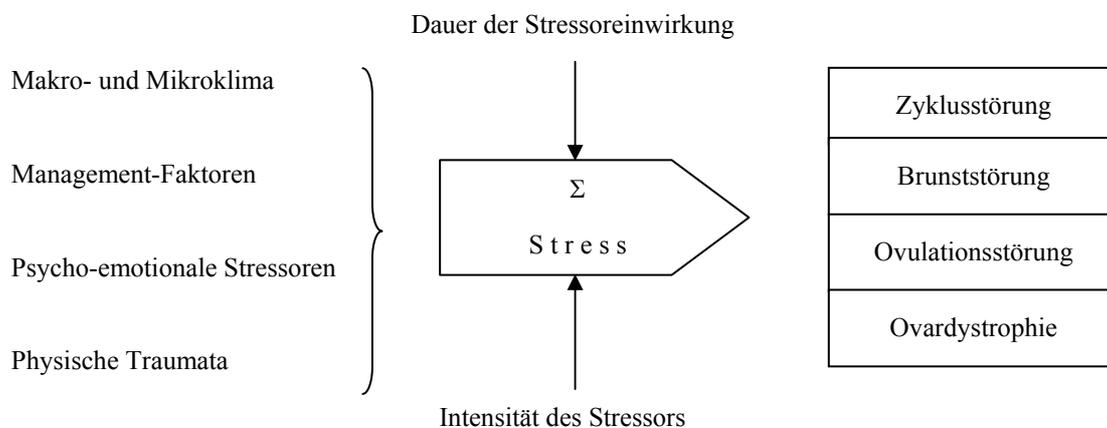


Abb. 10: Kumulative Stressorwirkung auf den Geschlechtszyklus (nach ZÖLDAG, 1983 /183/)

In Anlehnung an GRUNERT und BLESENKEMPER (1980 /63/), die die Einflussfaktoren auf die biologische Rastzeit in endogene Faktoren und exogene Faktoren einteilen (Abb. 2, S. 18), werden im Nachfolgenden die Einflussfaktoren auf die Fruchtbarkeit in tierbedingt (endogen) und umweltbedingt (exogen) unterteilt.

2.5.1 Tierbedingte Einflussfaktoren

2.5.1.1 Milchleistung

Einer der am häufigsten genannten Faktoren mit Einfluss auf die Fruchtbarkeit ist die Milchleistung. Negative Beziehungen zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit treten häufig dann auf, wenn die Umweltgestaltung nicht dem Leistungsniveau der Tiere entspricht (DANNEBERG, 1967 /29/). Besonders kritisch ist die Phase der einsetzenden Laktation bis Ende des ersten Laktationsdrittels. MÄCKLE (1977 /108/) stellte fest, dass in schlecht geführten Betrieben bereits Einsatzleistungen von 25 bis 30 kg durch die Fütterung energetisch nicht mehr gedeckt werden. Allerdings sind Einsatzleistungen von 35 kg und mehr auch in gut geführten Betrieben kaum noch zu erfüllen. Als Folge energetischer Unterversorgung nennt er postpartale Azyklie und Stillbrunst. Die von ERNST und DÜRING (1988 /42/) gefundenen zunehmenden Anteile an Sterilitäten mit steigenden 100-Tage-Leistungen (FCM) sind Beleg für die Bedeutung der Milchleistung im ersten Laktationsdrittels für das Fruchtbarkeitsgeschehen von Milchkühen.

Weitere Arbeiten zeigen vielfältige Beziehungen zwischen Milchleistungsparametern und Fruchtbarkeitskriterien. DÜRING und ERNST (1987 /39/) ermittelten beispielsweise einen statistisch

gesicherten Varianzanteil der Fettprozentleistung für den Fruchtbarkeitsparameter „Geburtsprobleme“. Einen gesicherten Varianzanteil der Milchmengenleistung für Fruchtbarkeitsparameter konnten sie jedoch nicht feststellen. FAILING et al. (1998 /47/) fanden signifikant verkürzte Rast- und Gützeiten mit Anstieg der Einsatzleistung sowie des Anteils an Eiweiß in der Einsatzleistung. Ein Anstieg der Laktationsleistung, ausgedrückt als durchschnittliche Tagesleistung, führte dagegen hochsignifikant zu einer Erhöhung der Rastzeit sowie der Anzahl der Besamungen je Konzeption. In einer mehrjährigen Untersuchung zur Klärung der Zusammenhänge zwischen der Milchmengenleistung und dem Auftreten von Ovarialzysten stellten GRUNERT und POGGEL (1973 /65/) fest, dass Tiere mit Ovarialzysten im Jahr der Zystenbildung eine deutlich höhere durchschnittliche Jahresleistung als ihre Herdengefährtinnen hatten. Die Häufigkeit von Ovarialzysten nahm mit höheren Milchleistungen zu und in 70 % der Fälle ging der Zystenbildung eine hohe Einsatzleistung voraus. KARG (1976 /81/) macht hinsichtlich des Einflusses der Milchleistung auf das Auftreten von Ovarialzysten den bemerkenswerten Ansatz, dass endokrinologisch denkbar ist, dass der von einer Follikelzyste ausgehende kontinuierliche Östrogenimpuls stimulierend auf die Hormone des laktogenen Komplexes wirkt. In diesem Fall würde aber bei Selektion auf Milchleistung gleichzeitig auf ein pathologisches Phänomen selektiert. Andererseits ist die hohe Milchleistung, insbesondere ein hoher Leistungspeak, mit einer hohen Ausschüttung an Wachstumshormon (GH) verbunden. Dieses reduziert wiederum die Insulinsekretion, was zu einer negativen Beeinflussung des Follikelwachstums führt (JÄKEL, 2005 /78/).

Teilweise werden jedoch die Beziehungen zwischen Fruchtbarkeit und Milchleistung durch Maßnahmen des betriebsbezogenen Fruchtbarkeitsmanagements überdeckt und sind dann nur schwer zu erkennen. GROENEWOLD et al. (1980 /57/) fanden keine Unterschiede in der Gützeit, der Zwischenkalbezeit, dem Besamungsindex und dem Erstbesamungserfolg für Betriebe mit unterschiedlicher Herdenmilchmengenleistung. Auf Einzeltierebene allerdings fanden sie signifikante Verschlechterungen der Fruchtbarkeitsparameter mit zunehmenden Milchmengenleistungen. Einen weiteren Hinweis auf den Einfluss des Fruchtbarkeitsmanagements geben die schwach signifikanten Korrelationen zwischen der Milchfettleistung und dem Besamungsindex ($r_p = +0,20^*$) bzw. der Zwischenkalbezeit ($r_p = -0,21^*$), die LANGHOLZ (1976 /95/) ermittelte. Sie deuten darauf hin, dass Betriebe mit höherem Leistungsniveau, trotz mehr Besamungen je Trächtigkeit, durch zeitige Wiederbelegung kürzere Zwischenkalbezeiten erreichen. Bezogen auf das Einzeltier fand er wiederum positive, im Sinne des Erwünschten negative, signifikante Korrelationen der Milchfettleistung zur Rastzeit ($r_p = +0,10^{**}$) und zur Gützeit ($r_p = +0,11^{**}$).

2.5.1.2 Tiergesundheit

Der Einfluss der allgemeinen Tiergesundheit auf die Fruchtbarkeit wird als sehr hoch eingeschätzt. DÜRING und ERNST (1987 /39/) ermittelten statistisch gesicherte Varianzanteile der mittleren Herdenerkrankungsfrequenz für die Merkmale „Geburtsprobleme“, „Nachgeburtsverhalten“ und „Sterilität“ in Höhe von 10,4 %, 10,3 % und 35,3 %. Im Sinne einer Erkrankung kann sich auch ein Befall mit Endo- und Ektoparasiten negativ auf das Fortpflanzungsgeschehen auswirken (BOUTERS, 1983 /19/). Der Befall mit Ektoparasiten beeinträchtigt die Tiere zudem durch ein gestörtes Behaglichkeitsempfinden. Beispielsweise kann es bei Räude milbenbefall zur Blockierung der Fortpflanzung infolge erhöhter Unruhe und Schlaflosigkeit der Tiere kommen. Gleiches gilt auch für den Befall mit Hautpilzen (z.B. *Trichophyton tonsurans*).

2.5.1.3 Alter der weiblichen Tiere und Laktationsnummer

Grundsätzlich ist die Fruchtbarkeit bei Färsen am höchsten und nimmt mit zunehmendem Alter ab (VAN DIETEN, 1971 /163/; GWAZDAUSKAS et al., 1975 /66/). Abweichend davon sind primipare Rinder zu sehen, deren Fruchtbarkeit nach der ersten Kalbung infolge von Tot- und/oder Schweregeburten häufig verschlechtert ist, so dass Fertilitätskennzahlen für erstlaktierende Tiere teilweise schlechter sind als die für Tiere in der zweiten Laktation (LEUKKUNEN und LINDSTRÖM, 1981 /97/; BOSTEDT et al., 1985 /18/). KOZICKI (1982 /91/) fand eine schnellere

Uterusinvolution bei primiparen Tieren gegenüber sekundo- oder pluriparen Tieren ($22,6 \pm 3,0$ Tage; $24,8 \pm 7,8$ Tage; $27,1 \pm 5,6$ Tage). Allerdings trat die Ovarfunktion der primiparen Tiere deutlich später ein ($45,3 \pm 13,8$ Tage p. p.; $28,1 \pm 12,4$ Tage p. p.; $39,3 \pm 15,0$ Tage p. p.). Nach GROENEWOLD et al. (1980 /57/) wirken sich die hohe Belastung der Milchsekretion und das noch nicht abgeschlossene Körperwachstum negativ auf das Fortpflanzungsgeschehen von primiparen Tieren aus.

2.5.1.4 Rasse

Rassebedingte Unterschiede in der Fertilität wurden vielfach beschrieben. So stellten beispielsweise DÜRING und ERNST (1987 /39/) fest, dass Fertilitätsstörungen in Rotbuntherden seltener auftreten als in Schwarzbuntherden. SILVA et al. (1992 /146/) ermittelten statistisch signifikant kürzere Rast-, Gäst- und Zwischenkalbezeiten für Jerseykühe gegenüber Kühen der Rassen Holstein und Guernsey. Die gleiche Signifikanz hatten die höheren Werte für Embryoverluste, Return-Raten und Nichtbefruchtungen der Rasse Ayrshire im Vergleich zu den Rassen Holstein und Finncattle, die LEUKKUNEN und LINDSTRÖM (1981 /97/) fanden. Die von GWAZDAUSKAS et al. (1975 /66/) festgestellten Konzeptionsraten der Rassen Ayrshire, Brown Swiss, Guernsey, Holstein und Jersey unterschieden sich ebenfalls signifikant voneinander.

2.5.2 Umweltbedingte Einflussfaktoren

Die umweltbedingten Faktoren mit Einfluss auf die Fruchtbarkeit von Rindern und ihre durchschnittlichen prozentualen Anteile beschreibt LOTTHAMMER (1992 /98/). Demnach stellen Fruchtbarkeitsmanagement und Fütterung die bedeutendsten Faktoren dar (Abb. 11).

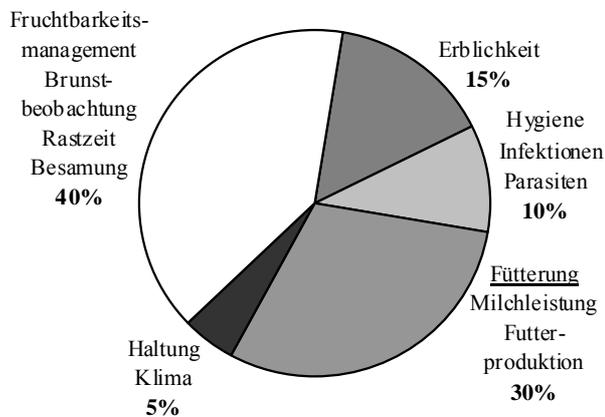


Abb. 11: Durchschnittliche Anteile (%) verschiedener Einflussfaktoren auf die Fruchtbarkeit von Milchrindern (nach LOTTHAMMER, 1992 /98/)

2.5.2.1 Fütterung

Die lebensnotwendigen Nährstoffe, aber auch andere Futterinhaltsstoffe, können an verschiedenen Stellen des Reproduktionsgeschehens eingreifen (MEYER, 1971 /120/). Abläufe werden verändert oder eventuell sogar blockiert. In Abhängigkeit von der spezifischen Funktion des Nährstoffes sowie seiner Speicher- und Mobilisierungsfähigkeit wirkt sich ein Mangel oder Überschuss unterschiedlich früh auf die Fertilität aus. Zusätzlich zeigen Fütterungsfehler in verschiedenen Reproduktionsstadien unterschiedliche zeitliche Auswirkungen auf das Fruchtbarkeitsgeschehen (LOTTHAMMER, 1992 /98/).

LOTTHAMMER (1992 /98/) fasst die Erkenntnisse der letzten Jahre über die Zusammenhänge zwischen Fütterung und Fruchtbarkeit von Milchkühen in drei Punkten zusammen:

1. Das Fortpflanzungsgeschehen steht in enger Verbindung mit dem Stoffwechselgeschehen. Dabei kommt der prä- und postpartalen Phase eine besondere Bedeutung zu, da hier eine radikale Umstellung des Stoffwechsels von anabol auf katabol erfolgt. Das Stadium der Hochträchtigkeit bzw. Trockenstehzeit sowie die ersten vier bis sechs Laktationswochen haben deshalb eine besondere Bedeutung.
2. Sowohl Mangel- als auch Überversorgungen können die Fertilität beeinträchtigen. Dies ist für alle Nähr- und Mineralstoffe sowie Spurenelemente bekannt. Bei einer Überversorgung entstehen aus betriebswirtschaftlicher Sicht zusätzliche Verluste, da neben der verminderten Fruchtbarkeitsleistung (und Gesundheitsstörungen) zusätzlich auch höhere Futterkosten entstehen („doppelte Bezahlung“).
3. Zwischen einzelnen Ernährungsfehlern können Interaktionen nicht nur mit additivem, sondern auch mit potenzierendem Effekt bestehen. Dies trifft insbesondere bei einem Energiemangel in Verbindung mit anderen Ernährungsfehlern zu.

LOTTHAMMER (1980 /103/) sieht in der unzureichenden Fütterung der Kühe die Voraussetzung für Gesundheits- und Fruchtbarkeitsprobleme. In Problembetrieben stellte er bei Blutuntersuchungen an laktierenden Kühen für 44 % der Tiere subklinische Leberschäden fest. Bei den Problemtieren dieser Bestände waren es 55 bis 62 %. Mit 41 % war der Anteil an Leberschäden bei den trockenstehenden Kühen ebenfalls sehr hoch. In Betrieben mit gezielter Fütterung und geringen Gesundheits- und Fruchtbarkeitsproblemen lag der Anteil an Leberschäden dagegen nur bei 10 bis 20 %. Als häufigste Fütterungsfehler in den untersuchten Betrieben stellte er fest:

- 66 % Energiemangel mit der Folge vermehrter subklinischer Stoffwechselstörungen (z. B. Acetonämie), besonders in den ersten Laktationswochen;
- 58 % Eiweißüberschuss bei trockenstehenden und laktierenden Kühen, meist als Folge eines zu eiweißreichen Leistungsfutters;
- 47 % zu hohe Versorgung in der Trockenperiode oder zu starker Futterentzug beim Trockenstellen;
- 36 % Carotin-Mangel;
- 25 % P-Überschuss bzw. ein zu enges Ca/P-Verhältnis mit Ca-Mangel;
- 16 % P-Mangel

Die Aufstellung macht deutlich, dass in einem Betrieb mehrere Mängel gleichzeitig auftreten können.

2.5.2.1.1 Energieversorgung

Eine positive Energiebilanz durch ausreichende Energieversorgung zum Zeitpunkt der Belegung wirkt sich stark positiv auf den Belegungserfolg aus (MEYER, 1971 /120/). Dies zeigten bereits Untersuchungen von McCLURE (1965 /117/), in denen bei Tieren, die ein Energiedefizit aufwiesen, durch Beifütterung zur Zeit der Belegung der Belegungserfolg deutlich verbessert werden konnte. In einer späteren Untersuchung fand McCLURE (1970 /116/) eine positive Verbindung zwischen dem Blutzuckerspiegel, der als Indikator für die Energieversorgung gilt, und der Fruchtbarkeit. Mit abnehmendem Glukosespiegel nahm auch die Fruchtbarkeit ab. In einem Fütterungsversuch zeigte MIETTINEN (1992 /121/), dass bei Kühen mit höherem und länger anhaltendem Energiedefizit p. p. Verlängerungen in der Zeit bis zum ersten Follikel p. p., in der Uterusinvolution und in der Rast- und Günstzeit sowie höhere Besamungsindices auftreten. Der mit einem energetischen Defizit auftretende erhöhte Gehalt an Ketonkörpern im Blut stand entsprechend in negativer Beziehung zur Fruchtbarkeit (Tab. 10). FAILING et al. (1998 /47/ fanden statistisch gesicherte Beziehungen verschiedener, den Stoffwechsel der Tiere beschreibenden Blutparameter, wie beispielsweise freie Fettsäuren und Glukose, zur Fruchtbarkeit der Tiere.

Die von VAN DIETEN (1971 /163/) geäußerte Vermutung, dass bei den Zusammenhängen zwischen Milchleistung und Fertilität die Fütterung eine entscheidende Rolle spielt, wird von MEYER (1971 /120/) untermauert. Er sieht die Schwierigkeit darin, eine Kuh in der Phase der höchsten

Milchleistung ausreichend mit Energie zu versorgen. Darüber hinaus sind hohe Milchfetteleistungen als Verschärfung der Lage zu sehen, da für die Milchfettsynthese Rohfasern in der Futterration benötigt werden. Der Energiegehalt einer Ration sinkt aber mit zunehmendem Rohfasergehalt. LOTTHAMMER (1992 /98/) weist in diesem Zusammenhang auf den Einfluss des Laktationskurvenverlaufs hin. Eine steile Laktationskurve bedingt häufig unvermeidbare Defizite in der Energieversorgung, die bei flachen Kurven vermieden werden können (Abb. 12).

Tab. 10: Fruchtbarkeit der Kühe mit normalem (Gesund-AA) und erhöhtem ($> 0,07$ mmol/l) Azetozetat-Gehalt (Erhöht-AA), mit normalem (Gesund-HB) und erhöhtem ($\geq 0,5$ mmol/l) β -Hydroxybutyrat-Gehalt (Erhöht-HB) im Blut 50 Tage p. p. (nach MIETTINEN, 1992 /121/)

Gruppe	Anzahl	Rastzeit [Tage]	Gützeit [Tage]	TI (Anzahl der Besamungen je Trächtigkeit)
Gesund - AA	29	71,6 \pm 8,8	76,1 \pm 18,6	1,14
Erhöht - AA	16	75,0 \pm 11,9	93,1 \pm 23,9*	1,69**
Gesund - HB	35	71,1 \pm 8,7	76,7 \pm 19,4	1,17
Erhöht - HB	10	78,9 \pm 12,4*	101,2 \pm 20,3**	1,90***

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

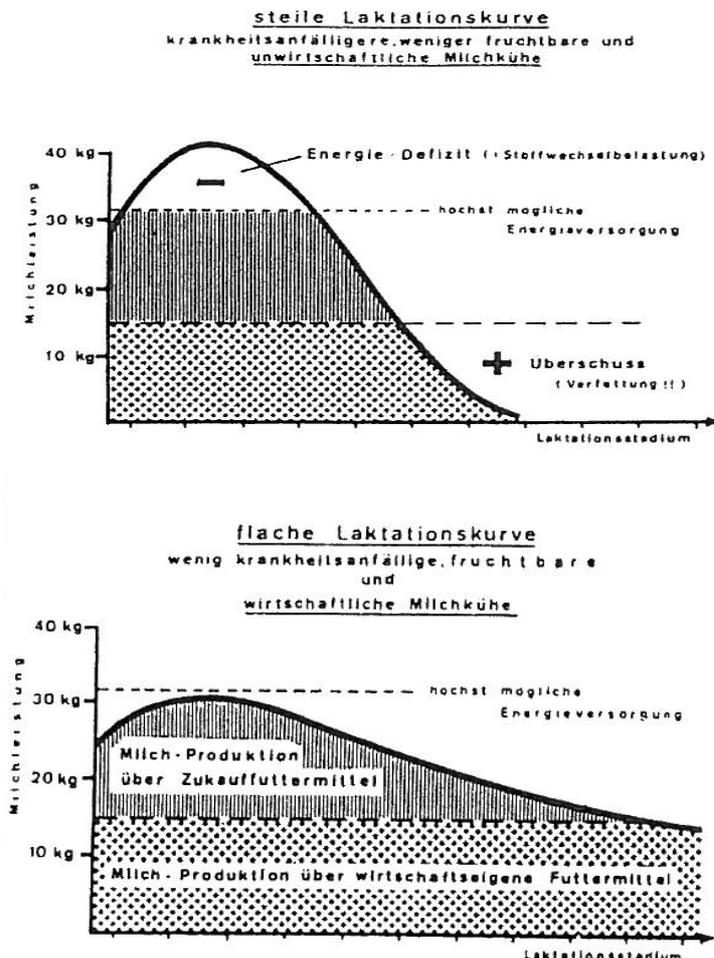


Abb. 12: Auswirkungen eines unterschiedlichen Verlaufs der Laktationskurve (nach LOTTHAMMER, 1992 /98/)

2.5.2.1.2 Proteinversorgung

Da für die Umsetzung des Futterproteins durch die Pansenbakterien Energie benötigt wird, hängt die Verwertung des Futterproteins stark von der Energieversorgung des Tieres ab. Bei mangelnder Energieversorgung kommt es zu einem relativen Eiweißüberschuss. In Situationen absoluter und relativer Eiweißübersorgung kommt es zu NH_3 -Überschüssen im Pansen. Das NH_3 wird nach Resorption unter hoher Aufwendung von Energie in der Leber zu Harnstoff entgiftet. Durch den Energieverbrauch entsteht ein relativer Energiemangel (BUSCH und MANZKE, 1997 /28/). Die Folgen sind erhöhte Harnstoffgehalte im Blut und in der Milch. Entsprechend der Belastung der Tiere und der zu erwartenden negativen Auswirkung auf die Fruchtbarkeit von Kühen, fand DEPKE (1981 /34/) schlechtere Fruchtbarkeitszahlen mit steigenden Blutharnstoffgehalten (Tab. 11).

Tab. 11: Beziehungen zwischen dem Blutharnstoffgehalt (3/4 Wochen p. p.) und dem Fruchtbarkeitsgeschehen (nach DEPKE, 1981 /34/)

Blutharnstoff [mg/100ml]	Erstbesamungserfolg [%]	Besamungsindex
< 28	45,3	1,87
29–47	47,4	1,90
> 47	28,3	2,44

Die erhöhte Leberbelastung hat eine verminderte Fähigkeit der Leberzellen zur Gluconeogenese zur Folge (BUSCH und MANZKE, 1997 /28/; PIATKOWSKI, 1989 /129/). Dadurch ist die Deckung des hohen Glucosebedarfs in den ersten Laktationswochen häufig gefährdet (PIATKOWSKI, 1989 /114/). Die erhöhte Leberbelastung lässt sich durch höhere GOT-Aktivität im Blutplasma nachweisen (KAUFMANN, 1983 /82/).

Neben dem Proteinüberschuss wirkt sich auch ein Mangel negativ auf die Fruchtbarkeit von Milchkühen aus. Dementsprechend fanden LOTTHAMMER und RIGELNIK (1970 /105/) ein Optimum für die Proteinversorgung von Kühen im Hinblick auf die Auswirkung auf Erstbesamungsergebnisse (Abb. 13).

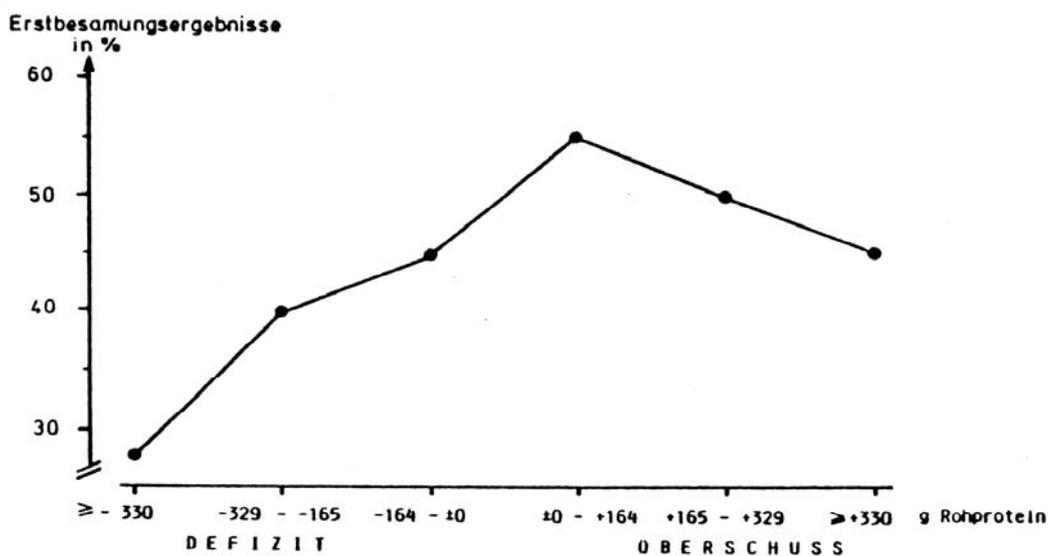


Abb. 13: Beziehung zwischen der Rohprotein-Versorgung (in g unter bzw. über dem Tagesbedarf) und der Fruchtbarkeit von Milchkühen (nach LOTTHAMMER und RIGELNIK, 1970 /105/)

2.5.2.1.3 Versorgung mit Mineralstoffen, Spurenelementen und Vitaminen

Die Bedeutung von Mineralstoffen für die Fruchtbarkeit von Milchkühen ist schon länger bekannt. Ältere Beobachtungen, die nicht nach Art des Elementes unterscheiden, zeigen unterschiedliche Effekte auf die Fruchtbarkeit in Abhängigkeit vom Reproduktionsstadium. SCHLAAK (1964 /137/) beschreibt positive Auswirkungen auf den Eintritt der Brunst und den Termin der Erstbesamung bei Einsatz eines „vitaminierten“ Mineralfutters. Eine zusätzliche „Mineralstoffversorgung“ von trockenstehenden Tieren führte dem gegenüber nach DÜRING und ERNST (1987 /39/) zu einer Zunahme an Sterilitäten.

Die Zusammenhänge zwischen der Versorgung der Tiere mit Mineralstoffen und Spurenelementen sowie der Fruchtbarkeit sind inzwischen mehrfach beschrieben. Eine Übersicht über die Einflussnahme einzelner Mengen- und Spurenelementen auf die Fruchtbarkeit von Milchkühen geben BUSCH und MANZKE (1997 /28/, Tab. 12).

Die bedeutendsten Mineralstoffe mit Wirkung auf die Fruchtbarkeit von Kühen sind Calcium (Ca) und Phosphor (P). Neben der Wirkung der beiden Mineralstoffe als Einzelfaktoren ist insbesondere das Ca/P-Verhältnis in der Futtermittelration wichtig, da z. B. eine erhöhte Calciumaufnahme zu einer verschlechterten Phosphorverwertung führt. Zudem beeinträchtigt ein weites Ca/P-Verhältnis die Wirkungsweise von Mangan (Mn), Zink (Zn), Kobalt (Co) und Kupfer (Cu) (MEYER, 1971 /120/). Als Folge eines engen Ca/P-Verhältnisses beschreibt LOTTHAMMER (1992 /98/) die Verminderung des Mangan-Gehaltes im Uterusgewebe, der zu einer verminderten Ansprechbarkeit des Uterus auf Östrogene führt und vermehrt auftretende Genitalkatarrhe zur Folge hat.

Tab. 12: Einfluss des Versorgungsgrades einiger Mengen- und Spurenelemente auf die Fruchtbarkeitsleistung von Kühen (nach BUSCH und MANZKE, 1997 /28/)

Element	Versorgungsgrad	Beobachtete Fruchtbarkeitsstörungen
Ca	Mangel	Undeutliche Brunstsymptome,
P	Überschuss	eitrige Endometritiden (Genitalkatarrhe)
Ca	Überschuss	Verzögerte Uterusinvolutions, puerperale Gebärmutterentzündungen
P	Mangel	Inaktive Ovarien, Störungen der Ovulation
Na	Mangel	Unregelmäßige Brunstzyklen, Genitalkatarrhe, Nachgeburtshaltungen
K	Überschuss	Scheidenentzündungen (Genitalkatarrhe), Gelbkörperzysten
Mn	Mangel	Undeutliche Brunstsymptome, eitrige Endometritiden, embryonale Mortalität
	Überschuss	Dauerbrunst, Ovarialzysten
Se	Mangel	Eitrige Endometritiden, ovarielle Dysfunktion, Nachgeburtshaltungen, Aborte
Cu	Mangel	Embryonale Mortalität
J	Mangel	Embryonale Mortalität, Einfluss auf hormonale Regulationsmechanismen, Störung der Ovulation

Unter den für den Wiederkäuer essentiellen Vitaminen besitzt das Provitamin β -Carotin die größte Bedeutung für die Fruchtbarkeit. Ein Mangel führt zu Veränderungen der Schleimhäute, auch im Genitaltrakt, und damit zu erhöhter Infektionsbereitschaft, Beeinträchtigung des Spermatransportes, Ernährungsstörungen des Embryos oder zur Geburt lebensschwacher Kälber (MEYER, 1971 /120/).

In hormonanalytischen Untersuchungen wiesen SCHAMS et al. (1976 /136/) nach, dass unter β -Carotinmangel die Zeitspanne zwischen präovulatorischer LH-Ausschüttung und Ovulation gegenüber einer Kontrollgruppe um einen Tag auf zwei Tage verlängert war. Als mögliche Konsequenz wird der optimale Besamungszeitpunkt wahrscheinlich verpasst. Für die Vitamine D und E wurden indirekte Einflüsse auf die Fruchtbarkeit nachgewiesen. Vitamin D beeinflusst den Calcium-Phosphor-Stoffwechsel und Vitamin E wirkt als Antioxidanz und Schutz für β -Carotin.

Einen zusammenfassenden Überblick über Fütterungsfehler und ihre Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit und Gesundheit von Milchkühen gibt die Aufstellung von LOTTHAMMER (1992 /98/). Er unterscheidet Beginn bis Mitte der Laktation (Tab. 13) und Hochträchtigkeit (Tab. 14).

Tab. 13: Fütterungsfehler in der Laktation und ihre Auswirkungen auf die Gesundheit sowie Fruchtbarkeit von Milchkühen (nach LOTTHAMMER, 1992 /98/)

Fütterungsfehler in der Laktation	Auswirkungen auf die Gesundheit und Fruchtbarkeit von Milchkühen
Energiemangel	Stillbrunst, Brunstlosigkeit
	Eierstockzysten, verzögerter Eiblasensprung
	eitrige Scheiden- und Gebärmutterentzündungen
	Azetonämien
Protein-Überschuss (besonders in Verbindung mit Energiemangel)	Stillbrunst, Brunstlosigkeit
	eitrige Scheiden- und Gebärmutterentzündungen
	Zyklusstörungen
Protein-Mangel	inaktive Eierstöcke, Brunstlosigkeit (meist nur bei Jungrindern)
Rohfaser-Mangel	Stillbrunst
	nicht eitrige Gebärmutterentzündungen
Kalzium-Mangel / Phosphor-Überschuss (enges Ca/P-Verhältnis)	Stillbrunst
	eitrige Scheiden- und Gebärmutterentzündungen
Phosphor-Mangel	inaktive Eierstöcke, verminderte Futteraufnahme
Natrium-Mangel / Kalium-Überschuss	unregelmäßige Brunstzyklen, Dauerbrunst
	nicht eitrige Scheidenentzündungen
Karotin-Mangel	Stillbrunst, Brunstlosigkeit
	Eierstockzysten, verzögerter Eiblasensprung
	embryonaler Fruchttod
Mangan-Mangel	Stillbrunst, Brunstlosigkeit
	eitrige Scheiden- und Gebärmutterentzündungen
Mangan-Überschuss	Dauerbrunst, Eierstockzysten
Selen-Mangel	eitrige Scheiden- und Gebärmutterentzündungen
	schlechte Besamungsergebnisse
	Entwicklungsstörungen bei Kälbern

Tab. 14: Fütterungsfehler in der Hochträchtigkeit und ihre Auswirkungen auf die Gesundheit sowie Fruchtbarkeit von Milchkühen in der Folgelaktation (nach LOTTHAMMER, 1992 /98/)

Fütterungsfehler in der Hochträchtigkeit	Auswirkungen auf die Gesundheit und Fruchtbarkeit von Milchkühen
Übersorgung an Energie und Protein (auch schon am Ende der Laktation)	verminderte Futtermittelaufnahme nach dem Kalben
	Leberschädigung
	Festliegen, Stoffwechselstörungen (Azetonämien)
	eitrige Gebärmutterentzündungen
	Stillbrunst, Brunstlosigkeit, Eierstockzysten
	starke Eutergeschwulst, Euterentzündungen (Coli) Klauenprobleme
Energiemangel	Stoffwechselstörungen schon vor dem Abkalben, Leberschädigung
	Nachgeburtshaltungen, Gebärmutterentzündungen
	inaktive Eierstöcke, Brunstlosigkeit (Erstkalbinnen)
Rohfasermangel	Nachgeburtshaltungen
Kalzium-Überschuss, zu weites Ca/P-Verhältnis	Festliegen
	Gebärmutterentzündungen
Selenmangel	Aborte, Nachgeburtshaltungen
Karotinmangel	Kälberdurchfälle und -verluste
starker Einsatz von Herbstzwischenfrüchten	Nitratbelastung, Protein-Überschuss, Goitrogene, Leberschäden
	Festliegen
	gestörte Nachgeburtshaltung (Gebärmutterentzündungen)
	schwach lebensfähige Kälber
abrupter Futterwechsel	Stoffwechsel- und Leberstörungen
Trockenstellen d. radikalen Futterentzug	siehe Energiemangel

2.5.2.1.4 Kontrolle des Versorgungsstatus

Zur Kontrolle des Ernährungsstatus steht eine Reihe von Untersuchungsmöglichkeiten im Blut, in der Milch und im Speichel zur Verfügung (LOTTHAMMER, 1992 /98/; Tab. 15). Diese wurden z. T. in den Untersuchungen von FISCHER (1996 /51/) sowie der vorliegenden Arbeit angewendet (s. Tab. 28, S. 63).

Tab. 15: Verschiedene Indikatoren für den Versorgungsstatus von Milchkühen (nach LOTTHAMMER, 1992 /98/)

Indikator für	Parameter in			
	Blut (Serum)	Milch	Parotinspeichel	Harn
Energieversorgung	Glukose	Fett	-	Ketonkörper (Schnelltest)
	Bilirubin	Eiweiß	-	-
	Ketonkörper	Ketonkörper	-	-
Eiweißversorgung	Harnstoff	Harnstoff	-	-
Phosphorversorgung	anorg. Phosphat	-	-	-
Na-Versorgung	-	-	Na	Na
K-Versorgung	-	-	K	K
Ca-Versorgung	-	-	(Ca)	Ca
β-Carotinversorgung	Serumfarbe (Stalltest)	-	-	-
Mg-Versorgung	Mg	-	-	Mg
Spurenelementversorgung - Se, Cu, Mn, Fe	Se, Cu, Mn, Fe	-	-	-
Leber- und Stoffwechselstörungen	Bilirubin GOT	Ketonkörper	-	Ketonkörper (Schnelltest)
	GLDH	-	-	-
	Ketonkörper	-	-	-
Azidose (Pansen)	Ca	Fett	-	-
Ovaraktivität	Progesteron	Progesteron	-	-

2.5.2.2 Haltungsumwelt

2.5.2.2.1 Haltungssystem

Zum Einfluss des Haltungssystems auf die Fruchtbarkeit gibt es im Schrifttum widersprüchliche Aussagen. Häufig wird jedoch der Anbindestall hinsichtlich seines Einwirkens auf die Fruchtbarkeit von Milchkühen negativ beurteilt (/14/, /75/, /139/, /149/, /138/). THAMLING (1980 /158/) ermittelte aus den Gesamtabgängen in 228 Milchleistungsprüfungsbetrieben mit Anbindeställen einen Anteil von 29,4 % an Abgängen wegen Unfruchtbarkeit gegenüber 24,4 % in Laufställen.

GROMMERS (1967 /58/) kam in einer Untersuchung zu dem Ergebnis, dass es zwischen Offenstall- und Anbindestallhaltung keine grundsätzlichen Unterschiede in der Fruchtbarkeit gibt. Er konnte jedoch zwischen beiden Systemen Unterschiede im Auftreten von einigen Brunstsymptomen feststellen. Im Anbindestall erscheint insbesondere die Deutung des Fortpflanzungsverhaltens problematisch, da sie eng mit dem Sozialkontakt der Tiere untereinander verbunden ist (SCHLICHTING und SMIDT, 1985 /139/). ZEEB (1970 /177/) stellte beim Vergleich von Anbindestall- und Laufstallhaltung fest, dass die Anbindehaltung sowohl Vor- als auch Nachteile bietet. Nachteilig sind die minimalen Kontakt- und Bewegungsmöglichkeiten, die wenige

Interaktionsmöglichkeiten zur Brunstregulation und Brunsterkennung zulassen. Als Vorteil sieht er die vereinfachte Einzeltierkontrolle und Zyklusüberwachung. Die gleichen Aussagen machen SCHLICHTING und SMIDT (1987 /138/) sowie BEHRENS (1987 /5/).

GROMMERS (1967 /58/) stellte fest, dass es zwischen Offenstall- und Anbindestallhaltung zu unterschiedlichen Fruchtbarkeitsergebnissen in Abhängigkeit zur Jahreszeit kommt. Diese Ergebnisse lassen auf eine Interaktion zwischen Jahreszeit und Haltungssystem bei der Einflussnahme auf die Fruchtbarkeit schließen.

2.5.2.2 Temperatur

Zahlreiche Untersuchungen belegen die Beziehungen zwischen der Umgebungstemperatur und der Fruchtbarkeitsleistung von Kühen. Insbesondere wurde die Einflussnahme von hohen Umgebungstemperaturen auf das Fruchtbarkeitsgeschehen beschrieben. MONTHY und WOLFF (1974 /124/) beobachteten verlängerte Rast- und Gützeiten, verlängerte Zyklen, reduzierte Konzeptionsraten und höhere Besamungsindices bei zunehmenden Umgebungstemperaturen. Die Untersuchungen von GWAZDAUSKAS et al. (1975 /66/) zeigen, dass der Inseminationserfolg direkten Temperatureinflüssen unterliegt. Sie fanden eine signifikante Abnahme der Konzeptionsrate von 40 % auf 31 % bei steigender Maximaltemperatur von 21,1 °C auf 35 °C am Tag nach der Insemination (Abb. 14). In der gleichen Untersuchung stellten sie fest, dass auch die Maximaltemperatur am Inseminationstag Einfluss nimmt, jedoch weniger stark. Von besonderer Bedeutung für den Inseminationserfolg ist die intrauterine Temperatur, deren Einfluss auf die Konzeption höher einzuschätzen ist als die Umgebungstemperatur der Tiere (THATCHER, 1974 /159/).

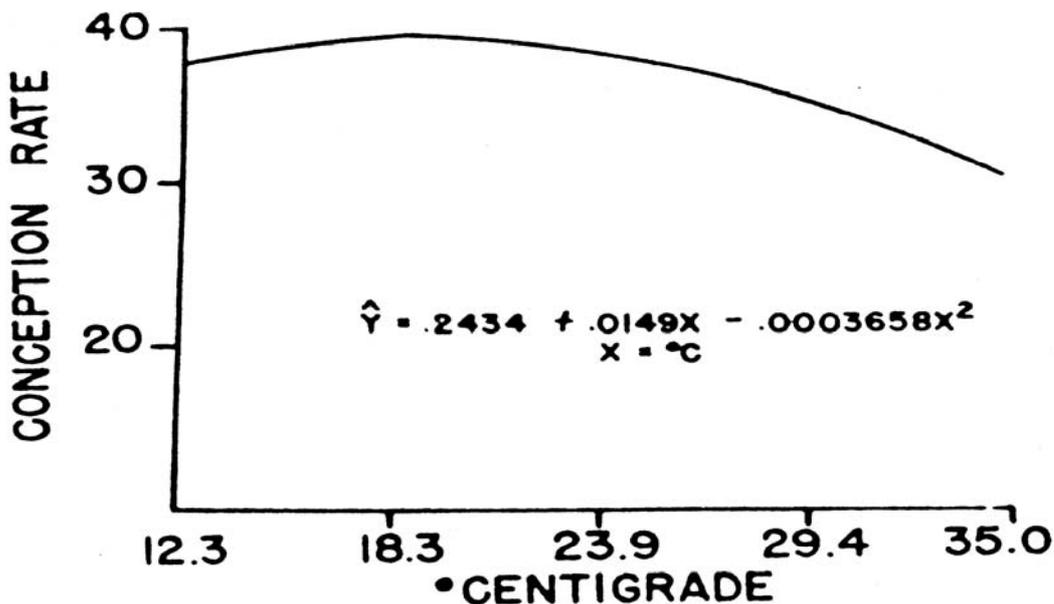


Abb. 14: Konzeptionsrate von Milchkühen in Abhängigkeit zur Umgebungstemperatur 1 Tag p. i. (nach GWAZDAUSKAS et al., 1975 /66/)

Trotz ausgeprägter Thermoregulation der Kühe ist die Körperinnentemperatur jedoch nicht unabhängig von der Umgebungstemperatur (DUNLAP und VINCENT, 1971 /40/). Diese Beziehung wird in hohem Maße durch die Milchleistung der Tiere beeinflusst und die abnehmende Fähigkeit zur Thermoregulation bei hoher Milchleistung. BERMAN et al. (1985 /7/) fanden, dass bei Temperaturen über 24 °C die rektale Temperatur von laktierenden Kühen mit Leistungen ab 24 kg Tagesmilchmenge um 0,02 °C mit jeder weiteren Leistungssteigerung von 1 kg 4%-FCM steigt. MONTHY und WOLFF (1974 /124/) ermittelten bei laktierenden Kühen durchschnittliche Rektaltemperaturen von 38,4 °C in kühlen Monaten (Oktober bis April) bzw. 39,0 °C in warmen Monaten (Juni bis September).

Erhöhte Umgebungstemperaturen bedeuten Hitzestress für die Tiere und wirken negativ auf die Reproduktion. Dementsprechend ermittelten SILVA et al. (1992 /146/) statistisch signifikant kürzere Rast-, Gäst- und Zwischenkalbezeiten für Kühe, die in der kälteren Jahreszeit kalbten, gegenüber solchen, deren Kalbung in die wärmere Jahreszeit fiel.

Angaben zu Temperaturwerten macht BOCKISCH (1990 /11/). Er beschreibt überproportional verlängerte Zwischenkalbezeiten bei Maximaltemperaturen im Stall ab einem Bereich von 22 bis 25 °C. Den insgesamt negativen Einfluss hoher Temperaturen auf die Fruchtbarkeit von Milchkühen belegt die statistisch gesicherte Tendenz steigender Abgangsrate wegen Unfruchtbarkeit mit zunehmender Maximaltemperatur, die BOCKISCH (1990 /11/) in seiner Untersuchung fand (Abb. 15). In der selben Untersuchung lagen die niedrigsten Abgangsrate wegen Unfruchtbarkeit im Bereich von 19 bis 21 °C.

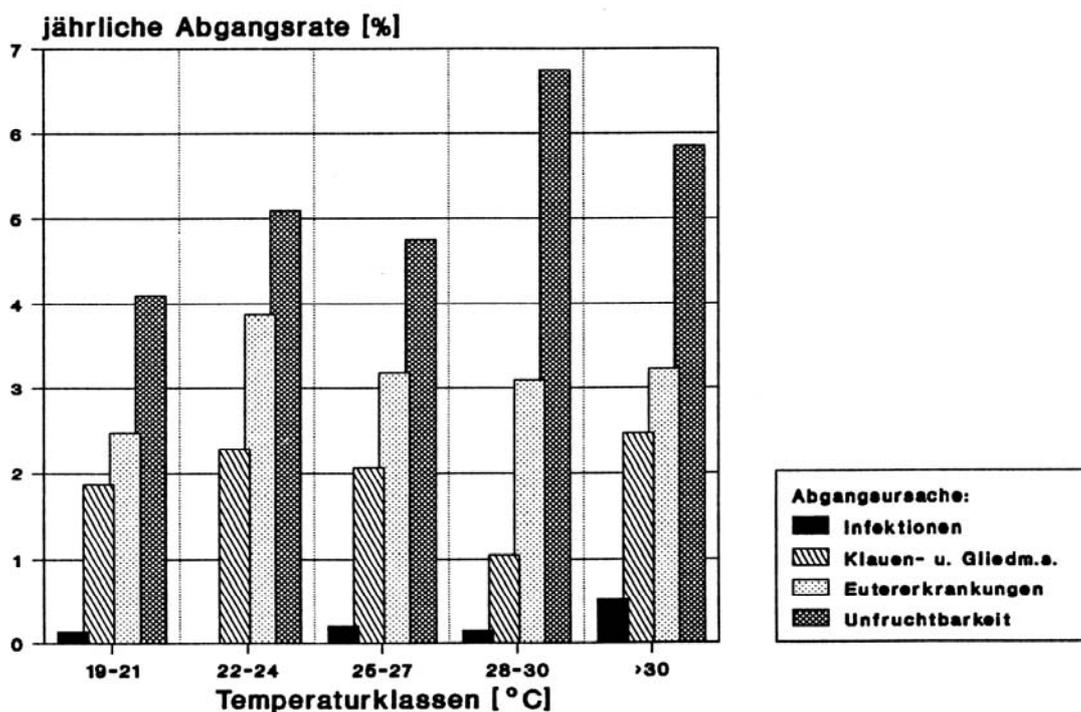


Abb. 15: Primär stallumweltbedingte Abgänge in Abhängigkeit von der maximalen Stalltemperatur (n = 115 Ställe; p ≤ 0,05) (nach BOCKISCH, 1990 /11/)

Aus den Untersuchungen von BOCKISCH (1990 /11/) lassen sich ferner auch Einflüsse von niedrigen Temperaturen auf die Fruchtbarkeit ableiten. Er fand eine statistisch gesicherte Zunahme an Abgängen wegen Unfruchtbarkeit bei Minimaltemperaturen im Stall unter 0 °C (Abb. 16).

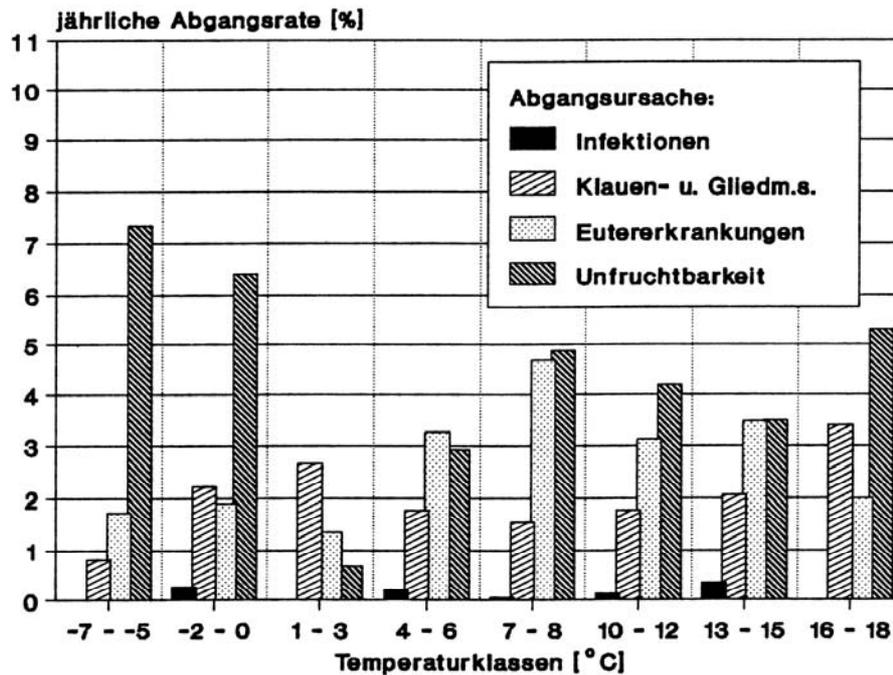


Abb. 16: Primär stallumweltbedingte Abgänge in Abhängigkeit von der minimalen Stalltemperatur (n = 115 Ställe; $p \leq 0,05$) (nach BOCKISCH, 1990 /11/)

2.5.2.2.3 Relative Luftfeuchtigkeit

Das Wasseraufnahmevermögen der Luft steigt mit zunehmender Lufttemperatur. Daher kann die relative Luftfeuchtigkeit nicht unabhängig von der Temperatur gesehen werden. Dies kommt auch in den Angaben der Norm DIN 18 910 (1992 /192/) zum Ausdruck, in der in Ställen ohne Heizung eine relative Luftfeuchtigkeit zwischen 60 und 80 % und in Ställen mit Heizung zwischen 40 und 70 % angestrebt wird.

INGRAHAM et al. (1974 /77/) untersuchten die Einflüsse von maximaler und minimaler Lufttemperatur und durchschnittlicher relativer Luftfeuchtigkeit auf die Konzeptionsrate von Holsteinkühen. Sie errechneten negative Korrelationen, sowohl linear als auch partiell (Tab. 16).

Tab. 16: Korrelationskoeffizienten zwischen Klimadaten und der Konzeptionsrate von Holsteinkühen (nach INGRAHAM et al., 1974 /77/)

Klimaparameter	linearer Korrelationskoeffizient	partieller Korrelationskoeffizient
minimale Temperatur	-0,74****	-0,20*
maximale Temperatur	-0,56****	-0,26**
durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit	-0,52****	-0,30***

* $p < 0,1$; ** $p < 0,02$; *** $p < 0,01$; **** $p < 0,001$

Die im Vergleich zu den linearen Korrelationskoeffizienten niedrigeren partiellen Korrelationskoeffizienten zeigen, dass eine Beeinträchtigung der Fruchtbarkeit besonders dann zu erwarten ist, wenn das Tier hohen Temperaturen zusammen mit hohen relativen Luftfeuchtigkeiten ausgesetzt ist. Deutlicher wird dieser Zusammenhang aus den Beziehungen zwischen der abnehmenden Konzeptionsrate bei steigendem Index aus Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit (THI = temperature-humidity index), den die gleichen Autoren errechneten (Abb. 17).

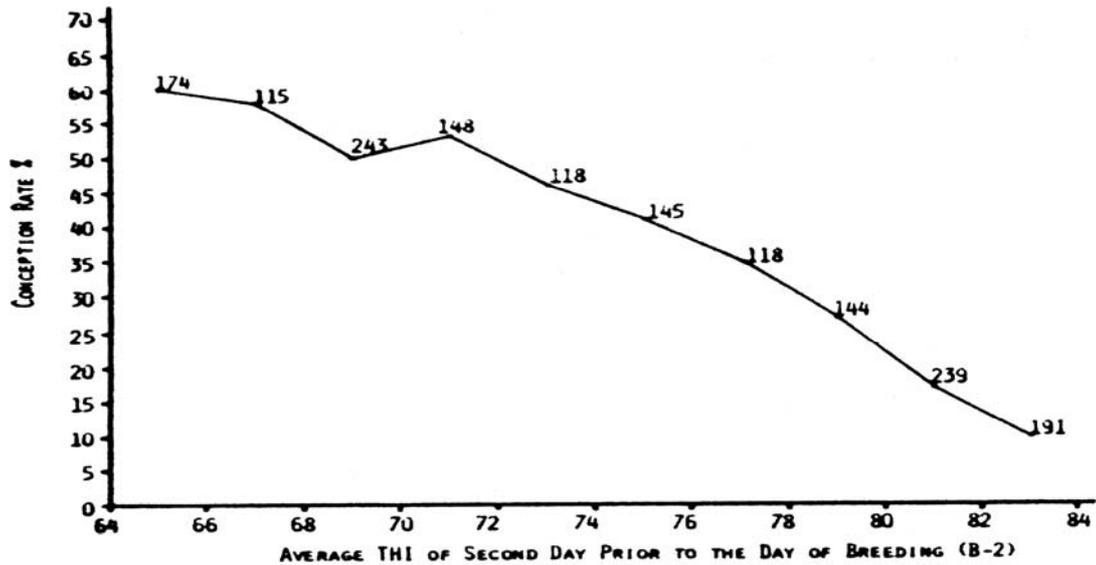


Abb. 17: Beziehung zwischen Konzeptionsrate und temperature-humidity index (THI) zwei Tage vor Insemination (nach INGRAHAM et al., 1974 /77/)
 $THI = \text{Umgebungstemperatur} - (0,55 - 0,55 \cdot (\text{rel. Luftfeuchtigkeit [\%]} / 100)) \cdot (\text{Umgebungstemperatur} - 58)$

In einer Untersuchung in 15 Betrieben mit Anbindehaltung fand LUFT (1990 /106/) mit zunehmender durchschnittlicher Luftfeuchtigkeit erhöhte Krankheitsfrequenzen, Milchzellgehalte und Abgangs-raten wegen Unfruchtbarkeit (Tab. 17). SCHREIBER (1953 /144/) fand die geringsten Fruchtbarkeitsstörungen in Ställen mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 71 bis 75 %.

Tab. 17: Beziehungen zwischen Luftfeuchtigkeit und Leistungen, Erkrankungs-frequenzen und Fertilitätsabgangs-raten (nach LUFT, 1990 /106/)

Merkmal	Durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit [%]		
	$x \leq 75$	$75 < x < 80$	$x \geq 80$
Abgänge wegen Unfruchtbarkeit [%]	32,0	44,0	55,6
Eutererkrankungen [%]	33,6	39,8	53,7
Klauen- und Gliedmaßen-erkrankungen [%]	8,7	11,4	19,8
Infektionskrankheiten [%]	0,0	0,9	2,7
Zellgehalt [x 1.000/ml]	178	191	198
Milchleistung [kg FCM]	5.992	6.152	5.707

2.5.2.2.4 Licht

Neben dem Stallklima besitzen auch die Lichtverhältnisse in der Umgebung der Tiere eine übergeordnete Bedeutung für das Fruchtbarkeitsgeschehen. Der positive Einfluss der Helligkeit im Stall wurde schon früh von SCHREIBER (1953 /144/) beschrieben. Zur Quantifizierung der Helligkeit bediente er sich des Quotienten aus der Fensterfläche und der Bodenfläche des Stalles (Tab. 18).

Tab. 18: Zusammenhang zwischen Fenster/Boden-Quotienten und nachgewiesenen Fertilitätsstörungen (nach SCHREIBER, 1953 /144/)

Quotient Fensterfläche : Bodenfläche	Anteil Fertilitätsstörungen [%]
1 : 20	11,2
1 : 21 bis 1 : 40	14,3
1 : 41 bis 1 : 60	17,6
1 : > 60	18,7

Eine mehrjährige Untersuchung von KORDTS und GRAVERT (1972 /90/) zeigte, dass die Konzeptionsrate nach der 1. Besamung für Kühe, die mit 18 h künstlichem Licht/Tag (2,5 W/m²) schlechten Verhältnissen ausgesetzt waren, lediglich 30 % betrug. Der entsprechende Wert für die Kontrollgruppe unter „normalen“ Lichtbedingungen lag bei 65 %. Neben verschlechtertem Besamungserfolg erhöhten sich mit schlechteren Lichtverhältnissen auch die Abgangsraten wegen Unfruchtbarkeit und Stoffwechselerkrankungen (FEIDT, 1988 /49/; Tab. 19).

Tab. 19: Mittelwertvergleich einiger Leistungsparameter in Abhängigkeit der Lichtverhältnisse (nach FEIDT, 1988 /49/)

Leistungsparameter	Lichtverhältnisse		
	hell	normal	dunkel
Abgänge Stoffwechselkrankheiten [%]	0	0,4	1,9
Abgänge Unfruchtbarkeit [%]	17,8	23,2	42,6
Besamungserfolg [%]	64,0	58,3	57,3

Die Bedeutung der Lichtverhältnisse liegt sowohl in der Lichtintensität als auch in der Dauer der Lichteinwirkung. In einem Versuch unterzog ZEHLE (1982 /180/) zwei Tiergruppen unterschiedlichen Licht Regimes (Tab. 20). Er erhielt signifikant bessere Werte für verschiedene Fruchtbarkeitsparameter in der Versuchsgruppe, in Abhängigkeit von der Intensität und der Dauer der Beleuchtung. Aus dem Versuch zog er folgende Schlussfolgerungen:

- Mit sichtbarem Licht, Kunst- und Naturlicht, kann eine Verbesserung der Fruchtbarkeit laktierender Kühe bei der Stallhaltung im Winterhalbjahr erreicht werden.
- Eine größere Lichtintensität und ein verlängerter Lichttag bewirken eine verbesserte Fruchtbarkeit herkömmlich gehaltener Kühe. Dabei kommt der Lichttagslänge von 14 Stunden am Tag wahrscheinlich eine größere Bedeutung zu als der Lichtintensität.
- Bei gleicher Beleuchtungsdauer erbringt eine kontinuierliche Kunstlicht-Beleuchtung gegenüber dem Kunstlicht/Tageslichtregime einen geringeren fruchtbarkeitssteigernden Effekt.

Tab. 20: Fruchtbarkeitsparameter in Abhängigkeit von der Beleuchtungsdauer und -intensität (nach ZEHLE, 1982 /180/)

Gruppe	Anzahl der Tiere	Fruchtbarkeitsparameter					
		Rastzeit [Tage]	Güstzeit [Tage]	Besamungsindex	Erstbesamungserfolg [%]	Brunstintensität [%]	
						stark	schwach
Versuch	850	60,3	68,2	1,44	68,1	84,4	4,4
Kontrolle	469	70,1	80,1	1,71	52,7	39,6	34,0
Differenz		9,8***	11,9***	0,27***	15,4**	44,8***	29,6***
Versuch = 14 Stunden Beleuchtung mit 120 Lux ± 30 Lux							
Kontrolle = 12 Stunden Beleuchtung mit 60 Lux ± 30 Lux							
** p = 0,01; *** p = 0,001							

Zur Verbesserung der Fruchtbarkeitslage geben STEIGER und MEHLHORN (1976 /151/) als Empfehlung für die Milchviehhaltung eine Lichtintensität von mindestens 100 Lux und eine zusammenhängende tägliche Beleuchtungsdauer von 14 bis 16 Stunden an. Eine kontinuierliche Dauerbeleuchtung hatte in ihren Untersuchungen negative Auswirkungen auf den Besamungserfolg, die Dauer der Serviceperiode und die Länge der postpartalen Rastzeit.

2.5.2.2.5 Art und Zustand der raumluftechnischen Anlagen

Der Zustand der raumluftechnischen Anlagen gibt einen indirekten Hinweis auf die klimatischen Verhältnisse im Stall (LUFT, 1990 /106/). Mit zunehmend schlechterem Zustand werden die klimatischen Verhältnisse ungünstiger (Tab. 21). Gleichzeitig zeigen die von LUFT (1990 /106/) ermittelten Abgangsraten wegen Unfruchtbarkeit, die Beziehung zwischen Fruchtbarkeitsleistung und Stallklima in Abhängigkeit vom Zustand der Lüftungsanlage. FEIDT (1988 /49/) ermittelte eine in diesem Sinne gerichtete Korrelation von $r = 0,35$ zwischen dem Zustand der Lüftungsanlage und dem Anteil an Abgängen aufgrund gestörter Fruchtbarkeit.

Tab. 21: Zustand der Lüftung, Stallklimadaten, Auftreten von Krankheiten und Abgänge wegen Unfruchtbarkeit (nach LUFT, 1990 /106/)

Merkmal	Zustand der Lüftung		
	gut	ausreichend	ungenügend
Abgänge wegen Unfruchtbarkeit [%]	37,5	42,3	46,6
Eutererkrankungen [%]	28,9	35,1	48,7
Klauen- und Gliedmaßenkrankungen [%]	9,4	14,3	16,1
Temperatur im Stall [°C]	17,4	17,6	17,8
relative Luftfeuchtigkeit im Stall [%]	75,1	77,3	80,1

2.5.2.3 Jahreszeit

In Verbindung mit der Jahreszeit werden häufig schlechte Fruchtbarkeitssituationen in den Winter- und benachbarten Monaten beschrieben. LEUKKUNEN und LINDSTRÖM (1981 /97/) fanden statistisch signifikant höhere Raten an Embryoverlusten, Return-Raten und Nichtbefruchtungen in den späten Winter- und frühen Frühlingsmonaten. SCHLAAK (1964 /137/) konnte einen Einfluss der Jahreszeit auf die Rastzeit feststellen, wobei die kürzesten Rastzeiten in die Monate April und Mai fielen. DE KRUIF (1977 /32/) berichtet ebenfalls von verbesserten Besamungsergebnissen in den Monaten Mai bis Juli. Er sieht den Grund dafür in der Brunstbeobachtung, den Aufstallungsverhältnissen und bestimmten Lichteinflüssen. Dementsprechend haben im Herbst kalbende Kühe schlechtere Besamungsergebnisse als im Frühjahr kalbende. Er stellt damit eine Verbindung zum Kalbemonat her. GRUNERT u. BERCHTHOLD (1999 /64/) fanden in den Winter- und Frühjahrsmonaten mehr Funktionsstörungen der Ovarien bei Kühen und insbesondere bei Färsen. Im Zusammenhang mit der Jahreszeit ist ein Einfluss des Lichtes auf die Fruchtbarkeit denkbar. Die von (ZEHLE, 1982 /180/) beschriebenen negativen Auswirkungen von Phasen mit kurzer Lichtdauer (< 14 h) und geringer Lichtintensität (< 100 Lux) lassen diese Aussage zu. GWAZDAUSKAS et al. (1975 /66/) schreiben saisonale Einflüsse in erster Linie klimatischen Bedingungen zu. Sie begründen dies mit der Tatsache, dass sie in Modellen, in denen keine Klimaaufzeichnungen berücksichtigt wurden, signifikante Monatseinflüsse erhielten, die dann nicht mehr nachzuweisen waren sobald Klimaaufzeichnungen in die Berechnung einfließen. Dementsprechend ermittelten SILVA et al. (1992 /146/) statistisch signifikant kürzere Rast-, Gäst- und Zwischenkalbezeiten für Kühe, die in der kälteren Jahreszeit kalbten, gegenüber solchen, deren Kalbung in die wärmere Jahreszeit fiel.

2.5.2.4 Haltungstechnische Kriterien der Stand-/Liegeplatzgestaltung

2.5.2.4.1 Länge und Breite des Stand-/Liegeplatzes

SCHREIBER (1953 /144/) stellte bereits sehr früh fest, dass mit zunehmender Standlänge Fruchtbarkeitsstörungen zunehmen. Dabei verglich er Langstand, Mittellangstand und Kurzstand. Er schlussfolgerte daraus, dass der Vorteil der Bewegungsmöglichkeit durch die größere Verschmutzung der Tiere mehr als kompensiert wird. Gleiches stellte er für die Standbreite fest. EULER (1990 /43/) beschreibt das spätere Einsetzen der Brunst und die darauf folgende spätere Erstbesamung bei Kühen, die auf zu kurzen Ständen stehen bzw. liegen, gegenüber ihren Herdengenossinnen auf tierangepassten Ständen (Tab. 22).

Tab. 22: Zusammenhang zwischen dem Auftreten der 1. Brunst p. p. und der 1. Besamung p. p. und der Liegeplatzlänge (nach EULER, 1990 /43/)

Merkmal		Korrelation mit der Häufigkeit von Kühen, die auf zu kurzen Ständen liegen bzw. stehen (theor. LL-Abw. ≤ 0)
1. Brunst	bis zur 6. Woche p. p.	$r = -0,42; (p = 0,01)$
	6. bis 10. Woche p. p.	$r = +0,39; (p = 0,01)$
	nach der 10. Woche p. p.	$r = +0,20; (p = 0,07)$
1. Besamung	in der 6. bis 10. Woche p. p.	$r = -0,27; (p = 0,01)$
	nach der 10. Woche p. p.	$r = +0,23; (p = 0,01)$

Diese Zusammenhänge werden bestätigt durch die Beziehungen zwischen der Zwischenkalbezeit und den Abweichungen von der idealen Liegelänge und Liegebreite, die BOCKISCH (1990 /11/) ermittelte (Abb. 18).

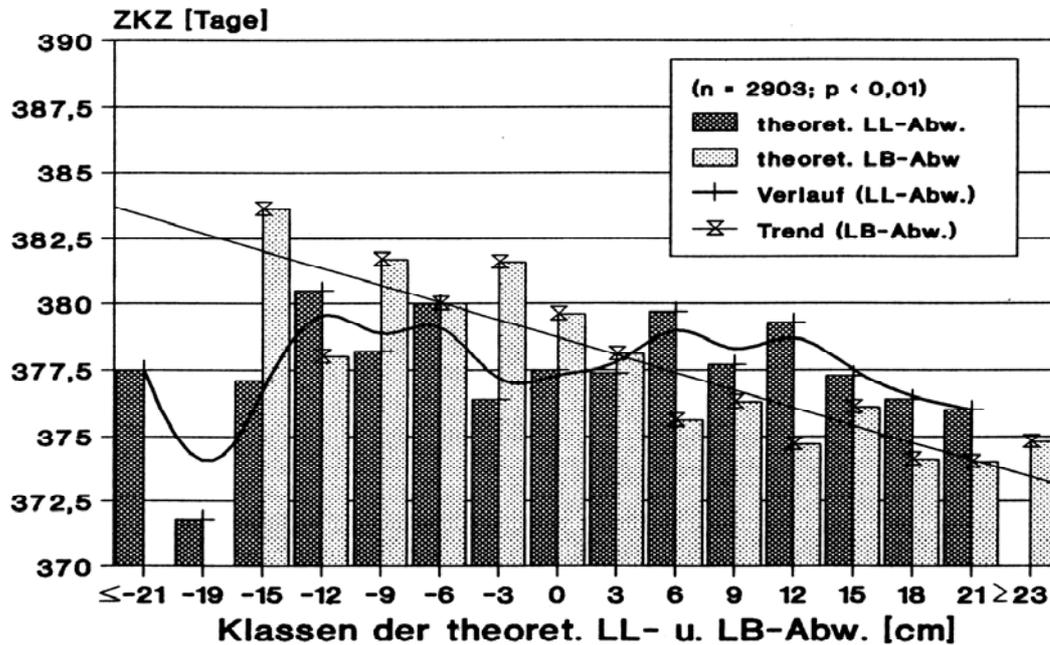


Abb. 18: Zwischenkalbezeit (ZKZ) in Abhängigkeit von der theoretischen Liegelängen- und Liegebreitenabweichung (LB-Abw. ist korrigiert um den Einfluss der LL-Abw.) (nach BOCKISCH, 1990 /11/)

Abweichungen von tierangepassten Liegelängen und Liegebreiten führen zudem zu vorzeitigem Abgängen wegen Unfruchtbarkeit. BOCKISCH und KUTSCHER (1987 /14/) geben einen Hinweis darauf, dass die Abgangsraten wegen Unfruchtbarkeit steigen, je mehr Kühe in zu engen Ständen stehen. Sie ermittelten eine leicht positive Korrelation zwischen beiden Parametern. BOCKISCH (1989 /12/) stellte eine um 1 bis 2 % höhere Abgangsrate wegen Unfruchtbarkeit fest, bei Über- oder Unterschreiten der Sollwerte für die Standabmessungen von mehr als 18 cm.

2.5.2.4.2 Anbindevorrichtung

Einflüsse der Anbindung auf die Fruchtbarkeit bestehen in erster Linie durch Einschränkungen der Bewegungsmöglichkeiten aufgrund starrer Anbindevorrichtungen. SCHOPPER et al. (1989 /143/) fanden einen steigenden Anteil an Stillbrunsten mit abnehmender Flexibilität der Anbindung. Sie weisen entsprechend auf den Vorteil der Grabner-Kette gegenüber dem Halsrahmen hin.

2.5.2.4.3 Kuhtraineranlage

Teilweise werden in Anbindeställen Kuhtraineranlagen eingesetzt. Sie sollen zur Verbesserung der Haltungsbedingungen beitragen, indem sie größere Standflächen und eine lockere Anbindung erlauben. EYRICH et al. (1989 /44/) untersuchten die Einflussnahme des Kuhtrainers auf die Brunstsymptomatik. Sie stellten fest, dass es keine statistisch gesicherten Unterschiede gibt hinsichtlich des Auftretens von Brunstschleim zwischen der Haltung mit und ohne Kuhtrainer. Zu der gleichen Aussage kommen sie bei der Betrachtung der Ödematisierung der Vulva sowie der Durchsaftung und der Rötung der Vaginalschleimhaut. Im Gegensatz dazu zeigten die Tiere jedoch völlig unterschiedliches Brunstverhalten. Die Verhaltensweisen der Kühe ohne Kuhtrainer waren intensiver als bei den Kühen mit Kuhtrainer. Ausnahmen hiervon waren die Symptome

„Kreuzwippen“ und „brunstbedingtes Unterbrechen von Futteraufnahme und Wiederkäuen“. NOHNER et al. (1990 /125/) sehen den Grund für insgesamt schwächeres Brunstverhalten in der eingeschränkten Bewegungsfreiheit aufgrund eines elektrischen „Strafreizes“ durch den Kuhtrainer. Jedoch scheint der Kuhtrainer auch direkt Einfluss auf das Zyklusgeschehen zu nehmen. Mit Hilfe von Progesteronprofilen fanden EYRICH et al. (1989 /44/) deutliche Unterschiede zwischen Anbindehaltungen mit und ohne Kuhtrainer. So ermittelten sie eine um 6,5 Tage verlängerte postpartale Azyklie bei Kühen mit Kuhtrainer. Zudem waren häufiger Ovarstörungen zu beobachten. Von besonderer Bedeutung erscheint die Beobachtung des gehäuftten Auftretens von Stillbrunsten, die 86 % in der 1. Ovulation p. p. bei Kühen mit Kuhtrainer erreichte. Hierfür könnte das von GRUNERT (1997 /62/) beschriebene erhöhte Auftreten von Follikelzysten bei Kühen in Anbindehaltung mit Kuhtrainer eine Erklärung sein. Deutlich abgeschwächte Brunstsymptome und Stillbrunsten erschweren die Brunstbeobachtung. Es ist demzufolge nicht verwunderlich, dass der Anteil falscher Brunstbeobachtungen in Anbindeställen mit Kuhtrainer höher liegt als in Ställen ohne Kuhtrainer (EYRICH et al., 1989 /44/; NOHNER et al., 1990 /125/).

2.5.2.5 Fruchtbarkeitsmanagement

Unter dem Fruchtbarkeitsmanagement versteht MÄCKLE (1977 /108/) eine Reihe von Maßnahmen, die – außerhalb des Problemkreises „Fütterung und Haltung“ – für die Erhaltung der Fruchtbarkeit einer Herde von Bedeutung sein können. Dazu zählt er die Geburtshygiene, die sorgfältige Überwachung der Nachgeburtsperiode und rechtzeitige Einschaltung tierärztlicher Maßnahmen im Falle krankhafter Entwicklungen, die exakte Brunstbeobachtung, die pünktliche und rechtzeitige Besamungsanmeldung und letztlich die rechtzeitige Veranlassung der Trächtigkeitsuntersuchung. BOYD (1970 /24/) weist darauf hin, dass Maßnahmen des Fruchtbarkeitsmanagements nicht wie beispielsweise bei der Fütterung auf Tiergruppen oder Herden abgestimmt werden können, sondern dem Einzeltier die Aufmerksamkeit zu gelten hat.

DÜRING (1988 /38/) sieht im Fruchtbarkeitsmanagement eine subjektive Komponente, die bei Empfehlungen zur Verbesserung der Fruchtbarkeit in Milchviehbeständen nicht immer hinreichend berücksichtigt werden kann. Für ihn erscheint es daher notwendig, objektive Kriterien zu erarbeiten, die von anderen Betriebs- oder Herdenparametern abgeleitet werden können und Entscheidungskriterien und -abläufe sowie Verhaltensmuster im Fruchtbarkeitsmanagement beschreiben.

2.5.2.5.1 Brunstbeobachtung

Die Brunstbeobachtung erweist sich in vielen Fällen als limitierender Faktor für ein erfolgreiches Fruchtbarkeitsmanagement. LOTTHAMMER (1980 /103/) stellte fest, dass es sich jedoch dabei nicht immer nur um mangelnde Sorgfalt bei der Brunstbeobachtung handelt, sondern dass oft äußere Brunstsymptome so schwach ausgeprägt sind, dass sie vom Beobachter nicht wahrzunehmen sind. In einer Untersuchung, in der 45 bis 55 % der Betriebe stille Brunst mit undeutlichen Brunstsymptomen und Brunstlosigkeit beklagten, fand er bei nur 6 bis 10 % der als brunstlos angegebenen Kühe inaktive Ovarien vor. Bei 52 % dieser „brunstlosen“ Kühe wurde zum Zeitpunkt der Untersuchung eine Brunst festgestellt.

Bei einem Vergleich von zwei Betriebsgruppen mit kurzen (360 bis 374 Tage) und langen (> 405 Tage) Zwischenkalbezeiten fanden BOZWORTH et al. (1972 /25/) heraus, dass in der Gruppe mit den langen Zwischenkalbezeiten die Rastzeit und die Besamungsintervalle signifikant länger waren (Tab. 23). Die verlängerten Besamungsintervalle führen sie auf die schlechtere Brunstbeobachtung zurück. Ein Effekt auf die Konzeptionsrate wurde nicht festgestellt. OREŠNIK (1992 /127/) sieht ebenfalls in der schlechten Brunsterkennungsrate die häufigste Ursache für verlängerte Besamungsintervalle. Mitunter kann auch eine erkannte Brunst zu Störungen im Fruchtbarkeitsgeschehen führen. So stellte HOFFMANN (1971 /76/) mittels Verlaufskurven von Progesteronwerten im Plasma fest, dass es bei Besamungen in einer normalen Trächtigkeit, ausgelöst durch Brunstsymptome, die durchaus auftreten können, zu Aborten kommen kann.

Tab. 23: Fruchtbarkeitskriterien von Herden mit kurzen (S) und langen (L) Zwischenkalbezeiten (ZKZ) (nach BOZWORTH et al., 1972 /25/)

Kriterium	Gruppe S (kurze ZKZ)	Gruppe L (lange ZKZ)
Rastzeit [Tage]	79 ^a	107 ^b
Besamungsintervall (1. bis 2. Besamung) [Tage]	36 ^a	57 ^b
Besamungsintervall (2. bis 3. Besamung) [Tage]	33 ^a	50 ^b
Konzeptionsrate nach erster Besamung [%]	56	56
Konzeptionsrate nach zweiter Besamung [%]	80	80
Konzeptionsrate nach dritter Besamung [%]	91	90
Anzahl Besamungen je Konzeption	1,8	1,8
a, b: signifikant (p < 0,01)		

2.5.2.5.2 Länge der Rastzeit

Die Verkürzung der Rastzeit ist häufig als Gegenmaßnahme des Landwirts zu Stillbrunsten zu beobachten (LOTTHAMMER, 1980 /103/). In erster Linie sprechen ökonomische Gründe für die Verkürzung der Rastzeit. KRÄUSSLICH et al. (1977 /93/) schätzen den wirtschaftlichen Gewinn bei einer Verkürzung der Rastzeit von 60 Tage auf 40 Tage auf 35 bis 70 DM/Kuh. Jedoch führt die extreme Verkürzung der Rastzeit in den wenigsten Fällen zum gewünschten Erfolg. Eine Untersuchung von LOTTHAMMER (1980 /103/) ergab, dass nur 17,6 % der Besamungen bis 50 Tage p. p. zu einer Gravidität führten. Entsprechend dieser Erkenntnisse fallen auch die Empfehlungen verschiedener Autoren aus. DE KRUIF (1977 /32/) empfiehlt eine Rastzeit von 50 bis 60 Tagen, wenn die Kalbung und das Puerperium normal verlaufen sind. Bei Störungen sollte die Wiederbelegung nicht vor 70 Tagen p. p. erfolgen. BOYD (1970 /24/) empfiehlt eine Rastzeit von weniger als 50 Tagen nur für Herden mit gutem Fruchtbarkeitsmanagement. Auch er berichtet von steigenden Besamungsindices bei Rastzeiten kleiner 50 Tagen. Ausschlaggebend für den Zeitpunkt der Besamung sollten nach seiner Meinung das abgeschlossene Puerperium und die Kondition der Einzelkuh p. p. sein.

2.5.2.5.3 Geburtsverlauf

Der Geburtsverlauf wird neben den biologischen Abläufen maßgeblich von der Geburtshilfe beeinflusst. Negative Einflüsse können durch unsachgemäße mechanische Zughilfe sowie durch mangelnde Hygiene entstehen.

So kann beispielsweise ein zu starker oder ein den Wehen zeitlich entgegenlaufender Zug zur Erschlaffung der Gebärmuttermuskulatur führen. Dies hat häufig aussetzende Wehen zur Folge. Es kommt zu Nachgeburtsverhaltungen und in Konsequenz zu Puerperalstörungen (MARSCHANG, 1986 /112/).

BOUTERS (1983 /19/) spricht hinsichtlich der Geburtshygiene von einer spektakulären Erhöhung der Nachgeburtsverhaltungen und postpartale Erkrankungen um bis zu 25 % durch schlechte hygienische Bedingungen beim Kalben. Sie führen zu bakteriellen Uterusinfektionen, die Entzündungen der Plazenta und anschließende Nachgeburtsverhaltungen nach sich ziehen.

Als Auswirkung einer komplikationsbehafteten Geburt beschreiben BOSTEDT et al. (1985 /18/) Verzögerungen in der Involution von Uterus und Zervix. Die Folge ist der verzögerte Wiederbeginn des postpartalen Ovarzyklus.

2.5.2.5.4 Zuchthygienische Betreuung

Nach der Geburt und dem Abgang der Nachgeburt besteht im Uterus eine große Wundfläche. Zudem ist der Uterus stark gedehnt und muss sich wieder zurückbilden. Die Zeit der Rückbildung der Genitale (Involution), das Puerperium und die Wiederaufnahme der Ovarfunktion bestimmen den optimalen Zeitpunkt der Besamung. Das Puerperium wird mit vollendeter Involution des Uterus bei primiparen Tieren etwa mit dem 42 Tag p. p. und mit dem 50. Tag p. p. bei pluriparen Tieren beendet. Die Ovarfunktion setzt teilweise vor Vollendung der Uterusinvolution ein (RIECK und ZEROBIN, (1985 /131/). Beides hängt jedoch stark voneinander ab (BOSTEDT et al., 1985 /18/). Das Puerperium kann je nach Situation unterschiedliche Längen aufweisen. Tiere mit labiler Ovarfunktion neigen zu verlängerten Puerperalphasen und umgekehrt führt eine verzögerte Uterusinvolution zu Störungen der Ovarfunktion (BOUTERS, 1983 /19/). Aus diesen Gründen sollte zur Förderung der Fruchtbarkeitsleistung das Puerperium überwacht werden, so dass bei Störungen eingegriffen werden kann.

Die Forderung nach zuchthygienischer Betreuung wird umso dringlicher je größer die Fruchtbarkeitsprobleme in einer Herde sind. BOUTERS (1983 /19/) fordert angesichts der häufig auftretenden Stillbrunsten, dass Tiere, bei denen bis zum 60. Tag p. p. keine Brunst beobachtet wurde, auf ihre zyklischen Funktionen getestet werden. Dass damit eine Verbesserung der Situation erreicht werden kann, beweist BOSTEDT (1990 /17/), der bei Tieren mit gestörter Geburtsperiode eine statistisch signifikant bessere Konzeptionsrate mit steigender Intensität der zuchthygienischen Betreuung p. p. ermittelte.

2.6 Zusammenfassende Wertung der Literatur

Die Interaktionen zwischen Kühen und ihrer Umwelt sind Grundlage vieler Untersuchungen. Es werden dabei beispielsweise Verhaltensweisen oder der Nährstoffbedarf unter Berücksichtigung einer Leistung als Grundlage für theoretische Sollwerte für Haltungs- und Fütterungsparameter zugrunde gelegt. Nach BOGNER und GRAUVOGL (1985 /15/) sind hohen Leistungen jedoch nicht zwangsläufig Indiz für eine tiergerechte Haltung. Sie zeigen lediglich an, dass sich die qualitative und quantitative Nährstoff- und Flüssigkeitsversorgung sowie das Stallklima im Rahmen tolerierbarer Grenzen bewegen, die Tiere eine entsprechende Leistungsveranlagung besitzen und keine leistungsmindernden Krankheiten aufweisen. Andererseits können Leistungsdepressionen sehr wohl einen Hinweis auf Fehler im Fütterungs- und Haltungssystem liefern.

Die Anforderungen, die Milchkühe an ihre Stallumwelt stellen, sind zahlreich beschrieben. Es liegen häufig theoretische Sollwerte für die technischen Ausführungen von einzelnen Funktionsbereichen vor. Die Überprüfung dieser Sollwerte im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf die Tiere ist vielfach nur unspezifisch erfolgt. Als Kontrollgrößen werden Verhaltensweisen, Krankheitsbilder oder erbrachte Leistungen herangezogen. Die Aussagen sind jedoch vielfach nur qualitativer Art. Dies mag daran liegen, dass die als Kontrollgrößen dienenden Parameter einer Fülle von Einflussfaktoren unterliegen. Die Fruchtbarkeit ist ein solcher Parameter.

Die Einflüsse von tier- und umweltbedingten Faktoren auf die Fruchtbarkeit sind häufig ein- oder zweifaktoriell betrachtet worden. Ein komplexer Ansatz fehlt. Zudem werden Untersuchungen über die Interaktionen zwischen Tieren und ihrer Umwelt fast ausschließlich auf der Basis von Tiergruppen (z. B. Herden) gemacht. Tiere stellen jedoch häufig individuell unterschiedliche Anforderungen an ihre Umwelt (z. B. Ausgestaltung von Liege- und Standplätzen in Abhängigkeit von Tierkörpermaßen). Erst in der jüngeren Zeit sind Untersuchungen mit mehrfaktoriellem Ansatz und einer Projektion auf das Einzeltier durchgeführt worden (z. B. BOCKISCH, 1990 /11/). Im Hinblick auf die Bedürfnisse des Einzeltieres, egal ob für alle Tiere gleichgerichtet oder tierindividuell unterschiedlich, ist die Frage, ob Veränderungen in der Gestaltung einzelner Kriterien der Haltungsumwelt zur Verbesserung der Fruchtbarkeit möglich sind, noch unzureichend geklärt. Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag zur Klärung leisten.

3 Material und Methode

Im komplexen Gefüge der Parameter, die die Situation einer Milchkuhherde determinieren, ist die Fruchtbarkeit der Kühe durch eine mehrfaktorielle und in vielen Fällen Zeitpunkt abhängige Beeinflussung gekennzeichnet. Zur Beschreibung der Beziehungen zwischen der Fruchtbarkeit und ihrer Einflussfaktoren ist es daher erforderlich, möglichst viele potentielle Einflussfaktoren zu erfassen und dabei die Erhebung der Daten mehrmals in definierten Abständen über einen längeren Zeitraum zu wiederholen.

3.1 Auswahl der Betriebe

Zur Klärung der Beziehungen zwischen der Fruchtbarkeit und ihrer Einflussfaktoren war eine mehrfaktorielle Analyse erforderlich. Um gewährleisten zu können, dass dafür eine ausreichend breite Datenbasis mit einer entsprechend großen Datenmenge für jeden zu untersuchenden abhängigen und unabhängigen Parameter zur Verfügung steht, wurden bei der Auswahl der Betriebe, in denen die Datenerhebungen durchgeführt werden sollten, folgende Mindestanforderungen gestellt:

- wenigstens 15 Betriebe
- wenigstens 15 Kühe je Betrieb
- Kühe der Rassen Deutsche Schwarzbunte und/oder Deutsche Rotbunte
- Teilnahme an der Milchleistungsprüfung
- Herdendurchschnittsleistung wenigstens 5.500 kg Milch je Tier und Jahr
- in den letzten 3 Jahren vor und im Untersuchungszeitraum keine stallbaulichen Veränderungen

Da Einflüsse auf Tiere und deren Leistungen durch haltungstechnische Einrichtungen sowohl direkt nach Beginn der Einwirkung als auch verzögert nach längerer Einwirkungsdauer eintreten können, die Wirkung aber u. U. noch über den Zeitraum der Einwirkung hinaus anhalten kann, wurde für die Betriebe gefordert, dass in den letzten drei Jahren vor Beginn der Untersuchungen und im Untersuchungszeitraum keine stallbaulichen Veränderungen durchgeführt wurden bzw. vorgenommen werden.

Die Fragestellung der vorliegenden Arbeit zielt nicht auf den Vergleich zwischen Haltungssystemen ab, sondern auf die Beurteilung von Wechselbeziehungen zwischen der Fruchtbarkeit und Einzelfaktoren aus der Haltungsumwelt. Daher wurde nur ein Haltungssystem in die Untersuchung aufgenommen, wodurch eine im Sinne der Fragestellung günstige Standardisierung der Betriebe erreicht werden konnte.

Die Einflüsse der Haltungsumwelt auf das Einzeltier unterliegen zeitlich abhängigen Veränderungen (Jahreszeit, Tageszeit). Zudem kann ein Standortwechsel des Tieres innerhalb des Stalls auch räumlich bedingte Veränderungen in der Haltungsumwelt bedeuten. Die exakte Beschreibung der Haltungsumwelt, die im Verlauf eines Reproduktionszyklus' auf ein Tier einwirkt, ist nur dann möglich, wenn der Standort des Tieres und der jeweilige Zustand der Haltungsumwelt bekannt sind. Da in Betrieben mit Anbindehaltung der Standortwechsel des Tieres erfasst werden kann, und so die exakte Beschreibung der Haltungsumgebung des Tieres zu jedem Zeitpunkt des Untersuchungszeitraums möglich ist, wurden die Untersuchungen in Betrieben mit Anbindehaltung im teileingestreuten Kurzstand durchgeführt.

3.2 Erhebung der Felddaten

In diesem Kapitel wird die Durchführung der Datenerhebung erläutert. Es werden die Art der Daten sowie die Methoden, Häufigkeiten und Zeitpunkte der Erhebungen dargestellt.

Die erhobenen Daten bilden die Grundlagen für die Berechnungen von FISCHER (1996 /51/) und der vorliegenden Arbeit. Da in den Untersuchungen dieser Arbeit auch die Daten eingesetzt werden, die bereits FISCHER (1996 /51/) verwendet hat, wird in den nachfolgenden Kapiteln auf die Erhebung

aller gemeinsam erhobenen Daten eingegangen. Parameter, die bei FISCHER (196 /51/) erläutert sind, werden nicht mehr detailliert dargestellt.

Die Gründe, warum in dieser Arbeit Daten verwendet werden, die bereits FISCHER (196 /51/) verwendet hat, sind in Kapitel 3.3.2 (S. 67) dargestellt.

3.2.1 Durchführung der Datenerhebung

Die Datenerhebung erfolgte in 15 Betrieben in Mittelhessen und erstreckte sich von August 1991 bis einschließlich August 1992. Als Untersuchungsperiode wurde der Zeitraum definiert, innerhalb dessen alle 15 Betriebe konsekutiv zur Datenerhebung besucht wurden. Diese Periode wurde möglichst kurz gehalten (ca. 3 Wochen, s. Tab. 24), um im Hinblick auf saisonale Abläufe für alle Betriebe vergleichbare Bedingungen zu haben. Mit der Zielvorgabe, für möglichst viele Tiere Daten aus dem gesamten Reproduktionszyklus zu erhalten, wurde die Untersuchungsperiode viermal wiederholt. Die sich aus den fünf Untersuchungsperioden ergebende Zeitreihenanalyse, erbrachte die notwendigen Daten für die untersuchten Tiere. Zudem bot die Zeitreihenanalyse die Möglichkeit, saisonale Einflüsse zu erkennen.

Tab. 24: Untersuchungsperioden und ihre zeitliche Abfolge

Untersuchungsperiode	Zeitraum	Dauer der Periode [Tage]	Durchschnittlicher Periodenabstand [Tage]
1	08.08.1991 - 30.08.1991	23	84,7
2	02.11.1991 - 23.11.1991	22	90,4
3	01.02.1992 - 21.02.1992	21	96,8
4	06.05.1992 - 04.06.1992	35	86,7
5	01.08.1992 - 22.08.1992	22	86,7
Durchschnitt		24,6	89,7

Die durchschnittliche Untersuchungsperiode dauerte 24,6 Tage. Der durchschnittliche Abstand zwischen zwei Perioden, bezogen auf den Einzelbetrieb, lag bei 89,7 Tagen. Als Grundlage für die Datenerhebung dienten Erhebungsbögen (Abb. A1 bis A7, S. 202 bis 212), die für diese Arbeit erstellt wurden und sich an die Erhebungsbögen von KUTSCHER (1997 /94/) anlehnen. Die in der Datenerhebung erfassten Parameter wurden so gewählt, dass sie das breite Spektrum der im Schrifttum beschriebenen Einflussfaktoren so weit wie möglich berücksichtigen. Die Datenerhebungen wurden am Tier und in der Haltungsumwelt des Tieres durchgeführt und erfolgten durch Messung am Objekt, Übernahme von Aufzeichnungen der Landwirte, visuelle Erfassung, Befragung des Betriebsleiters und subjektive Beurteilung durch die erhebende Person auf der Grundlage von fachlichen Kenntnissen. Zusätzlich flossen Daten aus der offiziellen Milchleistungsprüfung ein.

Bei der Erhebung von tierbezogenen Daten wurde die Identifikation des Tieres durch die visuelle Erfassung der Lebensohrmarke sichergestellt.

Im Hinblick auf die Häufigkeit der Datenerhebung wurde unterschieden in einmalig erhobene Daten, Daten, die während jeder Untersuchungsperiode erhoben wurden, und täglich erhobene Daten. Die erfassten Parameter sind nachfolgend in den Tabellen 25 bis 31 aufgeführt. Quantitative Parameter wurden direkt in der jeweiligen Einheit erfasst. Die Erfassung von qualitativen Parametern erfolgte in Form von Schlüsselzahlen. Die mit *) gekennzeichneten Parameter sind bei FISCHER (1996 /51/) ausführlich erläutert.

3.2.2 Einmalig erhobene Daten

Einmalig erhoben wurden Daten zu Parametern, deren Größe bzw. Zustand sich während des Untersuchungszeitraums nicht oder nur unwesentlich veränderten. Hierzu zählten einige einzeltierbezogene Daten (Tab. 25) sowie Daten zu stallbautechnischen Einrichtungen (Tab. 26).

Zu den einzeltierbezogenen einmalig erhobenen Parametern gehörten auch verschiedene Tierkörpermaße, deren Erfassung mit einem Tier-Messstock und einem handelsüblichen Maßband erfolgte (Abb. 19 u. 20).

3.2.2.1 Einmalig erhobene einzeltierbezogene Daten

Tab. 25: Einmalig erhobene, einzeltierbezogene Daten

Parameter	Einheit / Schlüsselzahl	Parameter	Einheit / Schlüsselzahl
Visuell am Tier erfasste Daten			
Rasse *)	1 = Sbt, 2 = Rbt		
Am Tier gemessene Daten			
Tierkörpermaße			
Widerristhöhe	[cm]	Beckenlänge	[cm]
Kreuzbeinhöhe	[cm]	Brustbreite	[cm]
schräge Rumpflänge	[cm]	Brustumfang	[cm]
Beckenbreite	[cm]		
Aus der Milchleistungsprüfung übernommene, messbare Daten			
Erstkalbealter *)	[Monate]	Laktationsnummer *)	
Kalbealter (= Alter bei der untersuchungsrelevanten Kalbung) *)	[Jahre]		
Einsatz- und Laktationsleistung mit den Einzelkriterien			
Milchmenge *)	[kg]	Fett- und Eiweißmenge *)	[kg]
Fett- und Eiweißgehalt der Milch *)	[%]		
Aus den Besamungsaufzeichnungen des Landwirtes ermittelte Daten			
Güstzeit *)	[Tage]	Besamungsindex / KB-Zahl *)	
Rastzeit *)	[Tage]	Zwischenbesamungszeit	[Tage]
Verzögerungszeit *)	[Tage]		
Durch Befragung des Landwirtes erhobene Daten			
Geburtsverlauf (Zughilfe)*)	1 = ohne Zughilfe 2 = leichte Zughilfe 3 = starke Zughilfe	Puerperalstörungen *)	0 = nein, 1 = ja
Labmagenoperation *)	0 = nein, 1 = ja	Ovarstörungen *)	0 = nein, 1 = ja
Stoffwechselstörungen p. p. *)	0 = nein, 1 = ja	Retentio secundinarum *)	0 = nein, 1 = ja
Eutererkrankung *)	0 = nein, 1 = ja	Einsatz von Trockensteller *)	0 = nein, 1 = ja
*) s. FISCHER (1996 /51/)			

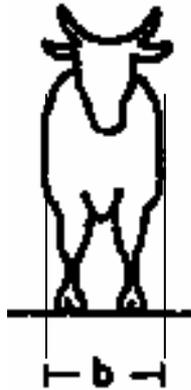


Abb. 19: Erfassung der Brustbreite (b)
(nach WANDER, 1975 /166/)

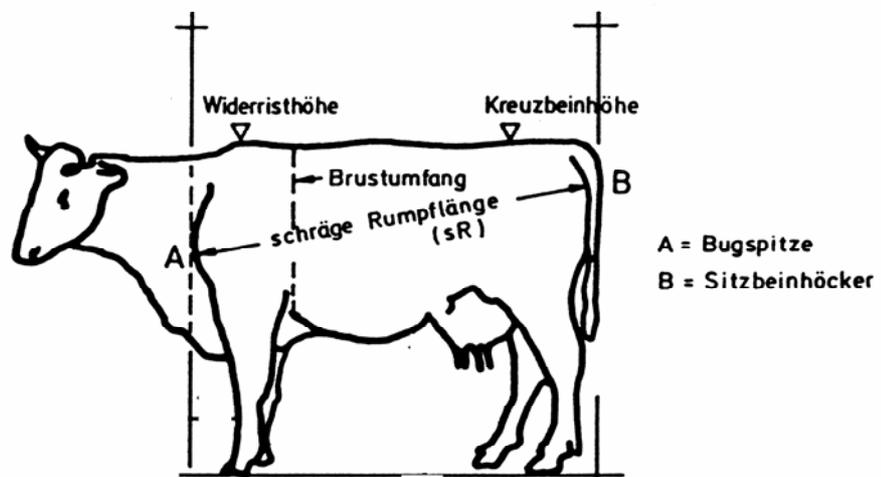


Abb. 20: Erfassung verschiedener Tierkörpermaße (nach WANDER et al., aus BOCKISCH, 1990 /11/, modifiziert)

3.2.2.2 Einmalig erhobene Daten zur Haltungsumwelt

Einmalig erhobene Daten zur Haltungsumwelt der Tiere waren Maße und Zustände von stallbautechnischen Einrichtungen, die sich gemäß den Bedingungen, die für die Betriebe aufgestellt wurden, während des Untersuchungszeitraums nicht änderten (Tab. 26 u. 27).

Tab. 26: Einmalig erhobene Daten zur Haltungsumwelt (gemessen und berechnet)

Parameter	Einheit / Schlüsselzahl	Parameter	Einheit / Schlüsselzahl
An den stallbautechnischen Einrichtungen gemessene und daraus errechnete Daten			
Bauliche Gestaltung der Stallhülle			
Länge	[m]	Volumen	[m ³]
Breite	[m]	Fensterfläche	[m ²]
Höhe	[m]	Stallgrundfläche je m ² (... / 1 [m ²]) Fensterfläche	
Grundfläche	[m ²]	Stallvolumen je GV	[m ³ / GV]
Maße der Kurzstände			
Breite	[cm]	Grundfläche	[m ²]
Länge	[cm]		
Maße der Futterkrippe			
Gesamthöhe der Krippenrückwand	[cm]	Höhe der flexiblen Krippenrückwand	[cm]
Höhe der festen Krippenrückwand	[cm]	Krippensohlniveau	[cm]
Maße der Kotroste			
Stegbreite	[cm]	Schlitzweite	[cm]

Tab. 27: Einmalig erhobene Daten zur Haltungsumwelt (visuell erfasst und subjektiv beurteilt)

Parameter	Einheit / Schlüsselzahl
Visuell erfasste Daten	
seitliche Abgrenzung zwischen benachbarten Tieren	1 = Band nach jeder zweiten Kuh 2 = Bügel nach jeder zweiten Kuh 3 = Band nach jeder Kuh 4 = Bügel nach jeder Kuh
Ausführung der Krippenrückwand	1 = fest, 2 = flexibel
Ausführung des Standbodens	1 = Beton, 2 = Gummimatte
Art des raumluftechnischen Systems	1 = Fenster und Türen, 2 = Schachtlüftung, 3 = Trauf-First-Lüftung, 4 = Ventilatoren
Einsatz einer Kuhtraineranlage	0 = nein, 1 = ja
Durch subjektive Beurteilung ermittelte Daten aufgrund fachlicher Kenntnisse	
Helligkeit in Tiernähe	1 = sehr hell, 2 = hell, 3 = mäßig hell, 4 = dunkel
Flexibilität der Anbindung	1 = flexibel, 2 = normal, 3 = starr

3.2.3 Während jeder Untersuchungsperiode erhobene Daten

Diskontinuierlich erhoben wurden Daten zu Parametern, deren Zustand und Größe sich im Laufe des Untersuchungszeitraums änderten. Wie bereits bei den einmalig erhobenen Daten waren es auch hier sowohl einzeltierbezogene Daten als auch Daten aus der Haltungsumwelt der Tiere. Die Daten wurden in jedem Betrieb einmal je Untersuchungsperiode, jeweils während des Betriebsbesuchs, erfasst.

3.2.3.1 Einzeltierbezogene Daten

Die Tiere wurden in zwei Gruppen eingeteilt. Der Gruppe 1 wurden alle Tiere zugeordnet, für die zum Zeitpunkt des Besuchs eine durch den Tierarzt bestätigte Trächtigkeit bestand; die übrigen Tiere wurden Gruppe 2 zugeordnet.

Zunächst wurden die Tiere beider Gruppen einer Allgemeinuntersuchung unterzogen (Tab. 28). Diese beinhaltete die Beurteilung der körperlichen Konstitution zum Zeitpunkt der Beobachtung sowie die Beurteilung des Versorgungszustands und des allgemeinen Gesundheitszustands. Zur Beschreibung des Versorgungs- und allgemeinen Gesundheitszustands wurden verschiedene Blutparameter sowie der Gehalt an Natrium im Urin bestimmt. Dazu wurden von allen untersuchten Tieren Blutproben entnommen bzw. Spontanharnproben von einer repräsentativen Anzahl an Tieren aus jeder Herde gesammelt. Die Bestimmungen der Blut- und Harnparameter erfolgten nach den bei FISCHER (1996 /51/) beschriebenen Methoden. Die Blutproben wurden aus der Vena jugularis entnommen. Für die Aufnahme des Blutes dienten jeweils ein Röhrchen mit Flouridzusatz (Monovette®, 2,7 ml, Fa. Sarstedt) zur Bestimmung von Glukose und ein zweites Röhrchen mit einem Zusatz von NH₄-Heparin (10 ml, Fa. Sarstedt) zur Gewinnung von Blutplasma.

Alle der Gruppe 2 zugeordneten Tiere wurden einer Trächtigkeitsuntersuchung unterzogen. Tiere, für die dabei eine Trächtigkeit diagnostiziert werden konnte, wurden nachträglich der Gruppe 1 zugeordnet. Die übrigen Tiere der Gruppe 2 wurden weiteren Untersuchungen unterzogen (Tab. 29).

Tab. 28: Während jeder Untersuchungsperiode für alle Tiere erhobene einzeltierbezogene Daten

Parameter	Einheit / Schlüsselzahl	Parameter	Einheit / Schlüsselzahl
Visuell erfasste und durch subjektive Beurteilung aufgrund fachlicher Kenntnisse ermittelte Daten			
Allgemeinbefinden *)	0 = gut, 1 = mittel, 2 = schlecht	Zustand der Klauen *)	0 = gut, 1 = mittel, 2 = schlecht
Ernährungszustand mager*)	0 = nein, 1 = ja	Verdickung von Gelenken *)	0 = nein, 1 = ja
Ernährungszustand fett*)	0 = nein, 1 = ja	Hautläsionen an den Gliedmaßen *)	0 = nein, 1 = ja
Pflegezustand *)	0 = gut, 1 = mittel, 2 = schlecht	Vorkommen von Schwanzräude *)	0 = nein, 1 = ja
Aus Blutplasma und Vollblut gemessene Parameter			
Laktat *)	[mg/100 ml]	Glukose *)	[mg/100 ml]
GOT *)	[U/l]	Harnstoff (Urea) *)	[mg/100 ml]
GPT *)	[U/l]	Calcium *)	[mg/100 ml]
Freie Fettsäuren *)	[µmol/l]	Magnesium *)	[mg/100 ml]
Creatin-Kinase (CK) *)	[U/l]	anorg. Phosphat *)	[mg/100 ml]
Gesamtbilirubin *)	[mg/100 ml]	Gesamteiweiß *)	[g/l]
GLDH *)	[U/l]	β-Carotin *)	1 = Mangel 2 = leichter Mangel 3 = kein Mangel
Aus Spontanharnproben gemessene Parameter			
Natrium *)	1 = mangelhaft 2 = ausreichend 3 = reichlich		
*) s. FISCHER (1996 /51/)			

Tab. 29: Während jeder Untersuchungsperiode für alle nicht tragenden Tiere erhobene, einzeltierbezogene Daten

Parameter	Einheit / Schlüsselzahl	Parameter	Einheit / Schlüsselzahl
Am Tier gemessene Daten			
Körperinnentemperatur (rektal) *)	[°C]		
Durch gynäkologische Untersuchungen am Tier ermittelte Daten aufgrund fachlicher Kenntnisse			
Adspektion der äußeren Geschlechtsorgane			
Veränderungen d. äußeren Genitale *)	0 = nein, 1 = ja		
Rektale Untersuchung			
Uterusinvolution *)	0 = physiologisch 1 = unphysiologisch		
Vaginoskopische Untersuchung			
Vaginitis *)	0 = nein, 1 = ja	Kolpitis *)	0 = nein, 1 = ja
Menge an Scheidensekret *)	0 = kein, 1 = klein, 2 = mittel, 3 = groß	Cervicitis *)	0 = nein, 1 = ja
Durch Befragung des Landwirtes erhobene Daten			
Brunstverlauf			
Grad der Brunstausprägung *)	0 = nicht gesehen, 1 = kaum erkennbar, 2 = vermindert, 3 = deutlich	Brunstdauer *)	0 = normal, 1 = verlängert
Aus Blutserum gemessene Parameter			
Antikörpertiter IBR/IPV *)	0 = nein, 1 = ja	Antikörpertiter Coxiella burnetii *)	0 = nein, 1 = ja
Antikörpertiter BVDV *)	0 = nein, 1 = ja	Antikörpertiter Leptospiren *)	0 = nein, 1 = ja
Antikörpertiter Chlamydia psittaci *)	0 = nein, 1 = ja	Progesteron *)	0 = physiologisch, 1 = unphysiologisch
*) s. FISCHER (1996 /51/)			

3.2.3.2 Daten zur Haltungsumwelt

Bei jedem Betriebsbesuch wurden Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit und NH₃-Gehalt der Luft in Form von Momentaufnahmen erhoben (Tab. 30). Die Messungen erfolgten im Kopfbereich der Tiere. Es wurden mehrere, über die Standorte der Tiere verteilte Messpunkte gewählt. Damit sollte geprüft werden, ob und wie die klimatischen Bedingungen innerhalb eines Stalles variieren. Zudem sollte geklärt werden, ob der Standort der Tiere aus Sicht des Stallklimas von Bedeutung ist (s. Kap. 3.3.6, S. 70). Dazu wurden die Ställe in Bereiche eingeteilt, wobei in Abhängigkeit vom Grundriss des Stalles zwischen den Ställen eine unterschiedliche Anzahl an Stallbereichen festgelegt wurde.

Tab. 30: Während jeder Untersuchungsperiode erhobene Daten zur Haltungsumwelt

Parameter	Einheit / Schlüsselzahl	Parameter	Einheit / Schlüsselzahl
Stallklimadaten, die beim Betriebsbesuch gemessen wurden			
Temperatur	[°C]	NH ₃ -Gehalt der Luft	[ppm]
relative Luftfeuchtigkeit	[%]		

Zur Messung von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit wurde ein elektronisches Messgerät der Firma AMR, Ahlborn Mess- und Regelungstechnik, Holzkirchen, Typ Therm 2246, verwendet. Die Erfassung des Luftammoniakgehaltes (NH₃) erfolgte mittels Gasspürgerät Modell 21/31 der Firma Dräger, Lübeck.

Da die erforderliche Messtechnik teilweise nicht zur Verfügung stand, war es nicht möglich, vollständige Messungen in allen fünf Perioden durchzuführen. So konnten in der Periode 1 in den Betrieben 1, 2, 12 und 15 keine Messungen des NH₃-Gehaltes durchgeführt werden. In den übrigen Betrieben waren Messungen in allen 5 Perioden möglich. Die Temperaturmessungen mussten für alle Betriebe auf die Perioden 3 bis 5 beschränkt werden. Die relative Luftfeuchtigkeit wurde nur in den Perioden 4 und 5 gemessen, mit Ausnahme der Betriebe 1, 2 und 8, in denen Messungen in den Perioden 3 bis 5 durchgeführt werden konnten.

Da mit den Aufzeichnungen lediglich das Verteilungsprofil im Stall erfasst werden sollte, wurden keine Vergleiche mit den im nachfolgenden Kapitel dargestellten kontinuierlichen Aufzeichnungen gemacht.

3.2.4 Täglich erhobene Daten

Nach Einweisung zeichneten die Landwirte über den gesamten Untersuchungszeitraum täglich Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit zur Morgen- und Abendmelkzeit auf. Zusätzlich wurden einmal täglich zur Morgenmelkzeit die minimale und maximale Temperatur im Stall notiert (Tab. 31). Für die Messungen wurden handelsübliche Hygrometer und Minimum-Maximum-Thermometer in den Ställen angebracht. Die gemessenen Daten wurden in vorbereitete Tabellen eingetragen.

Tab. 31: Täglich erhobene Daten zur Haltungsumwelt

Parameter	Einheit / Schlüsselzahl	Parameter	Einheit / Schlüsselzahl
Stallklimadaten, die kontinuierlich gemessen wurden			
Temperatur zur Morgenmelkzeit	[°C]	Temperatur zur Abendmelkzeit	[°C]
relative Luftfeuchtigkeit zur Morgenmelkzeit	[%]	relative Luftfeuchtigkeit zur Abendmelkzeit	[%]
minimale tägliche Temperatur	[°C]	maximale tägliche Temperatur	[°C]

3.3 Auswahl der Daten und Methoden der Datenauswertung

In diesem Kapitel werden Ausführungen zur Datenaufbereitung und zur Datenanalyse gemacht. Zusätzlich werden Auswertungen dargestellt, die aufzeigen, dass die Datenerfassungen ausreichend zuverlässige und somit verwertbare Daten lieferten.

3.3.1 Datenaufbereitung

Die Daten wurden mit dem Tabellenkalkulationsprogramm „Quattro Pro“ der Firma Borland International Inc. erfasst und in einer Auswertungstabelle zusammengestellt.

3.3.1.1 Zuordnung der erhobenen Daten zum Reproduktionsstadium des Einzeltieres

Grundlage für die weiteren Auswertungen war die Zuordnung der erhobenen Daten zum jeweiligen Reproduktionsstadium des Einzeltieres (s. FISCHER, 1996 /51/). Dazu wurde zunächst der Reproduktionszyklus einer Kuh in 10 Klassen eingeteilt (Tab. 32).

Tab. 32: Einteilung von Phasen des Reproduktionszyklus' in Klassen

Klasse	Datenerhebung im Zeitraum
1	Tag 1 bis 40 p. p.
2	Tag 41 bis 80 p. p. bei nicht bestehender Gravidität
3	Tag 81 bis 120 p. p. bei nicht bestehender Gravidität
4	ab Tag 121 Tage p. p. bei nicht bestehender Gravidität
5 *	Tag 1 bis 90 nach Beginn der Gravidität
6 *	Tag 91 bis 180 nach Beginn der Gravidität
7 *	ab Tag 181 nach Beginn der Gravidität
8 **	Tag 1 bis 90 einer bestehenden Gravidität
9 **	Tag 91 bis 180 einer bestehenden Gravidität
10 **	ab Tag 181 einer bestehenden Gravidität
*) Die Klassen 5, 6 und 7 schließen sich an die Klassen 1, 2, 3 oder 4 an, nach Eintritt einer Gravidität.	
**) Die Klassen 8, 9 und 10 wurden vergeben, wenn die Tiere bei der ersten Untersuchung gravid waren.	

Die Klasseneinteilung erfolgte nach Zeiträumen im Abstand zu der für die Untersuchung relevanten Kalbung. Die erhobenen Daten wurden in Abhängigkeit vom Erhebungszeitpunkt, bezogen auf das Reproduktionsstadium des Einzeltieres, den Klassen zugeordnet. Dabei lag die These zugrunde, dass nur die zeitgleiche Erfassung einer Vielzahl unterschiedlicher Parameter erkennen lässt, welche Bedeutung dem jeweiligen Parameter hinsichtlich seiner Einflussnahme auf die Zielvariablen zukommt (FAILING et al., 1998 /48/).

Einmalig erhobene Daten wurden allen Klassen gleichermaßen zugeordnet. Die weiteren Daten wurden der entsprechenden Klasse, in der sich das Tier zum Zeitpunkt der Erhebung befand, zugeordnet. Bei täglich erhobenen Daten wurde ein Klassenmittelwert gebildet und dieser der Klasse zugeordnet.

3.3.1.2 Berechnungsgrundlagen für die tierindividuellen Anforderungen an Länge und Breite des Stand-/Liegeplatzes

Die Berechnungen der tierindividuellen Anforderungen an die Länge bzw. Breite des Stand-/Liegeplatzes (Liegelänge bzw. Liegebreite) wurden auf Grundlage der Formeln von BOCKISCH (1990 /11/) durchgeführt (Tab. 33).

Tab. 33: Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung der tierindividuell erforderlichen Länge und Breite des Stand-/Liegeplatzes (nach BOCKISCH, 1990 /11/)

$\text{Erforderliche Liegelänge [cm]} = 0,922 \times \text{schräge Rumpflänge [cm]} + 20 + 3$ $\text{Erforderliche Liegebreite [cm]} = \text{Schulterbreite [cm]} \times 2 + 5$

3.3.2 Auswahl der unabhängigen Variablen

Die Fruchtbarkeit von Milchkühen wird mehrfaktoriell beeinflusst (s. Kap. 2.5, S. 36). Daher war es das Ziel der dieser Studie zugrunde liegenden Datenerhebung, möglichst viele potentielle Einflussfaktoren zu erfassen. Die erfassten unabhängigen Variablen wurden in zwei Gruppen eingeteilt.

In einer ersten Gruppe wurden die Variablen, die den Versorgungs- und Gesundheitszustand der Tiere beschreiben, zusammengefasst. Diese Daten wurden in einer ersten Analyse bewertet und in der Arbeit von FISCHER (1996 /51/) auf ihre Beeinflussung der Fruchtbarkeit beleuchtet.

In der zweiten Gruppe wurden die Variablen aus der Haltungsumwelt der Tiere zusammengefasst, deren Evaluierung erstmals in dieser Arbeit erfolgt.

Variablen aus beiden Gruppen wirken auf die Fruchtbarkeit, sie sind jedoch nicht unabhängig von einander (FAILING, 2004 /45/). Der Versorgungs- sowie der Gesundheitszustand der Tiere können durch die Haltungsumwelt beeinflusst sein. Die Haltungsumwelt wird jedoch nicht durch den Versorgungs- bzw. den Gesundheitszustand der Tiere beeinflusst. Aufgrund dieser Kausalitäten wird in der vorliegenden Arbeit ein gegenüber FISCHER (1996 /51/) weiterführender Ansatz gemacht, der zur Bewertung der Beeinflussung der Fruchtbarkeit alle erhobenen unabhängigen Variablen der Gruppen 1 und 2 in die Berechnungen einbezieht (Abb. 21).

Dieser Ansatz lässt erwarten, dass einmal die bisher nicht erfassten Zusammenhänge zwischen Fruchtbarkeit und Haltungsumwelt dargestellt werden, darüber hinaus gehend aber auch, dass aufgrund der bestehenden Kausalzusammenhänge zwischen den Variablen beider Gruppen die bei FISCHER (1996 /51/) beschriebene Zusammenhänge z. T. nicht wieder gefunden werden, und dass andere Rangfolgen entstehen.

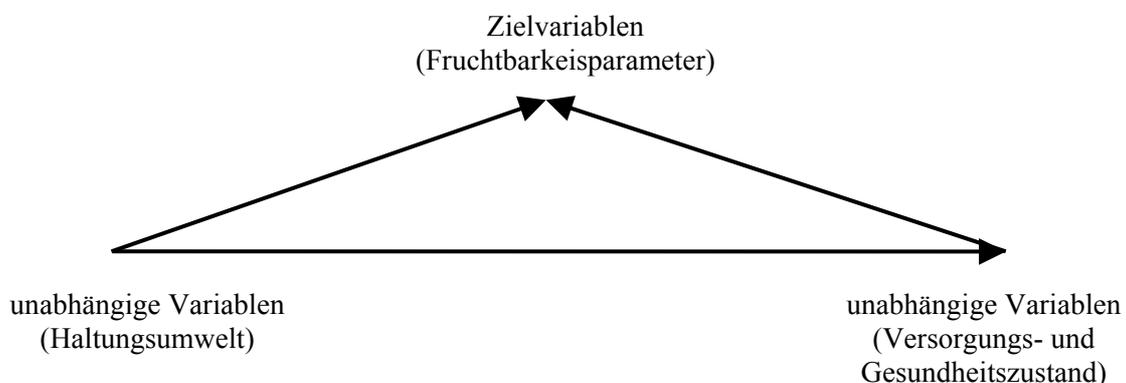


Abb. 21: Zusammenhänge zwischen Zielvariablen und unabhängigen Variablen

3.3.3 Auswahl der als Zielvariablen verwendeten Fruchtbarkeitsparameter

Fruchtbarkeitsstörungen führen in fast allen Fällen zu verlängerten Gützeiten (BERCHTHOLD, 1983 /6/). Aus diesem Grund wurden in der vorliegenden Arbeit von den in der Literatur beschriebenen Fruchtbarkeitsparametern die Gützeit und die darin eingeschlossenen Kriterien Rastzeit, Verzögerungszeit, Zwischenbesamungszeit und KB-Zahl als abhängige Variablen (Zielvariablen) ausgewählt. Da ferner abgeklärt werden sollte, inwiefern es durch Einflüsse der Haltungstechnik zu Erkrankungen der Reproduktionsorgane kommen kann, wurden zusätzlich gynäkologische Befunde als Zielvariablen in die Untersuchung aufgenommen (s. auch FISCHER, 1996 /51/). Die Zielvariablen im Einzelnen waren:

- Rastzeit
- Verzögerungszeit
- Gützeit
- Zwischenbesamungszeit
- KB-Zahl
- Auftreten von Ovarstörungen (Definition, s. FISCHER, 1996 /51/)
- Auftreten von Puerperalstörungen (Definition, s. FISCHER, 1996 /51/)

3.3.4 Datenanalyse

Zur Beschreibung der untersuchten Parameter wurden für die erhobenen und errechneten Daten der arithmetische Mittelwert (\bar{x}), die Standardabweichung (SD) bzw. der Variationskoeffizient (VK), das Datenminimum (x_{\min}), das Datenmaximum (x_{\max}) und die Spanne zwischen Datenminimum und Datenmaximum (Spanne) gebildet.

Für die Untersuchung der Beziehungen zwischen der Fruchtbarkeitsleistung der Kühe und ihrer Haltungsumwelt wurde ein mehrfaktorieller Ansatz gewählt, da viele potentielle Einflussfaktoren berücksichtigt wurden, die zudem einer gegenseitigen Beeinflussung unterliegen können. Aus diesem Grund kam in der vorliegenden Arbeit multiple Regressionsanalysen aus dem Statistikprogrammpaket BMDP/Dynamic, Release 7.0 (DIXON, 1993 /37/) zur Anwendung. Sie ermöglichten es, aus den in das Modell aufgenommenen Einflussvariablen diejenigen herauszufinden, die unter Berücksichtigung aller Einflussvariablen statistisch gesicherte Wechselbeziehungen zur Fruchtbarkeit besitzen. Die Auswertungen erfolgten getrennt nach Klasse für die Klassen 1 bis 4 und 10.

In Abhängigkeit vom Skalenniveau der Einfluss- und Zielvariablen wurden zwei verschiedene Regressionsansätze gewählt. Für die intervallskalierten bzw. ordinalen Zielvariablen „Rastzeit“, „Verzögerungszeit“, „Gützeit“, „Zwischenbesamungszeit“ und „KB-Zahl“ wurden multiple lineare Regressionen (BMDP2R) und für die qualitativen, dichotomen Zielvariablen „Auftreten von Puerperalstörungen“ und „Auftreten von Ovarstörungen“ multiple logistische Regressionen (BMDPLR) berechnet (FAILING et al., 1998 /48/).

In den Standardversionen der beiden Programme werden alle Variablen eliminiert, die mindestens einen fehlenden Wert aufweisen. Aufgrund der diskontinuierlichen Datenerhebung, mussten für die meisten Variablen jedoch fehlende Werte hingenommen werden. Um die Eliminierung der Variablen zu vermeiden, wurde ein Programmakro erstellt, das die Anwendung einer schrittweisen multiplen Regression ermöglichte, die zunächst mit zwei Variablen startete. Im ersten Schritt wurde jede im Modell zu prüfende, potentielle Einflussvariable (unabhängige Variable) unabhängig von den anderen Einflussvariablen auf ihre Wechselwirkung zu einem Fruchtbarkeitsparameter (abhängige Variable) beleuchtet. Im weiteren Verfahren wurde sukzessive die Variable mit der größten Bedeutung in das mathematische Modell zur Beschreibung der abhängigen Variable aufgenommen.

Als Maßzahl für die Bedeutung diente der F-Wert, der sich aus dem Quotienten der Varianz, die durch die betreffende Variable erklärt wird, und der Restvarianz, die vom Modell nicht erklärt wird, ergibt. Anhand von Tabellenwerten aus der F-Verteilung (SACHS, 1992 /133/) wurde der Signifikanzgrad für die jeweilige Variable bestimmt. Bedingung für die Hereinnahme in das mathematische Modell war, dass der Einfluss der Variable die Signifikanzgrenze von $p = 0,05$ nicht überschreitet bzw. den Grenzwert für die Bedeutung der Variable (F-Wert = 4) nicht unterschreitet.

Mit diesen Modellen war es möglich, die maximale Information durch Berücksichtigung aller vorhandenen Beobachtungen auszunutzen.

Zusätzlich wurde bei der logistischen Regression die Chance ermittelt, mit der sich ein positiver Befund für die Zielvariable verändert, wenn die Einflussvariable um eine Einheit zunimmt. Dieses als „Odds-Ratio“ bezeichnete Chancenverhältnis erlaubt es, Einflussvariablen von besonderer Bedeutung herauszufinden (FAILING et al., 1998 /47/). Es gibt an, wie sich das Risiko für das Eintreten eines Falles für die Zielvariable („Auftreten von Puerperalstörungen“, „Auftreten von Ovarstörungen“) verändert, wenn bei der unabhängigen dichotomen Variable der „Ja-Fall“ eintritt bzw. die intervallskalierte oder ordinale unabhängige Variable um eine Einheit ansteigt. Das „Odds-Ratio“ ist eine mathematische Größe, die biologische Grenzen überschreiten kann, so dass eine biologische Stimmigkeit der Ergebnisse nicht immer gegeben sein muss.

Im Rahmen einer explorativen Datenanalyse ist es möglich, die F-Werte für jede Variable unter Berücksichtigung der Vorzeichen über alle Klassen hinweg zu addieren. Dabei wird unterstellt, dass die Einflussvariable über alle Klassen hinweg in die gleiche Richtung wirkt. Durch die Addition der F-Werte können die Einflussvariablen ihrer Bedeutung nach rangiert werden. Die Vorzeichen der aus der Addition resultierenden Regressionskoeffizienten geben an, ob die Einflussvariable reduzierend (–) oder steigernd (+) auf die Zielvariable einwirkt.

Bei der Benennung der Signifikanzen wurden folgende Bezeichnungen verwendet:

$p \leq 0,001$: hoch signifikant

$p \leq 0,01$: signifikant

$p \leq 0,05$: schwach signifikant

$p > 0,05$: nicht signifikant

3.3.5 Absicherung der Handaufzeichnungen von Klimadaten

Die von den Landwirten durchgeführten kontinuierlichen Aufzeichnungen der Temperaturen und relativen Luftfeuchtigkeiten während der Morgen- und Abendmelkzeiten sowie der minimalen und maximalen Temperaturen wurden durch phasenweise Parallelaufzeichnungen mittels Thermo-Hygrographen überprüft. Als problematisch erwies sich dabei die Vergleichbarkeit der Aufzeichnungen, da die Thermo-Hygrographen teilweise infolge fehlender Möglichkeiten an Messstandorten angebracht werden mussten, die räumlich deutlich von denen der kontinuierlich genutzten Messgeräte abwichen. Dennoch zeigen die aus diesen Parallelaufzeichnungen ermittelten Korrelationen, dass die Methode der Aufzeichnungen durch die Landwirte eine gute Datenbasis für weitere Auswertungen lieferte (Tab. 34). Dies belegen insbesondere die Aufzeichnungen der Betriebe, in denen beide Messeinrichtungen räumlich nah zueinander platziert werden konnten.

Die Thermo-Hygrographen wurden vor Beginn jeder Aufzeichnungsphase nach den Vorgaben des Herstellers justiert.

Tab. 34: Korrelationen der parallelen Klimaaufzeichnungen mittels Thermo-Hygrographen und Handaufzeichnungen durch die Landwirte

Betrieb	Temperatur zur Morgenmelkzeit [° C]	Temperatur zur Abendmelkzeit [° C]	minimale tägliche Temperatur [° C]	maximale tägliche Temperatur [° C]	rel. Luftfeuchtigkeit zur Morgenmelkzeit [%]	rel. Luftfeuchtigkeit zur Abendmelkzeit [%]
1	0,81	0,73	0,59	0,72	0,83	0,92
2 *	0,76	0,82	0,79	0,69	0,85	0,67
3 *	0,79	0,81	0,80	0,59	0,90	0,52
4	0,94	0,72	0,77	0,75	0,91	0,89
5 *	Keine Aufzeichnungen		0,87	0,79	0,71	0,69
6	0,91	0,78	0,84	0,76	0,89	0,95
7	Keine Aufzeichnungen					
8 *	0,91	0,80	0,57	0,60	0,85	0,91
9	0,93	0,92	0,92	0,83	0,75	0,83
10	0,99	0,99	0,96	0,95	0,82	0,82
11 *	0,52	0,82	0,35	0,52	0,68	0,74
12	0,87	0,94	0,88	0,95	0,75	0,77
13	0,93	0,94	0,74	0,90	0,93	0,98
14 *	0,55	0,59	0,63	0,49	0,91	0,64
15	0,94	0,96	0,82	0,96	0,82	0,99
Alle	0,96	0,95	0,84	0,85	0,79	0,78
*) = Standort des Thermo-Hygrographen wich deutlich von dem der kontinuierlich genutzten Messgeräte ab						

3.3.6 Überprüfung von Bereichen innerhalb eines Stalles auf Unterschiede in den klimatischen Verhältnissen

Zur Klärung der Frage, ob die sich aus den Messungen der Klimawerte ergebenden Unterschiede innerhalb eines Stalles statistisch gesichert sind, wurden die aus der Erhebung zur Verfügung stehenden Stallklimadaten (Tab. A1 bis A3, S. 210 bis 213) mittels einfaktorieller Varianzanalyse mit Messwertwiederholungen (BMDP2V) aus dem Statistikprogrammpaket BMDP/Dynamic, Release 7.0 (DIXON, 1993 /37/) für den Faktor Stallbereich geprüft.

Aufgrund fehlender Daten konnten je nach Stallklimafaktor verschiedene Betriebe nicht in die Analyse einfließen. Dennoch konnten aussagefähige Ergebnisse ermittelt werden (Tab. 35). Es zeigte sich, dass keine statistisch gesicherten Unterschiede der klimatischen Verhältnisse zwischen den Bereichen innerhalb eines Stalles vorlagen. Demnach konnten in der vorliegenden Untersuchung für alle Tierplätze innerhalb eines Stalles vergleichbare klimatische Bedingungen unterstellt werden.

Tab. 35: Einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwertwiederholungen der Stallklimafaktoren „relative Luftfeuchtigkeit“, „Temperatur“ und „NH₃-Gehalt“ für den Parameter „Stallbereich“

Betrieb	Stallklimafaktoren					
	NH ₃ -Gehalt der Luft [ppm]		Temperatur [°C]		Relative Luftfeuchtigkeit [%]	
	Anzahl Stallbereiche	p-Wert	Anzahl Stallbereiche	p-Wert	Anzahl Stallbereiche	p-Wert
1	4	0,49	4	0,55	4	0,79
2	5	0,50	5	0,50	5	0,66
3	3	0,07	3	0,12	3	0,35
4	4	0,99	4	0,92	4	0,32
5	3	0,24	3	0,50	3	0,07
6	-	-	4	0,50	4	0,58
7	-	-	-	-	-	-
8	4	0,54	4	0,48	4	0,20
9	-	-	7	0,99	7	0,26
10	4	0,06	4	0,91	4	0,48
11	-	-	-	-	-	-
12	-	-	4	0,11	-	-
13	-	-	6	0,89	6	0,21
14	-	-	4	0,73	4	0,30
15	-	-	6	0,57	-	-

3.3.7 Darstellung der Abweichungen von der erforderlichen Länge und Breite des Stand-/Liegeplatzes

Abweichungen von der erforderlichen Länge und Breite des Standliegeplatzes werden als positive oder negative Differenzwerte dargestellt. Die Abweichung von der erforderlichen Liegellänge wird als „Liegelängendifferenz“ (LLD) und die Abweichung von der erforderlichen Liegebreite als „Liegebreitendifferenz“ (LBD) bezeichnet. Für diese beiden Kriterien wurden in den untersuchten Herden sowohl positive als auch negative Abweichungen erwartet.

Da für beide Abweichungsrichtungen negative Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit (BOCKISCH, 1990 /11/; KUTSCHER, 1997 /94/ u. a.) und auf den Verbleib in der Herde (BOCKISCH und KUTSCHER, 1987 /14/) beschrieben wurden, muss eine getrennte Beobachtung von negativen und positiven Abweichungen im Hinblick auf die Beeinflussung der Zielvariablen durchgeführt werden. Um zu vermeiden, dass positive und negative Abweichungen, wenn sie innerhalb einer Klasse auftreten, in den linearen Regressionsmodellen hinsichtlich ihrer Effekte auf die Fruchtbarkeit keine klare Aussage zulassen, wurden die Variablen „Liegelängendifferenz“ und „Liegebreitendifferenz“ in den Berechnungsmodellen in je zwei Variablen aufgeteilt. Die Variable „Liegelängendifferenz“ wurde in die Variablen „positive Liegelängendifferenz“ und „negative Liegelängendifferenz“ aufgeteilt und die Variable „Liegebreitendifferenz“ entsprechend in die Variablen „positive Liegebreitendifferenz“ und „negative Liegebreitendifferenz“.

4 Ergebnisdarstellung

In diesem Kapitel wird zunächst die Ist-Situation der untersuchten Betriebe dargestellt. Im Weiteren wird die Einflussnahme der erfassten Parameter auf die Fruchtbarkeitsleistung der Kühe, die mittels mehrfaktorieller Regressionsanalysen geprüft und quantifiziert wurde, beschrieben.

4.1 Zustandsbeschreibung der untersuchten Betriebe

Aus den 15, in die Untersuchung einbezogenen Betrieben, konnten Daten von insgesamt 495 Tieren zur Klärung der Fragestellung verwendet werden (s. Tab. 37, S. 74). Daraus resultiert eine durchschnittliche Anzahl von 33 untersuchten Tieren je Betrieb. Aufgrund fehlender Daten konnten in einzelne Auswertungen nicht alle Tiere einfließen.

4.1.1 Beschreibung der Fruchtbarkeit der untersuchten Tiere

Die Durchschnittszahlen und Variationskoeffizienten der als abhängige Variablen verwendeten Kennzahlen der Fruchtbarkeit (Tab. 36) zeigen, dass die Fruchtbarkeitslage in den untersuchten Betrieben im Vergleich mit den im Kapitel 2.1, S. 16 ff. genannten Sollwerten nicht zufriedenstellend ist. Dass eine Verbesserung dieser Situation möglich ist, lassen die großen Variationskoeffizienten, die für die einzelnen Kennzahlen ermittelt wurden, erwarten.

Die durchschnittliche Rastzeit von 433 Tieren betrug 81,6 Tage (22 bis 266 Tage). Davon wurden 328 Tiere (75,75 %) im Laufe des Beobachtungszeitraums tragend. Die durchschnittliche Verzögerungszeit für diese Tiere betrug 67,2 Tage (0 bis 377 Tage) und die durchschnittliche Güstzeit 147,2 Tage (37 bis 418 Tage). Für eine Trächtigkeit wurden durchschnittlich 2,57 Besamungen (1 bis 11 Besamungen) benötigt. 208 Tiere benötigten mehr als eine Besamung für die Konzeption. Die durchschnittliche Zwischenbesamungszeit für diese Tiere betrug 47,6 Tage (14 bis 172 Tage).

Tab. 36: Fruchtbarkeitskennzahlen der untersuchten Tiere

Parameter	\bar{x}	VK	x_{\min}	x_{\max}	Spanne	Anzahl
Rastzeit	81,6 Tage	45,58 %	22 Tage	266 Tage	244 Tage	433
Verzögerungszeit	67,2 Tage	108,65 %	0 Tage	377 Tage	377 Tage	328
Güstzeit	147,2 Tage	53,03 %	37 Tage	418 Tage	381 Tage	328
Besamungsindex/KB-Zahl	2,57	63,48 %	1	11	10	328
Zwischenbesamungszeit	47,6 Tage	55,57 %	14 Tage	172 Tage	158 Tage	208

Die Auswertung nach Betrieben zeigt, dass neben der Varianz, bezogen auf die Einzeltiere, auch zwischen den Betrieben deutliche Unterschiede bestanden (Abb. 22). Die durchschnittliche Rastzeit variierte von 57,4 Tage (Betrieb 13) bis 128,1 Tage (Betrieb 7). Die durchschnittliche Verzögerungszeit lag bei 22,6 Tage (Betrieb 10) bis 114,7 Tage (Betrieb 1). Die sich aus der Addition von Rast- und Verzögerungszeit ergebende Güstzeit wies mit Mittelwerten je Betrieb von 96 Tage (Betrieb 10) bis 198,5 Tage (Betrieb 1) ebenfalls deutliche Unterschiede zwischen den Betrieben auf. Zudem war die Varianz innerhalb der Betriebe erheblich (Abb. 23). Die betriebsbezogene durchschnittliche Zwischenbesamungszeit erstreckte sich von 31,08 Tage (Betrieb 13) bis 64,82 Tage (Betrieb 2). Die durchschnittliche Anzahl der Besamungen je Konzeption (Besamungsindex / KB-Zahl) betrug 1,74 (Betriebe 3 u. 11) bis 3,93 (Betrieb 8) (Abb. 24).

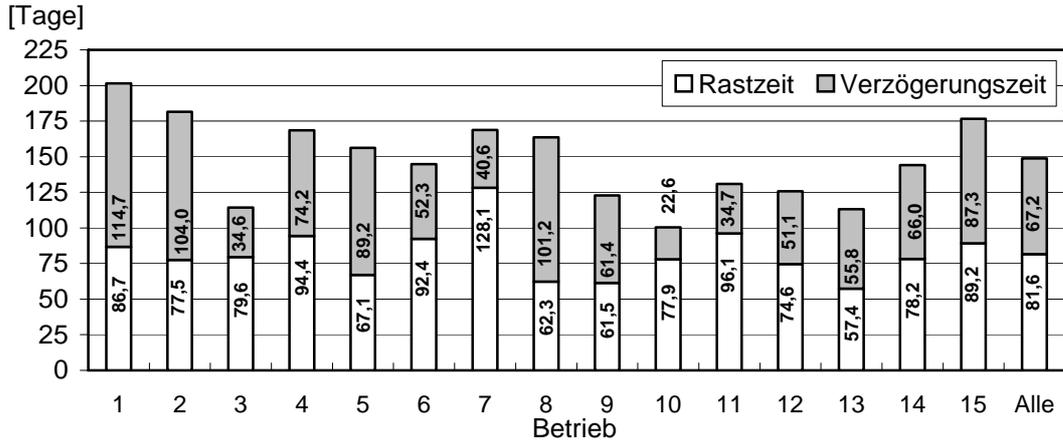


Abb. 22: Betriebs- und einzeltierbezogene durchschnittliche Rast- und Verzögerungszeiten

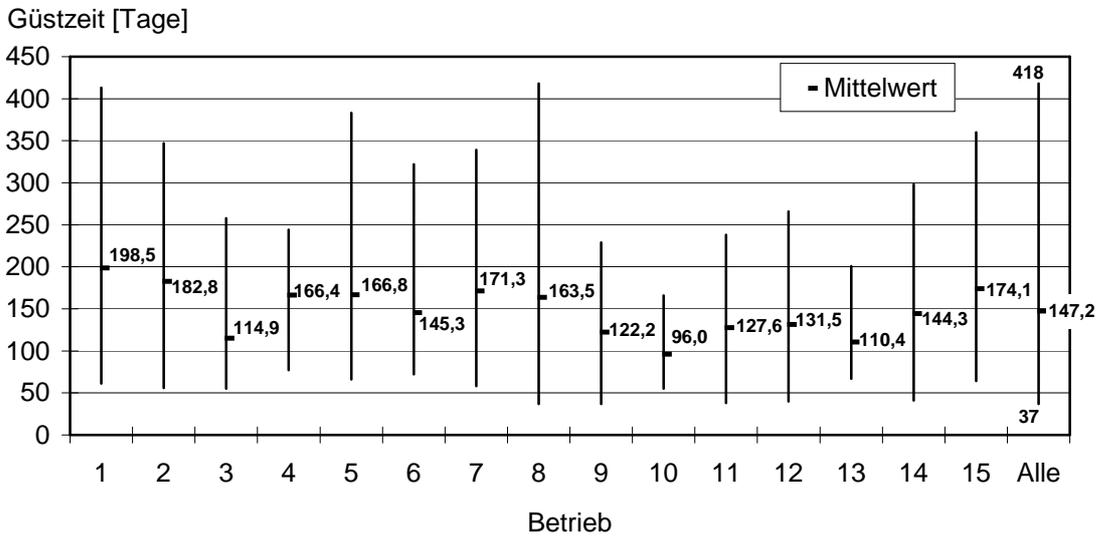


Abb. 23: Betriebs- und einzeltierbezogene durchschnittliche Güstzeiten und deren Spannen

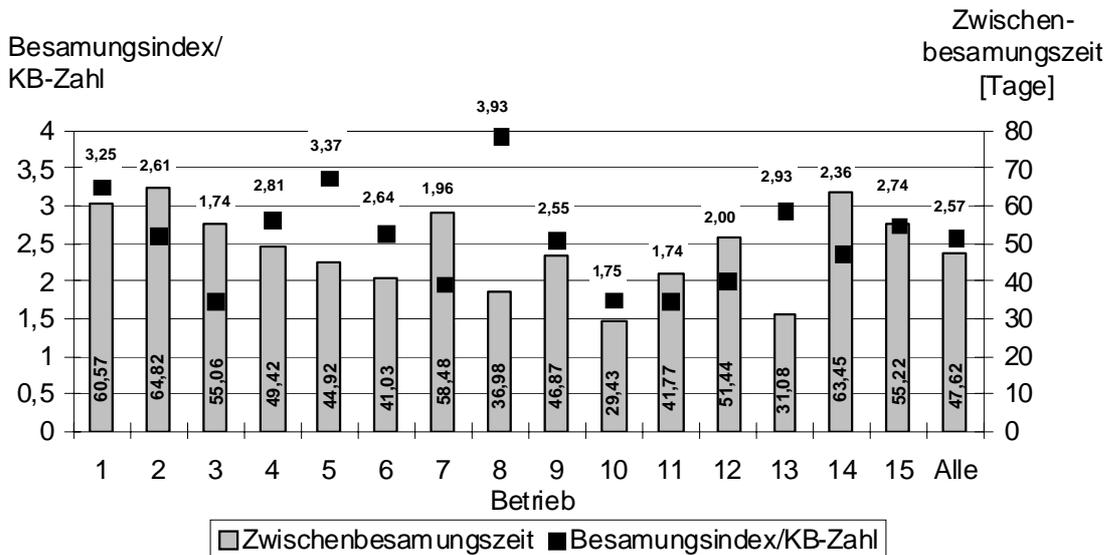


Abb. 24: Betriebs- und einzeltierbezogene Besamungsintervalle und Besamungsindizes

4.1.2 Beschreibung der untersuchten Tiere

4.1.2.1 Rassenverteilung

Die untersuchten Tiere verteilten sich auf die Rassen Deutsche Schwarzbunte (353 Tiere = 71,3 %) und Deutsche Rotbunte (142 Tiere = 28,7 %). Tiere der Rasse Deutsche Rotbunte waren in nennenswertem Umfang nur in den Betrieben 10, 11 und 15 vorhanden (Tab. 37).

Tab. 37: Rassenverteilung der untersuchten Tiere

Betrieb		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Σ	%
Unter- suchte	Sbt.	22	23	20	23	24	17	25	44	40	-	18	24	32	28	13	353	71,3
	Rbt.	4	-	-	-	-	-	5	-	-	36	40	-	-	-	57	142	28,7
Kühe	gesamt	26	23	20	23	24	17	30	44	40	36	58	24	32	28	70	495	100

4.1.2.2 Altersstruktur

Das durchschnittliche Alter der Tiere zum Zeitpunkt der Kalbung, die den Untersuchungen als Bezugspunkt diente, betrug 4,08 Jahre (1,96 bis 10,63 Jahre) (Tab. 38), obwohl in 11 von 15 Betrieben das Durchschnittsalter unter 4 Jahren lag. Grund hierfür war das hohe Durchschnittsalter der Tiere in den Betrieben 3, 12, 14 und 15. Die deutlichen Unterschiede zwischen den Betrieben lassen einen betrieblichen Einfluss vermuten.

Tab. 38: Alter der untersuchten Tiere bei der untersuchungsrelevanten Kalbung

Betrieb	\bar{x} [Jahre]	SD [Jahre]	x_{\min} [Jahre]	x_{\max} [Jahre]	Spanne [Jahre]	Anzahl
1	3,90	1,32	1,99	6,95	4,96	26
2	3,62	1,14	2,06	6,52	4,46	23
3	4,82	2,18	2,33	8,86	6,53	20
4	3,94	1,51	2,25	7,04	4,79	23
5	3,83	1,69	2,02	7,32	5,30	24
6	3,91	1,47	2,23	6,66	4,43	17
7	3,95	1,66	2,15	10,13	7,98	30
8	3,64	1,44	1,96	7,42	5,46	43
9	3,87	1,54	2,02	8,50	6,48	40
10	3,82	1,72	2,26	10,63	8,37	36
11	3,80	1,38	2,24	7,83	5,59	58
12	4,74	2,34	2,48	10,08	7,60	23
13	3,93	1,40	2,09	6,82	4,73	32
14	4,33	1,66	2,25	8,29	6,04	28
15	4,75	1,69	2,39	10,37	7,98	70
Alle	4,08	1,64	1,96	10,63	8,67	493

Das durchschnittliche Erstkalbealter der untersuchten Tiere betrug 29,7 Monate (Tab. 39) mit einer Variationsbreite von 15 Monate (x_{\min}) bis 50 Monate (x_{\max}).

Tab. 39: Durchschnittliches Erstkalbealter der untersuchten Tiere

Betrieb	\bar{x} [Monate]	SD [Monate]	x_{\min} [Monate]	x_{\max} [Monate]	Spanne [Monate]	Anzahl
1	27,7	2,96	24	36	12	26
2	29,1	3,00	25	36	11	23
3	29,0	2,41	21	33	12	20
4	28,0	1,93	25	34	9	22
5	25,7	2,58	22	34	12	24
6	28,5	1,77	27	32	5	17
7	29,4	2,70	21	36	15	24
8	28,2	3,71	20	38	18	43
9	27,4	2,74	23	34	11	40
10	29,5	2,37	24	34	10	36
11	31,4	3,67	24	50	26	44
12	32,0	3,34	26	37	11	24
13	27,5	2,97	15	32	17	32
14	28,8	3,59	24	44	20	28
15	35,0	5,03	27	50	23	69
Alle	29,7	4,25	15	50	35	471

4.1.2.3 Daten aus der Milchleistungsprüfung

Die Daten aus der Milchleistungsprüfung zeigen, dass zwischen den untersuchten Tieren deutliche Leistungsunterschiede im Hinblick auf Milchmenge sowie Milchfett- und Milcheiweißgehalt bestanden. Die Durchschnittsleistungen für die beobachteten Laktationen lagen bei 21,9 kg Tagesgemelkmenge, 4,15 % Milchfettgehalt und 3,31 % Milcheiweißgehalt (Tab. 40). Die durchschnittlichen Einsatzleistungen (erstes Probemelken p. p.) der untersuchten Tiere lagen bei 27,2 kg Tagesmilchmenge, 4,36 % Milchfettgehalt und 3,22 % Milcheiweißgehalt (Tab. 41).

Da sich in durchschnittlichen Laktationsleistungen Persistenzen von Laktationskurven nicht widerspiegeln, können gleiche Durchschnittsleistungen aus stark unterschiedlich verlaufenden Laktationskurven resultieren. Insbesondere steile Laktationskurven mit hohen Einsatzleistungen bedingen jedoch häufig Defizite in der Versorgung der Tiere und negative Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit, die bei flachen Kurven vermieden werden können. Aufgrund der häufig beschriebenen Konkurrenz zwischen hoher Milchleistung in den ersten Tagen der Laktation bis Ende des ersten Laktationsdrittels und ungestörter Fruchtbarkeit wurden in der vorliegenden Untersuchung ausschließlich die Einsatzleistungen berücksichtigt.

Im Vergleich der Betriebe werden Unterschiede in der Einsatzleistung deutlich. Die durchschnittlichen betriebsbezogenen Leistungen lagen zwischen 23,1 kg (Betrieb 7) und 32,4 kg (Betrieb 9) Tagesgemelkmenge, 3,73 % (Betrieb 15) und 4,70 % (Betrieb 6) Milchfettgehalt sowie 2,93 % (Betrieb 3) und 3,36 % (Betrieb 5) Milcheiweißgehalt (Abb. 25 u. 26).

Tab. 40: Durchschnittsleistungen der untersuchten Laktationen

Parameter	\bar{x}	VK	x_{\min}	x_{\max}	Spanne	Anzahl
Tagesgemelkmenge	21,9 kg	20,96 %	11,9 kg	40,5 kg	28,6 kg	479
Milcheiweißgehalt	3,31 %	7,25 %	2,63 %	4,58 %	1,95 %-Pkt.	479
Milchfettgehalt	4,15 %	12,77 %	2,04 %	5,69 %	3,65 %-Pkt.	479

Tab. 41: Einsatzleistungen der untersuchten Laktationen

Parameter	\bar{x}	VK	x_{\min}	x_{\max}	Spanne	Anzahl
Tagesgemelkmenge	27,2 kg	23,01 %	11,0 kg	50,2 kg	39,2 kg	483
Milcheiweißgehalt	3,22 %	11,80 %	2,36 %	4,98 %	2,62 %-Pkt.	483
Milchfettgehalt	4,36 %	17,89 %	1,91 %	7,51 %	5,60 %-Pkt.	483

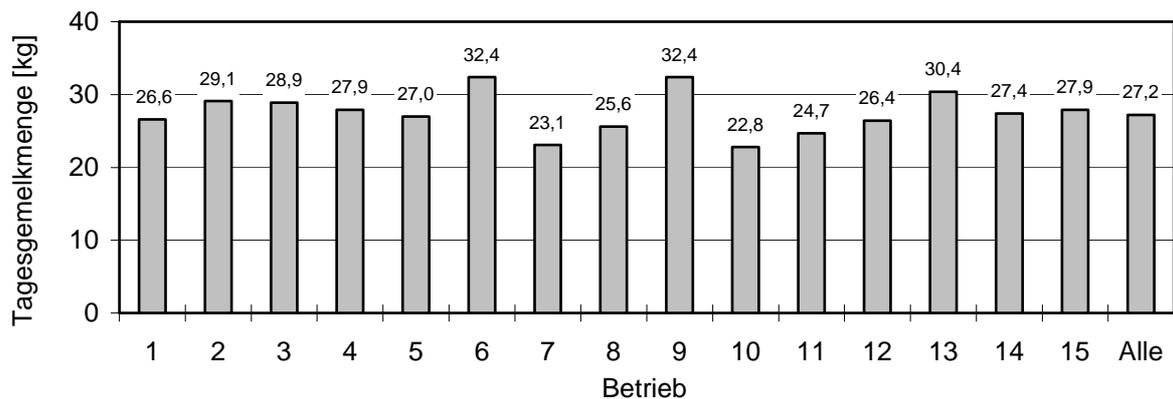


Abb. 25: Durchschnittliche einzeltierbezogene Einsatzleistung der Tagesgemelkmenge

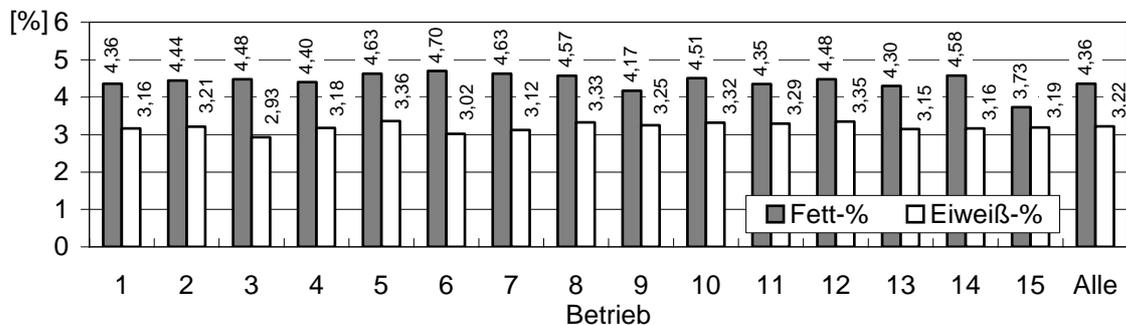


Abb. 26: Durchschnittliche einzeltierbezogene Einsatzleistung des Milchfett- und Milcheiweißgehalts

4.1.2.4 Tierkörpermaße

Für die erfassten Tierkörpermaße wurden deutlich voneinander abweichende Variationskoeffizienten ermittelt. Den höchsten Variationskoeffizient hatte das Merkmal Brustbreite (VK = 9,01 %). Die niedrigsten Variationskoeffizienten wiesen die Merkmale Widerrist- und Kreuzbeinhöhe mit VK = 2,91 % und VK = 2,99 % auf (Tab. 42).

Tab. 42: Erfasste Körpermaße der untersuchten Tiere

Parameter	\bar{x} [cm]	VK [%]	x_{\min} [cm]	x_{\max} [cm]	Spanne [cm]	Anzahl
Brustumfang	202,17	4,55	177	233	56	480
schräge Rumpflänge	164,81	4,02	148	185	37	480
Widerristhöhe	136,47	2,91	125	152	27	480
Kreuzbeinhöhe	139,06	2,99	127	151	24	480
Brustbreite	54,80	9,01	42	72	30	479
Beckenbreite	58,53	6,95	42	70	28	480
Beckenlänge	53,26	4,45	45	61	16	480

Im Hinblick auf die bautechnischen Ausführungen einer Stand-/Liegefläche ist die Varianz einzelner Tierkörpermaße innerhalb der Tiergruppe, die einen Stall belegt, von besonderer Bedeutung, da der Platzbedarf für die Liegefläche (Länge und Breite) in enger Beziehung zu Körpermaßen steht. Aus diesem Grund muss auf die deutlichen Unterschiede der Tierkörpermaße innerhalb der Herden hingewiesen werden (Tab. A4 bis A10, S. 214 bis 217). Für alle Körpermaße wurden innerhalb einzelner Herden größere Varianzen gefunden als über alle Herden.

4.1.3 Beschreibung der Haltungsumwelt

In diesem Kapitel werden zunächst die Kriterien aus der Haltungsumwelt dargestellt, die sich aus der baulichen Gestaltung der Stallhülle ergeben und über den gesamten Untersuchungszeitraum konstant auf die jeweils in den Ställen befindlichen Tiere einwirkten. Im Weiteren werden die klimatischen Verhältnisse in den Ställen beschrieben. Im dritten Teil des Kapitels erfolgt die Beschreibung der haltungstechnischen Kriterien der Stand-/Liegeplatzgestaltung. Ergänzend dazu werden die Längen- und Breitenmaße der Kurzstände in Bezug zu Tierkörpermaßen gebracht und ein Soll-Ist-Vergleich der geforderten Liegelängen und Liegebreiten durchgeführt. Abschließend werden die Kriterien der Haltungsumwelt, die im Laufe des Untersuchungszeitraums Veränderungen unterlagen (Klima, Kurzstand infolge Standortwechsel) in Bezug zu den verschiedenen Reproduktionsstadien des Einzeltiers (Klassen) gesetzt.

4.1.3.1 Bauliche Gestaltung der Stallhülle

Das aus den Maßen (Länge, Breite, Höhe) der Stallhülle resultierende Stallvolumen, die lichtdurchlässigen Flächen in der Stallhülle und die daraus resultierenden Lichtverhältnisse sowie die bauliche Gestaltung und die Installation von Einrichtungen zur Klimaregelung bilden die Rahmenbedingungen für die Stallhaltung von Milchkühen.

4.1.3.1.1 Stallvolumen

Der durchschnittliche im Stall verfügbare umbaute Raum je Tier betrug $19,4 \text{ m}^3/\text{GV}$ (Abb. 27). Der geringste Luftraum stand mit $11,44 \text{ m}^3/\text{GV}$ den Tieren in Betrieb 9, und der größte Luftraum mit $25,55 \text{ m}^3/\text{GV}$ den Tieren in Betrieb 3 zur Verfügung.

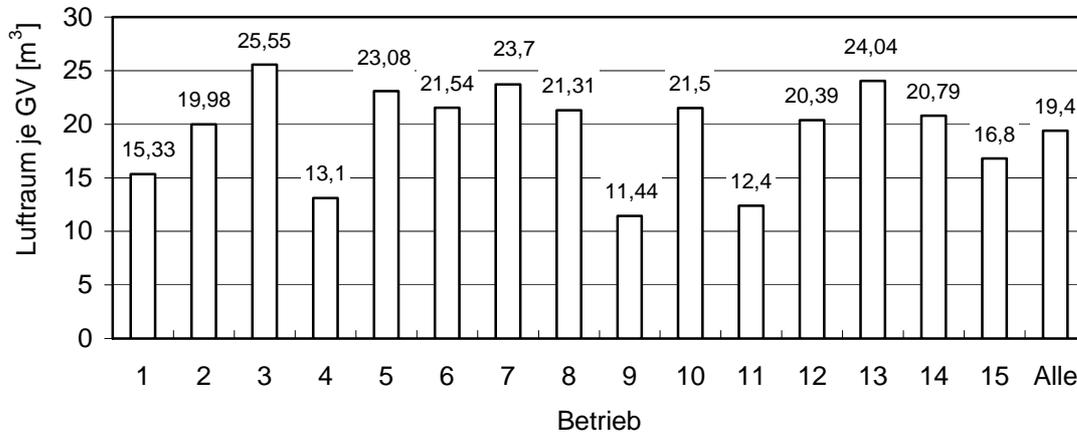


Abb. 27: Durchschnittlicher Luftraum je GV nach Betrieben

4.1.3.1.2 Lichtdurchlässige Flächen und Lichtverhältnisse

Die Lichtverhältnisse im Stall sind vom Einfall natürlichen Lichts und künstlichen Lichtquellen abhängig. Der natürliche Lichteinfall wird vom Anteil lichtdurchlässiger Flächen an der Stallhülle bestimmt. Als objektive Maßzahl beschreibt die vorhandene Grundfläche des Stalls je Flächeneinheit (m^2) lichtdurchlässiger Fläche in der Stallhülle die Lichtverhältnisse im Stall. Für die Lichtverhältnisse in Tiernähe ist jedoch die Zuordnung der Lichtquellen zum Standort der Tiere von Bedeutung. Dieser Sachverhalt ist Grund dafür, dass die Beurteilung der Lichtverhältnisse im Stall mittels Quotienten aus der lichtdurchlässigen Fläche und Stallgrundfläche einerseits, und die subjektive Beurteilung der Helligkeit in Tiernähe andererseits teilweise voneinander abweichen (Abb. 28).

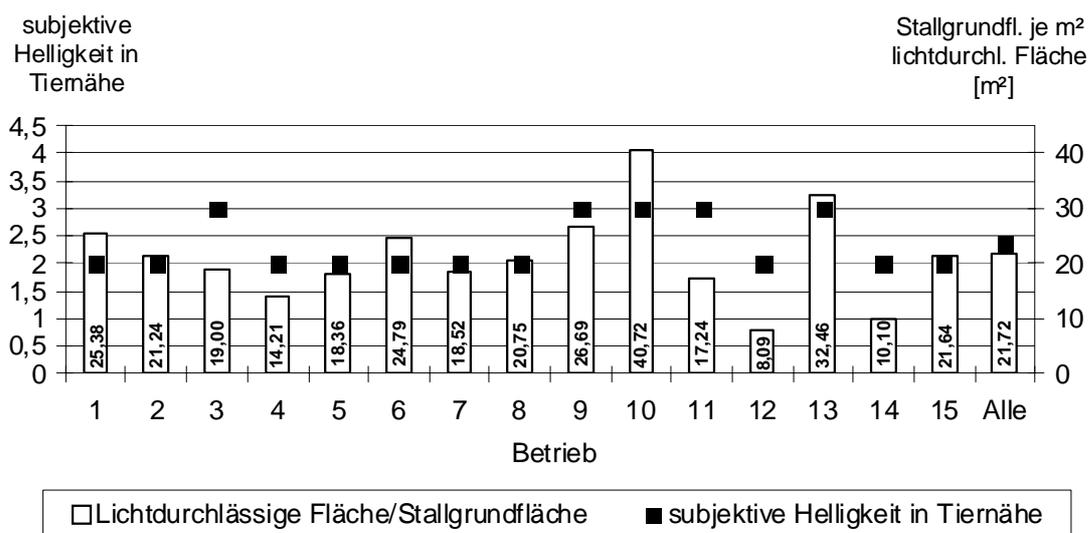


Abb. 28: Stallgrundfläche je m^2 lichtdurchlässiger Fläche in der Stallhülle und subjektive Beurteilung der Lichtverhältnisse in Tiernähe (1 = sehr hell, 2 = hell, 3 = mäßig hell, 4 = dunkel)

4.1.3.1.3 Raumluftechnisches System

In den untersuchten Betrieben waren sowohl passive als auch aktive raumluftechnische Systeme vorhanden mit insgesamt vier verschiedenen Systemvarianten (Tab. 43). Ein passives System nutzten sieben Betriebe, weitere sieben Betriebe nutzten ein aktives System und ein Betrieb eine Kombination aus beiden Systemvarianten.

Tab. 43: Raumluftechnische Systeme in den untersuchten Betrieben

Betrieb	Lüftungssystem	Betrieb	Lüftungssystem
1	Fenster und Türen / Trauf-First-Lüftung	9	Ventilatoren (Unterdruck)
2	Fenster und Türen	10	Schachtlüftung
3	Ventilatoren (Unterdruck)	11	Schachtlüftung
4	Ventilatoren (Unterdruck)	12	Ventilatoren (Unterdruck) / Schachtlüftung
5	Ventilatoren (Unterdruck)		
6	Ventilatoren (Unterdruck)	13	Fenster und Türen
7	Fenster und Türen	14	Fenster und Türen
8	Ventilatoren (Unterdruck)	15	Ventilatoren (Unterdruck)

4.1.3.2 Stallklima

4.1.3.2.1 Temperatur

Die in Tabelle 44 dargestellten Durchschnittszahlen der täglichen Temperaturen ergeben sich aus Aufzeichnungen aus 13 Betrieben. Da in Betrieb 7 über den gesamten Untersuchungszeitraum und in Betrieb 11 in den Monaten Juni 1992 bis September 1992 keine Aufzeichnungen durchgeführt wurden, fanden beide Betriebe keine Berücksichtigung in den Auswertungen. Zudem musste für die Variablen „Temperatur zur Morgenmelkzeit“ und „Temperatur zur Abendmelkzeit“ mit Betrieb 5 ein weiterer Betrieb aus der Auswertung heraus genommen werden, da in diesem für die beiden Variablen nur unvollständige Aufzeichnungen durchgeführt wurden, die keine Auswertungen erlaubten.

Tab. 44: Durchschnittliche niedrigste und höchste Temperaturen in den untersuchten Betrieben

Parameter	\bar{x} [°C]	x_{\min} [°C]	x_{\max} [°C]	Spanne [K]
Durchschnittliche Temperatur zur Morgenmelkzeit	16,86	12,30	18,85	6,55
Durchschnittliche Temperatur zur Abendmelkzeit	18,72	15,88	21,23	5,35
Durchschnittliche Minimaltemperatur	15,24	4,62	18,38	13,76
Durchschnittliche Maximaltemperatur	20,13	17,68	24,58	6,90
Niedrigster Temperaturwert	7,69	0	10	10
Höchster Temperaturwert	31,69	27	38	11
Spanne zw. niedrigstem und höchstem Temperaturwert	24,69	18	38	20

Die erfassten Einzelmesswerte der Temperatur lagen zwischen 0 °C (x_{\min} , niedrigster Temperaturwert) und 38 °C (x_{\max} , höchster Temperaturwert). Bezogen auf den einzelnen Betrieb, lagen die niedrigsten Temperaturwerte (x_{\min} , Minimaltemperaturwert) zwischen 0 °C und 10 °C und die höchsten Temperaturwerte (x_{\max} , Maximaltemperaturwert) zwischen 27 °C und 38 °C. Zudem traten tägliche Temperaturspannen von bis zu 38 K (Betrieb 12) auf (Tab. 45).

Die täglichen Temperaturspannen zeigen, dass die Tiere teilweise erheblichen Temperaturschwankungen innerhalb eines Tages ausgesetzt waren. Aus den Zahlen geht ferner hervor, dass zu während des Untersuchungszeitraums 0 °C, der untere Grenzwert der Temperaturinzidenz für Milchkühe, keinem Zeitpunkt unterschritten wurde. Von einer Beeinflussung der Fruchtbarkeit durch niedrige Temperaturen ist daher in der vorliegenden Untersuchung nicht auszugehen. Die höchsten Temperaturen lagen jedoch in allen Betrieben deutlich über 20 °C, dem oberen Grenzwert der Temperaturinzidenz für Milchkühe. Teilweise lagen die Temperaturen noch über 24 °C, einem Bereich, für den negative Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit beschrieben wurden. Die Phasen, in denen dieser Temperaturwert überschritten wurde, waren von Betrieb zu Betrieb unterschiedlich lang (Abb. 29). Besonders in Betrieb 12 waren die Phasen der hohen Temperaturen sehr ausgedehnt. Eine jahreszeitliche Abhängigkeit ist in allen Betrieben klar erkennbar.

Tab. 45: Temperaturen nach Betrieben

Betrieb	Temperatur zur Morgenmelkzeit	Temperatur zur Abendmelkzeit	Minimaltemperatur		Maximaltemperatur		Tägliche Temperaturspanne	
	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[K]	[K]
	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	x_{\min}	\bar{x}	x_{\max}	\bar{x}	x_{\max}
1	18,24	19,12	16,88	9	21,11	32	4,23	23
2	18,85	21,23	17,88	10	22,31	34	4,43	24
3	18,06	19,55	18,49	10	21,02	31	2,53	21
4	17,27	19,39	16,09	9	19,76	29	2,86	20
5	keine Aufzeichnungen		14,52	0	17,99	33	3,47	33
6	16,23	17,55	16,31	10	18,38	30	2,07	20
7	keine Aufzeichnungen							
8	17,63	19,57	16,75	8	20,40	30	3,65	22
9	15,63	18,08	15,10	8	18,93	31	3,83	23
10	16,42	17,73	14,45	4	19,91	32	5,46	28
11	unvollständige Aufzeichnungen							
12	12,30	15,88	4,70	0	24,66	38	19,96	38
13	17,66	19,28	15,08	7	20,74	33	5,66	26
14	17,49	18,37	16,40	10	18,95	33	2,55	23
15	16,56	18,85	15,65	6	19,63	32	3,98	26
Alle	16,86	18,72	15,24	0	20,13	38	4,89	38

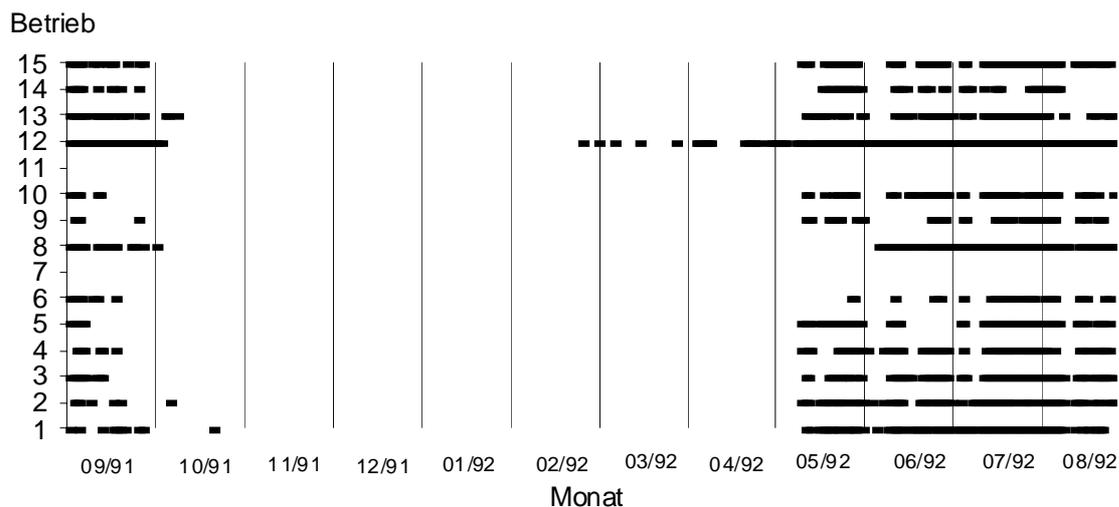


Abb. 29: Phasen mit Temperaturen über 24 °C nach Betrieben

4.1.3.2.2 Relative Luftfeuchtigkeit

Die erfassten Einzelwerte der relativen Luftfeuchtigkeit lagen zwischen 35 % und 97 % (Tab. 46) und lagen damit sowohl unter als auch über dem beschriebenen Optimum für Kühe von 60 bis 80 %.

Tab. 46: Relative Luftfeuchtigkeit nach Betrieben

Betrieb	Durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit zur Morgenmelkzeit [%]	Durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit zur Abendmelkzeit [%]	Niedrigster Einzelwert der relativen Luftfeuchtigkeit [%]	Höchster Einzelwert der relativen Luftfeuchtigkeit [%]
1	67,71	66,59	38	95
2	72,77	68,18	47	97
3	75,47	71,37	50	90
4	76,72	71,78	40	93
5	72,67	69,45	50	96
6	75,49	70,32	45	93
7	keine Aufzeichnungen			
8	72,13	70,16	43	93
9	69,66	69,02	44	93
10	78,45	73,64	50	94
11	unvollständige Aufzeichnungen			
12	82,29	67,85	35	93
13	71,42	67,48	48	87
14	74,81	70,16	47	92
15	75,36	66,69	41	96
Alle	74,23	69,44	35	97

Die aus den erfassten Einzelwerten ermittelten Phasen mit Unter- bzw. Überschreitung des Optimalbereichs zeigen deutliche Unterschiede in ihrer Häufigkeit und Dauer in Abhängigkeit vom Betrieb. Ferner wurden deutliche Unterschiede zwischen Unterschreitungen und Überschreitungen beobachtet. Die betriebsbezogenen Phasen, in denen die relative Luftfeuchtigkeit sowohl zur morgendlichen als auch zur abendlichen Messung unter 60 % lag, waren selten und nur von kurzer Dauer. Sie traten überwiegend in den Monaten April bis Juni auf (Abb. 30).

Die Phasen, in denen die relative Luftfeuchtigkeit sowohl zur morgendlichen als auch zur abendlichen Messung über 80 % lag, waren deutlich ausgedehnter (Abb. 31). Diese Phasen traten überwiegend in den Wintermonaten Oktober bis Februar auf.

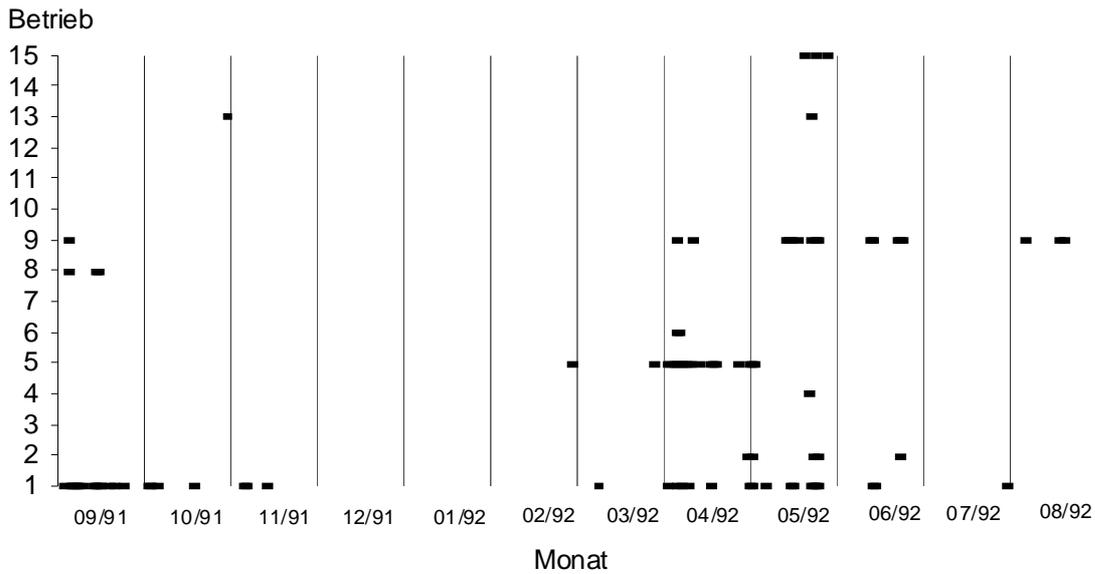


Abb. 30: Phasen mit relativer Luftfeuchtigkeit unter 60 % nach Betrieben

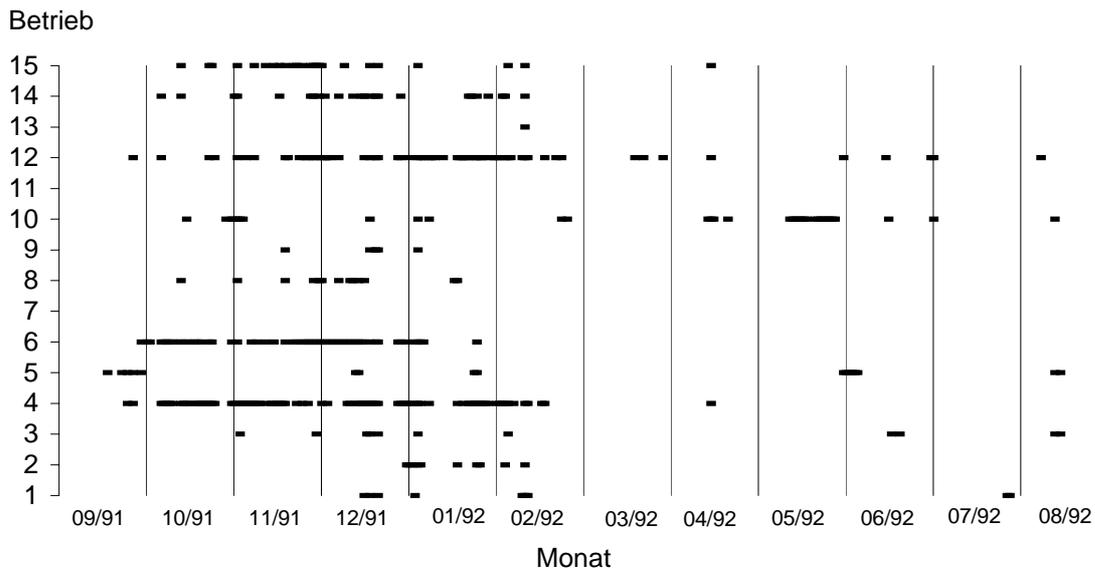


Abb. 31: Phasen mit relativer Luftfeuchtigkeit über 80 % nach Betrieben

4.1.3.2.3 Schadgase

Aus den Messungen des NH_3 -Gehalts der Luft lassen sich ebenfalls betriebsabhängige Unterschiede erkennen (Abb. 32). In Betrieb 12 wurden insgesamt die niedrigsten NH_3 -Werte gemessen. Der höchste Durchschnittswert und der höchste Einzelwert wurden mit 3,42 ppm bzw. 4,75 ppm in Betrieb 6 gemessen. Die höchsten Einzelwerte in den übrigen Betrieben lagen zwischen 2,5 ppm (Betrieb 3) und 4,0 ppm (Betriebe 2, 4, 7, 10 und 11). Die entsprechenden Tiefstwerte lagen zwischen 0 ppm (Betriebe 3, 9, 12 und 15) und 1,5 ppm (Betrieb 13). Die Werte blieben jedoch allesamt unter dem für Milchkühe empfohlenen Grenzwert von 10 ppm, und sehr deutlich unter dem nach DIN (1992 /192/) festgelegten Höchstwert von 50 ppm.

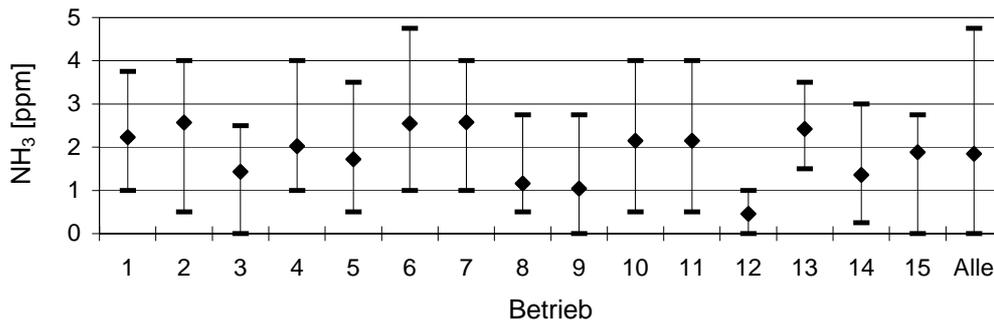


Abb. 32: Höchster und niedrigster NH_3 -Gehalt der Stallluft in unmittelbarer Nähe der Tiere nach Betrieben, dargestellt als arithmetischer Mittelwert (\bar{x}) und Streubereich (min. – max.)

In der Zeitreihenanalyse sind saisonale Unterschiede nicht zu erkennen (Abb. 33). Die Mittelwerte in den Untersuchungsperioden über alle Betriebe hinweg lagen zwischen 1,5 ppm (Periode 5) und 2,12 ppm (Periode 3). Die Spannen betragen 3,5 ppm (Periode 4), 4 ppm (Perioden 1, 2, 3 und 5) und 4,25 ppm (Periode 1).

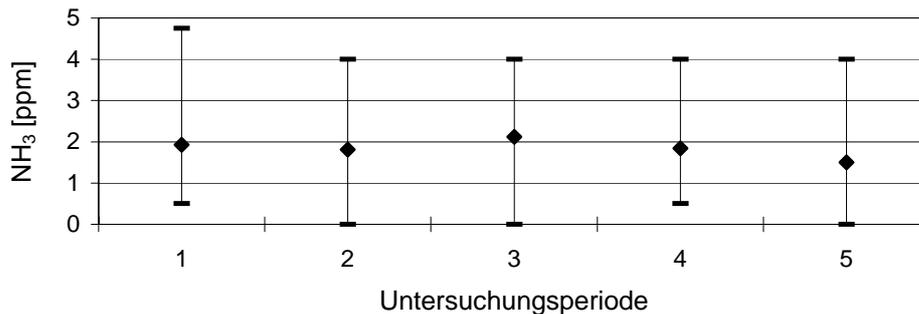


Abb. 33: Höchster und niedrigster NH_3 -Gehalt der Stallluft in unmittelbarer Nähe der Tiere nach Untersuchungsperioden, dargestellt als arithmetischer Mittelwert (\bar{x}) und Streubereich (min. – max.)

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der NH_3 -Gehalt der Stallluft ein betriebspezifisches Niveau aufwies und saisonal unabhängig ist. Insgesamt waren die Messwerte sehr niedrig und deutlich unter den für Kühe definierten Grenzwerten. Der Parameter wurde daher nicht in die Auswertungen einbezogen.

4.1.3.3 Haltungstechnische Kriterien der Stand-/Liegeplatzgestaltung

Ein wesentliches Kriterium der Gestaltung eines Stand-/Liegeplatzes ist dessen Dimensionierung (Länge und Breite). Für diese beiden Kriterien wurden teilweise erhebliche Spannen festgestellt. So betrug beispielsweise die Spanne zwischen dem kürzesten und dem längsten Stand 70 cm (Tab. 47).

Tab. 47: Durchschnittliche Dimensionierung der Stand-/Liegeplätze in den untersuchten Betrieben

Parameter	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	Spanne
Standlänge [cm]	154,0	108,0	180,0	72,0
Standbreite [cm]	103,1	60,0	140,0	80,0
Standfläche [m ²]	1,58	1,16	1,90	0,74

Die durchschnittliche Standlänge je Betrieb lag zwischen 138,3 cm (Betrieb 10) und 180 cm (Betrieb 13). Die Spannen zwischen größter und geringster Standlänge innerhalb eines Betriebes weichen deutlich voneinander ab (Abb. 34). In den Betrieben 3, 12, 13 und 14 waren die Längenmaße der Stände einheitlich (Spanne = 0 cm). In Betrieb 7 dagegen beträgt die Spanne zwischen längstem und kürzestem Stand 45 cm.

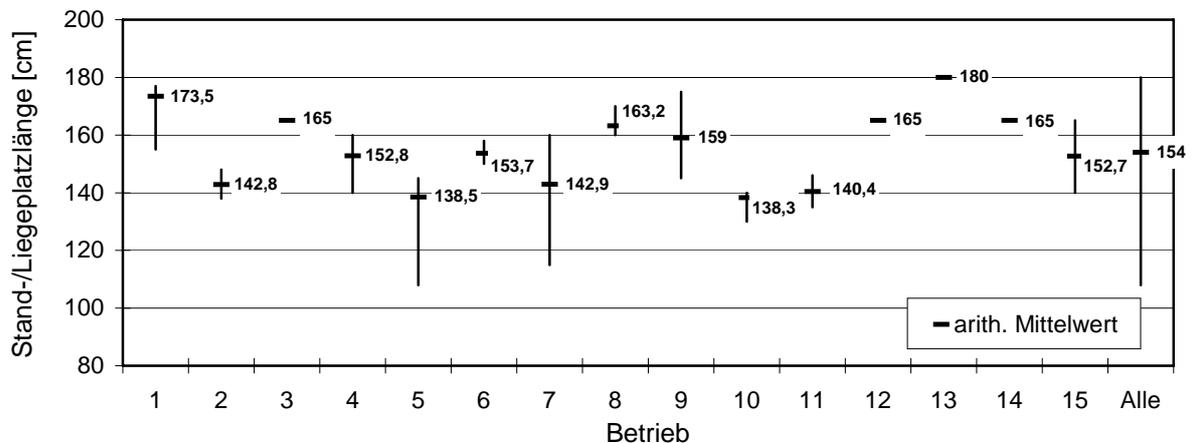


Abb. 34: Stand-/Liegeplatzlängen (arithmetischer Mittelwert und Spannen) nach Betrieben

Die innerbetrieblichen Spannen für die Variable „Standbreite“ lagen noch über denen der Variablen „Standlänge“ (Abb. 35). Häufig entstehen bereits bei der Installation der Standbegrenzungen Abweichungen in der Breite der Stände von mehreren Zentimetern. Dies resultiert oft aus der Notwendigkeit, vorhandene Gegebenheiten wie beispielsweise Stützen oder Pfosten zu berücksichtigen. Zudem werden Standbreiten teilweise variiert um eine maximale Ausnutzung der Stallhülle zu erreichen. In vielen Fällen wird die Variation zusätzlich dadurch erhöht, dass im Zuge einer Aufstockung der Milchkuhherde, Stände, die ursprünglich für Jungtiere vorgesehen waren, für die Aufstallung von adulten Kühen genutzt werden.

Die durchschnittliche Standbreite je Betrieb lag zwischen 96,5 cm (Betrieb 8) und 109,5 cm (Betrieb 15). Die Spannen zwischen größter und geringster Standbreite innerhalb eines Betriebes reichten von 8 cm (Betrieb 7) bis 80 cm (Betrieb 8).

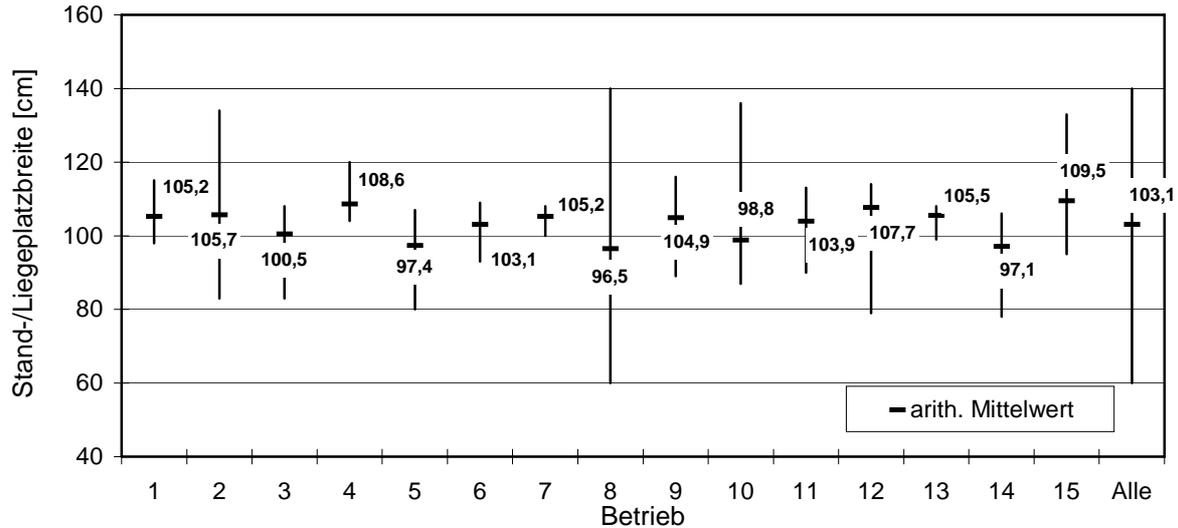


Abb. 35: Stand-/Liegeplatzbreiten (arithmetischer Mittelwert und Spannen) nach Betrieben

Die Beeinflussung des Tieres durch die Fixierung erfolgt im Wesentlichen durch die Flexibilität der Anbindevorrichtung sowie durch seitliche Abgrenzung zum Nachbar-tier. Bei der subjektiven Beurteilung der Flexibilität der Anbindevorrichtungen wurden die Anbindungen in zwei Betrieben mit „flexibel“ und in drei Betrieben mit „starr“ bewertet (Tab. 48). Die Anbindungen in den übrigen Betrieben wurden mit „normal“ beurteilt. In drei Betrieben waren seitliche Abgrenzungen nach jeder Kuh installiert. In den übrigen 12 Betrieben waren seitliche Abgrenzungen nach jeder zweiten Kuh vorhanden. Bei der Ausführung der seitlichen Abgrenzung wurde unterschieden zwischen Band und Bügel, wobei der Bügel als stärkere Abgrenzung zum Nachbar-tier gewertet wurde als das Band.

Tab. 48: Fixierung und Steuerung der Tiere nach Betrieben

Betrieb	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Seitliche Abgrenzung	2	2	2	4	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2
Flexibilität der Anbindung	3	2	2	2	2	2	2	3	1	2	2	2	1	3	2
Kuhtrainer	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
seitl. Abgrenzung: 1 = Band nach jeder zweiten Kuh 2 = Bügel nach jeder zweiten Kuh 3 = Band nach jeder Kuh 4 = Bügel nach jeder Kuh				Flexibilität der Anbindung : 1 = flexibel 2 = normal 3 = starr						Kuhtrainer : 0 = nein 1 = ja					

In den untersuchten Betrieben waren sechs verschiedene Formen von Futterkrippen vorhanden. Neun Betriebe hatten jeweils nur eine Krippenform. In den verbleibenden sechs Betrieben waren bis zu drei verschiedene Formen vorhanden, die sich zum Teil erheblich voneinander unterschieden (Tab 49). Die Höhe der festen Krippenrückwand variierte von 14 bis 50 cm. Flexible Krippenrückwände waren in nur fünf Betrieben vorhanden. Das Niveau des tiefsten Punkts der Krippe über dem Niveau der Standfläche (Krippensohlniveau) variierte von -3 cm bis +25 cm. Beide Kriterien entsprachen damit vielfach nicht den gestellten Anforderungen.

Tab. 49: Ausführung und Verlegung der Futterkrippen nach Betrieben

Betrieb	Anzahl Krippenformen	Höhe der festen Krippenrückwand [cm]			Höhe der flexiblen Krippenrückwand [cm] (a = alle Plätze, t = teilweise)	Niveau der Krippensohle über Niveau der Standfläche [cm]		
		\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}		\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}
1	3	32,1	30	33	-	9,9	2	13
2	1	20,0	20	20	-	1,0	1	1
3	2	14,0	14	14	21 (a)	9,0	9	9
4	2	21,0	19	23	19/21 (a)	6,0	6	6
5	1	25,0	25	25	-	3,0	3	3
6	1	16,0	16	16	-	-3,0	-3,0	-3,0
7	2	22,5	20	25	-	1,0	0	2
8	3	21,3	20	25	-	1,3	0	7
9	1	30,0	30	30	-	15,0	15	15
10	1	20,0	20	20	20 (a)	1,5	1,5	1,5
11	3	18,1	15	20	15 (t)	3,2	3	5
12	1	30,0	30	30	-	10,0	10	10
13	1	18,0	18	18	22 (a)	12,0	12	12
14	1	30,0	30	30	-	11,0	11	11
15	1	26,9	22	50	-	9,6	6	25
Alle	6	22,6	14	50		5,82	-3	25

Tab. 50: Bodenbelag der Stand-/Liegeflächen und Kotrostste nach Betrieben

Betrieb	Bodenbelag 0 = ohne Gummimatte 1 = mit Gummimatte	Anzahl Kotrostformen	Kotroststegbreite [cm]				Kotrostschlitzweite [cm]			
			\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	Spanne	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	Spanne
1	0 / 1	1	2,27	2	3	1	4	-	-	0
2	0	1	1,59	1,5	2	0,5	3,41	3	3,5	0,5
3	1	1	2,12	2	3	1	4	-	-	0
4	1	1	2,12	2	3	1	4	-	-	0
5	0	1	3	-	-	0	4	-	-	0
6	0	1	2	-	-	0	4	-	-	0
7	0	1	2	-	-	0	4	-	-	0
8	1	1	2,19	2	3	1	4	-	-	0
9	1	2	2,56	2	4	2	4	-	-	0
10	0	1	2,25	2	3	1	4	-	-	0
11	0 / 1	1	2,25	2	3	1	4	-	-	0
12	1	1	2,2	2	3	1	4	-	-	0
13	0	1	2,25	2	3	1	4	-	-	0
14	1	1	1,93	1,5	3	1,5	4	-	-	0
15	1	2	3,54	2	14	12	4,08	4	5	1
Alle		14	2,34	1,5	14	12,5	3,95	3	5	2

Zur Lösung des Konflikts zwischen Kot- und Harndurchlass einerseits und ausreichender Trittpläche für die Tiere andererseits werden von der Industrie verschiedene Varianten von Kotrosten angeboten. In den 15 untersuchten Betrieben befanden sich insgesamt 14 verschiedene Kotrosttypen (Tab. 50), wobei in zwei Betrieben sogar zwei verschiedene Formen vorhanden waren. Die durchschnittliche Stegbreite aller Kotroste lag bei 2,34 cm (1,5 bis 14 cm). Der entsprechende Wert für die Schlitzweite lag bei 3,95 cm (3 bis 5 cm). Im Hinblick auf die Eigenschaften der Wärmedämmung und der Verformbarkeit der Liegeflächen war in den untersuchten Betrieben zwischen Betonfläche und Gummimatte zu unterscheiden. Beide waren teileingestreut. In sieben Betrieben waren alle, und in zwei Betrieben ein Teil der Liegeflächen mit Gummimatten ausgelegt.

4.1.3.4 Tierkörpermaße in Relation zu Länge und Breite des Stand-/Liegeplatzes

Auf der Grundlage der verbesserten Berechnungsformeln von BOCKISCH (1990 /11/) zur Ermittlung der erforderlichen Liegelängen und Liegebreiten muss für die untersuchten Betriebe festgehalten werden, dass sowohl die Liegelängen als auch die Liegebreiten überwiegend nicht ausreichend waren (Tab. 51 u. 52). Aus den Variationen der Tierkörpermaße innerhalb der Betriebe resultieren innerbetriebliche Spannen für die erforderlichen Liegelängen und Liegebreiten. Die geringste innerbetriebliche Spanne für die erforderliche Liegelänge (Soll) lag bei 14,75 cm (Betrieb 12), und die höchste Spanne bei 31,35 cm (Betrieb 6) (Tab. 51). Die entsprechenden Werte für die erforderliche Liegebreite lagen bei 24 cm (Betrieb 13) und 54 cm (Betrieb 4) (Tab. 52).

Tab. 51: Soll-Ist-Vergleich der Liegelängen und daraus resultierenden Liegelängendifferenzen (Berechnungsgrundlage nach BOCKISCH, 1990 /11/)

Betr.	Vorhandene Liegelängen (Ist) [cm]				Erforderliche Liegelängen (Soll) [cm]				Liegelängendifferenzen (LLD) [cm]			
	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	Spanne	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	Spanne	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	Spanne
1	173,5	155	177	22	173,56	159,46	182,51	23,05	-0,06	+17,54	-27,51	45,05
2	142,8	138	148	10	175,05	166,83	184,35	17,52	-32,25	-18,83	-46,35	27,52
3	165,0	165	165	0	175,42	165,91	187,12	21,21	-10,42	-0,91	-22,12	21,21
4	152,8	140	160	20	180,35	172,36	193,57	21,21	-21,55	-12,36	-53,57	41,21
5	138,5	108	145	37	177,21	162,22	191,73	29,50	-38,71	-17,22	-83,73	66,51
6	153,7	150	158	8	175,73	162,22	193,57	31,35	-22,03	-4,22	-43,57	39,35
7	142,8	115	160	45	175,07	162,22	185,27	23,05	-32,27	-2,22	-70,27	68,05
8	163,2	160	170	10	174,01	162,22	188,04	25,82	-10,81	+7,78	-28,04	35,82
9	159,0	145	175	30	175,41	159,46	188,04	28,58	-16,41	+15,54	-43,04	58,58
10	138,3	130	140	10	172,52	162,22	186,19	23,97	-34,22	-22,22	-56,19	33,97
11	140,4	135	146	11	173,32	161,30	185,27	23,97	-32,92	-15,30	-50,27	34,97
12	165,0	165	165	0	176,59	170,52	185,27	14,75	-11,59	-5,52	-20,27	14,75
13	180,0	180	180	0	174,01	162,22	183,43	21,21	+5,99	-3,43	+17,78	21,21
14	165,0	165	165	0	179,11	172,36	192,65	20,28	-14,11	-7,36	-27,65	20,29
15	152,6	140	165	25	174,06	160,38	190,80	30,43	-21,46	+4,62	-50,80	55,42
Alle	154,0	108	180	72	175,02	159,46	193,57	34,11	-21,02	-0,91	-83,73	82,82

Der Soll-Ist-Vergleich zwischen benötigten und tatsächlich in den Betrieben vorhandenen Standabmessungen zeigt, dass z. T. erhebliche Abweichungen vorlagen. Bei dem Vergleich wurde unterstellt, dass jedes Tier an jedem Platz des Stalls, in dem es sich befindet, aufgestellt sein konnte. Die Abweichungen sind als positive und negative Liegelängendifferenzen (LLD) und Liegebreitendifferenzen (LBD) angegeben.

Die Liegelängendifferenzen lagen überwiegend im negativen Bereich (Tab. 51). Positive Abweichungen wurden in nur fünf Betrieben gefunden (Betriebe 1, 8, 9, 13 u. 15). Die durchschnittliche Liegelängendifferenz über alle Tiere lag bei $-21,02$ cm. Die größte Abweichung vom Sollwert betrug $-83,73$ cm (x_{\max}) und die geringste Abweichung $-0,91$ cm (x_{\min}). Bezogen auf den Betrieb erstreckte sich die durchschnittliche Liegelängendifferenz von $-38,71$ cm (Betrieb 5) bis $+5,99$ cm (Betrieb 13).

Die durchschnittlichen Liegebreitendifferenzen waren ausnahmslos negativ. Jedoch wurden in allen Betrieben auch positive Einzelwerte gefunden (Tab. 52). Die durchschnittliche Liegebreitendifferenz über alle Tiere betrug $-11,62$ cm und erstreckte sich von -75 cm (x_{\max}) bis $+1$ cm (x_{\min}). Auf betrieblicher Ebene variierten die durchschnittlichen Liegebreitendifferenzen von $-4,36$ cm (Betrieb 13) bis $-20,40$ cm (Betrieb 14).

Tab. 52: Soll-Ist-Vergleich der Liegebreiten und daraus resultierende Liegebreitendifferenzen (Berechnungsgrundlage nach BOCKISCH, 1990 /11/)

Betr.	Vorhandene Liegebreiten (Ist) [cm]				Erforderliche Liegebreiten (Soll) [cm]				Liegebreitendifferenzen (LBD) [cm]			
	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	Spanne	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	Spanne	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	Spanne
1	105,5	98	115	17	114,78	95	131	36	-9,28	+20	-33	53
2	105,7	83	134	51	110,30	99	129	30	-4,60	+35	-46	81
3	100,5	83	108	25	105,36	89	121	32	-4,86	+19	-38	57
4	101,0	104	120	16	120,50	95	149	54	-19,50	+25	-45	70
5	97,4	80	107	27	113,43	97	139	42	-16,03	+10	-59	69
6	103,1	93	109	16	115,71	105	133	28	-12,61	+4	-40	44
7	105,2	100	108	8	112,27	97	129	32	-7,07	+11	-29	40
8	96,5	60	140	80	113,04	97	135	38	-16,54	+43	-75	118
9	104,9	89	116	27	115,46	95	133	38	-10,56	+21	-44	65
10	98,8	87	136	49	113,74	91	135	44	-14,94	+45	-48	93
11	103,9	90	113	23	113,47	95	131	36	-9,57	+18	-41	49
12	107,7	79	114	35	115,25	95	145	50	-7,55	+19	-66	85
13	105,5	99	108	9	109,86	95	119	24	-4,36	+13	-20	33
14	97,1	78	106	28	117,50	105	131	26	-20,40	+1	-53	54
15	109,5	95	133	38	122,42	105	141	36	-12,92	+28	-46	74
Alle	103,1	60	140	80	114,72	89	149	60	-11,62	+1	-75	76

4.1.3.5 Haltungsumwelt in Bezug zum Reproduktionsstadium

Die Ausführungen in den vorangegangenen Kapiteln machen deutlich, dass die Kühe eines Betriebes wechselnden Einflüssen durch ihre Haltungsumwelt unterlagen, da die Haltungsumwelt innerhalb eines Stallgebäudes in vielen Fällen weder zeitlich noch räumlich gleiche Bedingungen bot. Aufgrund unterschiedlicher Kalbezeitpunkte und wechselnder Standorte innerhalb des Betriebs konnten Tiere im gleichen Reproduktionsstadium unterschiedlichen Haltungsbedingungen ausgesetzt sein. Die Haltungsbedingungen änderten sich zudem im Verlauf eines Reproduktionszyklus. Aus diesen Gründen war es notwendig, die Haltungsumwelt dem jeweiligen Reproduktionsstadium des Einzeltieres zuzuordnen. Die vom Reproduktionsstadium abhängige Beschreibung der Haltungsumwelt ist in den nachfolgenden Kapiteln dargestellt. Der Reproduktionszyklus wurde dabei in die in Kapitel 3.3.1.1, S. 66 dargestellten 10 Klassen eingeteilt. Einmalig erhobene Daten wurden allen Klassen gleichermaßen zugeordnet. Die während der einzelnen Untersuchungsperioden erhobenen Daten wurden der entsprechenden Klasse, in der sich das Tier zu Zeitpunkt der Erhebung befand, zugeordnet. Lagen für ein Kriterium innerhalb einer Klasse mehrfach Daten vor (Stallklima), wurde ein Klassenmittelwert gebildet und dieser der Klasse zugeordnet.

4.1.3.5.1 Stallklima in Bezug zum Reproduktionsstadium

Die mittels der kontinuierlichen Aufzeichnungen charakterisierten Temperaturverhältnisse in den untersuchten Betrieben sind in den Tabellen 53 bis 60 in Bezug zum Reproduktionsstadium (Klasse) des Einzeltieres dargestellt.

Die klassenbezogene Darstellung der Temperaturen zur Morgen- und zur Abendmelkzeit zeigt, dass die niedrigsten durchschnittlichen Morgen- und Abendtemperaturen in den Klassen 1 und 10 gefunden wurden. Die höchsten Durchschnittswerte fanden sich in den Klassen 7 und 8 (Tab. 53 u. 54).

Die klassenbezogenen, durchschnittlichen Temperaturen zur Morgenmelkzeit lagen zwischen 15,38 °C (Klasse 1) und 19,38 °C (Klasse 7). Der höchste Klassenwert je Einzeltier wurde in Klasse 4 gefunden ($x_{\max} = 25,58$ °C), der niedrigste Wert in Klasse 2 ($x_{\min} = 7,25$ °C). Die Variationskoeffizienten der einzelnen Klassen unterscheiden sich deutlich voneinander (VK = 9,19 %; Klasse 8 bis VK = 21,67 %; Klasse 6) (Tab. 53).

Tab. 53: Temperatur zur Morgenmelkzeit nach Klassen

Temperatur zur Morgenmelkzeit nach Klassen										
Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$n_{(Kl)}$	315	326	272	232	236	165	91	44	117	175
\bar{x} [°C]	15,38	15,76	16,26	17,44	16,72	17,30	19,38	18,82	17,20	15,67
x_{\min} [°C]	7,64	7,25	9,79	10,85	8,17	8,06	10,90	13,13	8,16	8,08
x_{\max} [°C]	22,10	24,50	25,39	25,58	23,41	24,03	23,75	20,95	22,00	21,67
VK [%]	18,16	19,29	20,09	18,82	20,60	21,67	14,03	9,19	16,27	17,99

Die klassenbezogenen durchschnittlichen Temperaturen zur Abendmelkzeit lagen zwischen 16,84 °C (Klasse 1) und 22,89 °C (Klasse 8). Der höchste Klassenwert je Einzeltier wurde in Klasse 4 gefunden ($x_{\max} = 28,17$ °C), der niedrigste Wert in Klasse 2 ($x_{\min} = 9,63$ °C). Die Variationskoeffizienten in den Klassen waren geringfügig höher als für den Parameter „Temperatur zur Morgenmelkzeit“ (VK = 10,50 %; Klasse 8 bis VK = 23,19 %; Klasse 6) (Tab. 54).

Tab. 54: Temperatur zur Abendmelkzeit nach Klassen

Temperatur zur Abendmelkzeit nach Klassen										
Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$n_{(Kl)}$	315	325	272	232	236	165	91	44	117	175
\bar{x} [°C]	16,84	17,48	18,05	19,63	18,76	19,61	22,28	22,89	19,41	17,23
x_{\min} [°C]	9,69	9,63	11,60	12,75	10,00	10,08	14,70	16,65	10,02	9,89
x_{\max} [°C]	25,55	26,08	27,28	28,17	27,32	27,15	27,45	26,36	26,13	26,33
VK [%]	20,62	22,26	22,62	20,78	22,60	23,19	13,10	10,50	20,13	21,35

Die klassenbezogenen durchschnittlichen Minimaltemperaturen lagen zwischen 13,77 °C (Klasse 1) und 18,04 °C (Klasse 7). Der niedrigste Wert wurde in Klasse 2 ($x_{\min} = 1,13$ °C) und der höchste Wert in Klasse 6 ($x_{\max} = 23,77$ °C) gefunden (Tab. 55).

Tab. 55: Durchschnittliche Minimaltemperatur nach Klassen

Durchschnittliche Minimaltemperatur nach Klassen										
Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$n_{(Kl)}$	333	346	291	244	247	174	95	49	122	185
\bar{x} [°C]	13,77	14,18	14,87	16,10	15,19	15,83	18,04	17,83	15,74	14,20
x_{\min} [°C]	1,25	1,13	1,48	2,39	1,93	1,67	1,86	6,58	2,88	1,94
x_{\max} [°C]	21,82	22,55	23,16	23,27	23,32	23,77	23,75	21,11	21,11	21,64
VK [%]	26,04	27,25	26,67	23,78	28,80	30,65	24,48	13,94	22,19	24,19

Die klassenbezogenen durchschnittlichen Maximaltemperaturen lagen zwischen 18,19 °C (Klasse 1) und 24,13 °C (Klasse 8). Der niedrigste Wert wurde in den Klassen 2 und 3 ($x_{\min} = 8,58$ °C) und der höchste Wert in Klasse 6 ($x_{\max} = 32,92$ °C) gefunden (Tab. 56).

Tab. 56: Durchschnittliche Maximaltemperatur nach Klassen

Durchschnittliche Maximaltemperatur nach Klassen										
Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$n_{(Kl)}$	333	346	291	244	247	174	95	49	122	185
\bar{x} [°C]	18,19	18,75	19,26	20,68	20,05	20,81	23,29	24,13	20,78	18,50
x_{\min} [°C]	8,63	8,58	8,58	13,00	10,67	12,87	17,80	19,04	13,73	11,35
x_{\max} [°C]	30,11	32,00	30,63	30,59	31,49	32,92	29,52	31,24	29,21	26,67
VK [%]	19,55	22,22	22,81	20,16	21,03	20,89	11,06	10,26	17,38	19,19

Die Differenzen aus den durchschnittlichen Minimaltemperaturen und Maximaltemperaturen werden als tägliche Temperaturspannen dargestellt (Tab. 57).

Die klassenbezogenen durchschnittlichen täglichen Temperaturspannen lagen zwischen 4,3 K (Klasse 10) und 6,22 K (Klasse 8). Die niedrigste Spanne wurde in Klasse 4 ($x_{\min} = 0,52$ K) und die höchste Spanne in Klasse 6 ($x_{\max} = 23,25$ K) gefunden. Der Parameter ist durch hohe Variationen innerhalb der Klassen gekennzeichnet. Die Variationskoeffizienten lagen im Bereich von VK = 55,30 % (Klasse 8) bis VK = 86,18 % (Klasse 5).

Tab. 57: Tägliche Temperaturspanne nach Klassen

Tägliche Temperaturspanne nach Klassen										
Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$n_{(Kl)}$	333	346	291	244	247	174	95	49	122	185
\bar{x} [K]	4,43	4,57	4,40	4,58	4,85	4,98	5,26	6,22	5,04	4,30
x_{\min} [K]	0,83	0,75	0,89	0,52	1,04	0,81	1,71	1,38	1,02	0,93
x_{\max} [K]	22,70	22,68	23,03	22,70	22,94	23,25	22,62	19,51	19,74	20,11
VK [%]	79,63	80,48	81,35	77,18	82,48	86,18	85,53	55,30	67,13	68,37

Die in den Tabellen 58 und 59 dargestellten niedrigsten und höchsten Temperaturwerte geben einen Überblick über den gesamten Temperaturbereich, der auf die Tiere einwirkte. Bezogen auf das Reproduktionsstadium ist zu erkennen, dass im Hinblick auf die niedrigsten Temperaturen in keiner Klasse ein Tier niedrigeren Temperaturen als 0 °C ausgesetzt war. Im Hinblick auf die höchsten Temperaturen gab es in allen Klassen Tiere, die Temperaturen ausgesetzt waren, die deutlich über der Toleranzgrenze der Tiere lagen. Die niedrigsten Temperaturwerte je Tier und Klasse sind in Tabelle 58 dargestellt. Die klassenbezogenen durchschnittlichen Tiefstwerte lagen zwischen 9,48 °C (Klasse 10) und 13,99 °C (Klasse 7). Die Werte je Tier und Klasse lagen zwischen 0 °C (x_{\min} , alle Klassen) und 22 °C (x_{\max} , Klassen 4, 6 u. 7). Die Variationskoeffizienten lagen im Bereich von VK = 28,84 % (Klasse 4) bis VK = 42,22 % (Klasse 5).

Tab. 58: Niedrigster Temperaturwert nach Klassen

Niedrigster Temperaturwert nach Klassen										
Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$n_{(Kl)}$	333	346	291	243	247	174	95	49	122	185
\bar{x} [°C]	10,36	10,89	11,73	12,00	10,84	11,87	13,99	13,39	10,82	9,48
x_{\min} [°C]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x_{\max} [°C]	21	21	21	22	21	22	22	19	20	20
VK [%]	36,43	36,44	37,06	35,24	42,22	40,41	36,49	28,84	39,86	39,73

Die klassenbezogenen durchschnittlichen Temperaturhöchstwerte lagen zwischen 21,80 °C (Klasse 1) und 29,31 °C (Klasse 8). Die Werte je Tier und Klasse lagen zwischen 11 °C (x_{\min} , Klasse 1) und

38 °C (x_{\max} , Klassen 3 bis 7). Die Variation innerhalb der Klassen (VK = 8,34 %, Klasse 7 bis VK = 22,37 %, Klasse 3) war deutlich geringer als bei den niedrigsten Temperaturwerten (Tab. 59).

Tab. 59: Höchster Temperaturwert nach Klassen

Höchster Temperaturwert nach Klassen										
Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$n_{(Kl)}$	333	346	291	243	247	174	95	49	122	185
\bar{x} [°C]	21,80	22,24	22,80	25,95	25,62	25,84	28,99	29,31	26,90	24,34
x_{\min} [°C]	11	13	13	14	16	14	24	25	17	14
x_{\max} [°C]	36	36	38	38	38	38	38	36	36	36
VK [%]	19,20	21,65	22,37	19,56	18,50	18,85	8,34	8,45	15,80	18,94

Die durchschnittlichen Differenzen zwischen niedrigstem und höchstem Temperaturwert je Tier und Klasse betragen teilweise mehr als 30 K (x_{\max}). Die höchsten durchschnittlichen Temperaturspannen wurden in den Klassen 9 (16,08 K) und 10 (15,92 K) gefunden, die niedrigsten Spannen in den Klasse 3 (11,07 K), 2 (11,35 K) und 1 (11,44 K). Die Variationskoeffizienten lagen bei VK = 31,83 % (Klasse 10) bis VK = 46,02 % (Klasse 3) (Tab. 60).

Tab. 60: Maximale Temperaturspanne nach Klassen

Maximale Temperaturspanne nach Klassen										
Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$n_{(Kl)}$	333	346	291	243	247	174	95	49	122	185
\bar{x} [K]	11,44	11,35	11,07	13,94	14,79	13,97	15,00	15,92	16,08	14,86
x_{\min} [K]	4	4	2	3	6	5	6	8	7	4
x_{\max} [K]	36	32	37	37	36	34	38	36	36	36
VK [%]	40,35	41,90	46,02	43,33	34,49	35,64	40,33	35,51	33,36	31,83

Die zusammengefasste Darstellung der klassenabhängigen Temperaturwerte zeigt, dass in dem Zeitraum um den Kalbetermin (Klassen 1 und 10) die niedrigsten Temperaturen und die geringsten Temperaturschwankungen vorlagen (Abb. 36).

Die täglich jeweils zur Morgen- und Abendmelkzeit erfasste relative Luftfeuchtigkeit korrespondiert mit der Temperatur, die zum gleichen Zeitpunkt erfasst wurde. In den Klassen mit den höheren Temperaturwerten wurden die niedrigen Werte für die relative Luftfeuchtigkeit gefunden und umgekehrt. Die Variationen innerhalb der Klassen, die für die relative Luftfeuchtigkeit festgestellt werden konnten, sind jedoch deutlich niedriger als die der Temperaturwerte (Tab. 61 bis 65).

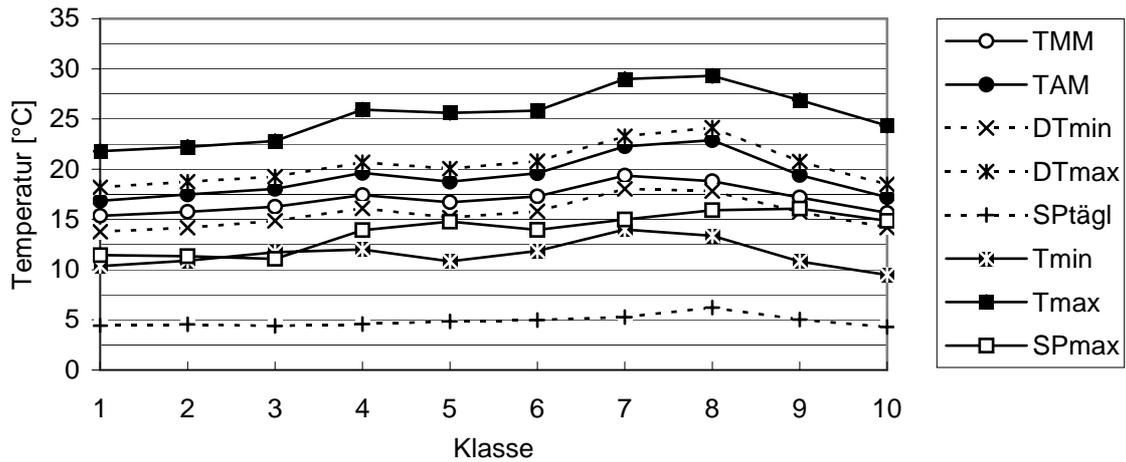


Abb. 36: Klassenmittelwerte der erfassten Temperaturen (TMM = Temperatur zur Morgenmelkzeit, TAM = Temperatur zur Abendmelkzeit, DTmin = durchschnittliche Minimaltemperatur, DTmax = durchschnittliche Maximaltemperatur, SPtägl = tägliche Temperaturspanne, Tmin = niedrigster Temperaturwert, Tmax = höchster Temperaturwert, SPmax = Spanne zwischen niedrigstem und höchstem Temperaturwert)

Die höchsten klassenbezogenen Durchschnittswerte für die relative Luftfeuchtigkeit zur Morgenmelkzeit fanden sich in den Klassen 10 (74,29 %) und 1 (74,24 %). Die niedrigsten Durchschnittswerte wurden in den Klassen 8 (70,76 %) und 7 (71,23 %) ermittelt. Der niedrigste Wert je Tier und Klasse wurde in Klasse 1 ($x_{\min} = 54,67\%$) und der höchste Wert in Klasse 4 ($x_{\max} = 87,80\%$) gefunden (Tab. 61).

Tab. 61: Relative Luftfeuchtigkeit zur Morgenmelkzeit nach Klassen

	Relative Luftfeuchtigkeit zur Morgenmelkzeit nach Klassen									
Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n _(Kl)	340	347	291	248	247	174	95	50	125	187
\bar{x} [%]	74,24	73,76	73,26	72,67	73,70	72,75	71,23	70,76	73,07	74,29
x_{\min} [%]	54,67	58,97	54,88	56,46	62,63	61,81	64,12	58,00	55,47	56,20
x_{\max} [%]	86,85	86,10	89,29	87,80	85,96	85,00	82,74	81,75	86,06	85,21
VK [%]	8,34	7,97	7,61	7,08	7,23	6,52	6,02	8,27	8,38	7,08

Die klassenbezogene durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit zur Abendmelkzeit war in den Klassen 1 (70,37 %) und 10 (69,90 %) am höchsten. Die niedrigsten Durchschnittswerte wurden in den Klassen 8 (61,41 %) und 7 (65,10 %) gefunden. Der niedrigste Wert je Tier und Klasse wurde in Klasse 4 ($x_{\min} = 43,80\%$), und der höchste Wert in Klasse 3 ($x_{\max} = 84,71\%$) gefunden (Tab. 62).

Die zu den beiden Melkzeiten erfassten Daten wurde nach niedrigsten und höchsten Werten pro Klasse ausgewertet, um Informationen darüber zu erhalten, ob und in welchem Ausmaß das Einzeltier innerhalb einer Klasse wechselnden Bedingungen hinsichtlich der relativen Luftfeuchtigkeit unterlag (Tab. 63 u. 64).

Tab. 62: Relative Luftfeuchtigkeit zur Abendmelkzeit nach Klassen

Relative Luftfeuchtigkeit zur Abendmelkzeit nach Klassen										
Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n _(Kl)	340	346	291	248	247	174	95	50	125	188
\bar{x} [%]	70,37	69,33	68,83	67,43	69,04	67,88	65,10	61,41	67,59	69,90
x _{min} [%]	51,50	44,20	51,82	43,80	56,20	54,17	57,27	48,59	52,65	51,81
x _{max} [%]	83,15	82,70	84,71	83,70	82,14	82,16	75,72	71,44	81,70	81,92
VK [%]	9,74	10,07	9,40	8,89	8,17	7,25	6,00	10,67	10,03	8,46

Die Klassenmittelwerte für die niedrigsten gemessenen Werte lagen zwischen 45,24 % (Klasse 8) und 57,26 % (Klasse 1). Die niedrigsten Einzelwerte lagen bei 35 % bzw. 36 % (Tab. 63). Die durchschnittlichen Höchstwerte lagen zwischen 81,44 % (Klasse 8) und 87,7 % (Klasse 10). Die höchsten Einzelwerte lagen in allen Klassen deutlich über 90 % (Tab. 64).

Tab. 63: Niedrigste relative Luftfeuchtigkeit nach Klassen

Niedrigste relative Luftfeuchtigkeit nach Klassen										
Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n _(Kl)	335	345	291	246	247	174	95	50	124	185
\bar{x} [%]	57,26	56,40	55,75	51,82	52,93	51,79	47,96	45,24	50,14	52,75
x _{min} [%]	35	35	35	35	35	36	36	35	35	35
x _{max} [%]	74	74	81	77	72	72	66	59	71	72
VK [%]	15,27	15,87	16,12	17,85	14,08	14,12	13,61	13,64	16,40	15,67

Tab. 64: Höchste relative Luftfeuchtigkeit nach Klassen

Höchste relative Luftfeuchtigkeit nach Klassen										
Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n _(Kl)	335	345	291	246	247	174	95	50	124	185
\bar{x} [%]	85,41	84,84	84,44	85,61	86,85	85,99	85,63	81,44	85,69	87,70
x _{min} [%]	58	65	63	68	75	75	72	69	65	65
x _{max} [%]	97	96	97	97	97	97	97	93	96	96
VK [%]	7,29	7,10	7,15	7,72	6,01	5,57	5,67	8,09	8,41	6,81

Zur weiteren Beschreibung der Situation in Bezug auf wechselnde Bedingungen hinsichtlich der relativen Luftfeuchtigkeit wurde die Differenz zwischen niedrigstem und höchstem Wert je Tier und Klasse ermittelt (Tab. 65).

Tab. 65: Differenz zwischen höchstem und niedrigstem Wert relativer Luftfeuchtigkeit nach Klassen

Differenz zwischen höchster und niedrigster relativer Luftfeuchtigkeit nach Klassen										
Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$n_{(Kl)}$	335	345	291	246	247	174	95	50	124	185
\bar{x} [%-Pkt.]	28,15	28,44	28,70	33,78	33,92	34,21	37,67	36,20	35,56	34,95
x_{\min} [%-Pkt.]	10	6	4	2	13	16	14	12	12	15
x_{\max} [%-Pkt.]	55	55	55	58	58	55	57	55	55	56
VK [%-Pkt.]	29,41	29,31	32,59	35,72	21,58	23,04	22,93	28,04	24,40	22,64

Die klassenbezogene durchschnittliche Differenz war in Klasse 7 am höchsten (37,67 %-Punkte). Die niedrigsten Differenzen wurden in den Klassen 1, 2 und 3 gefunden (28,15 %-Punkte, 28,44 %-Punkte und 28,70 %-Punkte). Die grafische Darstellung der klassenbezogenen Auswertungen für den Parameter „relative Luftfeuchtigkeit“ zeigt, dass in den Klassen mit den niedrigsten Werten (Klassen 7 und 8) die höchsten Spannen auftraten, während in den Klassen 1 bis 3 die niedrigsten Spannen zu verzeichnen waren (Abb. 37).

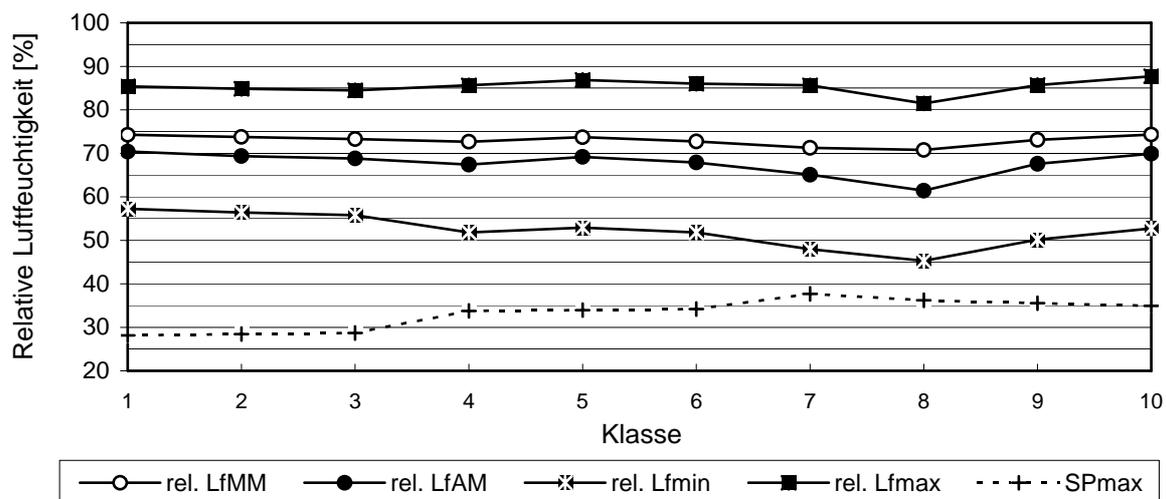


Abb. 37: Klassenmittelwerte der erfassten Daten der relativen Luftfeuchtigkeit (rel. LfMM = relative Luftfeuchtigkeit zur Morgenmelkzeit, rel. LfAM = relative Luftfeuchtigkeit zur Abendmelkzeit, rel. Lfmin = niedrigster Wert relativer Luftfeuchtigkeit, rel. Lfmax = höchster Wert relativer Luftfeuchtigkeit, SPmax = Spanne zwischen niedrigstem und höchstem Wert relativer Luftfeuchtigkeit)

Die zusammengefasste Darstellung von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit nach Klassen zeigt die Beziehung zwischen beiden Parametern (Abb. 38). In den Klassen mit den niedrigsten Temperaturen (Klassen 1 und 10) wurden die höchsten Werte relativer Luftfeuchtigkeit gefunden. Die nach Klassen zusammengefassten Temperaturwerte zur Abendmelkzeit lagen während des gesamten Untersuchungszeitraums über denen zur Morgenmelkzeit. Für die relative Luftfeuchtigkeit kann der umgekehrte Fall festgehalten werden.

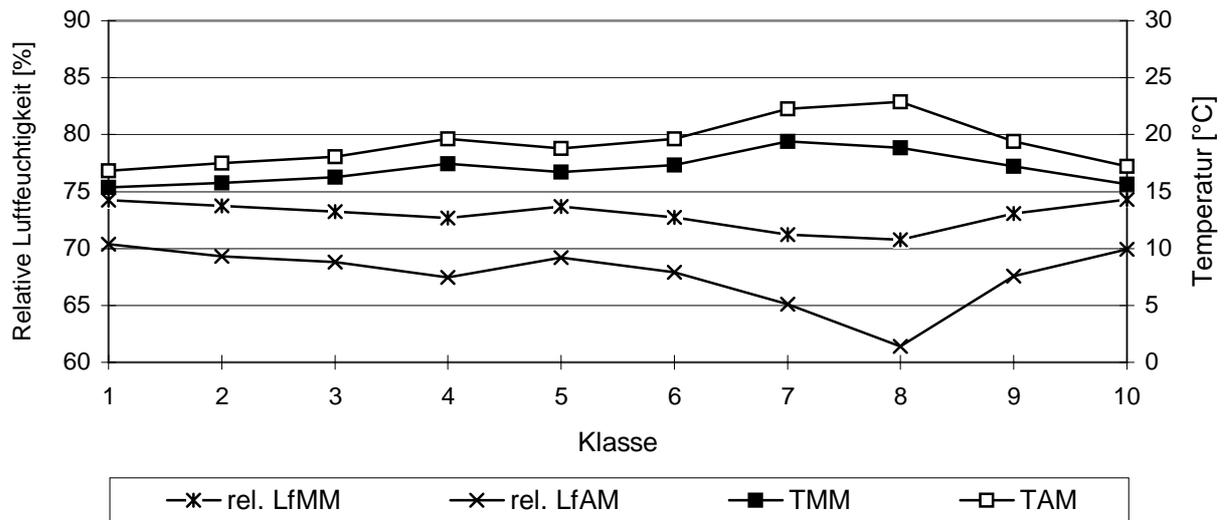


Abb. 38: Vergleich von durchschnittlicher Temperatur und durchschnittlicher relativer Luftfeuchtigkeit zur Morgen- und Abendmelkzeit nach Klassen (rel. LfMM = durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit zur Morgenmelkzeit, rel. LfAM = durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit zur Abendmelkzeit, TMM = durchschnittliche Temperatur zur Morgenmelkzeit, TAM = durchschnittliche Temperatur zur Abendmelkzeit)

4.1.3.5.2 Haltungstechnische Kriterien der Stand-/Liegeplatzgestaltung in Bezug zum Reproduktionsstadium

Die meisten der untersuchten Tiere waren im Untersuchungszeitraum an wechselnden Standplätzen aufgestellt. Da sich die Stände innerhalb eines Stalles hinsichtlich der Ausführung einzelner haltungstechnischer Kriterien teilweise deutlich voneinander unterschieden, unterlagen diese Tiere innerhalb ihres Reproduktionszyklus' in solchen Fällen wechselnden haltungstechnischen Einflüssen, so dass eine Beschreibung der haltungstechnischen Umwelt in Bezug zum Reproduktionsstadium des Tieres (Klasse) erforderlich war. Dies wird in diesem Kapitel vorgenommen.

Die durchschnittliche Länge der Stand-/Liegeplätze (Liegelänge) je Klasse betrug zwischen 154,87 cm (Klasse 5) und 158,45 cm (Klasse 8). Der niedrigste Einzelwert (133,8 cm) und die größte Spanne (46,2 cm) wurden in Klasse 1 gefunden (Tab. 66).

Tab. 66: Stand-/Liegeplatzlänge nach Klassen

	Stand-/Liegeplatzlänge nach Klassen									
Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n _(Kl)	357	377	333	302	266	204	117	57	138	209
\bar{x} [cm]	155,26	155,07	154,9	155,53	154,87	155,35	157,20	158,45	156,95	157,05
x _{min} [cm]	133,8	134,6	135	135	135	135	135,5	137,8	135	134,82
x _{max} [cm]	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Spanne [cm]	46,2	45,4	45	45	45	45	44,5	42,2	45	45,2
VK [%]	8,36	8,32	8,19	7,75	7,97	7,79	7,43	8,89	8,20	8,08

Die durchschnittliche Breite der Stand-/Liegeplätze (Liegebreite) je Klasse betrug 103,70 cm (Klasse 1) bis 105,26 cm (Klasse 7). Neben dem niedrigsten Durchschnittswert wurden auch hier, wie bereits für die Stand-/Liegeplatzlänge, der niedrigste Einzelwert (60 cm) und die größte Spanne (80 cm) in Klasse 1 gefunden (Tab. 67).

Tab. 67: Stand-/Liegeplatzbreite nach Klassen

	Stand-/Liegeplatzbreite nach Klassen									
Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n _(Kl)	357	377	333	302	266	204	117	57	138	209
\bar{x} [cm]	103,70	103,75	103,95	104,59	104,19	104,40	105,26	105,16	104,77	105,03
x_{\min} [cm]	60	66	69	69	66	66	66	96	79	77
x_{\max} [cm]	140	140	140	140	140	125	133	119	133	133
Spanne [cm]	80	74	71	71	74	59	67	23	54	56
VK [%]	8,08	7,67	7,58	7,80	8,15	7,87	9,79	5,07	6,53	7,48

Die klassenbezogene durchschnittliche Größe der Liegeflächen erstreckte sich von 1,61 m² bis 1,67 m². Entsprechend der Stand-/Liegeplatzlänge und -breite wurden für die Größe der Liegefläche der niedrigste Einzelwert und die größte Spanne ebenfalls in Klasse 1 gefunden (Tab. 68)

Tab. 68: Größe der Liegefläche nach Klassen

	Größe der Liegefläche nach Klassen									
Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n _(Kl)	357	377	333	302	266	204	117	57	138	209
\bar{x} [cm]	1,61	1,61	1,61	1,63	1,61	1,62	1,66	1,67	1,65	1,65
x_{\min} [cm]	0,96	1,06	1,10	1,10	1,06	1,06	1,06	1,36	1,26	1,23
x_{\max} [cm]	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,13	2,19	1,98	2,19	2,19
Spanne [m ²]	1,28	1,18	1,14	1,14	1,18	1,07	1,13	0,62	0,93	0,96
VK [%]	12,01	11,76	11,55	11,27	11,80	11,44	13,31	10,11	10,94	11,98

Die klassenbezogene durchschnittliche Höhe der festen Krippenrückwand betrug 22,08 cm (Klasse 5) bis 24,33 cm (Klasse 10) (Tab. 69). Die Durchschnitts- und Höchstwerte in den Klassen deuten darauf hin, dass ein Großteil der Krippenrückwände im Hinblick auf die Bedürfnisse der Tiere zu hoch war. Besonders erwähnenswert ist der Höchstwert von 50 cm in den Klassen 1, 7 und 10.

Das klassenbezogene durchschnittliche Krippensohlniveau lag bei 6,00 cm (Klasse 3) bis 7,40 cm (Klasse 10) (Tab. 70). In allen Klassen traten negative Werte auf (-3,0 cm). Zudem sind alle Klassen durch große Variationen gekennzeichnet (VK = 79,84 %; Klasse 8 bis VK = 105,07 %; Klasse 7).

Tab. 69: Höhe der festen Krippenrückwand nach Klassen

Höhe der festen Krippenrückwand nach Klassen										
Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n _(Kl)	357	377	333	302	266	204	117	57	138	209
\bar{x} [cm]	22,70	22,38	22,67	22,65	22,08	22,26	23,22	22,77	22,95	24,33
x _{min} [cm]	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
x _{max} [cm]	50	33	33	33	33	37,17	50	33	50	50
Spanne [cm]	36	19	19	19	19	23,17	36	19	36	36
VK [%]	21,77	20,97	20,94	20,15	18,81	20,76	34,35	22,42	24,13	34,00

Tab. 70: Krippensohlniveau nach Klassen

Krippensohlniveau nach Klassen										
Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n _(Kl)	357	377	333	302	266	204	117	57	138	209
\bar{x} [cm]	6,15	6,03	6,00	6,02	6,03	6,19	6,38	6,29	6,63	7,40
x _{min} [cm]	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
x _{max} [cm]	25	15	15	15	15	16,29	25	15	25	25
Spanne [cm]	28	18	18	18	18	19,29	28	18	28	28
VK [%]	83,33	81,77	81,64	80,35	81,57	81,66	105,07	79,84	83,68	93,25

Die klassenbezogene durchschnittliche Kotroststegbreite lag bei 2,26 cm (Klassen 7 u. 10) bis 2,55 cm (Klasse 9). Die Variationskoeffizienten lagen bei VK = 18,52 % (Klasse 10) bis VK = 66,82 % (Klasse 9) (Tab. 71).

Tab. 71: Breite der Kotroststege nach Klassen

Breite der Kotroststege nach Klassen										
Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n _(Kl)	358	377	333	302	266	204	117	57	138	209
\bar{x} [cm]	2,32	2,32	2,33	2,38	2,43	2,47	2,26	2,51	2,55	2,26
x _{min} [cm]	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59
x _{max} [cm]	14	14	14	14	14	14	9,27	14	14	6,45
Spanne [cm]	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	7,68	12,41	12,41	4,86
VK [%]	29,67	29,06	30,64	48,65	52,01	60,37	31,74	62,82	66,24	18,52

Die Unterschiede in der Kotrostschlitzweite waren dem gegenüber deutlich geringer (Tab. 72). Die Variationskoeffizienten sind nur in den Klassen 7 (VK = 12,90 %) und 10 (VK = 13,31 %) nennenswert. Die Klassenmittelwerte erstrecken sich von 3,83 cm (Klasse 10) bis 4,02 cm (Klasse 8).

Tab. 72: Weite der Kotrostschlitz nach Klassen

Weite der Kotrostschlitz nach Klassen										
Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n _(Kl)	358	377	333	302	266	204	117	57	138	209
\bar{x} [cm]	4	4	4	4,01	4,01	4,01	3,86	4,02	3,99	3,83
x _{min} [cm]	3,65	4	4	4	3,73	3,19	2	4	2	2
x _{max} [cm]	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4,33
Spanne [cm]	1,35	1	1	1	1,27	1,81	2	1	3	2,33
VK [%]	1,64	1,29	1,37	2,37	2,61	3,61	12,90	3,30	6,41	13,31

4.1.3.5.3 Liegelängendifferenzen (LLD) und Liegebreitendifferenzen (LBD) in Bezug zum Reproduktionsstadium

Aufgrund von unterschiedlichen Längen und Breiten der einzelnen Stände innerhalb eines Stalles, kam es bei Standortwechseln eines Tieres zu unterschiedlichen Liegelängen- und Liegebreitendifferenzen. In solchen Fällen lagen auch diesbezüglich innerhalb eines Reproduktionszyklus wechselnde Einflüsse auf das Tier vor. Die klassenbezogenen Liegelängen- und Liegebreitendifferenzen sind in diesem Kapitel dargestellt.

Die klassenbezogenen durchschnittlichen Liegelängendifferenzen lagen in allen Klassen im negativen Bereich (Tab. 73). Sie erstreckten sich von -12,83 cm (Klasse 8) bis -17,17 cm (Klasse 3). In jeder Klasse gab es sowohl negative als auch positive Abweichungen von den tierindividuellen Sollwerten. Alle Klassen sind durch hohe Variationen gekennzeichnet (VK = 75,81 %; Klasse 5 bis VK = 113,95 %; Klasse 8).

Tab. 73: Liegelängendifferenz (LLD) nach Klassen

Liegelängendifferenz nach Klassen										
Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n _(Kl)	344	363	321	295	260	199	116	57	138	209
\bar{x} [cm]	-16,61	-17,02	-17,17	-16,71	-16,91	-16,60	-14,51	-12,83	-15,57	-16,19
x _{min} [cm]	-48	-48	-48	-48	-48	-45	-44	-45	-44,49	-50,88
x _{max} [cm]	+21	+21	+21	+21	+20	+20	+20	+19	+21	+19
Spanne [cm]	69	69	69	69	68	65	64	64	65,49	69,88
VK [%]	83,74	81,90	79,79	78,99	75,81	76,69	87,59	113,95	87,54	86,97

Die klassenbezogenen durchschnittlichen Liegebreitendifferenzen waren ebenfalls ausnahmslos negativ (-4,59 cm; Klasse 8 bis -7,85 cm; Klasse 10). Die Variationen innerhalb der einzelnen Klassen lagen bei VK = 139,74 % (Klasse 8) bis VK = 267,88 % (Klasse 7) und damit deutlich über den Variationen der Variable „Liegelängendifferenz“ (Tab. 74).

Tab. 74: Liegebreitendifferenz (LBD) nach Klassen

	Liegebreitendifferenz nach Klassen									
Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n _(Kl)	343	362	320	294	260	199	116	57	137	208
\bar{x} [cm]	-5,43	-5,62	-5,49	-5,24	-5,39	-5,80	-4,95	-4,59	-6,87	-7,85
x _{min} [cm]	-47	-47	-47	-47	-47	-58	-58	-23	-39,85	-44
x _{max} [cm]	+38	+38	+38	+38	+38	+25	+25	+22	+22	+27,50
Spanne [cm]	85	85	85	85	85	83	83	45	61,85	71,50
VK [%]	229,47	215,12	224,59	239,12	219,11	213,97	267,88	193,46	139,74	142,42

4.2 Ergebnisse der klassenabhängigen schrittweisen multiplen Regressionen

Zur Prüfung von möglichen Beziehungen zwischen der Fruchtbarkeit einer Milchkuh und ihrer Haltungsumwelt muss ein mehrfaktorieller Ansatz gewählt werden, da viele potentielle Einflussfaktoren existieren, die zudem einer gegenseitigen Beeinflussung unterliegen können. Aus diesem Grund wurden schrittweise, multiple Regressionen zur Untersuchung verwendet. Sie ermöglichten es, aus den in das Modell aufgenommenen Einflussfaktoren diejenigen herauszufinden, die unter Berücksichtigung aller Einflussfaktoren statistisch gesicherte Wechselbeziehungen zur Fruchtbarkeit besitzen (FAILING et al., 1998 /47/). In der schrittweisen multiplen Regression wurde im ersten Schritt jeder im Modell zu prüfende, potentielle Einflussfaktor (unabhängige Variable) unabhängig von den anderen Faktoren auf seine Wechselwirkung zu einem Fruchtbarkeitsparameter (abhängige Variable) beleuchtet. Im weiteren Verfahren wurde sukzessive die unabhängige Variable mit der größten Bedeutung in das mathematische Modell zur Beschreibung der abhängigen Variable aufgenommen. Als Maßzahl für die Bedeutung diente der F-Wert, der sich aus dem Quotienten der Varianz, die durch die betreffende Variable erklärt wird, und der Restvarianz, die vom Modell nicht erklärt wird, ergibt. Anhand von Tabellenwerten aus der F-Verteilung (SACHS, 1992 /133/) wurde der Signifikanzgrad für die jeweilige Variable bestimmt. Bedingung für die Hereinnahme in das mathematische Modell war, dass der Einfluss der Variable die Signifikanzgrenze von $p = 0,05$ nicht überschreitet ($F\text{-Wert} \geq 4$).

Grundsätzlich muss bei den angewendeten Berechnungen berücksichtigt werden, dass es sich bei den Regressionswerten um Durchschnittswerte handelt, die nicht zwangsläufig auf das Einzeltier angewendet werden können. Obwohl es sich bei den Regressionskoeffizienten um mathematisch richtige Größenangaben handelt, ist die Beurteilung der Beeinflussung der Zielvariablen nur qualitativ im Sinne einer Richtungsänderung möglich. Dabei muss bedacht werden, dass in Abhängigkeit vom Parameter und von biologischen Grenzen, den Ergebnissen die biologische Stimmigkeit fehlen kann. Des Weiteren muss bedacht werden, dass wegen der Vielzahl der durchgeführten statistischen Tests auch mit zufällig signifikanten Beziehungen gerechnet werden muss. Daher bedeutet der Nachweis einer statistisch signifikanten Beziehung nicht zwangsläufig auch den Nachweis eines kausalen Zusammenhangs.

Die Auswertungen in der vorliegenden Arbeit bauen auf den Berechnungen von FISCHER (1996 /51/) sowie FAILING et al. (1998 /47/) auf. Die ausgewählten Variablen für die Berechnungen der Regressionen sind zum Teil von dort übernommen. Als unabhängige Variablen wurden zusätzlich Tierkörpermaße, Daten aus der Haltungsumwelt der Tiere sowie Abweichungen von Sollwerten für verschiedenen Parameter aus der Haltungsumwelt (z. B. Liegelängen- und Liegebreitendifferenzen) in die Rechenmodelle aufgenommen. Ergänzend zu FISCHER (1996 /51/) wurden die Zielvariablen „Verzögerungszeit“ und „Zwischenbesamungszeit“ in die Berechnungen einbezogen, da beide Fruchtbarkeitsparameter in der Literatur häufiger beschrieben wurden, und durch die Hinzunahme eine bessere Diskussionsbasis erwartet wurde.

In die schrittweisen multiplen Regressionen wurden nachfolgende unabhängige Variablen einbezogen; sofern in den weiteren Ausführungen ein verkürzter Variablenname verwendet wird, ist dieser in Klammern angegeben:

Klassenunabhängige Variablen:

Rasse, Alter zum Zeitpunkt der untersuchungsrelevanten Abkalbung (Kalbealter), Anzahl der Laktationen (Laktationsnummer), Erstkalbealter, Milchmenge des ersten Probegemelks p. p. (Einsatzleistung M-kg), Milcheiweißgehalt des ersten Probegemelks p. p. (Einsatzleistung E-%), Milchfettgehalt des ersten Probegemelks p. p. (Einsatzleistung F-%), Brustumfang, schräge Rumpflänge, Widerristhöhe, Kreuzbeinhöhe, Brustbreite, Beckenbreite, Beckenlänge, Stallvolumen je GV, Stallgrundfläche je m² lichtdurchlässiger Fläche der Stallhülle (Stallgrundfläche/m² Fensterfläche), Helligkeit in Tiernähe (Helligkeit), seitliche Abgrenzung zwischen zwei benachbarten Tieren (seitliche Abgrenzung), Flexibilität der Anbindung, Art des raumluftechnischen Systems (raumluftechnisches System), Einsatz einer Kuhtraineranlage (Kuhtrainer).

Klassenabhängige Variablen zur Haltungsumwelt der Tiere:

Höhe der festen Krippenrückwand (feste Krippenrückwand), Krippensohlniveau, Art des Bodenbelages (Bodenbelag), Breite der Kotroststege (Kotroststegbreite), Weite der Kotrostschlitze (Kotrostschlitzweite), negative Liegelängendifferenz, positive Liegelängendifferenz, negative Liegebreitendifferenz, positive Liegebreitendifferenz, durchschnittliche Temperatur zur Morgenmelkzeit (Temperatur MM), durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit zur Morgenmelkzeit (rel. Luftfeuchtigkeit MM), durchschnittliche Temperatur zur Abendmelkzeit (Temperatur AM), durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit zur Abendmelkzeit (rel. Luftfeuchtigkeit AM), durchschnittliche Minimaltemperatur (Minimaltemperatur), durchschnittliche Maximaltemperatur (Maximaltemperatur), Spanne zwischen durchschnittlicher Minimaltemperatur und durchschnittlicher Maximaltemperatur (tägliche Temperaturspanne), niedrigster Temperaturwert (Min.-Wert Temperatur), höchster Temperaturwert (Max.-Wert Temperatur), Spanne zwischen niedrigstem und höchstem Temperaturwert (Spanne Min.-Max.-Wert Temp.), niedrigster Wert relativer Luftfeuchtigkeit (Min.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit), höchster Wert relativer Luftfeuchtigkeit (Max.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit), Spanne zwischen niedrigstem und höchstem Wert relativer Luftfeuchtigkeit (Spanne Min.-Max.-Wert rel. Lf).

Klassenabhängige Variablen zum Versorgungs- und Gesundheitsstatus der Tiere:

Ferner wurden, wie in Kapitel 3.3.2, S. 67, beschrieben, die von FISCHER (1996 /51/) verwendeten unabhängigen Variablen in die Berechnungen einbezogen. Diese waren im Einzelnen: Körpertemperatur, Ernährungszustand fett, Ernährungszustand mager, Pflegezustand, Zustand der Klauen, Auftreten von Gelenkverdickungen an den rechten Hinterextremitäten (Gelenkverdickungen hr), Auftreten von Gelenkverdickungen an den linken Hinterextremitäten (Gelenkverdickungen hl), Auftreten von Hautläsionen an den rechten Hinterextremitäten (Hautläsionen hr), Auftreten von Hautläsionen an den linken Hinterextremitäten (Hautläsionen hl), Auftreten von Schwanzräude (Schwanzräude), Grad der Uterusinvolution (Uterusinvolution), Sekretmenge im Vaginallumen (Scheidensekretmenge), Stimmigkeit des Progesteronwertes mit klinischem Befund (Progesteron), Veränderungen der äußeren Genitale (äußere Genitale), Auftreten einer Kolpitis (Kolpitis), Auftreten einer Cervicitis (Cervicitis), Auftreten einer Vaginitis (Vaginitis)

Natriumkonzentration im Urin (Natrium), Blutplasmakonzentrationen an: β -Carotin (β -Carotin), Laktat (Laktat), GOT (GOT), GPT (GPT), freien Fettsäuren (freie Fettsäuren), Creatin-Kinase (Creatin-Kinase), Gesamtbilirubin (Gesamtbilirubin), GLDH (GLDH), Glukose (Glucose), Harnstoff (Harnstoff), Calcium (Calcium), Magnesium (Magnesium), anorganischem Phosphat (anorg. Phosphat) und Gesamteiweiß (Gesamteiweiß); Nachweis eines Antikörpertiters gegenüber: IBR/IPV-Virus (Antikörpertiter IBR/IPV), BVDV (Antikörpertiter BVDV), Leptospiren (Antikörpertiter Leptospiren), *Coxiella burnetii* (Antikörpertiter *Cox. burnetii*), *Chlamydia psittaci* (Antikörpertiter *Chlam. psittaci*).

Die postpartal erfassten Variablen „Körperinnentemperatur“, „Uterusinvolution“, „Scheidensekretmenge“, „Progesteron“, „äußere Genitale“, „Kolpitis“, „Cervicitis“, „Vaginitis“, „Antikörpertiter IBR/IPV“, „Antikörpertiter BVDV“, „Antikörpertiter Leptospiren“, „Antikörpertiter *Cox. burnetii*“ und „Antikörpertiter *Chlam. psittaci*“ wurden ausschließlich in den Klassen 1 bis 4 berücksichtigt (s. FISCHER, 1996 /51/). Die Variablen „Uterusinvolution“, „Scheidensekretmenge“, „Progesteron“, „äußere Genitale“, „Kolpitis“, „Cervicitis“ und „Vaginitis“ wurden innerhalb der multiplen logistischen Regressionen nicht als unabhängige Variablen eingesetzt (s. FISCHER, 1996 /51/).

Die Berechnungen erfolgten klassenabhängig für die Klassen 1, 2, 3, 4 und 10. Die einbezogenen Variablen waren sowohl klassenabhängig als auch klassenunabhängig. Klassenabhängige Variablen wurden jeweils mit der Ziffer der entsprechenden Klasse gekennzeichnet. Die aufgrund rechtsschiefer Verteilung logarithmierten positiven quantitativen Variablen sind mit dem Hinweis „log“ gekennzeichnet (s. FISCHER, 1996 /51/).

Die Ergebnisse der Berechnungen sind getrennt nach Klassen, und innerhalb der Klassen getrennt nach Zielvariablen dargestellt.

4.2.1 Ergebnisse der klassenabhängigen schrittweisen multiplen linearen Regressionen

Für die Untersuchung der möglichen Beziehungen zwischen den intervallskalierten bzw. ordinalen Zielvariablen „Rastzeit“, „Verzögerungszeit“, „Güstzeit“, „Zwischenbesamungszeit“ und „KB-Zahl“ und den unabhängigen Variablen wurden multiple lineare Regressionen berechnet.

Die Variablen mit statistisch gesicherter Einflussnahme sind absteigend nach der Stärke ihres Einflusses rangiert dargestellt. Die Stärke der Einflussnahme wird durch den F-Wert ausgedrückt. Aus dem F-Wert wurde der p-Wert abgeleitet, der den Grad der statistischen Signifikanz ausdrückt.

Das Maß für den Einfluss ist der Regressionskoeffizient (Reg.-Koeffizient). Dieser drückt aus, um wie viele Einheiten (Tage Rast-, Verzögerungs-, Güst- bzw. Zwischenbesamungszeit, Anzahl Besamungen je Gravidität) sich die abhängige Variable erhöht (+) oder erniedrigt (–), wenn die unabhängige Variable um eine Einheit ansteigt (Tab. 75 bis 99).

Der Regressionskoeffizient ist eine mathematische Größe, der biologische Grenzen überschreiten kann, so dass die biologische Stimmigkeit der nachfolgend dargestellten Ergebnisse nicht immer gegeben sein muss.

4.2.1.1 Klasse 1 (1 bis 40 Tage nach der Kalbung)

Abhängige Variable „Rastzeit“

In der Klasse 1 konnte ein hoch signifikanter Einfluss der negativen Liegelängendifferenz auf die Rastzeit gefunden werden. Mit Anstieg der negativen Liegelängendifferenz um 1 cm verlängerte sich die Rastzeit um durchschnittlich +0,55 Tage (Tab. 75).

Ferner wurden signifikante Beziehungen zwischen der Rastzeit und den unabhängigen Variablen „Stallgrundfläche/m² Fensterfläche“ sowie „Gesamtbilirubin“ gefunden. Mit Zunahme der Stallgrundfläche um 1 m² je m² Fensterfläche war die Rastzeit um durchschnittlich –0,21 Tage verkürzt. Sie war um durchschnittlich +85,19 Tage verlängert, wenn die Gesamtbilirubinkonzentration im Blutplasma um eine Logarithmusstufe anstieg.

Zudem wurde eine schwach signifikante Beziehung zur Rastzeit für die Variable „Ernährungszustand fett“ gefunden. Tiere in einem fetten Ernährungszustand hatten eine um durchschnittlich +6,98 Tage längere Rastzeit als nicht fette Tiere.

Tab. 75: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Rastzeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 1

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	Negative Liegelängendifferenz (1)	+0,55	12,10	≤ 0,001
2	Stallgrundfläche/m ² Fensterfläche	-0,21	8,96	≤ 0,01
3	Gesamtbilirubin (log) (1)	+85,19	8,64	≤ 0,01
4	Ernährungszustand fett (1)	+6,98	4,34	≤ 0,05
n = 131				

Abhängige Variable „Verzögerungszeit“

Ein signifikanter Einfluss auf die Verzögerungszeit wurde für die Variable „positive Liegelängendifferenz“ gefunden. Mit deren Anstieg um 1 cm verlängerte sich die Verzögerungszeit um durchschnittlich +6,95 Tage (Tab. 76).

Schwach signifikante Beziehungen zur Verzögerungszeit wurden für die Variablen „Widerristhöhe“, „GLDH“, „β-Carotin“, „Kotroststegbreite“, „Cervicitis“ und „Schwanzräude“ gefunden. Die Zunahme der Widerristhöhe um 1 cm, die Erhöhung der GLDH-Plasmakonzentration um eine Logarithmusstufe, die Zunahme der Kotroststegbreite um 1 cm und das Auftreten einer Cervicitis waren verbunden mit einer durchschnittlichen Verlängerung der Verzögerungszeit von +4,26 Tagen, +1,43 Tagen, +65,42 Tagen und +53,45 Tagen.

Mit der Zunahme der β-Carotinkonzentration im Blutplasma um eine Bewertungsstufe bzw. dem Auftreten von Schwanzräude verkürzte sich die Verzögerungszeit um durchschnittlich -19,98 Tage bzw. -30,44 Tage.

Tab. 76: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Verzögerungszeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 1

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	Positive Liegelängendifferenz (1)	+6,95	7,80	≤ 0,01
2	Widerristhöhe	+4,26	6,77	≤ 0,05
3	GLDH (log) (1)	+1,43	6,62	≤ 0,05
4	β-Carotin (1)	-19,98	6,31	≤ 0,05
5	Kotroststegbreite (1)	+65,42	6,19	≤ 0,05
6	Cervicitis (1)	+53,45	5,07	≤ 0,05
7	Schwanzräude (1)	-30,44	4,75	≤ 0,05
n = 101				

Abhängige Variable „Güstzeit“

Eine signifikante Beziehung zur Güstzeit wurde in Klasse 1 für die Variablen „ β -Carotin“ gefunden. Mit Zunahme der β -Carotinkonzentration im Blutplasma um eine Bewertungsstufe nahm die Güstzeit um durchschnittlich $-24,65$ Tage ab (Tab. 77).

Tab. 77: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Güstzeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 1

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	β -Carotin (1)	$-24,65$	9,50	$\leq 0,01$
2	Freie Fettsäuren (log) (1)	$+0,05$	6,47	$\leq 0,05$
3	Rasse	$-39,29$	6,45	$\leq 0,05$
4	Feste Krippenrückwand (1)	$+3,45$	5,94	$\leq 0,05$
5	Erstkalbealter	$+4,89$	5,87	$\leq 0,05$
n = 100				

Ferner wurden schwach signifikante Beziehungen zwischen der abhängigen Variablen „Güstzeit“ und den unabhängigen Variablen „freie Fettsäuren“, „Rasse“, „feste Krippenrückwand“ und „Erstkalbealter“ gefunden. Mit Anstieg der Blutplasmakonzentration an freien Fettsäuren um eine Logarithmusstufe verlängerte sich die Güstzeit um durchschnittlich $+0,05$ Tage. Mit Erhöhung der festen Krippenrückwand um 1 cm verlängerte sie sich um durchschnittlich $+3,45$ Tage und mit Zunahme des Erstkalbealters um 1 Monat um durchschnittlich $+4,89$ Tage. Tiere der Rasse Rotbunt hatten eine um durchschnittlich $-39,29$ Tage kürzere Güstzeit gegenüber Tieren der Rasse Schwarzbunt.

Abhängige Variable „KB-Zahl“

In der Klasse 1 konnten schwach signifikante Beziehungen zwischen der KB-Zahl und den unabhängigen Variablen „Beckenlänge“, „ β -Carotin“, „Erstkalbealter“, „positive Liegelängendifferenz“, „Pflegezustand“ und „Scheidensekretmenge“ festgestellt werden (Tab. 78).

Tab. 78: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „KB-Zahl“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 1

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	Beckenlänge	$+0,15$	6,58	$\leq 0,05$
2	β -Carotin (1)	$-0,47$	6,13	$\leq 0,05$
3	Erstkalbealter	$+0,08$	5,80	$\leq 0,05$
4	Positive Liegelängendifferenz (1)	$+0,14$	5,17	$\leq 0,05$
5	Pflegezustand (1)	$+0,55$	4,98	$\leq 0,05$
6	Scheidensekretmenge (1)	$+0,47$	4,36	$\leq 0,05$
n = 110				

Die durchschnittliche KB-Zahl erhöhte sich mit Zunahme der Beckenlänge der Tiere um 1 cm um durchschnittlich +0,15, mit Anstieg des Erstkalbealters um 1 Monat um durchschnittlich +0,08, mit Zunahme einer positiven Liegebreitendifferenz um 1 cm um durchschnittlich +0,14, mit Verschlechterung des Pflegezustandes um eine Bewertungsstufe um durchschnittlich +0,55 und mit Zunahme der Sekretmenge im Vaginallumen um eine Bewertungsstufe um durchschnittlich +0,47.

Mit Zunahme der β -Carotinkonzentration im Blutplasma um eine Bewertungsstufe reduzierte sich die Anzahl an Besamungen je Konzeption um durchschnittlich -0,47.

Abhängige Variable „Zwischenbesamungszeit“

Die Zwischenbesamungszeit wurde signifikant beeinflusst durch die Blutplasmakonzentrationen an Creatin-Kinase und GPT. Sie war um durchschnittlich -0,6 Tage verkürzt, mit Anstieg der Creatin-Kinasekonzentration um eine Logarithmusstufe, und um durchschnittlich +7,34 Tage verlängert bei Erhöhung der GPT-Konzentration um 1 U/l (Tab. 79). Schwach signifikante Beziehungen zur Zwischenbesamungszeit wurden gefunden für die unabhängigen Variablen „positive Liegebreitendifferenz“, „Kotrostschlitzweite“ und „rel. Luftfeuchtigkeit MM“. Mit einer Zunahme der positiven Liegebreitendifferenz um 1 cm verlängerte sich die Zwischenbesamungszeit um durchschnittlich +3,06 Tage. Mit Zunahme der Kotrostschlitzweite um 1 cm war die Zwischenbesamungszeit um durchschnittlich -215,23 Tage, und mit Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit zur Morgenmelkzeit um 1 %-Punkt um durchschnittlich -1,45 Tage verkürzt.

Tab. 79: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Zwischenbesamungszeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 1

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	Creatin-Kinase (log) (1)	-0,60	11,59	$\leq 0,01$
2	GPT (1)	+7,34	9,74	$\leq 0,01$
3	Positive Liegebreitendifferenz (1)	+3,06	6,04	$\leq 0,05$
4	Kotrostschlitzweite (1)	-215,23	5,94	$\leq 0,05$
5	Rel. Luftfeuchtigkeit MM (1)	-1,45	5,68	$\leq 0,05$
				n = 60

4.2.1.2 Klasse 2 (41 bis 80 Tage nach der Kalbung)

Abhängige Variable „Rastzeit“

In der Klasse 2 wurde für die abhängige Variable „Rastzeit“ eine hoch signifikante Beziehung zur Widerristhöhe der Tiere gefunden. Die Rastzeit war um durchschnittlich -2,62 Tage kürzer, wenn die Widerristhöhe der Tiere um 1 cm zunahm (Tab. 80).

Signifikante Beziehungen fanden sich zwischen der Rastzeit und den, die Lichtverhältnisse im Stall beschreibenden Variablen „Stallgrundfläche/m² Fensterfläche“ und „Helligkeit“. Mit Zunahme der Stallgrundfläche je m² Fensterfläche um 1 m² verkürzte sich die Rastzeit um durchschnittlich -1,64 Tage. Im Gegensatz dazu war sie um durchschnittlich +15,18 Tage verlängert, wenn die Helligkeit in Tiernähe um eine Bewertungsstufe abnahm.

Schwach signifikante Beziehungen zur Rastzeit wurden für die Variablen „Einsatzleistung E-%“, „freie Fettsäuren“ und „Krippensohlniveau“ festgestellt. Mit Anstieg des Milcheiweißgehaltes im ersten Probegemelk p. p. um 1 %-Punkt war die Rastzeit um durchschnittlich -18,25 Tage verkürzt,

bei Anstieg der Konzentration an freien Fettsäuren im Blutplasma um eine Logarithmusstufe um durchschnittlich $-0,02$ Tage verkürzt und bei Erhöhung des Krippensohlenniveaus um 1 cm um durchschnittlich $-1,53$ Tage verkürzt.

Tab. 80: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Rastzeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 2

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	Widerristhöhe	$-2,62$	14,83	$\leq 0,001$
2	Stallgrundfläche/m ² Fensterfläche	$-1,64$	9,68	$\leq 0,01$
3	Helligkeit	$+15,18$	7,52	$\leq 0,01$
4	Einsatzleistung E-%	$-18,25$	5,92	$\leq 0,05$
5	Freie Fettsäuren (log) (2)	$-0,02$	5,24	$\leq 0,05$
6	Krippensohlenniveau (2)	$-1,53$	4,59	$\leq 0,05$
				n = 143

Abhängige Variable „Verzögerungszeit“

Tiere, bei denen eine Cervicitis diagnostiziert wurde, hatten eine um durchschnittlich $-33,04$ Tage hoch signifikant kürzere Verzögerungszeit im Vergleich zu Tieren, bei denen keine Cervicitis auftrat (Tab. 81). Eine um durchschnittlich $-30,97$ Tage kürzere Verzögerungszeit wurde bei Abnahme der Helligkeit in Tiernähe um eine Bewertungsstufe gefunden. Die Beziehung war signifikant.

Tab. 81: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Verzögerungszeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 2

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	Cervicitis (2)	$-33,04$	12,66	$\leq 0,001$
2	Helligkeit	$-30,97$	8,85	$\leq 0,01$
3	Widerristhöhe	$+3,43$	6,14	$\leq 0,05$
4	Antikörpertiter Chlam. psittaci (2)	$+0,06$	5,95	$\leq 0,05$
				n = 96

Des Weiteren zeigten sich schwach signifikante Beziehungen der Verzögerungszeit zu den Variablen „Widerristhöhe“ und „Antikörpertiter Chlam. psittaci“. Mit Zunahme der Widerristhöhe um 1 cm verlängerte sich die Verzögerungszeit um durchschnittlich $+3,43$ Tage. Sie war um durchschnittlich $+0,06$ Tage verlängert bei Tieren mit einem positiven Antikörpertiter gegen Chlamydia psittaci.

Abhängige Variable „Güstzeit“

Für die abhängige Variable „Güstzeit“ wurden in der Klasse 2 schwach signifikante Beziehungen zu den unabhängigen Variablen „Stallgrundfläche/m² Fensterfläche“ sowie „Spanne Min.-Max.-Wert rel. Lf“ gefunden. Die Güstzeit war um durchschnittlich $-2,19$ Tage kürzer, wenn die Stallgrundfläche je

m² Fensterfläche um 1 m² zunahm. Bei Zunahme der Spanne zwischen niedrigstem und höchstem Wert relativer Luftfeuchtigkeit um 1 %-Punkt verlängerte sich die Gützeit um durchschnittlich +2,49 Tage (Tab. 82).

Tab. 82: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Gützeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 2

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	Stallgrundfläche/m ² Fensterfläche	-2,19	5,81	≤ 0,05
2	Spanne Min.-Max.-Wert rel. Lf (2)	+2,49	5,36	≤ 0,05
				n = 95

Abhängige Variable „KB-Zahl“

Eine signifikante Beziehung zur KB-Zahl wurde für die Variable „freie Fettsäuren“ festgestellt. Mit Erhöhung der Konzentration an freien Fettsäuren im Blutplasma um eine Logarithmusstufe erhöhte sich die KB-Zahl um durchschnittlich +0,001 (Tab. 83).

Tab. 83: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „KB-Zahl“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 2

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	Freie Fettsäuren (log) (2)	+0,001	9,31	≤ 0,01
2	Zustand der Klauen (2)	+0,50	6,35	≤ 0,05
3	Cervicitis (2)	-0,81	5,71	≤ 0,05
4	Progesteron (2)	+1,55	5,49	≤ 0,05
5	Rel. Luftfeuchtigkeit MM (2)	-0,05	5,25	≤ 0,05
6	Laktationsnummer	-0,29	5,16	≤ 0,05
7	Schräge Rumpflänge	+0,08	5,03	≤ 0,05
8	Negative Liegelängendifferenz (2)	-0,02	4,29	≤ 0,05
				n = 98

Schwach signifikante Beziehungen zur KB-Zahl fanden sich in Klasse 2 für die Variablen „Zustand der Klauen“, „Cervicitis“, „Progesteron“, „rel. Luftfeuchtigkeit MM“, „Laktationsnummer“, „schräge Rumpflänge“ und „negative Liegelängendifferenz“.

Zu einer Erhöhung der durchschnittlichen KB-Zahl kam es bei Verschlechterung des Klauenzustandes (+0,5 je Bewertungsstufe), bei Vorkommen eines unphysiologischen Progesteronwertes (+1,55) sowie mit Zunahme der schrägen Rumpflänge (+0,08 je 1 cm). Tiere mit Cervicitis hatten eine um durchschnittlich -0,81 verringerte KB-Zahl. Mit Zunahme der relativen Luftfeuchtigkeit zur Morgenmelkzeit um 1 %-Punkt reduzierte sich die KB-Zahl um durchschnittlich -0,05, mit steigender Laktationsnummer um durchschnittlich -0,29 und mit Zunahme der negativen Liegelängendifferenz um 1 cm um durchschnittlich -0,02.

Abhängige Variable „Zwischenbesamungszeit“

Hoch signifikante Beziehungen zur Zwischenbesamungszeit wurden für die Variablen „Kotrostschlitzweite“ und „Antikörpertiter IBR/IPV“ gefunden (Tab. 84).

Bei Zunahme der Kotrostschlitzweite um 1 cm verkürzte sich die Zwischenbesamungszeit um durchschnittlich –192,18 Tage. Sie war um durchschnittlich +24,93 Tage verlängert bei Tieren mit einem Antikörpertiter gegen das IBR/IPV-Virus gegenüber Tieren ohne Antikörpertiter.

Tab. 84: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Zwischenbesamungszeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 2

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	Kotrostschlitzweite (2)	–192,18	31,95	≤ 0,001
2	Antikörpertiter IBR/IPV (2)	+24,93	13,33	≤ 0,001
3	Minimaltemperatur (2)	–1,68	11,94	≤ 0,01
4	Harnstoff (log) (2)	–0,74	6,52	≤ 0,05
5	Körperinnentemperatur (2)	–20,58	5,38	≤ 0,05
6	Magnesium (2)	–13,69	4,77	≤ 0,05
				n = 57

Die Zunahme der durchschnittlichen Minimaltemperatur im Stall um 1 °C war mit einer signifikanten Verkürzung der Zwischenbesamungszeit um durchschnittlich –1,68 Tage verbunden.

Schwach signifikant waren die festgestellten Beziehungen zwischen der Zwischenbesamungszeit und den unabhängigen Variablen „Harnstoff“, „Körperinnentemperatur“ und „Magnesium“. Mit einem Anstieg der Harnstoffkonzentration im Blutplasma um eine Logarithmusstufe verkürzte sich die Zwischenbesamungszeit um durchschnittlich –0,74 Tage. Mit Anstieg der Körperinnentemperatur um 1 °C war sie um durchschnittlich –20,58 Tage kürzer und mit Anstieg der Magnesiumkonzentration im Blutplasma um 1 mg/100 ml um durchschnittlich –13,69 Tage kürzer.

4.2.1.3 Klasse 3 (81 bis 120 Tage nach der Kalbung)

Abhängige Variable „Rastzeit“

In Klasse 3 wurden für die unabhängigen Variablen „Einsatzleistung E-%“, „Krippensohlenniveau“, „positive Liegelängendifferenz“ und „Calcium“ statistisch gesicherte Beziehungen zur Rastzeit gefunden (Tab. 85).

Bei Zunahme des Milcheiweißgehalts des ersten Probegemelks p. p. um 1 %-Punkt war die Rastzeit signifikant um durchschnittlich –26,33 Tage verkürzt. Mit Erhöhung des Krippensohlenniveaus um 1 cm war eine um durchschnittlich –2,55 Tage signifikant verkürzte Rastzeit gegeben. Mit Zunahme der positiven Liegelängendifferenz um 1 cm verlängerte sich die Rastzeit um durchschnittlich +3,86 Tage und mit Zunahme der Calciumkonzentration im Blutplasma um 1 mg/100 ml um durchschnittlich +10,32 Tage.

Tab. 85: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Rastzeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 3

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	Einsatzleistung E-%	-26,33	8,44	≤ 0,01
2	Krippensohlniveau (3)	-2,55	8,43	≤ 0,01
3	Positive Liegelängendifferenz (3)	+3,86	6,85	≤ 0,05
4	Calcium (3)	+10,32	5,64	≤ 0,05
n = 112				

Abhängige Variable „Verzögerungszeit“

Eine signifikante Beziehung zur Verzögerungszeit wurde für die Variable „GPT“ gefunden. Die Verzögerungszeit verlängerte sich um durchschnittlich +7,96 Tage, wenn die GPT-Konzentration im Blutplasma um 1 U/l anstieg (Tab. 86).

Zusätzlich wurden schwach signifikante Beziehungen zwischen der Verzögerungszeit und den Variablen „Magnesium“, „Max.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit“, „Laktationsnummer“ und „Glucose“ festgestellt. Ein Anstieg der Magnesiumkonzentration im Blutplasma um 1 mg/100 ml war mit einer Verlängerung der Verzögerungszeit von durchschnittlich +55,32 Tage verbunden, ein Anstieg des höchsten Wertes der relativen Luftfeuchtigkeit um 1 %-Punkt mit einer Verlängerung von durchschnittlich +3,08 Tagen, und der Anstieg der Laktationsnummer mit einer Verlängerung der Verzögerungszeit von durchschnittlich +13,87 Tagen. Eine um 1 mg/100 ml höhere Glucosekonzentration im Blutplasma führte zu einer um durchschnittlich -2,93 Tagen kürzeren Verzögerungszeit und eine Zunahme der Spanne zwischen niedrigstem und höchstem Temperaturwert im Stall um 1 K von durchschnittlich -4,98 Tagen.

Tab. 86: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Verzögerungszeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 3

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	GPT (3)	+7,96	11,51	≤ 0,01
2	Magnesium (3)	+55,32	5,48	≤ 0,05
3	Max.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit (3)	+3,08	5,09	≤ 0,05
4	Glucose (3)	-2,93	4,37	≤ 0,05
5	Laktationsnummer	+13,87	4,35	≤ 0,05
6	Spanne Min.-Max.-Wert Temp. (3)	-4,98	4,23	≤ 0,05
n = 59				

Abhängige Variable „Güstzeit“

Statistisch gesicherte Beziehungen zur Gústzeit wurden in Klasse 3 für die Variablen „Flexibilität der Anbindung“, „GPT“, „Kotrostschlitzweite“, „positive Liegebreitendifferenz“, „Spanne Min.-Max.-Wert Temp.“, „Laktationsnummer“, „negative Liegebreitendifferenz“, „Uterusinvolution“ und „Gesamteiweiß“ festgestellt (Tab. 87).

Tab. 87: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Gústzeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 3

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	Flexibilität der Anbindung	+35,95	12,19	≤ 0,01
2	GPT (3)	+4,70	9,95	≤ 0,01
3	Kotrostschlitzweite (3)	-293,53	9,78	≤ 0,01
4	Positive Liegebreitendifferenz (3)	+7,00	8,52	≤ 0,01
5	Spanne Min.-Max.-Wert Temp. (3)	-3,75	7,04	≤ 0,05
6	Laktationsnummer	+14,05	6,68	≤ 0,05
7	Negative Liegebreitendifferenz (3)	-1,74	5,51	≤ 0,05
8	Uterusinvolution (3)	+151,52	5,14	≤ 0,05
9	Gesamteiweiß (3)	+30,65	4,58	≤ 0,05
				n = 58

Mit Abnahme der Flexibilität der Anbindung um eine Bewertungsstufe war die Gústzeit signifikant um durchschnittlich +35,95 Tage verlängert, mit Zunahme der GPT-Konzentration im Blutplasma um 1 mg/100 ml war sie um durchschnittlich +4,70 Tage verlängert, und bei Zunahme der positiven Liegebreitendifferenz um 1 cm um durchschnittlich +7,00 Tage. Mit Vergrößerung der Kotrostschlitzweite um 1 cm war eine signifikante durchschnittliche Verkürzung der Gústzeit um -293,53 Tage verbunden.

Eine schwach signifikante Verlängerung der Gústzeit war verbunden mit einer Erhöhung der Laktationsnummer (+14,05 Tage), dem Vorkommen einer unphysiologischen Uterusinvolution (+151,52 Tage) und mit der Zunahme der Blutplasmakonzentration an Gesamteiweiß (+30,65 Tage je 1 g/l). Eine schwach signifikante Verkürzung der Gústzeit war gegeben bei zunehmender Spanne zwischen niedrigstem und höchstem Temperaturwert (-3,75 Tage je 1 K) und der Zunahme der negativen Liegebreitendifferenz (-1,74 Tage je 1 cm).

Abhängige Variable „KB-Zahl“

Die KB-Zahl war signifikant erhöht bei Tieren mit Schwanzräude gegenüber Tieren ohne Schwanzräude (+1,35). Gleichfalls signifikant war die Erhöhung der KB-Zahl bei Anstieg des höchsten Wertes relativer Luftfeuchtigkeit (+0,1 je 1 %-Punkt) (Tab. 88).

Mit Zunahme der täglichen Temperaturspanne um 1 K trat eine schwach signifikante Reduzierung der KB-Zahl um durchschnittlich -0,09 auf. Ebenso schwach signifikant war die Reduzierung der KB-Zahl um durchschnittlich -0,74 bei Verschlechterung des Pflegezustands um eine Bewertungsstufe. Eine schwach signifikant höhere KB-Zahl (+2,14) wurde für Tiere im Ernährungszustand mager gefunden.

Tab. 88: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „KB-Zahl“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 3

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	Schwanzräude (3)	+1,35	9,90	≤ 0,01
2	Max.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit (3)	+0,10	7,50	≤ 0,01
3	Tägliche Temperaturspanne (3)	-0,09	6,06	≤ 0,05
4	Ernährungszustand mager (3)	+2,14	5,29	≤ 0,05
5	Pflegezustand (3)	-0,74	4,31	≤ 0,05
				n = 66

Abhängige Variable „Zwischenbesamungszeit“

Für die abhängige Variable „Zwischenbesamungszeit“ konnten in Klasse 3 signifikante Beziehungen zu den unabhängigen Variablen „GPT“ und „Min.-Wert Temperatur“ gefunden werden (Tab. 89). Bei Zunahme der GPT-Konzentrationen um 1 mg/100 ml war die Zwischenbesamungszeit um durchschnittlich +6,27 Tage, und bei Zunahme des niedrigsten Temperaturwertes um 1 °C um durchschnittlich +2,39 Tage verlängert.

Eine Erhöhung der GOT-Konzentration im Blutplasma um eine Logarithmusstufe führte zu einer Verkürzung der Zwischenbesamungszeit um durchschnittlich -2,64 Tage. Mit Verschlechterung des Pflegezustands um eine Bewertungsstufe verlängerte sich die Zwischenbesamungszeit um durchschnittlich +22,42 Tage. Die beiden letztgenannten Beziehungen waren schwach signifikant.

Tab. 89: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Zwischenbesamungszeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 3

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	GPT (3)	+6,27	10,12	≤ 0,01
2	Min.-Wert Temperatur (3)	+2,39	7,92	≤ 0,01
3	GOT (log) (3)	-2,64	5,60	≤ 0,05
4	Pflegezustand (3)	+22,42	5,35	≤ 0,05
				n = 47

4.2.1.4 Klasse 4 (> 120 Tage nach der Kalbung)

Abhängige Variable „Rastzeit“

In der Klasse 4 wurden statistisch gesicherte Beziehungen zwischen der Rastzeit und den Variablen „Einsatzleistung E-%“, „Kreuzbeinhöhe“, „negative Liegelängendifferenz“, „Kotrostschlitzweite“, „freie Fettsäuren“, „negative Liegebreitendifferenz“, „raumlufttechnisches System“, „Progesteron“, „Kotroststegbreite“ und „Stallvolumen je GV“ gefunden (Tab. 90).

Tab. 90: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Rastzeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 4

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	Einsatzleistung E-%	-1,13	19,16	≤ 0,001
2	Kreuzbeinhöhe	-2,44	8,04	≤ 0,01
3	Negative Liegelängendifferenz (4)	+1,27	7,94	≤ 0,01
4	Kotrostschlitzweite (4)	+112,58	7,83	≤ 0,01
5	Freie Fettsäuren (log) (4)	+0,06	6,58	≤ 0,05
6	Negative Liegebreitendifferenz (4)	-0,86	5,77	≤ 0,05
7	Raumlufttechnisches System	-8,29	5,69	≤ 0,05
8	Progesteron (4)	+30,95	5,27	≤ 0,05
9	Kotroststegbreite (4)	-32,42	4,98	≤ 0,05
10	Stallvolumen je GV	-1,92	4,97	≤ 0,05
				n = 189

Mit der Zunahme des Milcheiweißgehalts des ersten Probegemelks p. p. um 1 %-Punkt war eine hoch signifikante Verkürzung der Rastzeit um durchschnittlich -1,13 Tage verbunden.

Mit Zunahme der Kreuzbeinhöhe um 1 cm verkürzte sich die Rastzeit signifikant um durchschnittlich -2,44 Tage. Eine signifikante Verlängerung der Rastzeit um durchschnittlich +1,27 Tagen trat auf bei Anstieg einer negativen Liegelängendifferenz um 1 cm. Ebenso signifikant war die Verlängerung der Rastzeit um durchschnittlich +112,58 Tage bei Zunahme der Kotrostschlitzweite um 1 cm.

Die Rastzeit verkürzte sich schwach signifikant um durchschnittlich -0,86 Tage, wenn die negative Liegebreitendifferenz um 1 cm zunahm, um durchschnittlich -8,29 Tage mit zunehmender Intensität der Zwangsluftführung durch das raumlufttechnische System, um durchschnittlich -32,42 Tage bei Zunahme der Kotroststegbreite um 1 cm und um durchschnittlich -1,92 Tage bei Zunahme des Luftvolumens um 1 m³/GV. Ein Anstieg der Konzentration an freien Fettsäuren im Blutplasma um eine Logarithmusstufe war verbunden mit einer Verlängerung der Rastzeit um durchschnittlich +0,06 Tage. Ebenfalls verlängert (+30,95 Tage) war die Rastzeit beim Auftreten von unphysiologischen Progesteronwerten.

Abhängige Variable „Verzögerungszeit“

Für die abhängige Variable „Verzögerungszeit“ wurden in Klasse 4 hoch signifikante Beziehungen zu den unabhängigen Variablen „Spanne Min.-Max.-Wert rel. Lf“, „Stallvolumen je GV“ und „rel. Luftfeuchtigkeit AM“ gefunden (Tab. 91). In allen drei Fällen kam es zu einer Verlängerung der Verzögerungszeit. Diese betrug durchschnittlich +5,46 Tage bei Zunahme der Spanne zwischen höchstem und niedrigstem Wert relativer Luftfeuchtigkeit um 1 %-Punkt, durchschnittlich +5,67 Tage bei Zunahme des Luftvolumens im Stall um 1 m³/GV und durchschnittlich +9,95 Tage bei Zunahme der relativen Luftfeuchtigkeit zur Abendmelkzeit um 1 %-Punkt.

Des Weiteren fanden sich signifikante Beziehungen zwischen der Verzögerungszeit und den Variablen „Bodenbelag“, „freie Fettsäuren“ und „rel. Luftfeuchtigkeit MM“. Tiere auf Kurzständen mit Gummimatten hatten eine um durchschnittlich +60,04 Tage verlängerte Verzögerungszeit gegenüber Tieren auf Kurzständen ohne Gummimatten. Die Erhöhung der Konzentration an freien Fettsäuren im Blutplasma um eine Logarithmusstufe war mit einer Verkürzung der Verzögerungszeit um

durchschnittlich $-0,07$ Tage verbunden. Eine Verkürzung der Verzögerungszeit um durchschnittlich $-7,9$ Tage war zu beobachten, wenn die relative Luftfeuchtigkeit zur Morgenmelkzeit um 1 %-Punkt anstieg.

Tab. 91: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Verzögerungszeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 4

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	Spanne Min.-Max.-Wert rel. Lf (4)	+5,46	44,61	$\leq 0,001$
2	Stallvolumen je GV	+5,67	14,53	$\leq 0,001$
3	Rel. Luftfeuchtigkeit AM (4)	+9,95	13,55	$\leq 0,001$
4	Bodenbelag (4)	+60,04	9,95	$\leq 0,01$
5	Freie Fettsäuren (log) (4)	$-0,07$	8,47	$\leq 0,01$
6	Rel. Luftfeuchtigkeit MM (4)	$-7,90$	7,35	$\leq 0,01$
				n = 83

Abhängige Variable „Güstzeit“

Die abhängige Variable „Güstzeit“ stand in Klasse 4 in signifikanter Beziehung zur unabhängigen Variable „Flexibilität der Anbindung“. Die Güstzeit war bei abnehmender Flexibilität der Anbindung je Beurteilungsstufe um durchschnittlich $+20,30$ Tage verlängert (Tab. 92).

Schwach signifikante Beziehungen zur Güstzeit wurden für die unabhängigen Variablen „rel. Luftfeuchtigkeit AM“, „Kotrostschlitzweite“, „Min.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit“ und „Schwanzräude“ festgestellt.

Mit Zunahme der relativen Luftfeuchtigkeit zur Morgenmelkzeit um 1 %-Punkt war die Güstzeit um durchschnittlich $+7,44$ Tage verlängert. Bei Tieren mit Schwanzräude war die Güstzeit gegenüber Tieren ohne Schwanzräude um durchschnittlich $+24,64$ Tage verlängert. Mit Zunahme der Weite der Kotrostschlitz um 1 cm war die Güstzeit um durchschnittlich $-122,87$ Tage verkürzt und bei Zunahme des niedrigsten Wertes relativer Luftfeuchtigkeit um 1 %-Punkt um durchschnittlich $-5,43$ Tage verkürzt.

Tab. 92: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Güstzeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 4

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	Flexibilität der Anbindung	+20,30	10,95	$\leq 0,01$
2	Rel. Luftfeuchtigkeit AM (4)	+7,44	6,85	$\leq 0,05$
3	Kotrostschlitzweite (4)	$-22,87$	6,27	$\leq 0,05$
4	Min.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit (4)	$-5,43$	6,24	$\leq 0,05$
5	Schwanzräude (4)	+24,64	5,42	$\leq 0,05$
				n = 79

Abhängige Variable „KB-Zahl“

Für die KB-Zahl wurde in Klasse 4 eine signifikante Beziehung zur Variablen „Hautläsionen hl“ gefunden. Tiere mit Hautläsionen an den linken Hinterextremitäten benötigten durchschnittlich $-1,02$ weniger Besamungen je Konzeption als Tiere ohne derartige Hautläsionen (Tab. 93).

Tab. 93: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „KB-Zahl“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 4

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	Hautläsionen hl (4)	$-1,02$	7,57	$\leq 0,01$
2	Stallgrundfläche/m ² Fensterfläche	$+0,09$	6,82	$\leq 0,05$
3	Freie Fettsäuren (log) (4)	$-0,002$	5,22	$\leq 0,05$
4	Krippensohlniveau (4)	$-0,10$	5,06	$\leq 0,05$
5	Einsatzleistung F-%	$+0,57$	4,72	$\leq 0,05$
6	Creatin-Kinase (log) (4)	$-0,02$	4,13	$\leq 0,05$
n = 88				

Ferner konnten für die unabhängigen Variablen „Stallgrundfläche/m² Fensterfläche“, „freie Fettsäuren“, „Krippensohlniveau“, „Einsatzleistung E-%“ und „Creatin-Kinase“ schwach signifikante Beziehungen zur KB-Zahl gefunden werden.

Die Zunahme der Stallgrundfläche um 1 m² je m² Fensterfläche war mit einer Erhöhung der KB-Zahl um durchschnittlich $+0,09$ verbunden. Mit Zunahme des Milcheiweißgehalt im ersten Probegemelk p. p. um 1 %-Punkt kam es zu einer Erhöhung der KB-Zahl um durchschnittlich $+0,57$.

Zu einer Reduzierung der KB-Zahl kam es bei Zunahme der Plasmakonzentrationen an freien Fettsäuren ($-0,002$) und an Creatin-Kinase ($-0,02$) um jeweils eine Logarithmusstufe. Bei Erhöhung des Krippensohlniveaus um 1 cm kam es zu einer Reduzierung der KB-Zahl um durchschnittlich $-0,10$.

Abhängige Variable „Zwischenbesamungszeit“

Die Zwischenbesamungszeit unterlag in Klasse 4 nur schwach signifikanten Einflüssen durch die Variablen „Max.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit“, „Stallgrundfläche/m² Fensterfläche“, „Hautläsionen hl“ und „Antikörpertiter Chlam. psittaci“ (Tab. 94).

Tab. 94: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Zwischenbesamungszeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 4

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	Max.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit (4)	$+1,62$	6,90	$\leq 0,05$
2	Stallgrundfläche/m ² Fensterfläche	$-1,20$	6,20	$\leq 0,05$
3	Hautläsionen hl (4)	$+18,20$	5,31	$\leq 0,05$
4	Antikörpertiter Chlam. psittaci (4)	$+0,03$	4,93	$\leq 0,05$
n = 80				

Bei Anstieg des höchsten Wertes relativer Luftfeuchtigkeit um 1 %-Punkt verlängerte sich die Zwischenbesamungszeit um durchschnittlich +1,62 Tage. Sie war um durchschnittlich +18,20 Tage verlängert bei Tieren mit Hautläsionen an den linken Hinterextremitäten, gegenüber Tieren ohne derartige Hautläsionen und sie war um durchschnittlich +0,03 Tage länger bei Tieren mit einem Antikörpertiter gegen Chlamydia psittaci gegenüber Tieren ohne Antikörpertiter.

Mit der Zunahme der Stallgrundfläche um 1 m² je m² Fensterfläche war eine Verkürzung der Zwischenbesamungszeit von durchschnittlich -1,20 Tagen verbunden.

4.2.1.5 Klasse 10 (100 bis 0 Tage vor der Kalbung)

Abhängige Variable „Rastzeit“

In Klasse 10 wurden statistisch gesicherte Beziehungen zwischen der Rastzeit und den Variablen „Rasse“, „Gesamtbilirubin“ und „Widerristhöhe“ gefunden (Tab. 95).

Tiere der Rasse Rotbunt hatten eine um durchschnittlich +16,71 Tage hoch signifikant verlängerte Rastzeit gegenüber Tieren der Rasse Schwarzbunt. Bei Erhöhung der Konzentration an Gesamtbilirubin im Blutplasma um eine Logarithmusstufe verkürzte sich die Rastzeit signifikant um durchschnittlich -104,02 Tage. Schwach signifikant war der Einfluss der Widerristhöhe zur Rastzeit. Die Rastzeit war um durchschnittlich -1,14 Tage verkürzt bei Zunahme der Widerristhöhe um 1 cm.

Tab. 95: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Rastzeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 10

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	Rasse	+16,71	12,67	≤ 0,001
2	Gesamtbilirubin (log) (10)	-104,02	8,14	≤ 0,01
3	Widerristhöhe	-1,14	4,58	≤ 0,05
n = 109				

Anhängige Variable „Verzögerungszeit“

Die Verzögerungszeit wurde in der Klasse 10 hoch signifikant durch die Variable „Krippensohlniveau“ und schwach signifikant durch die Variablen „Flexibilität der Anbindung“, „Kotrostschlitzweite“ und „Harnstoff“ beeinflusst (Tab. 96).

Tab. 96: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Verzögerungszeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 10

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	Krippensohlniveau (10)	+5,21	15,25	≤ 0,001
2	Flexibilität der Anbindung	+25,15	6,67	≤ 0,05
3	Kotrostschlitzweite (10)	+31,33	5,84	≤ 0,05
4	Harnstoff (log) (10)	+1,17	4,39	≤ 0,05
n = 119				

Mit Erhöhung des Krippensohlenniveaus um 1 cm verlängerte sich die Gützeit um durchschnittlich +5,21 Tage, und mit abnehmender Flexibilität der Anbindung um eine Bewertungsstufe verlängerte sie sich um durchschnittlich +25,15 Tage. Bei Zunahme der Weite der Kotrostschlitze um 1 cm verlängerte sich die Verzögerungszeit um durchschnittlich +31,33 Tage, und bei Zunahme der Konzentration an Harnstoff im Blutplasma um eine Logarithmusstufe um durchschnittlich +1,17 Tage.

Abhängige Variable „Gützeit“

Die Höhe der festen Krippenrückwand hatte in Klasse 10 einen hoch signifikanten Einfluss auf die Gützeit. Mit Zunahme der Höhe um 1 cm verlängerte sich die Gützeit um durchschnittlich +2,73 Tage (Tab. 97).

Eine signifikante Beziehung zur Gützeit wurde für die Variable „Kuhtrainer“ festgestellt. In Beständen mit Kuhtraineranlage war die Gützeit um durchschnittlich +53,65 Tage länger als in Beständen ohne Kuhtraineranlage.

Des Weiteren wurden schwach signifikante Beziehungen zwischen der Gützeit und den Variablen „Glucose“, „Harnstoff“ sowie „positive Liegebreitendifferenz“ gefunden. Mit Zunahme der Glucosekonzentration im Blutplasma um 1 mg/100 ml war die Gützeit um durchschnittlich -2,01 Tage verkürzt. Mit Anstieg der Harnstoffkonzentration im Blutplasma um eine Logarithmusstufe verlängerte sich die Gützeit um durchschnittlich +1,57 Tage, und um durchschnittlich +4,07 Tage bei Zunahme der positiven Liegebreitendifferenz um 1 cm.

Tab. 97: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Gützeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 10

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	Feste Krippenrückwand (10)	+2,73	14,68	≤ 0,001
2	Kuhtrainer	+53,65	8,70	≤ 0,01
3	Glucose (10)	-2,01	6,73	≤ 0,05
4	Harnstoff (log) (10)	+1,57	4,91	≤ 0,05
5	Positive Liegebreitendifferenz (10)	+4,07	4,45	≤ 0,05
				n = 124

Abhängige Variable „KB-Zahl“

Für die Anzahl an Besamungen je Konzeption konnten in der Klasse 10 schwach signifikante Beziehungen zu den Variablen „Magnesium“, „Calcium“ und „Beckenlänge“ festgestellt werden (Tab. 98).

Mit Anstieg der Magnesiumkonzentration im Blutplasma um 1 mg/100 ml erhöhte sich die KB-Zahl um durchschnittlich +0,88. Bei Zunahme der Beckenlänge um 1 cm war die Anzahl der Besamungen je Konzeption um durchschnittlich +0,1 erhöht. Eine Reduzierung der KB-Zahl um durchschnittlich -0,37 fand sich bei Zunahme der Calciumkonzentration im Blutplasma um 1 mg/100 ml.

Tab. 98: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „KB-Zahl“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 10

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	Magnesium (10)	+0,88	4,78	≤ 0,05
2	Beckenlänge	+0,10	4,53	≤ 0,05
3	Calcium (10)	-0,37	4,22	≤ 0,05
n = 121				

Abhängige Variable „Zwischenbesamungszeit“

Unter den unabhängigen Variablen der Klasse 10 fand sich eine hoch signifikante Beziehung der Variable „Krippensohlniveau“ zur Zielvariable „Zwischenbesamungszeit“. Mit Erhöhung des Krippensohlniveaus um 1 cm stieg die Zwischenbesamungszeit um durchschnittlich +2,53 Tage an (Tab. 99).

Signifikant waren die gefundenen Beziehungen zwischen der Zwischenbesamungszeit und den unabhängigen Variablen „Flexibilität der Anbindung“ und „Creatin-Kinase“. Mit Erhöhung der Flexibilität der Anbindung um eine Bewertungsstufe trat eine Verlängerung der Zwischenbesamungszeit von durchschnittlich +16,49 Tagen auf. Mit Zunahme der Creatin-Kinasekonzentration im Blutplasma um eine Logarithmusstufe kam es zu einer Verkürzung der Zwischenbesamungszeit von durchschnittlich -0,17 Tagen.

Schwach signifikante Beziehungen zur Zwischenbesamungszeit wurden für die Variablen „Einsatzleistung E-%“ und „Ernährungszustand fett“ festgestellt. Bei Zunahme des Milcheiweißgehaltes des ersten Probegemelks p. p. um 1 %-Punkt verlängerte sich die Zwischenbesamungszeit um durchschnittlich +14,32 Tage. Fette Tiere hatten eine um durchschnittlich -16,14 Tage verkürzte Zwischenbesamungszeit gegenüber nicht fetten Tieren.

Tab. 99: Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Zwischenbesamungszeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 10

Rang	Parameter	Reg. - Koeffizient	F - Wert	p - Wert
1	Krippensohlniveau (10)	+2,53	14,34	≤ 0,001
2	Flexibilität der Anbindung	+16,49	9,34	≤ 0,01
3	Creatin-Kinase (log) (10)	-0,17	8,30	≤ 0,01
4	Einsatzleistung E-%	+14,32	5,67	≤ 0,05
5	Ernährungszustand fett (10)	-16,14	4,89	≤ 0,05
n = 62				

4.2.2 Ergebnisse der klassenabhängigen schrittweisen multiplen logistischen Regressionen

Für die Untersuchung von möglichen Beziehungen zwischen den qualitativen, dichotomen Zielvariablen „Auftreten von Puerperalstörungen“ und „Auftreten von Ovarstörungen“ und den unabhängigen Variablen wurden multiple logistische Regressionen berechnet.

Stärke, Signifikanz sowie Maß und Richtung der Beziehung zwischen abhängigen und unabhängigen Variablen werden durch F-Wert, p-Wert und Regressionskoeffizient beschrieben (s. Kap. 4.2.1, S. 102). Zusätzlich kann innerhalb der logistischen Regression die Beziehung zwischen dichotomen Zielvariablen und den unabhängigen Variablen durch das „Odds-Ratio“ beschrieben werden. Das „Odds-Ratio“ gibt an, wie sich das Risiko für das Eintreten eines Falles für die Zielvariable (z. B. „Auftreten von Puerperalstörungen“, „Auftreten von Ovarstörungen“) verändert, wenn bei der unabhängigen dichotomen Variablen der „Ja-Fall“ eintritt (z. B. Auftreten von Gelenkschäden, Auftreten von Schwanzräude) bzw. die intervallskalierte oder ordinale unabhängige Variable um eine Einheit ansteigt. So wie der Regressionskoeffizient ist auch das „Odds-Ratio“ eine mathematische Größe, die biologische Grenzen überschreiten kann, so dass auch hier die biologische Stimmigkeit der nachfolgend dargestellten Ergebnisse nicht immer gegeben sein muss.

Unabhängig dichotom in den Modellen waren die Variablen: „Rasse“, „Kuhtrainer“, „Ernährungszustand fett“, „Ernährungszustand mager“, „Bodenbelag“, „Gelenkverdickung hr“, „Gelenkverdickung hl“, „Hautläsionen hr“, „Hautläsionen hl“, „Schwanzräude“, „Antikörpertiter IBR/IPV“, „Antikörpertiter BVDV“, „Antikörpertiter Leptospiren“, „Antikörpertiter Cox. burnetii“ und „Antikörpertiter Chlam. psittaci“.

4.2.2.1 Klasse 1 (1 bis 40 Tage nach der Kalbung)

Abhängige Variable „Auftreten von Ovarstörungen“

In Klasse 1 wurden 14 unabhängige Variablen mit statistisch gesicherten Beziehungen zur Zielvariable „Auftreten von Ovarstörungen“ gefunden (Tab. 100).

Zu einer Reduzierung des Risikos für das Auftreten von Ovarstörungen kam es in Verbindung mit den unabhängigen Variablen „ β -Carotin“, „Flexibilität der Anbindung“, „Helligkeit“, „Gelenkverdickung hr“, „Schwanzräude“, „Stallvolumen je GV“, „Einsatzleistung F-%“, „Einsatzleistung E-%“ und „Magnesium“.

Das Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen sank hoch signifikant um den Faktor 24,8 mit Zunahme der β -Carotinkonzentration im Blutplasma um eine Bewertungsstufe, um den Faktor 184 mit abnehmender Flexibilität der Anbindung um eine Bewertungsstufe, und um den Faktor 4010 mit Zunahme der Helligkeit in Tiernähe um eine Bewertungsstufe. Gleichfalls hoch signifikant weniger Ovarstörungen traten bei Tieren mit Gelenkschäden an den rechten Hinterextremitäten (Faktor 9030) sowie bei Tieren mit Schwanzräudebefall (Faktor 2430) auf. Signifikant sank das Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen um den Faktor 1,6 mit Zunahme des Stallvolumens je GV um 1 m³, um den Faktor 8,4 mit Anstieg des Milchfettgehalt des ersten Probegemelks p. p. um 1 %-Punkt sowie um den Faktor 120 mit Anstieg Milcheiweißgehalt des ersten Probegemelks p. p. um 1 %-Punkt. Des Weiteren wurde eine schwach signifikante Beziehung zwischen dem Auftreten von Ovarstörungen und der Magnesiumkonzentration im Blutplasma gefunden. Mit Anstieg der Magnesiumkonzentration um 1 mg/100 ml Blutplasma sank das Risiko, dass eine Ovarstörung auftrat, durchschnittlich um den Faktor 19,7.

Ein erhöhtes Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen konnte festgestellt werden für die unabhängigen Variablen „Einsatzleistung M-kg“, „Creatin-Kinase“, „Gelenkverdickung hl“, „Antikörpertiter Cox. burnetii“ und „freie Fettsäuren“.

Mit Anstieg der Milchmenge des ersten Probegemelks p. p. um 1 kg erhöhte sich das Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen hoch signifikant um den Faktor 0,6. Bei Anstieg der Creatin-Kinasekonzentrationen im Blutplasma um eine Logarithmusstufe stieg das Risiko um den Faktor 0,9. Eine signifikante Erhöhung des Risikos für das Auftreten von Ovarstörungen ergab sich aus dem Vorkommen von Gelenkverdickungen an den linken hinteren Extremitäten (Faktor 0,0006) sowie dem

Nachweis eines positiven Antikörpertiters gegen *Coxiella burnetii* (Faktor 0,1). Ebenfalls signifikant stieg das Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen, wenn sich die Konzentration an freien Fettsäuren im Blutplasma um eine Logarithmusstufe erhöhte (Faktor 1,0).

Tab. 100: Schrittweise multiple logistische Regression zwischen der abhängigen Variable „Auftreten von Ovarstörungen“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 1

Rang	Parameter	Reg. - Koeff.	Odds-Ratio	F - Wert	p - Wert
1	β-Carotin (1)	-3,2	24,8	23,44	≤ 0,001
2	Flexibilität der Anbindung	-5,2	184	22,28	≤ 0,001
3	Einsatzleistung M-kg	+0,5	0,6	21,00	≤ 0,001
4	Helligkeit	-8,3	4010	15,77	≤ 0,001
5	Gelenkverdickung hr (1)	-9,1	9030	13,72	≤ 0,001
6	Schwanzräude (1)	-7,8	2430	12,08	≤ 0,001
7	Creatin-Kinase (log) (1)	+0,06	0,9	11,67	≤ 0,001
8	Stallvolumen je GV	-0,4	1,6	11,56	≤ 0,01
9	Gelenkverdickung hl (1)	+7,4	0,0006	10,73	≤ 0,01
10	Einsatzleistung F-%	-2,1	8,4	10,01	≤ 0,01
11	Antikörpertiter Cox. burnetii (1)	+2,9	0,1	9,74	≤ 0,01
12	Freie Fettsäuren (log) (1)	+0,004	1,0	9,39	≤ 0,01
13	Einsatzleistung E-%	-4,8	120	7,35	≤ 0,01
14	Magnesium (1)	-3,0	19,7	5,56	≤ 0,05
					n = 108

Abhängige Variable „Auftreten von Puerperalstörungen“

Statistisch gesicherte Beziehungen zur Zielvariable „Auftreten von Puerperalstörungen“ wurden in Klasse 1 für die unabhängigen Variablen „feste Krippenrückwand“, „Einsatzleistung E-%“, „Einsatzleistung M-kg“, „Beckenlänge“ und „Kuhtrainer“ gefunden (Tab. 101).

Das Risiko für das Auftreten von Puerperalstörung reduzierte sich signifikant um den Faktor 12,6 bei Anstieg des Milcheiweißgehalts im ersten Probegemelk p. p. um 1 %-Punkt und schwach signifikant um den Faktor 1,1 bei Anstieg der Milchmenge im ersten Probegemelk p. p. um 1 kg.

Das Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen erhöhte sich signifikant um den Faktor 0,9 bei Erhöhung der festen Krippenrückwand um 1 cm, schwach signifikant um den Faktor 0,7 mit Zunahme der Beckenlänge um 1 cm und schwach signifikant um den Faktor 0,3, wenn im Betrieb eine Kuhtraineranlage eingesetzt wurde.

Tab. 101: Schrittweise multiple logistische Regression zwischen der abhängigen Variable „Auftreten von Puerperalstörungen“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 1

Rang	Parameter	Reg. - Koeff.	Odds-Ratio	F - Wert	p - Wert
1	Feste Krippenrückwand (1)	+0,15	0,9	9,00	≤ 0,01
2	Einsatzleistung E-%	-2,53	12,6	8,28	≤ 0,01
3	Einsatzleistung M-kg	-0,13	1,1	6,32	≤ 0,05
4	Beckenlänge	+0,32	0,7	5,65	≤ 0,05
5	Kuhtrainer	+1,07	0,3	4,01	≤ 0,05
					n = 114

4.2.2.2 Klasse 2 (41 bis 80 Tage nach der Kalbung)

Abhängige Variable „Auftreten von Ovarstörungen“

In der Klasse 2 wurde lediglich für die Variable „Max.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit“ eine statistisch gesicherte Beziehung zum Auftreten von Ovarstörungen gefunden. Mit dem Anstieg des höchsten Wertes relativer Luftfeuchtigkeit um 1 %-Punkt war eine signifikante Reduzierung des Risikos für das Auftreten von Ovarstörungen um den Faktor 0,9 verbunden (Tab. 102).

Tab. 102: Schrittweise multiple logistische Regression zwischen der abhängigen Variable „Auftreten von Ovarstörungen“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 2

Rang	Parameter	Reg. - Koeff.	Odds-Ratio	F - Wert	p - Wert
1	Max.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit (2)	-0,08	0,9	8,81	≤ 0,01
					n = 238

Abhängige Variable „Auftreten von Puerperalstörungen“

In Klasse 2 wurden für 13 der untersuchten unabhängigen Variablen statistisch gesicherte Beziehungen zur Zielvariable „Auftreten von Puerperalstörungen“ nachgewiesen (Tab. 103).

Ein reduziertes Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen wurde festgestellt für die unabhängigen Variablen „Einsatzleistung E-%“, „positive Liegelängendifferenz“, „tägliche Temperaturspanne“, „Hautläsionen hr“, „Einsatzleistung M-kg“, „Brustumfang“ und „feste Krippenrückwand“. Mit Anstieg des Milcheiweißgehalts des ersten Probegemelks p. p. um 1 %-Punkt kam zu einer hoch signifikanten Reduzierung des Risikos um den Faktor 6360. Bei Zunahme der positiven Liegelängendifferenz um 1 cm reduzierte sich das Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen hoch signifikant um den Faktor 12,9. Mit Anstieg der täglichen Temperaturspanne um 1 K reduzierte sich das Risiko hoch signifikant um den Faktor 4,2. Eine signifikante Reduzierung des Risikos für das Auftreten von Puerperalstörungen um den Faktor 85,2 wurde bei Vorkommen von Hautläsionen an den rechten Hinterextremitäten festgestellt. Ebenfalls signifikant war die Reduzierung des Risikos (Faktor 1,5) bei Anstieg der Milchmenge des ersten Probegemelks p. p. um 1 kg. Schwach signifikant reduzierte sich das Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen um den Faktor 1,2 bei Zunahme des Brustumfangs der Tiere um 1 cm und um den Faktor 1,3 bei Erhöhung der festen Krippenrückwand um 1 cm.

Ein erhöhtes Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen wurde in Verbindung mit den unabhängigen Variablen „Kuhtrainer“, „seitliche Abgrenzung“, „Antikörpertiter IBR/IPV“, „Spanne Min.-Max.-Wert rel. Lf“, „Pflegezustand“ und „Gelenkverdickung hl“ gefunden. Die errechneten Faktoren waren jedoch allesamt sehr niedrig. Bei Einsatz einer Kuhtraineranlage stieg das Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen hoch signifikant um den Faktor 0,00001 und mit Zunahme der seitlichen Abgrenzung zum Nachbartier um eine Bewertungsstufe hoch signifikant um den Faktor 0,003. Tiere mit einem positiven Antikörpertiter gegen das IBR/IPV-Virus hatten ein um den Faktor 0,00002 hoch signifikant erhöhtes Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen. Bei Anstieg der Spanne zwischen niedrigstem und höchstem Wert relativer Luftfeuchtigkeit um 1 %-Punkt stieg das Risiko hoch signifikant um den Faktor 0,7 und mit Verschlechterung des Pflegezustands um eine Bewertungsstufe um den Faktor 0,004. Diese Beziehung war ebenfalls hoch signifikant. Wenn die Tiere Gelenkverdickungen an den linken hinteren Extremitäten aufwiesen, hatten sie ein signifikant um den Faktor 0,01 reduziertes Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen.

Tab. 103: Schrittweise multiple logistische Regression zwischen der abhängigen Variable „Auftreten von Puerperalstörungen“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 2

Rang	Parameter	Reg. - Koeff.	Odds-Ratio	F - Wert	p - Wert
1	Kuhtrainer	+11,19	0,00001	21,43	≤ 0,001
2	Einsatzleistung E-%	-8,76	6360	20,36	≤ 0,001
3	Seitliche Abgrenzung	+5,74	0,003	19,68	≤ 0,001
4	Antikörpertiter IBR/IPV (2)	+10,71	0,00002	19,30	≤ 0,001
5	Spanne Min.-Max.-Wert rel. Lf (2)	+0,42	0,7	16,31	≤ 0,001
6	Positive Liegelängendifferenz (2)	-2,56	12,9	15,12	≤ 0,001
7	Pflegezustand (2)	+5,59	0,004	12,14	≤ 0,001
8	Tägliche Temperaturspanne (2)	-1,43	4,2	11,99	≤ 0,001
9	Gelenkverdickung hl (2)	+4,34	0,01	10,54	≤ 0,01
10	Hautläsionen hr (2)	-4,45	85,2	9,62	≤ 0,01
11	Einsatzleistung M-kg	-0,39	1,5	7,39	≤ 0,01
12	Brustumfang	-0,15	1,2	5,51	≤ 0,05
13	Feste Krippenrückwand (2)	-0,28	1,3	5,09	≤ 0,05
					n = 94

4.2.2.3 Klasse 3 (81 bis 120 Tage nach der Kalbung)

Abhängige Variable „Auftreten von Ovarstörungen“

In Klasse 3 wurden hoch signifikante Beziehungen zwischen der Abnahme des Risikos für das Auftreten von Ovarstörungen und den unabhängigen Variablen „Gelenkverdickung hl“, „Stallgrundfläche/m² Fensterfläche“ und „tägliche Temperaturspanne“ gefunden (Tab. 104).

Tiere mit Gelenkverdickungen an den linken hinteren Extremitäten hatten ein um den Faktor 2730 reduziertes Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen. Mit der Zunahme von 1 m² Stallgrundfläche je m² Fensterfläche sank das Risiko um den Faktor 2,4, ebenso wie bei Zunahme der täglichen Temperaturspanne um 1 K. Ein Anstieg des Milchfettgehalts des ersten Probegemelks p. p. um 1 %-Punkt war verbunden mit einer signifikanten Reduzierung des Risikos für das Auftreten von Ovarstörungen um den Faktor 89,2. Tiere mit Schwanzräude hatten ein um den Faktor 1270 reduziertes Risiko gegenüber Tieren ohne Schwanzräude.

Ein erhöhtes Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen wurde in Verbindung zu den unabhängigen Variablen „GOT“, „Widerristhöhe“ und „Max.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit“ gefunden.

Das Risiko erhöhte sich signifikant um den Faktor 0,5 mit einem Anstieg der GOT-Konzentration im Blutplasma um eine Logarithmusstufe sowie um den Faktor 0,6 bei Zunahme der Widerristhöhe der Tiere um 1 cm. Bei Zunahme des höchsten Wertes relativer Luftfeuchtigkeit um 1 %-Punkt wurde eine schwach signifikante Erhöhung des Risikos für das Auftreten von Ovarstörungen um den Faktor 0,7 festgestellt.

Tab. 104: Schrittweise multiple logistische Regression zwischen der abhängigen Variable „Auftreten von Ovarstörungen“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 3

Rang	Parameter	Reg. - Koeff.	Odds-Ratio	F - Wert	p - Wert
1	Gelenkverdickung hl (3)	-7,91	2730	13,53	≤ 0,001
2	Stallgrundfläche/m ² Fensterfläche	-0,86	2,4	12,89	≤ 0,001
3	Tägliche Temperaturspanne (3)	-0,85	2,4	12,61	≤ 0,001
4	Einsatzleistung F-%	-4,49	89,2	12,00	≤ 0,01
5	Schwanzräude (3)	-7,15	1270	10,44	≤ 0,01
6	GOT (log) (3)	+0,72	0,5	9,58	≤ 0,01
7	Widerristhöhe	+0,51	0,6	8,85	≤ 0,01
8	Max.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit (3)	+0,30	0,7	7,05	≤ 0,05
					n = 62

Abhängige Variable „Auftreten von Puerperalstörungen“

In Klasse 3 wurden Beziehungen zur Zielvariable „Auftreten von Puerperalstörungen“ für die Variablen „Beckenlänge“, „Antikörpertiter Cox. burnetii“ und „Einsatzleistung E-%“ gefunden (Tab. 105).

Tab. 105: Schrittweise multiple logistische Regression zwischen der abhängigen Variable „Auftreten von Puerperalstörungen“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 3

Rang	Parameter	Reg. - Koeff.	Odds-Ratio	F - Wert	p - Wert
1	Beckenlänge	+0,59	0,6	12,26	≤ 0,001
2	Antikörpertiter Cox. burnetii (3)	-2,05	7,8	6,12	≤ 0,05
3	Einsatzleistung E-%	-2,84	17,0	4,02	≤ 0,05
					n = 75

Mit Zunahme der Beckenlänge der Tiere um 1 cm wurde eine hoch signifikante Zunahme des Risikos für das Auftreten von Puerperalstörungen um den Faktor 0,6 festgestellt.

Ein schwach signifikant reduziertes Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen lag vor bei Tieren mit einem Antikörpertiter gegen *Coxiella burnetii* (Faktor 7,8). Mit Anstieg des Milcheiweißgehalts des ersten Probegemelks p. p. um 1 %-Punkt reduzierte sich das Risiko um den Faktor 17,0.

4.2.2.4 Klasse 4 (> 120 Tage nach der Kalbung)

Abhängige Variable „Auftreten von Ovarstörungen“

In Klasse 4 wurden für 14 der untersuchten unabhängigen Variablen statistisch gesicherte Beziehungen zur Zielvariable „Auftreten von Ovarstörungen“ gefunden (Tab. 106).

Tab. 106: Schrittweise multiple logistische Regression zwischen der abhängigen Variable „Auftreten von Ovarstörungen“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 4

Rang	Parameter	Reg. - Koeff.	Odds-Ratio	F - Wert	p - Wert
1	Max-Wert rel. Luftfeuchtigkeit (4)	+1,11	0,3	19,20	≤ 0,001
2	Flexibilität der Anbindung	-8,93	7580	15,43	≤ 0,001
3	Stallgrundfläche/m ² Fensterfläche	-0,95	2,6	15,38	≤ 0,001
4	GOT (log) (4)	-0,73	2,1	14,96	≤ 0,001
5	anorg. Phosphat (4)	+4,10	0,02	14,89	≤ 0,001
6	Creatin-Kinase (log) (4)	+0,14	0,9	14,45	≤ 0,001
7	Feste Krippenrückwand (4)	-0,88	2,4	14,34	≤ 0,001
8	Min.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit (4)	-0,47	1,6	13,74	≤ 0,001
9	Bodenbelag (4)	+7,80	0,004	13,56	≤ 0,001
10	Antikörpertiter Chlam. psittaci (4)	+9,41	0,00008	13,08	≤ 0,001
11	Zustand der Klauen (4)	+6,35	0,02	12,54	≤ 0,001
12	Antikörpertiter Cox. burnetii (4)	-4,43	84	10,32	≤ 0,01
13	Antikörpertiter IBR/IPV (4)	-5,13	169	6,21	≤ 0,05
14	Positive Liegebreitendifferenz (4)	+0,42	0,7	5,03	≤ 0,05
					n = 84

Zu einer Reduzierung des Risikos für das Auftreten von Ovarstörungen kam es in Verbindung mit den unabhängigen Variablen „Flexibilität der Anbindung“, „Stallgrundfläche/m² Fensterfläche“, „GOT“, „feste Krippenrückwand“, „Min.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit“, „Antikörpertiter Cox. burnetii“ und „Antikörpertiter IBR/IPV“.

Mit einer hohen Wahrscheinlichkeit und daher von großer Bedeutung ist die hoch signifikante Reduzierung des Risikos (Faktor 7580) mit Abnahme der Flexibilität der Anbindung um eine Bewertungsstufe. Gleichfalls war das Risiko für das Auftreten von Ovarstörung reduziert mit Zunahme der Stallgrundfläche um 1 m² je m² Fensterfläche (Faktor 2,6), bei Anstieg der GOT-Konzentration im Blutplasma um eine Logarithmusstufe (Faktor 2,1), bei Erhöhung der festen

Krippenrückwand um 1 cm (Faktor 2,4) und bei Anstieg des niedrigsten Wertes relativer Luftfeuchtigkeit um 1 %-Punkt (Faktor 1,6). Das Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen war signifikant reduziert um den Faktor 84 bei Tieren mit positivem Antikörpertiter gegen *Coxiella burnetii* und schwach signifikant reduziert um den Faktor 169 bei Tieren mit positivem Antikörpertiter gegen das IBR/IPV-Virus.

Ein Anstieg des Risikos für das Auftreten von Ovarstörungen wurde für die Variablen „Max.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit“, „anorg. Phosphat“, „Creatin-Kinase“, „Bodenbelag“, „Antikörpertiter *Chlam. psittaci*“, „Zustand der Klauen“ und „positive Liegebreitendifferenz“ festgestellt.

Mit Anstieg des höchsten Wertes relativer Luftfeuchtigkeit um 1 %-Punkt stieg das Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen hoch signifikant um den Faktor 0,33. Ebenfalls hoch signifikant war die Zunahme des Risikos um den Faktor 0,02 bei Anstieg der Phosphatkonzentration im Blutplasma um 1 mg/100 ml, um den Faktor 0,9 bei Anstieg der Creatin-Kinasekonzentration im Blutplasma um eine Logarithmusstufe, um den Faktor 0,004, wenn die Tiere auf Gummimatten standen, um den Faktor 0,00008, wenn die Tiere einen positiven Antikörpertiter gegen *Chlamydia psittaci* hatten und um den Faktor 0,02 mit Verschlechterung des Klauenzustands um eine Bewertungsstufe.

Mit der Zunahme einer positiven Liegebreitendifferenz um 1 cm war eine schwach signifikante Erhöhung des Risikos für das Auftreten von Ovarstörungen um den Faktor 0,7 verbunden.

Abhängige Variable „Auftreten von Puerperalstörungen“

In Klasse 4 fanden sich nur schwach signifikante Beziehungen zwischen dem Auftreten von Puerperalstörungen und einigen untersuchten unabhängigen Variablen (Tab. 107).

Ein höheres Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen war verbunden mit dem Einsatz einer Kuhtraineranlage (Faktor 0,2) sowie dem Nachweis eines Antikörpertiters gegen das IBR/IPV-Virus (Faktor 0,2). Mit einem Anstieg des höchsten Wertes relativer Luftfeuchtigkeit um 1 %-Punkt war eine Erhöhung des Risikos um den Faktor 0,9 verbunden.

Ein Anstieg der Gesamteiweißkonzentration im Blutplasma um 1 g/l führte zu einer Reduzierung des Risikos für das Auftreten von Puerperalstörungen um den Faktor 2,6.

Tab. 107: Schrittweise multiple logistische Regression zwischen der abhängigen Variable „Auftreten von Puerperalstörungen“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 4

Rang	Parameter	Reg. - Koeff.	Odds-Ratio	F - Wert	p - Wert
1	Kuhtrainer	+1,47	0,2	4,99	≤ 0,05
2	Antikörpertiter IBR/IPV (4)	+1,78	0,2	4,45	≤ 0,05
3	Max.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit (4)	+0,10	0,9	4,11	≤ 0,05
4	Gesamteiweiß (4)	-0,93	2,6	4,04	≤ 0,05
n = 85					

4.2.2.5 Klasse 10 (100 bis 0 Tage vor der Kalbung)

Abhängige Variable „Auftreten von Ovarstörungen“

Ante partum (Klasse 10) wurde lediglich eine schwach signifikante Beziehung zwischen der Abnahme des Risikos für das Auftreten von Ovarstörungen um den Faktor 0,9 bei Anstieg der GOT-Konzentration im Blutplasma um eine Logarithmusstufe gefunden (Tab. 108).

Tab. 108: Schrittweise multiple logistische Regression zwischen der abhängigen Variable „Auftreten von Ovarstörungen“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 10

Rang	Parameter	Reg. - Koeff.	Odds-Ratio	F - Wert	p - Wert
1	GOT (log) (10)	-0,09	0,9	5,70	≤ 0,05
n = 126					

Abhängige Variable „Auftreten von Puerperalstörungen“

Eine Reduzierung des Risikos für das Auftreten von Puerperalstörungen wurde in Klasse 10 für die unabhängigen Variablen „Brustumfang“ und „Einsatzleistung E-%“ gefunden (Tab. 109).

Das Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen sank hoch signifikant um den Faktor 1,2, wenn der Brustumfang der Tiere um 1 cm abnahm, und es sank schwach signifikant um den Faktor 8,8 bei Anstieg des Milcheiweißgehalts des ersten Probegemelks p. p. um 1 %-Punkt.

Ein hoch signifikanter Anstieg des Risikos für das Auftreten von Puerperalstörungen um den Faktor 0,9 lag vor, wenn die Höhe der festen Krippenrückwand um 1 cm anstieg. Mit Zunahme der Beckenlänge der Tiere um 1 cm stieg das Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen signifikant um den Faktor 0,6. Das Risiko stieg ebenfalls signifikant (Faktor 0,1) mit Verschlechterung des Pflegezustands der Tiere um eine Bewertungsstufe und mit Verschlechterung des Klauenzustand um eine Bewertungsstufe (Faktor 0,3).

Des Weiteren stieg das Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen schwach signifikant um den Faktor 0,8 mit Zunahme der Widerristhöhe um 1 cm.

Tab. 109: Schrittweise multiple logistische Regression zwischen der abhängigen Variable „Auftreten von Puerperalstörungen“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 10

Rang	Parameter	Reg. - Koeff.	Odds-Ratio	F - Wert	p - Wert
1	Höhe der Krippenrückwand (10)	+0,12	0,9	15,09	≤ 0,001
2	Brustumfang	-0,18	1,2	11,66	≤ 0,001
3	Beckenlänge	+0,58	0,6	9,79	≤ 0,01
4	Pflegezustand (10)	+2,20	0,1	7,59	≤ 0,01
5	Zustand der Klauen (10)	+1,11	0,3	7,22	≤ 0,01
6	Einsatzleistung Milcheiweißgehalt	-2,18	8,8	6,26	≤ 0,05
7	Widerristhöhe	+0,22	0,8	6,00	≤ 0,05
n = 120					

4.3 Zusammenfassung der Ergebnisse der klassenabhängigen schrittweisen multiplen Regressionen

Die Regressionsrechnungen, die zur Klärung der Beziehungen zwischen den unabhängigen Einflussvariablen und den Zielvariablen dienten, wurden getrennt nach Klassen für die Klassen 1 bis 4 und 10 durchgeführt. Dabei wurde in jeder Klasse die Bedeutung der Einflussvariablen in ihrer Auswirkung auf die jeweilige Zielvariable innerhalb der Klasse durch den F-Wert ausgedrückt.

Im Rahmen der durchgeführten explorativen Datenanalyse ist es möglich, für jede unabhängige Variable die F-Werte unter Berücksichtigung der Vorzeichen über alle Klassen hinweg zu addieren. Dabei wird unterstellt, dass die Einflussvariablen über alle Klassen hinweg in die gleiche Richtung wirken. Durch die Addition der F-Werte können die Einflussvariablen ihrer Bedeutung nach rangiert werden. Die Vorzeichen der aus der Addition resultierenden Regressionskoeffizienten geben an, ob die Einflussvariable reduzierend (–) oder steigernd (+) auf die Zielvariable eingewirkt hat. Dabei kann es durchaus vorkommen, dass die Beziehung einer Einflussvariablen zur Zielvariablen in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Einflussnahme (Klasse) sich nicht nur in ihrem Ausmaß, sondern auch in ihrer Ausrichtung ändert. Bei Änderung der Beeinflussungsausrichtung wird eine Zeitabhängigkeit zwischen Zielvariable und unabhängiger Variablen vermutet. Sie wird daher auch in der Zusammenfassung angesprochen.

Für jede der Zielvariablen „Rastzeit“, „Verzögerungszeit“, „Güstzeit“, „KB-Zahl“, „Zwischenbesamungszeit“, „Auftreten von Ovarstörungen“ und „Auftreten von Puerperalstörungen“ wurden in den Berechnungen eine Vielzahl (19 bis 27) an Variablen gefunden, zu denen Beziehungen bestanden (Tab. 110 bis 116). Die in den Tabellen dargestellten, zusammengefassten Ergebnisse aus den Regressionsmodellen werden in den nachfolgenden Kapiteln besprochen. Aufgrund der grundlegenden Unterschiede im Graviditätszustand wird die Klasse 10 (gravid a. p.) getrennt von den Klassen 1 bis 4 (nicht gravid p. p.) besprochen.

4.3.1 Zusammenfassung der Ergebnisse der klassenabhängigen schrittweisen multiplen linearen Regressionen

4.3.1.1 Klasse 10

Für die letzte Phase a. p. konnten sowohl Kriterien der Haltungsumwelt als auch einzeltierbezogene Kriterien mit Beziehungen zu den Zielvariablen gefunden werden (Tab. 110 bis 114).

4.3.1.1.1 Kriterien der Haltungsumwelt

Im Hinblick auf den Einfluss der Haltungsumwelt waren es in erster Linie haltungstechnische Kriterien der Stand-/Liegeplatzgestaltung, für die Beziehungen zu den untersuchten Zielvariablen (Kennzahlen der Fruchtbarkeit) gefunden wurden.

Darunter waren es insbesondere die, die Gestaltung der Futterkrippe beschreibenden Variablen „feste Krippenrückwand“ und „Krippensohlniveau“, die deutliche Beziehungen zu den Zielvariablen aufwiesen. Mit zunehmender Höhe der festen Krippenrückwand trat eine Verlängerung der Güstzeit auf (Rang 2) und mit zunehmend höherem Krippensohlniveau verlängerten sich Verzögerungszeit (Rang 2) und Zwischenbesamungszeit (Rang 4).

Verzögerungszeit (Rang 13) und Zwischenbesamungszeit (Rang 7) verlängerten sich gleichfalls bei abnehmender Flexibilität der Anbindung.

Weitere Kriterien der Stand-/Liegeplatzgestaltung mit Beziehungen a. p. zu den Zielvariablen waren die unabhängigen Variablen „positive Liegelängendifferenz“, „Kuhtrainer“ und „Kotrostschlitzweite“. Mit zunehmender positiver Liegebreitendifferenz kam es zu einer Verlängerung der Güstzeit (Rang 4). Eine Verlängerung der Güstzeiten wurde ebenfalls bei Tieren, deren Standplatz mit einer Kuhtraineranlage ausgestattet war, gegenüber Tieren in Haltung ohne Kuhtraineranlage (Rang 7), festgestellt. Eine Zunahme der Kotrostschlitzweite war mit einer Verlängerung der Verzögerungszeit verbunden. Die Beziehung war jedoch von geringerer Bedeutung (Rang 18).

4.3.1.1.2 Einzeltierbezogene Kriterien

Bedeutsame Beziehungen zwischen einzeltierbezogenen Kriterien und den Kennzahlen der Fruchtbarkeit fanden sich für die unabhängigen Variablen „Widerristhöhe“, „Beckenlänge“, „Rasse“, „Einsatzleistung E-%“ und „Creatin-Kinase“. Tiere mit größerer Widerristhöhe hatten kürzere Rastzeiten (Rang 3) und Tiere mit größerer Beckenlänge höhere KB-Zahlen (Rang 1).

Rotbunte Tiere hatten längere Rastzeiten als Tiere der Rasse Schwarzbunt (Rang 6). Zu einer verlängerten Zwischenbesamungszeit kam es bei Tieren mit höherem Milcheiweißgehalt des ersten Probegemelks p. p. (Rang 14). Eine Verkürzung der Zwischenbesamungszeit wurde bei steigender Creatin-Kinasekonzentrationen im Blutplasma gefunden (Rang 2). Weitere Beziehungen zwischen Blutparametern und verschiedenen Zielvariablen, die festgestellt wurden, waren weniger bedeutsam und in der Rangfolge hinten zu finden. So war eine ansteigende Glucosekonzentration im Blutplasma mit einer verkürzten Güstzeit verbunden (Rang 11). Ein hoher Blutharnstoffwert war verbunden mit einer verlängerten Verzögerungszeit (Rang 22) sowie einer verlängerten Güstzeit (Rang 21). Ein Anstieg der Blutplasmakonzentration an Gesamtbilirubin stand in Verbindung mit einer Verkürzung der Rastzeit (Rang 19). Zur Erhöhung der KB-Zahl kam es mit steigender Magnesiumkonzentration im Blutplasma (Rang 20) und mit steigender Calciumkonzentration im Blutplasma zu einer Reduzierung der KB-Zahl (Rang 23).

Darüber hinaus wurde für die Variable „Ernährungszustand fett“ eine Beziehung mit geringerer Bedeutung zur Zielvariablen „Zwischenbesamungszeit“ gefunden. Waren die Tiere a. p. fett, so kam es in der Folge zu einer Verkürzung der durchschnittlichen Zwischenbesamungszeit (Rang 20).

4.3.1.2 Klassen 1 bis 4

Für den Zeitraum von der Geburt bis zur Gravidität (Klassen 1 bis 4) wurden zahlreiche Beziehungen zwischen den Zielvariablen und den unabhängigen Variablen gefunden. Dabei stellte sich heraus, dass die Einflussnahme je nach Zielgröße unterschiedlich ausgerichtet sein kann, und dass sich die Ausrichtung in Abhängigkeit vom zeitlichen Abstand zur Kalbung ändern kann.

4.3.1.2.1 Kriterien der Haltungsumwelt

Auch in der Phase p. p. wurden für Kriterien aus der Haltungsumwelt deutliche Beziehungen zur Fruchtbarkeit gefunden. Dabei waren sowohl Kriterien der Stand-/Liegeplatzgestaltung als auch Kriterien des Stallklimas von Bedeutung.

Die größte Bedeutung in der Einflussnahme auf die Güstzeit kam der Flexibilität der Anbindung zu. Eine abnehmende Flexibilität führte zur Verlängerung der Güstzeit (Rang 1).

Die Abweichungen der Stand-/Liegeplatzlängen- und -breitenmaße von den Sollwerten zeigten unterschiedlich starke Einflüsse auf die Zielvariablen und waren besonders in den Klassen 1 und 2 zu finden. Eine Zunahme der negativen Liegelängendifferenz war verbunden mit einer Verlängerung der Rastzeit (Rang 2) und einer Reduzierung der KB-Zahl (Rang 22). Eine Zunahme der positiven Liegelängendifferenz war verbunden mit einer Verlängerung der Rastzeit (Rang 10), einer Verlängerung der Verzögerungszeit (Rang 10) und einer Erhöhung der KB-Zahl (Rang 15). Eine zunehmend positive Liegebreitendifferenz führte zu verlängerter Güstzeit (Rang 4) sowie zu verlängerter Zwischenbesamungszeit (Rang 12). Abweichend von der negativen Beeinflussung der Fruchtbarkeit durch zunehmende Abweichungen von den Sollwerten für die Liegelänge bzw. Liegebreite, war eine zunehmend negative Liegebreitendifferenz in der Klasse 4 mit einer kürzeren Rastzeit verbunden (Rang 11). Dieser Einfluss war allerdings nur geringfügig (-0,86 Tage) und schwach signifikant (Tab. 90, S. 112).

Für die Variablen „Krippensohlniveau“ und „feste Krippenrückwand“ wurden Beziehungen zu den Zielvariablen mit unterschiedlich starker Ausprägung gefunden. Mit ansteigendem Krippensohlniveau trat eine Verkürzung der Rastzeit (Rang 5) und eine Reduzierung der KB-Zahl (Rang 17) auf. Eine Zunahme in der Höhe der festen Krippenrückwand war mit einer Verlängerung der Güstzeit verbunden (Rang 2).

Für die Art des Bodenbelags der Stände konnte lediglich in Klasse 4 eine Beziehung zur Verzögerungszeit gefunden werden. Tiere auf Ständen mit Gummimatten hatten verlängerte Verzögerungszeiten gegenüber Tieren auf Ständen ohne Bodenbelag (Rang 7).

Für die Ausführung der Kotroste konnten ebenfalls Beziehungen zur Fruchtbarkeit festgestellt werden, wobei die Weite der Kotrostschlitze von größerer Bedeutung war als die Breite der Kotroststege. Eine zunehmende Schlitzweite war verbunden mit einer Verlängerung der Rastzeit

(Rang 8) und einer Verkürzung der Gützeit (Rang 3) sowie einer Verkürzung der Zwischenbesamungszeit (Rang 1). Hinsichtlich der Stegbreite wurden korrespondierende Beziehungen gefunden. Eine zunehmende Stegbreite war verbunden mit einer Verkürzung der Rastzeit (Rang 15) und einer Verlängerung der Verzögerungszeit (Rang 16).

Die festgestellten Beziehungen zwischen verschiedenen Zielvariablen und den Kriterien zur Beschreibung der Lichtverhältnisse im Stall waren widersprüchlich. In Ställen mit größerer subjektiver Helligkeit in Tiernähe war die Rastzeit kürzer (Rang 9), die Verzögerungszeit jedoch länger (Rang 8). Eine Zunahme der Stallgrundfläche je m² Fensterfläche – gleichbedeutend mit einer Reduzierung der Helligkeit – war verbunden mit einer Verkürzung der Rastzeit (Rang 4), einer Verkürzung der Gützeit (Rang 16) und einer Verkürzung der Zwischenbesamungszeit (Rang 11) sowie einer Erhöhung der KB-Zahl (Rang 5).

Für verschiedene Parameter des Stallklimas konnten Beziehungen zu einzelnen Zielvariablen festgestellt werden.

Im Sinne einer Beeinflussung der Fruchtbarkeit durch die Qualität der Luft können die Beziehungen der Variablen „raumluftechnisches System“ und „Stallvolumen je GV“ zu Kennzahlen der Fruchtbarkeit gewertet werden. Mit zunehmendem Technisierungsgrad des raumluftechnischen Systems (zunehmende Zwangsführung der Luft) war eine Verkürzung der Rastzeit verbunden (Rang 12), ebenso wie mit Zunahme des Luftraums im Stall je GV (Rang 16). Allerdings trat bei Zunahme des Stallvolumens je GV auch eine Verlängerung der Verzögerungszeit auf (Rang 3).

Unter den Parametern, welche die Temperaturverhältnisse im Stall beschreiben, wurden nur für Minimumtemperaturen und Temperaturschwankungen (tägliche Temperaturspanne, Spanne zwischen niedrigstem und höchstem Einzelwert) Beziehungen zu den Zielvariablen gefunden. Ein Anstieg der durchschnittlichen Tagesminimumtemperatur war mit einer Verkürzung der Zwischenbesamungszeit verbunden (Rang 6). Je höher allerdings der niedrigste gemessene Einzeltemperaturwert war, desto länger war die Zwischenbesamungszeit (Rang 8). Mit zunehmenden Temperaturschwankungen traten verbesserte Fruchtbarkeitsleistungen in Form einer kürzeren Verzögerungszeit (Rang 25) und einer kürzeren Gützeit (Rang 8) sowie einer reduzierten KB-Zahl (Rang 8) auf.

Auch bei der relativen Luftfeuchtigkeit waren Spannen von Bedeutung im Hinblick auf Beziehungen zu einzelnen Zielvariablen. So war eine zunehmende Spanne zwischen niedrigstem und höchstem Einzelwert je Klasse verbunden mit einer Verlängerung der Verzögerungszeit (Rang 1) sowie einer Verlängerung der Gützeit (Rang 19). Das Niveau der relativen Luftfeuchtigkeit stand ebenfalls in Beziehung zu den Zielvariablen. Je höher die Messwerte zur Abendmelkzeit waren, desto länger waren Verzögerungszeit (Rang 4) und Gützeit (Rang 9). Mit zunehmender durchschnittlicher relativer Luftfeuchtigkeit zur Morgenmelkzeit waren Verzögerungszeit (Rang 12) und Zwischenbesamungszeit (Rang 13) verkürzt und die KB-Zahl erniedrigt (Rang 13). Zunehmende Höchstwerte der relativen Luftfeuchtigkeit führten zur Verlängerung der Verzögerungszeit (Rang 20) und der Zwischenbesamungszeit (Rang 9) sowie zur Erhöhung der KB-Zahl (Rang 4). Des Weiteren trat mit ansteigendem Wert der durchschnittlichen, minimalen relativen Luftfeuchtigkeit eine Verkürzung der Gützeit auf (Rang 14).

4.3.1.2.2 Einzeltierbezogene Kriterien

Unter den einzeltierbezogenen Kriterien fanden sich für Einflussvariablen aus den Bereichen „Einsatzleistung“, „Tierkörpermaße“, „Alter“ sowie „Blutparameter“ Beziehungen zu verschiedenen Zielvariablen.

Den größten Einfluss auf die Rastzeit hatte der Milcheiweißgehalt des ersten Probemelkens post partum. Ein steigender Milcheiweißgehalt in den Klassen 2 bis 4 hatte eine Verkürzung der Rastzeit zur Folge (Rang 1). Für den Milchfettgehalt des ersten Probegemelks p. p. wurde eine weniger starke Beziehung zur KB-Zahl gefunden, die in Form eines Anstiegs der KB-Zahl mit zunehmendem Milchfettgehalt vorlag (Rang 20).

Für verschiedene Tierkörpermaße, insbesondere solche, die Länge und Größe der Tiere beschreiben, wurden deutliche Beziehungen zu verschiedenen Zielvariablen gefunden. Mit zunehmender

Kreuzbeinhöhe bzw. Widerristhöhe der Tiere verkürzte sich die Rastzeit (Rang 7 bzw. Rang 3). Bei Zunahme der Widerristhöhe kam es jedoch auch zur Verlängerung der Verzögerungszeit (Rang 5). Eine Reduzierung der KB-Zahl wurde beobachtet bei Zunahme der Beckenlänge (Rang 1) und Zunahme der schrägen Rumpflänge (Rang 18).

Von den Alterskriterien wurden für das Erstkalbealter und die Laktationsnummer Beziehungen zu Fruchtbarkeitskriterien gefunden. Mit höherem Erstkalbealter hatten die Tiere eine längere Gützeit (Rang 15) und eine erhöhte KB-Zahl (Rang 9). Mit fortschreitender Laktationsnummer verlängerte sich die Verzögerungszeit (Rang 24) sowie die Gützeit (Rang 10). Gleichzeitig reduzierte sich die KB-Zahl (Rang 9).

Die den Stoffwechsel und den Ernährungszustand beschreibenden Blutparameter zeigten vielfältige Beziehungen zu den Zielvariablen. Deutliche Beziehungen wurden für die Variable „GPT“ gefunden. Mit Anstieg der GPT-Konzentration im Blutplasma traten Verlängerungen der Verzögerungszeit (Rang 6), der Gützeit (Rang 5) und der Zwischenbesamungszeit (Rang 3) auf. Für die Plasmakonzentrationen an GLDH und GOT fanden sich ebenfalls Beziehungen zur Fruchtbarkeit. Diese waren aber im Vergleich zu GPT von geringerer Bedeutung. Bei ansteigender GOT-Konzentration war eine Verkürzung der Zwischenbesamungszeit (Rang 15) und bei ansteigender GLDH-Konzentration eine Verlängerung der Verzögerungszeit (Rang 14) zu finden.

Deutliche Beziehungen traten zwischen verschiedenen Zielvariablen und der β -Carotinkonzentration im Blutplasma auf. Ein Anstieg der Konzentration war verbunden mit einer Verkürzung der Verzögerungszeit (Rang 15), einer Verkürzung der Gützeit (Rang 6) sowie einer Reduzierung der KB-Zahl (Rang 7). Bemerkenswert ist, dass die Beziehungen ausschließlich in den ersten 40 Tagen p. p. (Klasse 1) auftraten.

Die Creatin-Kinasekonzentration im Blutplasma wies eine deutliche Beziehung zur Zwischenbesamungszeit (Rang 2) und eine weniger bedeutsame Beziehung zur KB-Zahl (Rang 24) auf. In beiden Fällen war eine Reduzierung der Zielvariable mit Zunahme der Plasmakonzentration verbunden.

Eine Verkürzung der Zwischenbesamungszeit trat zudem mit zunehmender Harnstoffkonzentration im Blutplasma auf (Rang 10). Eine steigende Glucosekonzentration im Blutplasma war verbunden mit einer verkürzten Verzögerungszeit (Rang 23), und die mit der Glucosekonzentration negativ korrelierte Bilirubinkonzentration im Blutplasma führte mit steigender Konzentration zur Verlängerung der Rastzeit (Rang 19). Aufgrund der Rangierung muss den beiden letztgenannten Variablen eine geringe Bedeutung zugemessen werden.

Eine ebenfalls eher untergeordnete Bedeutung hinsichtlich des Einflusses auf die Fruchtbarkeitskennzahlen wurde für den Gehalt an Gesamteiweiß im Blutplasma gefunden. Eine Zunahme der Plasmakonzentration führte zur Verlängerung der Gützeit (Rang 22).

Die Konzentration an freien Fettsäuren im Blutplasma nahm vielfältig Einfluss auf die Fruchtbarkeit. Sie zeigte Beziehungen zu den Zielvariablen „Rastzeit“, „Verzögerungszeit“, „Gützeit“ und „KB-Zahl“. Für die Zielvariablen „Rastzeit“ und „KB-Zahl“ zeigte die Einflussnahme unterschiedliche Ausrichtungen zwischen den Klassen. Mit ansteigender Plasmakonzentration in Klasse 2 (41 bis 80 Tage p. p.) kam es zu einer Verkürzung der Rastzeit (Rang 18) und einer Erhöhung der KB-Zahl (Rang 25), während es mit ansteigender Konzentration in der Klasse 4 (>120 Tage p. p.) zu einer Verlängerung der Rastzeit (Rang 18) und einer Reduzierung der KB-Zahl kam (Rang 25). Zudem war bei ansteigender Konzentration in Klasse 4 die Verzögerungszeit verkürzt (Rang 9) und in Klasse 1 die Gützeit verlängert (Rang 12).

Eine Verlängerung der Rastzeit wurde bei steigender Calciumkonzentration im Blutplasma festgestellt (Rang 13). Für steigende Magnesiumkonzentrationen konnte eine Verlängerung der Verzögerungszeit (Rang 19) sowie eine Verkürzung der Zwischenbesamungszeit (Rang 21) gefunden werden.

Von den Kriterien, die im Rahmen der gynäkologischen Untersuchung erfasst wurden (s. FISCHER, 1996 /51/), konnten für die unabhängigen Variablen „Cervicitis“, „Scheidensekretmenge“, „Uterusinvolution“ und „Progesteron“ Beziehungen zu verschiedenen Zielvariablen gefunden werden. Tiere, für die in der Klasse 1 eine Cervicitis diagnostiziert wurde, hatten eine verlängerte Verzögerungszeit (Rang 11). Wurde eine Cervicitis in der Klasse 2 diagnostiziert, war dagegen die Verzögerungszeit verkürzt (Rang 11) und die KB-Zahl verringert (Rang 10).

Mit zunehmender Sekretmenge im Vaginallumen verringerte sich die KB-Zahl (Rang 21). Tiere mit unphysiologischer Uterusinvolutions hatten eine verlängerte Güstzeit (Rang 20) und Tiere mit unphysiologischen Progesteronwerten hatten eine verlängerte Rastzeit (Rang 14) sowie eine erhöhte KB-Zahl (Rang 11).

Unter den Parametern aus den serologischen Untersuchungen wurde für den Antikörpertiter gegen das IBR/IPV-Virus eine starke Beziehung zur Zwischenbesamungszeit gefunden. Tiere mit positivem Titer hatten verlängerte Zwischenbesamungszeiten (Rang 5). Von geringer Bedeutung waren die Beziehungen zwischen dem Antikörpertiter gegen *Chlamydia psittaci* und den Zielvariablen „Verzögerungszeit“ und „Zwischenbesamungszeit“. Tiere mit einem Antikörpertiter gegen *Chlamydia psittaci* wiesen eine verlängerte Verzögerungszeit (Rang 17) sowie eine verkürzte Zwischenbesamungszeit (Rang 19) auf.

Weitere einzeltierbezogene Variablen mit Beziehungen zu verschiedenen Zielvariablen waren die Variablen „Ernährungszustand fett“, „Ernährungszustand mager“, „Schwanzräude“, „Hautläsionen hl“, „Zustand der Klauen“, „Pflegezustand“, „Körperinnentemperatur“ und „Rasse“.

In Bezug auf die Beurteilung des Ernährungszustands aufgrund der äußeren Erscheinung wurde eine Erhöhung der Rastzeit für Tiere im fetten Ernährungszustand (Rang 17) und eine Erhöhung der KB-Zahl für Tiere im mageren Ernährungszustand (Rang 12) festgestellt. Bei Auftreten von Schwanzräude hatten die Tiere verkürzte Verzögerungszeiten (Rang 21), verlängerte Güstzeiten (Rang 18) und erhöhte KB-Zahlen (Rang 2). Tiere mit Hautläsionen an den linken Hinterextremitäten hatten verlängerte Zwischenbesamungszeiten (Rang 18) und reduzierte KB-Zahlen (Rang 3). Mit zunehmender Verschlechterung des Klauenzustands kam es zu einer Erhöhung der KB-Zahl (Rang 6) und mit zunehmend schlechterem Pflegezustand in Klasse 1 zu einer Erhöhung der KB-Zahl (Rang 26), und in Klasse 3 zur Reduzierung der KB-Zahl (Rang 26) sowie einer Verlängerung der Zwischenbesamungszeit (Rang 17). Eine höhere Körperinnentemperatur hatte eine Verkürzung der Zwischenbesamungszeit zur Folge (Rang 16). Zudem konnte für die Zielvariable „Güstzeit“ ein Einfluss durch die Rasse der Tiere festgestellt werden. Tiere der Rasse „Rotbunt“ hatten eine kürzere Güstzeit als Tiere der Rasse „Schwarzbunt“ (Rang 13).

Tab. 110: Zusammenfassung der Ergebnisse der schrittweisen multiplen linearen Regressionen zwischen den klassenbezogenen unabhängigen Variablen und der abhängigen Variable „Rastzeit“ für die Klassen 1 bis 4 und 10

Variable	F - Wert in der Klasse ...					Σ F - Werte	Rang
	1	2	3	4	10		
Einsatzleistung E-%		5,92 (-)	8,44 (-)	19,16 (-)		33,52 (-)	1
Negative Liegelängendifferenz	12,10 (+)			7,94 (+)		20,04 (+)	2
Widerristhöhe		14,83 (-)			4,58 (-)	19,41 (-)	3
Stallgrundfläche/m² Fensterfläche	8,96 (-)	9,68 (-)				18,64 (-)	4
Krippensohlniveau		4,59 (-)	8,43 (-)			13,02 (-)	5
Rasse					12,67 (+)	12,67 (+)	6
Kreuzbeinhöhe				8,04 (-)		8,04 (-)	7
Kotrostschlitzweite				7,83 (+)		7,83 (+)	8
Helligkeit		7,52 (+)				7,52 (+)	9
Positive Liegelängendifferenz			6,85 (+)			6,85 (+)	10
Negative Liegebreitendifferenz				5,77 (-)		5,77 (-)	11
Raumlufttechnisches System				5,69 (-)		5,69 (-)	12
Calcium			5,64 (+)			5,64 (+)	13
Progesteron				5,27 (+)		5,27 (+)	14
Kotroststegbreite				4,98 (-)		4,98 (-)	15
Stallvolumen je GV				4,97 (-)		4,97 (-)	16
Ernährungszustand fett	4,34 (+)					4,34 (+)	17
Freie Fettsäuren		5,42 (-)		6,58 (+)		1,16 (+)	18
Gesamtbilirubin	8,64 (+)				8,14 (-)	0,50 (+)	19

Tab. 111: Zusammenfassung der Ergebnisse der schrittweisen multiplen linearen Regressionen zwischen den klassenbezogenen unabhängigen Variablen und der abhängigen Variable „Verzögerungszeit“ für die Klassen 1 bis 4 und 10

Variable	F - Wert in der Klasse ...					Σ F - Werte	Rang
	1	2	3	4	10		
Spanne Min.-Max.-Wert rel. Lf				44,61 (+)		44,61 (+)	1
Krippensohlenniveau					15,25 (+)	15,25 (+)	2
Stallvolumen je GV				14,53 (+)		14,53 (+)	3
Rel. Luftfeuchtigkeit AM				13,55 (+)		13,55 (+)	4
Widerristhöhe	6,77 (+)	6,14 (+)				12,91 (+)	5
GPT			11,51 (+)			11,51 (+)	6
Bodenbelag				9,95 (+)		9,95 (+)	7
Helligkeit		8,85 (-)				8,85 (-)	8
Freie Fettsäuren				8,47 (-)		8,47 (-)	9
Positive Liegelängendifferenz	7,80 (+)					7,80 (+)	10
Cervicitis	5,07 (+)	12,66 (-)				7,59 (-)	11
Rel. Luftfeuchtigkeit MM				7,35 (-)		7,35 (-)	12
Flexibilität der Anbindung					6,67 (+)	6,67 (+)	13
GLDH	6,62 (+)					6,62 (+)	14
β-Carotin	6,31 (-)					6,31 (-)	15
Kotroststegbreite	6,19 (+)					6,19 (+)	16
Antikörpertiter Chlam. psittaci		5,95 (+)				5,95 (+)	17
Kotrostschlitzweite					5,84 (+)	5,84 (+)	18
Magnesium			5,48 (+)			5,48 (+)	19
Max.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit			5,09 (+)			5,09 (+)	20
Schwanzräude	4,75 (-)					4,75 (-)	21
Harnstoff					4,39 (+)	4,39 (+)	22
Glucose			4,37 (-)			4,37 (-)	23
Laktationsnummer			4,35 (+)			4,35 (+)	24
Spanne Min.-Max.-Wert Temp.			4,23 (-)			4,23 (-)	25

Tab. 112: Zusammenfassung der Ergebnisse der schrittweisen multiplen linearen Regressionen zwischen den klassenbezogenen unabhängigen Variablen und der abhängigen Variable „Güstzeit“ für die Klassen 1 bis 4 und 10

Variable	F – Wert in der Klasse ...					Σ F - Werte	Rang
	1	2	3	4	10		
Flexibilität der Anbindung			12,19 (+)	10,95 (+)		23,14 (+)	1
Feste Krippenrückwand	5,94 (+)				14,68 (+)	20,62 (+)	2
Kotrostschlitzweite			9,78 (-)	6,27 (-)		16,05 (-)	3
Positive Liegebreitendifferenz			8,52 (+)		4,45 (+)	12,97 (+)	4
GPT			9,95 (+)			9,95 (+)	5
β-Carotin	9,50 (-)					9,50 (-)	6
Kuhtrainer					8,70 (+)	8,70 (+)	7
Spanne Min.-Max.-Wert Temp.			7,04 (-)			7,04 (-)	8
Rel. Luftfeuchtigkeit AM				6,85 (+)		6,85 (+)	9
Laktationsnummer			6,68 (+)			6,68 (+)	10
Glucose					6,73 (-)	6,73 (-)	11
Freie Fettsäuren	6,47 (+)					6,47 (+)	12
Rasse	6,45 (-)					6,45 (-)	13
Min.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit				6,24 (-)		6,24 (-)	14
Erstkalbealter	5,87 (+)					5,87 (+)	15
Stallgrundfläche/m ² Fensterfläche		5,81 (-)				5,81 (-)	16
Negative Liegebreitendifferenz			5,51 (-)			5,51 (-)	17
Schwanzräude				5,42 (+)		5,42 (+)	18
Spanne Min.-Max.-Wert rel. Lf		5,36 (+)				5,36 (+)	19
Uterusinvolution			5,14 (+)			5,14 (+)	20
Harnstoff					4,91 (+)	4,91 (+)	21
Gesamteiweiß			4,58 (+)			4,58 (+)	22

Tab. 113: Zusammenfassung der Ergebnisse der schrittweisen multiplen linearen Regressionen zwischen den klassenbezogenen unabhängigen Variablen und der abhängigen Variable „KB-Zahl“ für die Klassen 1 bis 4 und 10

Variable	F - Wert in der Klasse ...					Σ F - Werte	Rang
	1	2	3	4	10		
Beckenlänge	6,58 (+)				4,53 (+)	11,11 (+)	1
Schwanzräude			9,90 (+)			9,90 (+)	2
Hautläsionen hl				7,57 (-)		7,57 (-)	3
Max.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit			7,50 (+)			7,50 (+)	4
Stallgrundfläche/m ² Fensterfläche				6,82 (+)		6,82 (+)	5
Zustand der Klauen		6,35 (+)				6,35 (+)	6
β-Carotin	6,13 (-)					6,13 (-)	7
Tägliche Temperaturspanne			6,06 (-)			6,06 (-)	8
Erstkalbealter	5,80 (+)					5,80 (+)	9
Cervicitis		5,71 (-)				5,71 (-)	10
Progesteron		5,49 (+)				5,49 (+)	11
Ernährungszustand mager			5,29 (+)			5,29 (+)	12
Rel. Luftfeuchtigkeit MM		5,25 (-)				5,25 (-)	13
Freie Fettsäuren				5,22 (-)		5,22 (-)	14
Positive Liegelängendifferenz	5,17 (+)					5,17 (+)	15
Laktationsnummer		5,16 (-)				5,16 (-)	16
Krippensohlniveau				5,06 (-)		5,06 (-)	17
Schräge Rumpflänge		5,03 (+)				5,03 (+)	18
Magnesium					4,78 (+)	4,78 (+)	19
Einsatzleistung F-%				4,72 (+)		4,72 (+)	20
Scheidensekretmenge	4,36 (+)					4,36 (+)	21
Negative Liegelängendifferenz		4,29 (-)				4,29 (-)	22
Calcium					4,22 (-)	4,22 (-)	23
Creatin-Kinase				4,13 (-)		4,13 (-)	24
Freie Fettsäuren		9,31 (+)		5,22 (-)		5,22 (-)	25
Pflegezustand	4,98 (+)		4,31 (-)			0,67 (+)	26

Tab. 114: Zusammenfassung der Ergebnisse der schrittweisen multiplen linearen Regressionen zwischen den klassenbezogenen unabhängigen Variablen und der abhängigen Variable „Zwischenbesamungszeit“ für die Klassen 1 bis 4 und 10

Variable	F - Wert in der Klasse ...					Σ F - Werte	Rang
	1	2	3	4	10		
Kotrostschlitzweite	5,94 (-)	31,95 (-)				31,89 (-)	1
Creatin-Kinase	11,59 (-)				8,30 (-)	19,89 (-)	2
GPT	9,74 (+)		10,12 (+)			19,86 (+)	3
Krippensohlniveau					14,34 (+)	14,34 (+)	4
Antikörpertiter IBR/IPV		13,33 (+)				13,33 (+)	5
Minimaltemperatur		11,94 (-)				11,94 (-)	6
Flexibilität der Anbindung					9,34 (+)	9,34 (+)	7
Min.-Wert Temperatur			7,92 (+)			7,92 (+)	8
Max.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit				6,90 (+)		6,90 (+)	9
Harnstoff		6,52 (-)				6,52 (-)	10
Stallgrundfläche/m ² Fensterfläche				6,20 (-)		6,20 (-)	11
Positive Liegebreitendifferenz	6,04 (+)					6,04 (+)	12
Rel. Luftfeuchtigkeit MM	5,68 (-)					5,68 (-)	13
Einsatzleistung E-%					5,67 (+)	5,67 (+)	14
GOT			5,60 (-)			5,60 (-)	15
Körperinnentemperatur		5,38 (-)				5,38 (-)	16
Pflegezustand			5,35 (+)			5,35 (+)	17
Hautläsionen hl				5,31 (+)		5,31 (+)	18
Antikörpertiter Chlam. psittaci				4,93 (+)		4,93 (+)	19
Ernährungszustand fett					4,89 (-)	4,89 (-)	20
Magnesium		4,77 (-)				4,77 (-)	21

4.3.2 Zusammenfassung der Ergebnisse der klassenabhängigen schrittweisen multiplen logistischen Regressionen

4.3.2.1 Klasse 10

Einflüsse auf die Zielvariablen „Auftreten von Ovarstörungen“ und „Auftreten von Puerperalstörungen“ lagen a. p. in erster Linie für einzeltierbezogene Kriterien vor. Einflüsse durch die Haltungsumwelt lagen nur in einem Fall vor (Tab. 115 u. 116).

4.3.2.1.1 Kriterien der Haltungsumwelt

Unter den, die Haltungsumwelt der Tiere beschreibenden Kriterien konnte a. p. lediglich ein Einfluss durch die Höhe der festen Krippenrückwand auf die Zielvariable „Auftreten von Puerperalstörungen“ festgestellt werden. Die Häufigkeit des Auftretens von Puerperalstörungen stieg mit zunehmender Höhe der festen Krippenrückwand (Rang 7) (Tab. 116).

4.3.2.1.2 Einzeltierbezogene Kriterien

Eine Einflussnahme auf das Auftreten von Ovar- und/oder Puerperalstörungen a. p. (Klasse 10) erfolgte fast ausschließlich durch einzeltierbezogene Kriterien.

Eine Reduktion der Häufigkeit von Ovarstörungen war verbunden mit zunehmenden GOT-Konzentrationen im Blutplasma der Tiere (Rang 19). In Klasse 10 konnten keine weiteren Einflüsse für das Auftreten von Ovarstörungen festgestellt werden.

Das Auftreten von Puerperalstörungen wurde a. p. beeinflusst durch Tierkörpermaße, Merkmale, die den allgemeinen Zustand der Tiere beschreiben, und den Milcheiweißgehalt des ersten Probegemelks post partum.

Mit zunehmender Beckenlänge der Tiere traten häufiger Puerperalstörungen auf (Rang 3). Gleiches galt für eine zunehmende Widerristhöhe (Rang 17). Mit zunehmendem Brustumfang traten Puerperalstörungen dagegen seltener auf (Rang 8).

Ein zunehmend schlechterer Pflegezustand der Tiere war ebenso wie ein zunehmend schlechterer Zustand der Klauen mit häufigerem Auftreten von Puerperalstörungen (Rang 5 bzw. Rang 15) verbunden.

Die Höhe des Milcheiweißgehalts des ersten Probegemelks p. p. wirkte sich offensichtlich bis zur nächsten Kalbung aus, denn in Klasse 10 war die Häufigkeit von Puerperalstörungen mit steigendem Eiweißgehalt reduziert (Rang 1).

4.3.2.2 Klassen 1 bis 4

Post partum konnten sowohl für einzeltierbezogene Variablen als auch für Variablen aus der Haltungsumwelt Beziehungen zu den Zielvariablen gefunden werden.

4.3.2.2.1 Kriterien der Haltungsumwelt

Unter den Kriterien aus der Haltungsumwelt der Tiere, mit Beziehungen zu den Zielvariablen, waren Kriterien der Stand-/Liegeplatzgestaltung, Kriterien zur Beschreibung der Lichtverhältnisse im Stall sowie Kriterien des Stallklimas zu finden.

Unter den Kriterien der Stand-/Liegeplatzgestaltung waren es die Variablen „Flexibilität der Anbindung“, „feste Krippenrückwand“, „seitliche Abgrenzung“, „Kuhtrainer“, „positive Liegelängendifferenz“, „positive Liegebreitendifferenz“ und „Bodenbelag“, für die statistisch gesicherte Beziehungen zu den Zielvariablen „Auftreten von Ovarstörungen“ und „Auftreten von Puerperalstörungen“ gefunden wurden.

Mit abnehmender Flexibilität der Anbindung traten weniger Ovarstörungen auf (Rang 1). Im unmittelbaren Zeitraum post partum (Klasse 1) war eine zunehmende Höhe der festen Krippenrückwand verbunden mit häufigerem Auftreten von Puerperalstörungen (Rang 7). In den übrigen Klassen dagegen war eine zunehmende Höhe mit einer geringeren Häufigkeit an auftretenden Ovarstörungen (Rang 11) und Puerperalstörungen (Rang 7) verbunden.

Eine zunehmend stärkere seitliche Abgrenzung zum Nachbartier war verbunden mit häufigerem Auftreten von Puerperalstörungen (Rang 6). Ebenso wie der Einsatz einer Kuhtraineranlage (Rang 2). Eine zunehmende positive Liegelängendifferenz war verbunden mit einer geringeren Häufigkeit an Puerperalstörungen (Rang 10) und eine zunehmende positive Liegebreitendifferenz mit einer größeren Häufigkeit an Ovarstörungen (Rang 25). Tiere auf Stand-/Liegeflächen mit Gummimattenbelag hatten häufiger Ovarstörungen als Tiere auf Stand-/ Liegeflächen ohne Belag (Rang 14).

Die Lichtverhältnisse im Stall standen in Beziehung mit dem Auftreten von Ovarstörungen. Die Häufigkeit von Ovarstörungen nahm mit schlechteren Lichtverhältnissen zu. Dies galt sowohl für die Stallgrundfläche je m² Fensterfläche (Rang 2) als auch für die subjektive Beurteilung der Lichtverhältnisse in Tiernähe (Rang 9).

Das vorhandene Luftvolumen je GV, als Maß für die Pufferkapazität für Feuchtigkeit, Wärme und Schadgase, war bei Zunahme verbunden mit einer abnehmenden Häufigkeit von aufgetretenen Ovarstörungen (Rang 18).

Unter den, das Stallklima beschreibenden, Kriterien wurden für die Variablen „Max.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit“, „Min.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit“, „Spanne Min.-Max-Wert rel. LF“ sowie „tägliche Temperaturspanne“ Beziehungen zu den Zielvariablen gefunden.

Mit Anstieg des höchsten Einzelwertes relativer Luftfeuchtigkeit nahm die Häufigkeit an auftretenden Ovar- bzw. Puerperalstörungen zu (Rang 8 bzw. Rang 18). Mit Anstieg des niedrigsten Einzelwertes reduzierte sich die Anzahl an auftretenden Ovarstörungen (Rang 12). Ein zunehmender Unterschied zwischen niedrigstem und höchstem Temperatur-Einzelwert führte zu häufigerem Auftreten von Puerperalstörungen (Rang 9). Eine zunehmende tägliche Temperaturspanne führte dagegen zu weniger Ovarstörungen (Rang 16) bzw. Puerperalstörungen (Rang 12).

4.3.2.2 Einzeltierbezogene Kriterien

Unter den einzeltierbezogenen Variablen waren es insbesondere die Milchleistungskriterien, die auf die beide Zielvariablen „Auftreten von Ovarstörungen“ und „Auftreten von Puerperalstörungen“ bedeutenden Einfluss nahmen.

Mit zunehmendem Milcheiweißgehalt des ersten Probegemelks p. p. war die Häufigkeit von Puerperalstörungen (Rang 1) sowie von Ovarstörungen (Rang 22) reduziert. Mit zunehmendem Milchfettgehalt des Probegemelks p. p. traten weniger Ovarstörungen auf (Rang 6).

Der Einfluss der Milchmenge des ersten Probegemelks p. p. war unterschiedlich ausgerichtet. Mit zunehmender Milchmenge traten mehr Ovarstörungen auf (Rang 7), allerdings war die Häufigkeit von Puerperalstörungen reduziert (Rang 11).

Die untersuchten Blutparameter mit Beziehungen zu den Zielvariablen zeigten in Abhängigkeit von den Zielvariablen deutlich unterschiedliche Einflussnahmen. Die reduzierte Häufigkeit von Puerperalstörungen bei zunehmendem Gesamteiweißgehalt im Blutplasma (Rang 19) war die einzige Beziehung zwischen der Zielvariable „Auftreten von Puerperalstörungen“ und den Blutwerten, die den physiologischen Zustand der Tiere beschreiben.

Das „Auftreten von Ovarstörungen“ stand in Beziehung zu einer Vielzahl an Blutparametern. Mit zunehmenden Creatin-Kinasekonzentrationen im Blutplasma traten häufiger Ovarstörungen auf (Rang 3). Gleiches galt auch für zunehmende Plasmakonzentrationen an anorganischem Phosphat (Rang 10) und freien Fettsäuren (Rang 20). Weniger häufig traten Ovarstörungen in Verbindung mit zunehmenden Plasmakonzentrationen an β -Carotin (Rang 4), GOT (Rang 19) sowie Magnesium (Rang 24) auf.

Die Beziehungen zwischen den Zielvariablen und den Parametern der serologischen Untersuchungen ergaben kein eindeutiges Bild. Während bei Nachweis eines positiven Antikörpertiters gegen das IBR/IPV-Virus die Häufigkeit von Puerperalstörungen erhöht war (Rang 4), war die Häufigkeit von Ovarstörungen reduziert (Rang 23). Der Nachweis eines positiven Antikörpertiters gegen *Coxiella burnetii* war verbunden mit reduzierten Häufigkeiten an aufgetretenen Ovarstörungen (Rang 27) sowie Puerperalstörungen (Rang 16). Ein positiver Antikörpertiter gegen *Chlamydia psittaci* war dagegen mit häufigerem Auftreten von Ovarstörungen (Rang 15) verbunden.

Auch die Beziehungen zwischen den beiden Zielvariablen „Auftreten von Ovarstörungen“ und „Auftreten von Puerperalstörungen“ und den unabhängigen Variablen, die den allgemeinen Zustand der Tiere beschreiben, ergaben kein eindeutiges Bild.

Bei Tieren in schlechtem Pflegezustand traten häufiger Puerperalstörungen auf (Rang 5). Tiere mit schlechtem Klauenzustand hatten häufiger Ovarstörungen (Rang 17). Tiere mit Gelenkverdickungen an den linken hinteren Extremitäten wiesen mehr Puerperalstörungen auf (Rang 13), aber weniger Ovarstörungen (Rang 26). Zu bemerken ist jedoch, dass bei Auftreten von Gelenkverdickungen in Klasse 1 die Häufigkeit von Ovarstörungen erhöht ist. Weniger Ovarstörungen traten bei Tieren auf, die Gelenkverdickungen an den rechten hinteren Extremitäten aufwiesen (Rang 13). Hautläsionen an den rechten hinteren Extremitäten waren verbunden mit weniger Puerperalstörungen (Rang 14). Bei Tieren mit Schwanzräude traten weniger Ovarstörungen auf als bei Tieren ohne Schwanzräude (Rang 5).

Unter den Tierkörpermaßen waren es die Beckenlänge, der Brustumfang und die Widerristhöhe, für die Beziehungen zu den Zielvariablen gefunden wurden.

Die stärkste Beziehung innerhalb dieses Bereiches lag vor in Form einer ansteigenden Häufigkeit aufgetretener Puerperalstörungen mit zunehmender Beckenlänge der untersuchten Tiere (Rang 3). Des Weiteren fanden sich eine Reduzierung der Häufigkeit aufgetretener Puerperalstörungen mit zunehmendem Brustumfang (Rang 8) und ein Anstieg der Häufigkeit aufgetretener Ovarstörungen mit zunehmender Widerristhöhe der Tiere (Rang 21).

Tab. 115: Zusammenfassung der Ergebnisse der schrittweisen multiplen logistischen Regressionen zwischen den klassenbezogenen unabhängigen Variablen und der abhängigen Variable „Auftreten von Ovarstörungen“ für die Klassen 1 bis 4 und 10

Variable	F - Wert in der Klasse ...					Σ F - Werte	Rang
	1	2	3	4	10		
Flexibilität der Anbindung	22,28 (-)			15,43 (-)		37,71 (-)	1
Stallgrundfläche/m ² Fensterfläche			12,89 (-)	15,38 (-)		28,27 (-)	2
Creatin-Kinase	11,67 (+)			14,45 (+)		26,12 (+)	3
β-Carotin	23,44 (-)					23,44 (-)	4
Schwanzräude	12,08 (-)		10,44 (-)			22,52 (-)	5
Einsatzleistung F-%	10,01 (-)		12,00 (-)			22,01 (-)	6
Einsatzleistung M-kg	21,00 (+)					21,00 (+)	7
Max.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit		8,81 (-)	7,05 (+)	19,20 (+)		17,44 (+)	8
Helligkeit	15,77 (-)					15,77 (-)	9
anorganisches Phosphat				14,89 (+)		14,89 (+)	10
Feste Krippenrückwand				14,34 (-)		14,34 (-)	11
Min.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit				13,74 (-)		13,74 (-)	12
Gelenkverdickung hr	13,72 (-)					13,72 (-)	13
Bodenbelag				13,56 (+)		13,56 (+)	14
Antikörpertiter Chlam. psittaci				13,08 (+)		13,08 (+)	15
Tägliche Temperaturspanne			12,61 (-)			12,61 (-)	16
Zustand der Klauen				12,54 (+)		12,54 (+)	17
Stallvolumen je GV	11,56 (-)					11,56 (-)	18
GOT			9,58 (+)	14,96 (-)	5,70 (-)	11,08 (-)	19
Freie Fettsäuren	9,39 (+)					9,39 (+)	20
Widerristhöhe			8,85 (+)			8,85 (+)	21
Einsatzleistung E-%	7,35 (-)					7,35 (-)	22
Antikörpertiter IBR/IPV				6,21 (-)		6,21 (-)	23
Magnesium	5,56 (-)					5,56 (-)	24
Positive Liegebreitendifferenz				5,03 (+)		5,03 (+)	25
Gelenkverdickung hl	10,73 (+)		13,53 (-)			2,80 (-)	26
Antikörpertiter Cox. burnetii	9,74 (+)			10,32 (-)		0,58 (-)	27

Tab. 116: Zusammenfassung der Ergebnisse der schrittweisen multiplen logistischen Regressionen zwischen den klassenbezogenen unabhängigen Variablen und der abhängigen Variable „Auftreten von Puerperalstörungen“ für die Klassen 1 bis 4 und 10

Variable	F - Wert in der Klasse ...					Σ F - Werte	Rang
	1	2	3	4	10		
Einsatzleistung E-%	8,28 (-)	20,36 (-)	4,02 (-)		6,26 (-)	38,92 (-)	1
Kuhtrainer	4,01 (+)	21,43 (+)		4,99 (+)		30,43 (+)	2
Beckenlänge	5,65 (+)		12,26 (+)		9,79 (+)	27,70 (+)	3
Antikörpertiter IBR/IPV		19,30 (+)		4,45 (+)		23,75 (+)	4
Pflegezustand		12,14 (+)			7,59 (+)	19,73 (+)	5
Seitliche Abgrenzung		19,68 (+)				19,68 (+)	6
Feste Krippenrückwand	9,00 (+)	5,09 (-)			15,09 (+)	19,00 (+)	7
Brustumfang		5,51 (-)			11,66 (-)	17,17 (-)	8
Spanne Min.-Max.-Wert rel. Lf		16,31 (+)				16,31 (+)	9
Positive Liegelängendifferenz		15,12 (-)				15,12 (-)	10
Einsatzleistung M-kg	6,32 (-)	7,39 (-)				13,71 (-)	11
Tägliche Temperaturspanne		11,99 (-)				11,99 (-)	12
Gelenkverdickungen hl		10,54 (+)				10,54 (+)	13
Hautläsionen hr		9,62 (-)				9,62 (-)	14
Zustand der Klauen					7,22 (+)	7,22 (+)	15
Antikörpertiter Cox. burnetii			6,12 (-)			6,12 (-)	16
Widerristhöhe					6,00 (+)	6,00 (+)	17
Max.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit				4,11 (+)		4,11 (+)	18
Gesamteiweiß				4,04 (-)		4,04 (-)	19

5 Diskussion und Bewertung der Methode und der Untersuchungsergebnisse

In diesem Kapitel werden sowohl die Methode als auch die Ergebnisse aus den Untersuchungen unter Berücksichtigung des Schrifttums diskutiert und zusammenfassend bewertet.

Aus den Sollwerten einiger Kenngrößen der Fruchtbarkeit (Kap. 2.1, S. 16 ff) und den Istwerten, die im Rahmen der Milchleistungsprüfung berechnet werden (ADR, 1970-2002 /185/), ist zu ersehen, dass die Fruchtbarkeitsleistung der Milchküherden in Deutschland nicht zufrieden stellend ist. Sie ist insbesondere im Hinblick auf den ökonomischen Erfolg der Betriebe stark verbesserungsbedürftig. Unter den in der Milchleistungsprüfung erfassten Abgangsursachen besitzt der Komplex Unfruchtbarkeit unter allen Abgangsursachen die größte Bedeutung (Tab. 6, S. 22). Der durch verminderte Fruchtbarkeit entstehende ökonomische Schaden wird auf etwa 100 bis 200 DM je Kuh und Jahr geschätzt (MARSCHANG, 1986 /112/; LOTTHAMMER, 1987 /100/).

Aufgrund des geringen Erblichkeitsgrades für verschiedene Kenngrößen der Fruchtbarkeit (Tab. 1, S. 16) wird deutlich, dass zur Steigerung der Fruchtbarkeitsleistung die Umweltbedingungen, unter denen die Kühe gehalten werden, verbessert werden müssen. Die Schwierigkeiten hierbei bestehen darin, dass es eine Fülle von Faktoren gibt, die Einfluss auf die Fruchtbarkeit nehmen. Dies geht aus dem Schrifttum hervor. Zudem sind Beeinträchtigungen oder Schäden nur schwer erkennbar, ebenso wie die Zusammenhänge zu den Ursachen (KALTENBÖCK, 1972 /80/).

Die im Schrifttum dargestellten Untersuchungen über Beziehungen zwischen Fruchtbarkeitsleistungen von Milchkühen und den Umwelteinflüssen, unter denen diese erbracht wurden, sind überwiegend dadurch charakterisiert, dass selektiv jeweils nur wenige Einflussvariablen berücksichtigt wurden, die zudem häufig nur einem Einflussbereich (z. B. Fütterung, Klima o. ä.) zuzuordnen sind. Darüber hinaus wurden die Einflüsse der unabhängigen Variablen auf nur wenige Zielvariablen bzw. auf nur eine Zielvariable untersucht. Erst in jüngerer Vergangenheit wurden umfangreiche Untersuchungen durchgeführt, die eine möglichst große Anzahl an potentiellen Einflussfaktoren und deren Auswirkungen auf verschiedene Zielvariablen beleuchten (BOCKISCH, 1990 /11/; FISCHER, 1996 /51/, KUTSCHER, 1997 /94/, FAILING et al., 1998 /47/). Der mehrfaktorielle Ansatz war auch Grundlage für die Datenerhebung und -auswertung der vorliegenden Arbeit. Sie ist der zweite Teil einer umfangreichen Untersuchung, deren erster Teil die Beziehungen zwischen der Fruchtbarkeit und verschiedener Blutparameter als Ausdruck des physiologischen und des Versorgungsstatus der Tiere sowie dem allgemeinen und dem gynäkologischen Status der Tiere analysiert (FISCHER, 1996 /51/). Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, unter Berücksichtigung der bei FISCHER (1996 /51/) beschriebenen Einflussvariablen, die Einflussnahme von Kriterien aus der Haltungsumwelt der Tiere auf verschiedene Fruchtbarkeitskriterien zu untersuchen. Um die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit im Vergleich mit Ergebnissen früherer Untersuchungen auf eine breitere Basis zu stellen, wurden zusätzlich zu den bei FISCHER (1996 /51/) verwendeten Zielvariablen „Rastzeit“, „Güstzeit“ und „KB-Zahl“ noch die „Verzögerungszeit“ und die „Zwischenbesamungszeit“ als abhängige Variablen in die Betrachtungen aufgenommen. Aufgrund der Ergebnisse von FISCHER (1996 /51/), die in einem ersten Rechengang das Auftreten von Ovarstörungen und Puerperalstörungen als dominierende Einflussgrößen auf die Fruchtbarkeitsleistung beschreibt, diese aber als Ergebnis der Einflussnahme von exogenen und endogenen Faktoren sieht und sie daraufhin in einem zweiten Rechengang als Zielvariablen definierte, wurden auch in den Berechnungen der vorliegenden Arbeit das „Auftreten von Ovarstörungen“ sowie das „Auftreten von Puerperalstörungen“ als Zielvariablen eingesetzt.

5.1 Diskussion der Methode

Basis für die Untersuchung war die Erfassung von möglichst vielen Parametern, die als potentielle Einflussfaktoren der Fruchtbarkeit in Betracht kommen. Die Erhebung wurde in praktischen Milchviehbetrieben mit Anbindehaltung durchgeführt. Um den Betriebseinfluss zu minimieren, wurden einige Mindestanforderungen an die Betriebe gestellt (z. B. Herdengröße, Leistungsniveau). Für die Untersuchung wurden Produktionsherden ausgewählt, ohne Vorselektion der Fruchtbarkeitssituation, wie dies beispielsweise der Fall ist, wenn Problembetriebe mit reduzierter Fruchtbarkeitsleistung beleuchtet werden.

Da der Vergleich verschiedener Haltungssysteme hinsichtlich der Einflussnahme auf die Fruchtbarkeit nicht Gegenstand dieser Untersuchung war, wurde zur weiteren Standardisierung der Betriebe eine Vorselektion für das Haltungssystem getroffen und nur Betriebe mit Anbindehaltung ausgewählt. Der Sachverhalt, dass die Tiere fixiert waren, erbrachte Vorteile für die Datenerhebung.

5.1.1 Datenerhebung

Neben dem Vorteil, den die Fixierung der Tiere in der Anbindehaltung im Hinblick auf die gynäkologischen Untersuchungen und die Blutentnahme bot (FISCHER, 1996 /51/), erwies sich die Anbindehaltung auch bei der Beschreibung der Haltungsumwelt für diese Untersuchung als positiv. Da die Tiere fixiert waren und jeder Platzwechsel (alter und neuer Standort des Tieres sowie Zeitpunkt des Wechsels) registriert werden konnte, waren die Standorte der einzelnen Tiere zu jedem Zeitpunkt der Untersuchung bekannt. So war es möglich, über den kompletten Untersuchungszeitraum für jedes Tier den Zustand der einwirkenden Haltungsumwelt zu beschreiben.

Die in die Betrachtung einbezogenen Zielvariablen wurden im Vergleich zu FISCHER (1996 /51/) um die Variablen „Verzögerungszeit“ und „Zwischenbesamungszeit“ erweitert. Die beiden Variablen lassen weitere Erkenntnisse erwarten. Die Gützeit setzt sich aus der Rastzeit und der Verzögerungszeit zusammen (Kap. 2.1, S. 16). Die Rastzeit wird teilweise bewusst durch den Landwirt festgelegt. Dadurch kann sie eine gegenüber der biologischen Rastzeit gewollte Verlängerung aufweisen. Diese findet sich dann auch in der Gützeit wieder. Für die Verzögerungszeit wird eine von dieser Managemententscheidung unabhängige Beeinflussung durch die betrachteten unabhängigen Variablen erwartet. Mit der Einbeziehung der Zwischenbesamungszeit in die Betrachtung werden Erkenntnisse darüber erwartet, wie die KB-Zahlen zu bewerten sind, da niedrige KB-Zahlen durch verlängerte Zwischenbesamungszeiten begründet sein können.

Die zu erfassenden unabhängigen Variablen wurden eingeteilt in solche, deren Größe und Zustand sich im Verlauf des Untersuchungszeitraums veränderten, und solche, die im Verlauf des Untersuchungszeitraums keinen Veränderungen in Größe und Zustand unterlagen. Letztgenannte wurden nur einmalig erfasst. Die sich ändernden Variablen wurden entweder täglich während des gesamten Untersuchungszeitraums oder während jeder der fünf Untersuchungsperioden erfasst. Diese waren so angelegt, dass eine zeitnahe Datenerfassung zwischen den Betrieben realisiert wurde.

Die tägliche Datenerfassung von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit durch die Landwirte wurde durch phasenweise Parallelaufzeichnungen mittels Thermo-Hygrographen überprüft. Errechnete Korrelationen aus diesen Parallelaufzeichnungen zeigen, dass die Methode der Aufzeichnungen durch die Landwirte eine gute Datenbasis für weitere Auswertungen lieferte (Tab. 34, S. 70).

Die während jeder Untersuchungsperiode durchgeführte Erhebung von Klimadaten ließ die Vermutung zu, dass zwischen verschiedenen Stallbereichen Unterschiede in den klimatischen Verhältnissen bestehen. Zur Klärung, ob die Unterschiede statistisch gesichert sind, wurden die aus der diskontinuierlichen Erhebung zur Verfügung stehenden Stallklimadaten mittels einfaktorieller Varianzanalyse mit Messwertwiederholungen (BMDP2V) aus dem Statistikprogrammpaket BMDP/Dynamic, Release 7.0 (DIXON, 1993 /37/) für den Faktor Stallbereich geprüft. Dabei zeigte sich, dass keine statistisch gesicherten Unterschiede der klimatischen Verhältnisse zwischen den Bereichen innerhalb eines Stalles vorlagen. Demnach konnten in der vorliegenden Untersuchung für alle Tierplätze innerhalb eines Stalles vergleichbare klimatische Bedingungen unterstellt werden (Tab. 35, S.71).

5.1.2 Datenauswertung

Alle erfassten Daten wurden für jedes Einzeltier dem jeweiligen Reproduktionsstadium zugeordnet, in dem sich das Tier zum Zeitpunkt der Datenerhebung befand. Dabei wurde zwischen 10 verschiedenen Stadien (Klassen) unterschieden (Tab. 32, S. 66). Aus der diskontinuierlichen Datenerhebung ergab sich, dass nicht für jedes Tier Daten in alle Klassen erhoben wurden. Für täglich erhobene Variablen wurden Klassenmittelwerte gebildet, die dann der jeweiligen Klasse zugeordnet wurden. Die

Klassenmittelwerte wurden teilweise durch Minimal- und Maximalwerte ergänzt. Während jeder Untersuchungsperiode erfasste Variablen wurden als Einzelwert der jeweiligen Klasse, in der sich das Tier zum Zeitpunkt der Erhebung befand, zugeordnet. Einmalig erhobene Variablen wurden als Einzelwerte allen Klassen gleichermaßen zugeordnet.

In den statistischen Berechnungen der vorliegenden Arbeit wurden jedoch nur die Klassen 1 bis 4 und 10 berücksichtigt, da sich nach FISCHER (1996 /51/) nur diese Klassen als auswertungsrelevant erwiesen. Insgesamt wurden in den Rechenmodellen 74 unabhängige Variablen eingesetzt. Davon waren 21 einmalig erhobene Variablen und 53 täglich oder während jeder Untersuchungsperiode erhobene Variablen.

Aufgrund der zahlreichen verwendeten potentiellen Einflussvariablen erwies sich für die Klärung der Fragestellung in Form einer mathematischen Berechnung der mehrfaktorielle Ansatz als geeignet. Aus diesem Grund kamen in der vorliegenden Arbeit multiple Regressionsanalysen aus dem Statistikprogrammpaket BMDP/Dynamic, Release 7.0 (DIXON, 1993 /37/) zur Anwendung. Sie ermöglichten es, aus den in das Modell aufgenommenen Einflussvariablen diejenigen herauszufinden, die unter Berücksichtigung aller Einflussvariablen statistisch gesicherte Beziehungen zur Fruchtbarkeit besitzen (FAILING et al., 1998 /47/). In Abhängigkeit vom Skalenniveau der Einfluss- und Zielvariablen wurden zwei verschiedene Regressionsansätze gewählt. Für die intervallskalierten bzw. ordinalen Zielvariablen „Rastzeit“, „Verzögerungszeit“, „Güstzeit“, „KB-Zahl“ und „Zwischenbesamungszeit“ wurden multiple lineare Regressionen (BMDP2R) und für die qualitativen, dichotomen Zielvariablen „Auftreten von Puerperalstörungen“ und „Auftreten von Ovarstörungen“ multiple logistische Regression (BMDPLR) berechnet.

Nachteilig dabei wirkte sich aus, dass in den Standardversionen der beiden Programme alle Variablen eliminiert werden, die mindestens einen fehlenden Wert aufweisen. Aufgrund der für einige Variablen diskontinuierlich durchgeführten Datenerhebung waren für diese Variablen nicht alle beobachteten Klassen mit Daten besetzt. Um die Eliminierung der Variablen zu vermeiden, wurde ein Programmakro erstellt, das es ermöglichte, eine schrittweise multiple Regression durchzuführen, die zunächst mit zwei Variablen startet. Im ersten Schritt wurde jede im Modell zu prüfende, potentielle Einflussvariable (unabhängige Variable) unabhängig von den anderen Variablen auf ihre Wechselwirkung zu einem Fruchtbarkeitsparameter (abhängige Variable) beleuchtet. Im weiteren Verfahren wurde sukzessive die Variable mit der größten Bedeutung in das mathematische Modell zur Beschreibung der abhängigen Variablen aufgenommen. Mit diesen Modellen war es möglich, die maximale Information durch Berücksichtigung aller vorhandenen Beobachtungen auszunutzen (FAILING et al., 1998 /48/).

5.2 Diskussion der Ergebnisse

Grundlage für die Beurteilung von Beziehungen zwischen Kriterien der Fruchtbarkeit und ihren potentiellen Einflussvariablen ist zunächst die Beschreibung der Ist-Situation für die beiden Variablengruppen. Neben der Zustandsbeschreibung der untersuchten Tiere und der Haltungsumwelt erfolgt in diesem Kapitel die qualitative und quantitative Einordnung von Variablenausprägungen und der Zusammenhänge zwischen den Variablen, unter Berücksichtigung des Schrifttums.

5.2.1 Zustandsbeschreibung der untersuchten Tiere und der Haltungsumwelt

5.2.1.1 Einzeltierbezogene Kriterien

5.2.1.1.1 Fruchtbarkeit

Vergleiche mit dem Schrifttum zeigen, dass die Fruchtbarkeitsleistung der untersuchten Tiere vergleichbar ist mit dem einer größeren Grundgesamtheit (/146/, /127/, /71/, /121/, /28/, /118/). Die durchschnittlichen Werte der unabhängigen Variablen „Rastzeit“, „Verzögerungszeit“, „Güstzeit“, „Zwischenbesamungszeit“ und „KB-Zahl“ betragen 81,6 Tage, 67,2 Tage, 147,2 Tage, 47,6 Tage und 2,57 Besamungen je Konzeption (Tab. 36, S. 72). Allerdings liegen sie damit deutlich über den

Werten, die im Sinne einer ökonomischen Milcherzeugung gefordert werden (/19/, /24/, /38/, /63/, /131/), die zusammengefasst angegeben werden mit 50 bis max. 80 Tage Rastzeit, max. 80 bis 90 Tage Günstzeit und max. 1,5 Besamungen je Konzeption. Verzögerungszeiten und Zwischenbesamungszeiten sollten möglichst nicht auftreten. Aus einem regelmäßigen Zyklus von 21 Tagen und der Forderung von einer max. KB-Zahl von 1,5 lässt sich sowohl für die Zwischenbesamungszeit als auch für die Verzögerungszeit ein Wert von max. durchschnittlich zehn Tagen ableiten.

5.2.1.1.2 Milchleistung

Die Leistungen aus der Milchleistungsprüfung (Laktationsleistungen für Milchmenge, Milchfettgehalt und Milcheiweißgehalt) der untersuchten Tiere entsprachen denen, die von den MLP-Kühen der Rassen Schwarzbunt und Rotbunt in Deutschland (alte Bundesländer) im gleichen Zeitraum erbracht wurden (ADR, /185/). Sie waren jedoch durch große Variationen innerhalb der untersuchten Tiergruppe gekennzeichnet (Tab. 40 u. 41, S. 76). Dies gilt besonders für die Parameter der Einsatzleistung. Hier traten Variationskoeffizienten (VK) von 23,01 %, 17,89 % und 11,80 % für Milchmenge, Milchfett- und Milcheiweißgehalt auf. Die hohen Variationen ließen die Parameter der Einsatzleistung für die vorliegende Fragestellung interessant erscheinen, zumal die Beeinflussung der Fruchtbarkeit durch Leistungskriterien in erster Linie durch die Konkurrenzsituation zwischen Milchleistung und angestrebter Gravidität in der Günstphase geprägt ist (DÜRING und ERNST, 1987 /39/). Durchschnittsleistungen besitzen diesbezüglich nur eingeschränkte Aussagefähigkeit, da hierbei aufgrund von unterschiedlichen Persistenzen von Laktationskurven der zeitliche Zusammenhang von hoher Leistung und gestörter Fruchtbarkeit nicht in jedem Fall erkennbar ist.

5.2.1.1.3 Tierkörpermaße

Die Bedeutung von verschiedenen Körpermaßen von Kühen für die technische Gestaltung ihrer Haltungsumwelt wurde häufig beschrieben. Aus Körpermaßen lassen sich tierindividuelle Sollwerte für die Ausführung von stalltechnischen Einrichtungen ableiten. Die Körpermaße „schräge Rumpflänge“ und „Brustbreite“ bilden die Grundlage für die Bemessung der notwendigen Stand-/ Liegeflächenlänge und -breite (BOXBERGER und KIRCHNER, 1984 /23/; WANDER, 1975 /165/; BOCKISCH, 1990 /11/).

Die Durchschnittswerte der beiden Parameter für die untersuchten Tiere lagen bei 164,8 cm für die schräge Rumpflänge und 54,8 cm für die Brustbreite (Tab. 42, S. 77). Die Maße für die schräge Rumpflänge erstreckten sich von 148 bis 185 cm (Spanne = 37 cm) und für die Brustbreite von 42 bis 72 cm (Spanne = 30 cm). Die ermittelten Spannen bestätigen die Aussage von BOCKISCH (1989 /12/), der aufgrund von umfangreichen Erhebungen zu dem Schluss kommt, dass innerhalb von Herden mit mindestens 20 Kühen für die schräge Rumpflänge bzw. die Brustbreite der Tiere mit Spannen von mindestens 30 bzw. 20 cm auszugehen ist. Die Brustbreite war mit einem Variationskoeffizienten von $VK = 9,01 \%$ das Körpermaß mit der höchsten Variation. Der Variationskoeffizient für die schräge Rumpflänge betrug $VK = 4,02 \%$ und war damit ebenfalls überdurchschnittlich.

Aus der Beziehung der beiden Körpermaße zu der erforderlichen Liegelänge und Liegebreite sowie der großen Variation der beiden Körpermaße werden entsprechend große Variationen in der erforderlichen Liegelänge und Liegebreite erwartet.

5.2.1.2 Kriterien der Haltungsumwelt

Die Haltungsumwelt der Tiere in der Stallhaltung wird in erster Linie durch äußere klimatische Bedingungen sowie durch bauliche und technische Einrichtungen im Stall geprägt. Wie sehr die äußeren klimatischen Bedingungen auf das Tier direkt einwirken, hängt ab von der Art und den Eigenschaften der Stallhülle, welchen Anteil an lichtdurchlässigen Flächen sie besitzt sowie vom raumluftechnischen System, dessen Leistungsvermögen und Funktionszustand. In geschlossenen

Ställen entscheidet zudem der je Tier zur Verfügung stehende Luftraum über die aufnehmbaren Mengen an Wärme, Wasserdampf und Schadgasen und damit über die Qualität der Stallluft.

5.2.1.2.1 Stallvolumen

In den untersuchten Ställen hatten die Tiere einen durchschnittlichen Luftraum von 19,4 m³/GV zur Verfügung (Abb. 27, S. 78). Jedoch bestanden große betriebliche Unterschiede. In fünf der 15 untersuchten Betriebe lag der Wert unter dem von BLENDL (1979 /10/) geforderten Minimum von 18 m³/GV. Der niedrigste Wert lag bei 11,44 m³ (Betrieb 9). Der je Tier zur Verfügung stehende Stallraum entsprach vielfach nicht den Anforderungen, die im Hinblick auf die notwendige Aufnahmekapazität für Wärme, Wasserdampf und Schadgase gestellt werden müssen.

5.2.1.2.2 Lichtdurchlässige Flächen und Lichtverhältnisse

Zur objektiven Beschreibung der Lichtverhältnisse im Stall diente in Anlehnung an SCHREIBER (1953 /144/) die vorhandene Stallgrundfläche je m² lichtdurchlässiger Fläche in der Stallhülle. Zusätzlich wurde zur Beschreibung der Lichtverhältnisse eine qualitative Beurteilung mittels subjektiver Bewertung der Lichtverhältnisse in Tiernähe durchgeführt, um der räumlichen Zuordnung der lichtdurchlässigen Flächen zu den Tieren Rechnung zu tragen. In einigen Betrieben kam es zu abweichenden Beurteilungen der Lichtverhältnisse zwischen beiden Verfahren (Abb. 28, S. 78). Die Betriebe 3 und 11 hatten mit 19,0 und 17,24 m² Stallgrundfläche ein gutes Flächenverhältnis, wurden aber subjektiv mit „mäßig hell“ beurteilt. Die Betriebe 1 und 6 dagegen hatten ein schlechtes Flächenverhältnis (25,38 bzw. 24,79 m² Stallgrundfläche), wurden aber subjektiv mit „hell“ beurteilt. Die durchschnittliche Stallgrundfläche je m² Fensterfläche betrug 21,72 m².

Die Ergebnisse zeigen, dass die Lichtverhältnisse im Bereich der Tiere nicht alleine von dem Anteil lichtdurchlässiger Flächen in der Stallhülle abhängen, sondern auch davon, wie die Lichtquelle dem Tier räumlich zugeordnet ist.

5.2.1.2.3 Stallklima

Die Beschreibung der klimatischen Verhältnisse stützte sich im Wesentlichen auf kontinuierliche Aufzeichnungen der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit während des Untersuchungszeitraums durch die Landwirte. Aus den Durchschnittswerten für den Untersuchungszeitraum geht hervor, dass die Temperaturen in den untersuchten Betrieben zur Abendmelkzeit höher waren als zur Morgenmelkzeit (Tab. 44, S. 79). Gleiches gilt auch für die einzeltierbezogenen Reproduktionsklassen (Abb. 36, S. 93). Für die relative Luftfeuchtigkeit dagegen wurden zur Morgenmelkzeit die höheren Werte ermittelt. Dies gilt sowohl für die Durchschnittswerte auf einzelbetrieblicher Ebene (Tab. 46, S. 81) als auch für die einzeltierbezogenen Klassenwerte (Abb. 37, S. 95).

Der niedrigste gemessene Temperaturwert betrug 0 °C (Tab. 45, S. 80). Dies bedeutet, dass zu keiner Zeit die Umgebungstemperatur der Tiere den Wert von 0 °C, die untere Grenze des als optimal bezeichneten thermischen Bereichs für Kühe (BIANCA, 1971 /8/; DIN 18910, 1992 /192/), unterschritten hat. Andererseits zeigen die erfassten Temperaturwerte deutliche thermische Belastungen für die untersuchten Tiere. Die erfassten Minimaltemperaturen machen deutlich, dass die Tiere im Untersuchungszeitraum zeitweise Temperaturphasen ausgesetzt waren, in denen die niedrigsten Temperaturwerte noch über dem für Kühe definierten Optimalbereich lagen, der mit 0 bis 16 °C angegeben wird (BIANCA, 1971 /8/; DIN 18910, 1992 /192/). Dies zeigen besonders deutlich die einzeltierbezogenen, klassenweisen Darstellungen der durchschnittlichen Minimaltemperaturen (Tab. 55, S. 90) sowie der niedrigsten gemessenen Temperaturwerte (Tab. 58, S. 91). Hier traten in allen Klassen Werte von über 20 °C auf. Dass die Tiere teilweise sehr hohen, weit über dem Optimalbereich liegenden Temperaturen ausgesetzt waren, wird durch die Auswertung der Maximaltemperaturen verdeutlicht. Die durchschnittlichen Maximaltemperaturen auf Betriebsebene lagen mit 29 °C (Betrieb 4) bis 38 °C (Betrieb 12) (Tab. 45, S. 80) in allen Betrieben in einem

Bereich, der deutlich über dem für Milchkühe definierten Optimalbereich liegt und für den negative Einflüsse auf die Fruchtbarkeit von Kühen beschrieben wurden (GWAZDAUKAS et al., 1974 /66/; BOCKISCH, 1990 /11/). Die einzeltierbezogenen, klassenweisen Maximalwerte der durchschnittlichen Maximaltemperaturen bzw. der höchsten gemessenen Temperaturwerte lagen bei 26,67 bis 32,92 °C (Tab. 56, S. 90) bzw. 36 bis 38 °C (Tab. 59, S. 92). Die aufs Einzeltier bezogenen täglichen Temperaturschwankungen waren durch große Variationen gekennzeichnet (Tab. 57, S. 91). Die Durchschnittswerte in den Reproduktionsklassen lagen bei 4,3 K (Klasse 10) bis 6,22 K (Klasse 8). Die täglichen Schwankungen erstreckten sich von 0,52 bis 23,25 K. Die Variationskoeffizienten in den unterschiedlichen Klassen lagen bei VK = 55,3 % (Klasse 8) bis VK = 86,18 % (Klasse 6).

Minimal- und Maximalwerte der relativen Luftfeuchtigkeit zeigen, dass in den untersuchten Betrieben der Optimalbereich für Kühe, der mit 60 bis 80 % relativer Luftfeuchtigkeit angegeben wird (/156/, /152/, /89/, /118/), sowohl deutlich unterschritten als auch überschritten wurde (Tab. 46, S. 81). Allerdings schienen die Phasen mit sehr niedriger relativer Luftfeuchtigkeit nur sporadisch aufzutreten und von kurzer Dauer zu sein, Phasen mit überhöhter relativer Luftfeuchtigkeit dagegen häufiger und länger (Abb. 30 u. 31, S. 82). Die einzeltierbezogenen Klassenmittelwerte lagen für die Variable „Minimumwert relative Luftfeuchtigkeit“ (Tab. 63, S. 94) mit 45,24 % (Klasse 8) bis 57,26 % (Klasse 1) in allen Klassen unter dem unteren Grenzwert (60 %) des Optimalbereichs und für die Variable „Maximumwert relative Luftfeuchtigkeit“ (Tab. 64, S. 94) mit 81,44 % (Klasse 8) bis 87,70 % (Klasse 10) in allen Klassen über dem oberen Grenzwert (80 %) des Optimalbereichs für Milchkühe. Wie bereits für den Parameter „Temperatur“ traten auch für den Parameter „relative Luftfeuchtigkeit“ große Unterschiede im Hinblick auf die Spannen zwischen niedrigstem und höchstem Wert auf (Tab. 65, S. 95). Die klassenbezogenen Variationskoeffizienten lagen bei VK = 21,58 % (Klasse 5) bis VK = 35,72 % (Klasse 4).

Zusammenfassend kann für die Parameter Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit festgestellt werden, dass die untersuchten Tiere häufig hohen, über dem Optimalbereich für Kühe liegenden Temperaturen, ausgesetzt waren. Tiefe, unterhalb des Optimums liegende, Temperaturen traten dagegen nicht auf. Die relative Luftfeuchtigkeit lag teilweise und kurzfristig unter dem unteren Grenzwert von 60 %. Phasen mit einer relativen Luftfeuchtigkeit über dem oberen Grenzwert des Optimalbereichs für Milchkühe von 80 % traten dagegen häufiger und länger anhaltend auf. Bezogen auf das Reproduktionsstadium (Klasse) waren Tiere im gleichen Reproduktionsstadium stark unterschiedlichen klimatischen Bedingungen ausgesetzt. Dies gilt sowohl für die Temperatur als auch für die relative Luftfeuchtigkeit. Zudem unterlagen die verschiedenen Tiere geringen bis starken Temperaturschwankungen bzw. Schwankungen der relativen Luftfeuchtigkeit.

Zur Beurteilung der Qualität der Stallluft wurden Bestimmungen des NH₃-Gehalts durchgeführt. NH₃ gilt als Indikatorgas, da es von allen Zersetzungsgasen in den größten Mengen anfällt. Wenn hohe NH₃-Konzentrationen festgestellt werden, kann davon ausgegangen werden, dass intensive Zersetzungs Vorgänge abgelaufen und auch andere Schadgase vorhanden sind (MARSCHANG, 1990 /110/). Die gemessenen NH₃-Konzentrationen in den untersuchten Ställen waren insgesamt sehr niedrig. Die Werte lagen bei 0 bis maximal 4,75 ppm (Abb. 32 u. 33, S. 83). Die angegebenen Höchstwerte für Tiere und Menschen (DIN 18910, 1992 /192/; ZEITLER-FEICHT, 1988 /181/) wurden zu keinem Messzeitpunkt erreicht. Die NH₃-Konzentration wurde daher in die statistische Auswertung nicht einbezogen.

5.2.1.2.4 Haltungstechnische Kriterien der Stand-/Liegeplatzgestaltung

Die notwendige Gestaltung der Stand-/Liegeplätze ergibt sich aus dem Zusammenspiel mehrerer Komponenten, deren technische und bauliche Ausführung unmittelbar auf das Tier einwirken.

Die Fixierung der Tiere im Anbindestall wird maßgeblich beeinflusst durch die Anbindevorrichtung, die seitliche Abgrenzung zum Nachbartier und evtl. zusätzlich vorhandene Steuerungseinrichtungen wie z.B. einer Kuhtraineranlage. In den untersuchten Betrieben wurden unterschiedliche Ausführungen für die genannten Einrichtungen vorgefunden (Tab. 48, S. 85).

Die Anbindevorrichtung muss in ihrer Flexibilität einen Kompromiss zwischen dem Bewegungsbedürfnis des Tieres und hygienischen Anforderungen finden (BATZ, 1990 /4/). Die Schwierigkeit, den richtigen Kompromiss zu finden, drückt sich in den unterschiedlichen Einstellungen der Anbindevorrichtungen der einzelnen Betriebe aus. In den Betrieben 9 und 13 war die Anbindung sehr flexibel und bot den Tieren einen großen Bewegungsfreiraum. In den Betrieben 1, 8 und 14 war die Flexibilität der Anbindung gering, so dass die Tiere in ihren Bewegungsabläufen durch die Anbindevorrichtung vermutlich behindert wurden. Die seitliche Abgrenzung zum Nachbartier wurde in zwölf Betrieben durch Bügel, die nach jeder zweiten Kuh installiert waren, realisiert. In den restlichen Betrieben waren zwischen allen Plätzen Begrenzungen installiert, entweder in Form von Bändern (Betriebe 9 u. 13) oder in Form von Bügeln (Betrieb 4). Zur Verbesserung der Hygiene (BUDDE, 1987 /27/) wurden in den Betrieben 1, 3, 13 und 14 Kuhtraineranlagen eingesetzt.

Stand-/Liegeflächen und nach hinten anschließende Kotroste müssen so gestaltet sein, dass sie den Bedürfnissen der Tiere nach Liegekomfort und Trittsicherheit entsprechen. Dies muss in Einklang mit der Einhaltung von hygienischen Anforderungen realisiert werden. Auch hier gab es, wie schon bei der Fixierung der Tiere, sowohl zwischen- als auch innerbetriebliche Unterschiede im Hinblick auf die Einhaltung dieser Anforderungen (Tab. 50, S. 86). In sechs Betrieben waren keine und in zwei Betrieben nur einige der betonierten Standflächen mit Gummimatten ausgelegt. Damit erfüllten nur wenige Standflächen die gestellten Anforderungen an die Verformungseigenschaften und das Wärmedämmungsvermögen des Bodens von Stand-/Liegeflächen (HEUSSER und RIST, 1970 /74/; LASSON, 1976 /96/).

In den 15 untersuchten Betrieben wurden insgesamt 14 verschiedenen Formen von Kotrosten angetroffen. Die Ausführung der Schlitzweiten war über alle Formen hinweg relativ einheitlich.

Die durchschnittliche Weite der Kotrostschlitze in Betrieb 1 betrug 3,41 cm. In Betrieb 15 besaßen einige Kuhplätze einen perforierten Bereich mit 5 cm breiten Schlitzen in Kombination mit 14 cm breiten Stegen. In den übrigen Betrieben betrug die Schlitzweite der vorhandenen Kotroste 4 cm. Dies entspricht den Angaben im Schrifttum, in dem eine Schlitzweite von 3,5 bis 4 cm als optimal angesehen wird (KOLLER et al., 1981 /89/). Die einheitliche Ausführung der Kotrostschlitzweite kommt auch in den Variationskoeffizienten der Reproduktionsklassen zum Ausdruck. Diese lagen bei $VK = 1,29\%$ (Klasse 2) bis $VK = 13,31\%$ (Klasse 10).

Die Angaben in der Literatur zur optimalen Breite von Kotroststegen erfolgen häufig mit dem Hinweis auf einen unüberwindbaren Konflikt zwischen optimaler Auftrittfläche für die Tiere und optimalem Kot- und Harndurchlass (KOLLER et al., 1981 /89/). Für die optimale Auftrittfläche werden Angaben zwischen 3,5 und 4 cm gemacht und für den optimalen Kot- und Harndurchlass 2 cm. Die durchschnittliche Breite der Kotroststege in den untersuchten Betrieben variierte zwischen 1,59 und 3,54 cm. Wie schon bei der Flexibilität der Anbindung wird auch bei der Kotroststegbreite deutlich, wie schwierig es ist, den richtigen Kompromiss zu finden. Der untere Wert von 1,59 cm zeigt, dass die Ausführungen der Kotroste teilweise sehr extrem in Richtung einer Anforderung, in diesem Fall zugunsten des Kot- und Harndurchlasses, auf Kosten der zweiten Anforderung gestaltet sind. Durch die unterschiedlichen Ausführungen der Stegbreite, insbesondere jedoch durch den Sonderfall in Betrieb 15 (14 cm) waren die Variationskoeffizienten in den Reproduktionsklassen mit $VK = 18,52\%$ (Klasse 10) bis $VK = 66,24\%$ (Klasse 9) deutlich höher als für die Variable „Kotrostschlitzweite“.

Die Bedeutung der Futterkrippe im Anbindestall geht weit über die reine Futtervorlage hinaus (METZNER, 1976 /119/). Aus den Funktionen der Futterkrippe werden unter anderem Sollwerte für die Höhe der Krippenrückwand bzw. der festen Krippenrückwand (/21/, /27/, /89/, /20/) und dem Krippensohlniveau (/132/, /175/) abgeleitet. In den untersuchten Betrieben wurden deutlich voneinander abweichende Krippenausführungen vorgefunden, die häufig die gestellten Anforderungen nicht erfüllten (Tab. 49, S. 86).

Nimmt man die von BOXBERGER (1983 /20/) festgelegte Grenze von 18 cm für die maximale Höhe der festen Krippenrückwand, so bleibt festzustellen, dass selbst bei dieser großzügigen Festlegung des Grenzwertes die Krippen in elf Betrieben diesen Wert übertrafen. Eine besondere Situation lag in Betrieb 15 vor, der trockenstehende Tiere in einem besonderen Stall unterbrachte, in dem die Tiere

teilweise über die Kalbung hinaus standen. In diesem Stall befanden sich Futterkrippen mit einer Höhe der festen Krippenrückwand von 50 cm und einem Krippensohlniveau von 25 cm. Aufgrund der ermittelten Werte für die Höhe der Krippenrückwand muss davon ausgegangen werden, dass die untersuchten Tiere mehrheitlich in ihrem Bewegungsablauf beim Aufstehen durch zu hohe Krippenrückwände behindert wurden.

Die Empfehlungen zum Krippensohlniveau gehen von 5 cm (BUDDE, 1987 /27/) bis 15 cm (RIST und OLIVIER, 1971 /132/; ZEEB, 1987 /175/). Mit Ausnahme der zuvor beschriebenen Situation in Betrieb 15 wurde ein Krippensohlniveau von 15 cm nur in einem Betrieb angetroffen. Legt man 5 cm als Grenzwert zugrunde, lag das Krippensohlniveau in 7 Betrieben unterhalb dieses Grenzwerts. Als besonders negativ musste die Situation in Betrieb 6 angesehen werden, in dem das Krippensohlniveau mit -3 cm noch unter dem Niveau der Standfläche lag. Erwähnenswert sind die großen Unterschiede hinsichtlich des Krippensohlniveaus der untersuchten Standplätze innerhalb der Reproduktionsklasse (Tab. 70, S. 98). Die Variationskoeffizienten in den Reproduktionsklassen von VK = 79,84 % (Klasse 8) bis VK = 105,07 % (Klasse 7) machen dies deutlich. Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass die überwiegende Zahl der untersuchten Tiere aufgrund eines sehr niedrigen Krippensohlniveaus während des Fressens große Belastungen an den Vorderextremitäten auszuhalten hatte.

Der Platzbedarf der Tiere steht in enger Beziehung zu einigen ihrer Körpermaße. Die erforderliche Länge des Stand-/Liegeplatzes wird aus der schrägen Rumpflänge abgeleitet und die erforderliche Breite des Stand-/Liegeplatzes aus der Brustbreite der Tiere (BOCKISCH, 1990 /11/). Aus den erhobenen Maßen für die schräge Rumpflänge und die Brustbreite der untersuchten Tiere ergaben sich auf Grundlage der Berechnungsformeln von BOCKISCH (1990 /11/) Werte für die erforderliche Liegelänge von ca. 159,46 bis 193,57 cm sowie 89 bis 149 cm für die Liegebreite (Tab. 51, S. 87 u. Tab. 52, S. 88). Damit liegen die Werte für die Liegelänge 5 bis 15 cm und für die Liegebreite etwa 10 bis 29 cm über denen von BOCKISCH (1989 /12/) errechneten. Der Zeitraum, der zwischen der Arbeit von BOCKISCH (1989 /12/) und der vorliegenden Arbeit liegt, gibt einen Hinweis darauf, in welchem Maß sich die von Tierkörpermaßen abhängigen Anforderungen an bauliche Einrichtungen von Stallgebäuden aufgrund der Entwicklung von Körpermaßen der Tiere ändern können. Auch wenn zu erwarten ist, dass zukünftig die Entwicklung der Körpermaße von Kühen nicht in dem Maße voranschreiten wird, wie in den letzten Jahrzehnten, sollten dennoch bei der Planung von Kuhställen erwartete Entwicklungen im Exterieur der Tiere berücksichtigt und Ställe entsprechend ihrer Nutzungsdauer zukunftsorientiert konzipiert werden. Hierzu können Zuchtziele von Zuchtorganisationen herangezogen werden.

Die Variationsbreiten für die erhobenen Körpermaße, die innerhalb einer Herde ermittelt wurden, machen deutlich, dass die, den Anforderungen der Tiere entsprechenden Liegelängen und Liegebreiten, durch große tierindividuelle Unterschiede innerhalb einer Stallherde geprägt sind (Tab. 51, S. 87 u. Tab. 52, S. 88). Dem gegenüber stehen die relativ geringen Variationen der Standabmessungen in einem Stall. Aus diesem Soll-Ist-Vergleich der Stand-/Liegeplatzabmessungen ergaben sich erhebliche Abweichungen, die als positive oder negative Liegelängendifferenzen (LLD) bzw. als positive oder negative Liegebreitendifferenzen (LBD) angegeben sind. BOCKISCH (1990 /11/) erhielt beispielsweise aus Messungen an 2093 Tieren einen Bereich für die Liegelängendifferenz von ca. -60 bis +54 cm und für die Liegebreitendifferenz von -45 bis +36 cm.

Auf der Grundlage der Berechnungsformeln von BOCKISCH (1990 /11/) für die erforderlichen Liegelängen und Liegebreiten muss für die untersuchten Betriebe festgehalten werden, dass sowohl die Liegelängen als auch die Liegebreiten überwiegend nicht ausreichend waren. Bei den Berechnungen der durchschnittlichen Liegelängen- und Liegebreitendifferenzen wurde unterstellt, dass jedes Tier aus einem Bestand an jedem Standplatz des Stalls stehen kann. Dies entspricht der Situation, wie sie theoretisch in Laufställen, bei freier Auswahl der Liegebox durch das Tier, gegeben ist. Auf dieser Basis ergab sich eine durchschnittliche Liegelängendifferenz über alle Betriebe von -21,02 cm (Tab. 51, S. 87) und eine durchschnittliche Liegebreitendifferenz von -11,62 cm (Tab. 52, S. 88). Die Abweichungen waren überwiegend negativ, wenngleich in einigen Betrieben auch positive Abweichungen auftreten konnten. Die Bereiche erstreckten sich für die Liegelängendifferenz von

–83,73 bis +17,78 cm und für die Liegebreitendifferenz von –75 bis +45 cm. Die Werte lagen im Vergleich zu BOCKISCH (1990 /11/) stärker im negativen Bereich.

Im Vergleich mit den theoretischen durchschnittlichen Liegelängen- und Liegebreitendifferenzen waren die tatsächlichen Abweichungen in den untersuchten Anbindeställen weniger stark, da die Betriebsleiter bei der Standplatzwahl für die Tiere im Rahmen der Möglichkeiten die Größe des Stand-/Liegeplatzes nach der Größe des Tieres wählten. Im Hinblick auf einen Soll-Ist-Vergleich zwischen den erforderlichen und den gegebenen Liegelängen bzw. Liegebreiten, der die tatsächlichen Verhältnisse wiedergibt, erwies es sich als vorteilhaft, dass der Standort des Einzeltieres zu jedem Zeitpunkt des Untersuchungszeitraums bekannt war, zumal bei Standortwechsel des Tieres auch Liegelängendifferenz und Liegebreitendifferenz Änderungen unterliegen konnten. Die so ermittelten Liegelängendifferenzen und Liegebreitendifferenzen wurden bezogen auf das Reproduktionsstadium (Klasse) des Tieres dargestellt (Tab. 73, S. 99 u. Tab. 74, S. 100). Die klassenbezogenen Durchschnittswerte erstreckten sich von –12,83 cm (Klasse 8) bis –17,17 cm (Klasse 3) für die Variable „Liegelängendifferenz“ (Tab. 73, S. 99) und von –4,59 cm (Klasse 8) bis –7,85 cm (Klasse 10) für die Variable „Liegebreitendifferenz“ (Tab. 74, S. 100). Die höchsten negativen Liegelängendifferenzen betragen –44,00 cm (Klasse 7) bis –50,88 cm (Klasse 10) und die höchsten positiven Liegelängendifferenzen +19 cm (Klassen 8 u. 10) bis +21 cm (Klassen 1, 2, 3, 4 u. 9). Die höchsten negativen Liegebreitendifferenzen betragen –23 cm (Klasse 8) bis –58 cm (Klassen 6 u. 7) und die höchsten positiven Liegebreitendifferenzen +22 cm (Klassen 8 u. 9) bis +38 cm (Klassen 1, 2, 3, 4 u. 5). Beide Variablen, insbesondere jedoch die Variable „Liegebreitendifferenz“, zeigten in allen Klassen große Variationen. Minimum- und Maximumwerte der Variable „Liegebreitendifferenz“ weichen stärker vom Sollwert ab als Minimum und Maximum der Variable „Liegelängendifferenz“. Beides steht in Einklang mit dem hohen Variationskoeffizienten für das Körpermaß Brustbreite, das als Grundlage zur Bestimmung der erforderlichen Liegebreite dient.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass durch individuelle Unterschiede in den Körpermaßen zwischen den Tieren eines Stalles Unterschiede in den Stand-/Liegeplatzabmessungen erforderlich sind. Diese werden jedoch vielfach bei der baulichen Ausführung der Stand-/Liegeplätze nicht berücksichtigt. In Ställen mit theoretisch freier Wahl des Liegeplatzes können dadurch erhebliche Liegelängen- und Liegebreitendifferenzen auftreten. Dies gilt auch, wenn in einem solchen Stall Plätze unterschiedlicher Liegelänge und Liegebreite angeboten würden, da keine tierindividuelle Zuordnung möglich ist. In Anbindeställen, in denen der Mensch den Standort des Tieres bestimmt, können vorhandene Unterschiede in den Liegelängen und Liegebreiten berücksichtigt, und Tiere entsprechende ihrer Körpermaße in größeren oder kleineren Ständen aufgestellt werden. Die Unterschiede zwischen den theoretischen und den tatsächlichen Liegelängen- und Liegebreitendifferenzen machen dies deutlich.

5.2.2 Ergebnisse der schrittweisen multiplen linearen Regressionen

Ziel der Berechnungen war es, Beziehungen zwischen verschiedenen Kennzahlen der Fruchtbarkeit von Milchkühen (abhängige Variablen) und potentiellen Einflussgrößen (unabhängige Variablen) zu prüfen. Abhängige Variablen in den Modellen der multiplen linearen Regression waren die Rastzeit, die Verzögerungszeit, die Güstzeit, die Zwischenbesamungszeit und die KB-Zahl.

Als unabhängige Variablen dienten Kriterien, welche die Tiere und die Haltungsumwelt der Tiere beschreiben (Kap. 3.2, S. 58 ff.). Die Kriterien wurden gemeinsam mit den von FISCHER (1996 /51/) nach einer Variablenselektion verwendeten unabhängigen Variablen auf ihre Einflussnahme auf die Fruchtbarkeitsleistung von Milchkühen geprüft.

Die Auswertungen bezogen sich auf den Zeitraum Tag 181 a. p. bis zum Tag der Kalbung (Klasse 10) und den Zeitraum Tag 1 p. p. bis zur Konzeption (Klassen 1 bis 4) (Tab. 32, S. 66).

Mittels der durchgeführten Berechnungen konnten zahlreiche Beziehungen zwischen abhängigen und unabhängigen Variablen festgestellt werden. Diese sind in Kapitel 4.2.1, S. 102 bis 117 (Tab. 75 bis 99) dargestellt und werden im Nachfolgenden besprochen. Dabei werden die festgestellten Beziehungen zwischen den unabhängigen Variablen und den Fruchtbarkeitsparametern, bezogen auf die unabhängigen Variablen, getrennt nach Variablengruppen behandelt.

5.2.2.1 Beziehungen von Kriterien der baulichen Gestaltung der Stallhülle zur Fruchtbarkeit

Aus den Untersuchungen zu den Einflüssen von Kriterien der baulichen Gestaltung der Stallhülle auf die Fruchtbarkeit ergaben sich in Abhängigkeit von Einfluss- und Zielvariablen unterschiedliche Beziehungen, die teilweise im Widerspruch zu den Ergebnissen früherer Arbeiten stehen.

5.2.2.1.1 Stallvolumen

Der für das Einzeltier zur Verfügung stehende Luftraum im Stall zeigte keine klare Beziehung zur Fruchtbarkeit. Geht man von dem Zusammenhang aus, dass ein großer Luftraum sich positiv auf das Stallklima und die Qualität der Luft auswirkt, ist ein positiver Zusammenhang zwischen zunehmendem Luftvolumen und der Fruchtbarkeit zu erwarten. Demgemäß wurde mit zunehmendem Luftraum je GV (+1 m³) eine kürzere Rastzeit (-1,92 Tage, Klasse 4) gefunden. Negative Effekte des Stallvolumens auf das Stallklima und damit ggf. auch auf die Fruchtbarkeit der Tiere könnten bei Unterbelegung des Stalles vorliegen. Dies war in den untersuchten Ställen jedoch nicht der Fall. Trotzdem wurde mit zunehmendem Luftraum je GV eine hoch signifikant längere Verzögerungszeit festgestellt (+5,67 Tage, Klasse 4).

Aus den Ergebnissen wird abgeleitet, dass die Variable „Stallvolumen je GV“ zur Klärung der Fragestellung nur eingeschränkt aussagefähig ist. Kriterien, welche die Qualität der Stallluft exakt beschreiben (Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Gehalt an Schadgasen u. a.), erscheinen als sinnvoller.

5.2.2.1.2 Lichtdurchlässige Flächen und Lichtverhältnisse

Für die verwendeten Kriterien zur Beschreibung der Lichtverhältnisse in den Ställen „Stallgrundfläche/m² Fensterfläche“ und „Helligkeit“ wurden insgesamt widersprüchliche Beziehungen zur Fruchtbarkeit festgestellt. Teilweise lassen die Ergebnisse aus den Berechnungen auf einen negativen Einfluss des Lichts auf die Fruchtbarkeit der Tiere schließen.

SCHREIBER (1953 /144/) beschreibt eine Zunahme an Fertilitätsstörungen mit zunehmender Stallgrundfläche je Einheit Fensterfläche. In der vorliegenden Arbeit war mit Zunahme der Stallgrundfläche (+1 m²) je m² lichtdurchlässiger Fensterfläche, was als Verschlechterung der Lichtverhältnisse im Stall gewertet wurde, dagegen eine signifikante Verkürzung der Rastzeit (-0,21 Tage, Klasse 1; -1,64 Tage, Klasse 2) und eine schwach signifikante Verkürzung der Gützeit (-2,19, Klasse 2) verbunden. Darüber hinaus wurden eine verkürzte Zwischenbesamungszeit (-1,20 Tage, Klasse 4) und eine erhöhte KB-Zahl (+0,09, Klasse 4) gefunden.

Mit zunehmend besserer qualitativer Beurteilung der Lichtverhältnisse in Tiernähe war eine signifikant längere Rastzeit (+15,18 Tage, Klasse 2) und eine signifikant kürzere Verzögerungszeit (-30,97 Tage, Klasse 2) verbunden.

Aus den Ergebnissen wird abgeleitet, dass die verwendeten Parameter „Quotient aus Stallgrundfläche und Fensterfläche“ und „subjektive Beurteilung der Helligkeit in Tiernähe“ zur Beschreibung der Lichtverhältnisse im Stall für die zugrundeliegende Fragestellung ungeeignet waren. Als besser geeignet müssen quantitative Angaben zu den Lichtverhältnissen (Lichtintensität in Lux, Beleuchtungsdauer in h) angesehen werden, wie sie beispielsweise von ZEHLE (1983 /180/) oder STEIGER und MEHLHORN (1976 /151/) verwendet wurden. In diesen Arbeiten wurden klare Einflüsse von Beleuchtungsdauer und Lichtintensität auf die Fruchtbarkeit nachgewiesen.

5.2.2.1.3 Raumluftechnisches System

Die technische Haltungsumwelt unterscheidet sich von den natürlichen Umweltbedingungen im wesentlichen dadurch, dass im Falle der technischen Haltungsumwelt eine Einflussnahme auf die Tiere in der Regel weniger Veränderungen unterliegt und die Tiere somit über längere Zeiträume

gleichen Einflüssen ausgesetzt sind. Die Einwirkungen von natürlichen Umweltbedingungen auf die Tiere können durch die technische Haltungsumwelt nachhaltig beeinflusst werden. Dies ist beispielsweise der Fall bei raumluftechnischen Einrichtungen, die je nach Art des Systems, dessen Leistungsvermögen und Funktionszustand die Möglichkeit bieten, das Stallklima unterschiedlich zum Außenklima zu gestalten. Dabei gibt die Art des raumluftechnischen Systems schon einen indirekten Hinweis auf die Möglichkeit zur tiergerechten Klimagestaltung. Mit zunehmender Zwangsführung der Stallluft darf die verbesserte Möglichkeit zur Klimagestaltung unterstellt werden. Die gefundene Beziehung zwischen der unabhängigen Variable „raumluftechnisches System“ und der Rastzeit (-8,29 Tage) zeigt, dass mit zunehmender Zwangsführung der Stallluft die Fruchtbarkeit positiv beeinflusst werden kann.

5.2.2.2 Beziehungen des Stallklimas zur Fruchtbarkeit

Zur Beschreibung des Stallklimas wurden jeweils mehrere Variablen aus den Bereichen Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit und Schadgasgehalt der Luft eingesetzt. Aus allen 3 Variablengruppen wurden Variablen mit Beziehungen zu den Kennzahlen der Fruchtbarkeit (Zielvariablen) gefunden.

5.2.2.2.1 Temperatur

Einflüsse der Lufttemperatur auf die Fruchtbarkeit wurden vielfach nachgewiesen (SILVA et al., 1992 /146/; MONTHY und WOLF, 1974 /124/ u. a.). Dabei wurden überwiegend negative Einflüsse beschrieben, die hohe Temperaturen auf die Fruchtbarkeit nehmen. Teilweise finden sich auch Hinweise auf Beziehungen zwischen niedrigen Temperaturen und Fruchtbarkeitskriterien. BOCKISCH (1990 /11/) fand erhöhte Abgangsraten wegen Unfruchtbarkeit bei Temperaturen im Stall unter 0 °C.

Als optimal für Kühe gilt der Temperaturbereich von 0 bis 20 °C (DIN 18 910, 1992 /192/). Eine Unterschreitung des Optimalbereichs lag zu keinem Zeitpunkt der Untersuchung vor, denn Temperaturen unter 0 °C wurden in den untersuchten Betrieben nicht gemessen. Jedoch waren die Tiere Belastungen durch hohe Temperaturen ausgesetzt. So lagen in allen Klassen bereits die Durchschnittstemperaturen über dem oberen Grenzwert des Optimalbereichs von 20 °C. Überraschend ist, dass durch die ermittelten Beziehungen zwischen der Temperatur und der Fruchtbarkeit in der vorliegenden Arbeit keine generellen negativen Auswirkungen hoher Temperaturen (durchschnittliche maximale Temperatur, höchster Temperaturwert) auf die Fruchtbarkeit festgestellt werden konnten. Vielmehr scheinen Temperaturschwankungen sowie die Dauer von Temperaturphasen die größeren Einflüsse auf die Fruchtbarkeit auszuüben. KOLB (1986 /87/) spricht in Verbindung mit Belastungen, die negativ auf die Fruchtbarkeit wirken, von anhaltender Hitze. Im gleichen Sinne ist auch die Aussage von ZÖLDAG (1983 /184/) zu verstehen, der von einer kumulativen Stressorwirkung auf den Geschlechtszyklus spricht.

Auf den negativen Einfluss von dauerhaft hohen Temperaturen deutet die signifikante Verlängerung der Zwischenbesamungszeit (+2,39 Tage, Klasse 4) bei Anstieg des niedrigsten Temperaturwertes je Klasse („Min.-Wert Temperatur“) hin. Die höchsten Minimalwerte lagen teilweise an der oberen Grenze des Optimalbereichs für Kühe, oder darüber. In solchen Fällen liegt eine länger anhaltende Temperaturbelastung der Tiere über dem Optimalbereich vor.

Zunehmende Temperaturunterschiede, bezogen auf den Tag oder die Klasse, waren positiv mit der Fruchtbarkeit verbunden. Ein zunehmender Abstand zwischen Tagesminimum und -maximum („tägliche Temperaturspanne“) war mit einer Reduzierung der KB-Zahl verbunden (-0,09, Klasse 3) und ein zunehmender Abstand zwischen Minimal- und Maximalwert in einer Klasse („Spanne Min.-Max.-Wert Temp.“) mit einer Verkürzung der Verzögerungszeit (-4,98 Tage, Klasse 3) sowie der Gützeit (-3,75 Tage, Klasse 3).

Durchschnittliche Temperaturen geben keinen Aufschluss über tatsächliche Temperaturverhältnisse, wie Temperaturwechsel oder die Dauer von Temperaturphasen. Daher können Beziehungen zwischen Durchschnittstemperaturen und ihren abhängigen Variablen nicht exakt eingeordnet und ggf. auch zufällig sein. Hierin wird die Erklärung dafür gesehen, dass, abweichend von den zuvor dargestellten

Beziehungen, in Klasse 2 eine zunehmende durchschnittliche Minimaltemperatur mit einer abnehmenden Zwischenbesamungszeit verbunden war. Besonders zu erwähnen ist, dass in den ersten 40 Tagen p. p. (Klasse 1) keine Einflüsse der Temperatur auf die Fruchtbarkeit festgestellt wurden.

5.2.2.2 Relative Luftfeuchtigkeit

Auch die Beziehungen der relativen Luftfeuchtigkeit zur Fruchtbarkeit scheinen in den ersten Tagen p. p. von geringem Ausmaß. Mit Ausnahme von einer Verkürzung der Zwischenbesamungszeit (-1,45 Tage, Klasse 1) bei Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit zur Morgenmelkzeit (+1 %-Punkt), wurden Beziehungen zwischen relativer Luftfeuchtigkeit und Fruchtbarkeit nur in den Klassen 2 bis 4 gefunden. Neben dem Einfluss auf die Zwischenbesamungszeit wurden für steigende Werte zur Morgenmelkzeit noch weitere positive Einflüsse auf Fruchtbarkeitsparameter gefunden. Dies waren im Einzelnen eine schwach signifikante Reduzierung der KB-Zahl (-0,05) in Klasse 2 und eine signifikante Verkürzung der Verzögerungszeit (-7,90 Tage) in Klasse 4.

Dies überrascht angesichts der Tatsache, dass die Messwerte zur Morgenmelkzeit höher waren als die Werte, die zur Abendmelkzeit gemessen wurden. Die gefundenen Beziehungen zwischen zunehmender relativer Luftfeuchtigkeit zur Morgenmelkzeit und verbesserter Fruchtbarkeit erscheinen im Vergleich zum Schrifttum unplausibel. Bei Betrachtung der Verlaufskurven der mittels Thermo-Hygrographen durchgeführten Messungen von relativer Luftfeuchtigkeit und Temperatur über 24 h ergeben sich Ansätze zur Erklärung der gefundenen Beziehungen (Abb. A8, S. 209). Aus diesen Aufzeichnungen geht hervor, dass die relative Luftfeuchtigkeit im Verlauf eines Tages zyklischen Schwankungen unterliegt, die eng an den Verlauf der Temperatur gebunden sind. Der aufgezeichnete Tagesverlauf der relativen Luftfeuchtigkeit zeigt, dass die Bedingungen für die Tiere nur selten dauerhaft außerhalb des Optimalbereichs (60 bis 80 % relative Luftfeuchtigkeit) lagen.

Es wird, wie auch bei der Temperatur, ein deutlicher Einfluss der Einwirkungsdauer von relativen Luftfeuchtigkeiten außerhalb des Optimalbereichs vermutet. Zudem gingen die höheren Luftfeuchtigkeiten zur Morgenmelkzeit mit den niedrigsten Tagestemperaturen einher. Dadurch gestaltete sich die Situation für die Tiere etwas günstiger, als dies bei Kombination von hoher relativer Luftfeuchtigkeit und hoher Temperatur (BOGNER und GRAUVOGL, 1985 /15/; INGRAHAM et al., 1974 /77/) der Fall ist.

Die gefundenen Beziehungen zwischen relativer Luftfeuchtigkeit zur Abendmelkzeit und Kriterien der Fruchtbarkeit entsprechen den Angaben im Schrifttum (SCHREIBER, 1953 /144/; INGRAHAM et al., 1974 /77/; LUFT, 1990 /106/), die negative Einflüsse von hohen relativen Luftfeuchtigkeiten auf die Fruchtbarkeit beschreiben. In den untersuchten Betrieben war eine zunehmende relative Luftfeuchtigkeit (+1 %-Punkt) mit einer schwach signifikanten Verlängerung der Günstzeit (+7,44 Tage, Klasse 4) und mit einer hoch signifikanten Verlängerung der Verzögerungszeit (+9,95 Tage, Klasse 4) verbunden.

Der für Kühe optimale Bereich für die relative Luftfeuchtigkeit wird mit 60 bis 80 % (DIN 18 910, 1992 /192/) angegeben. In den untersuchten Betrieben wurden höchste Werte („Max.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit“) in einem Bereich von 65 bis 97 % gemessen. Die Maximalwerte bewegten sich damit im Optimalbereich bis über den oberen Grenzwert hinaus. Erwartungsgemäß war ein Anstieg des Maximalwertes (+1 %-Punkt) verbunden mit einer verlängerten Verzögerungszeit (+3,08 Tage, Klasse 3), einer erhöhten KB-Zahl (+0,10, Klasse 3) und einer verlängerten Zwischenbesamungszeit (+1,62 Tage, Klasse 4). Die gemessenen Minimalwerte („Min.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit“) erstreckten sich von 35 bis 81 % und bewegten sich damit unterhalb des unteren Grenzwertes des Optimalbereiches bis in den Optimalbereich hinein. Ein Anstieg des Minimalwertes war mit einer Verkürzung der Günstzeit (-5,43 Tage, Klasse 4) verbunden. Diese Ergebnisse decken sich mit der Aussage von SCHREIBER (1953 /144/), der die geringsten Fruchtbarkeitsstörungen in Ställen in einem Bereich von 71 bis 75 % relativer Luftfeuchtigkeit beobachtete.

Im Gegensatz zu Temperaturschwankungen, für die ein positiver Einfluss auf die Fruchtbarkeit festgestellt werden konnte, wurden bei zunehmenden Schwankungen in der relativen Luftfeuchtigkeit („Spanne Min.-Max.-Wert rel. Lf“), Beeinträchtigungen der Fruchtbarkeit festgestellt. In Klasse 2

kam es zu einer schwach signifikant verlängerten Gützeit (+2,49 Tage) und in Klasse 4 zu einer hoch signifikant verlängerten Verzögerungszeit (+5,46 Tage).

5.2.2.3 Beziehungen von haltungstechnischen Kriterien der Stand-/Liegeplatzgestaltung zur Fruchtbarkeit

Die Permanenz der Einflussnahme der Haltungsumwelt auf das Tier gilt in besonderem Maße für die bauliche Gestaltung und technische Ausführung der Einrichtungsgegenstände im Stall, mit denen das Tier direkt in Berührung kommt. BOCKISCH (1990 /11/) rangiert unter den haltungsbedingten Umweltfaktoren die Einrichtungsgegenstände in ihrer Bedeutung für das Tier vor Stallklima, Fütterungstechnik und allgemeiner Herdenführung. In der Anbindehaltung kommt der Ausführung des Stand-/Liegeplatzes eine besondere Bedeutung zu. Die hohen Ansprüche, die hierbei erfüllt werden müssen, ergeben sich aus der Tatsache, dass auf engstem Raum die Funktionsbereiche „Füttern“, „Liegen“, „Melken“ und „Entmisten“ vereint werden müssen und dabei die Behaglichkeits- und Beweglichkeitsansprüche des Tieres erfüllt werden.

5.2.2.3.1 Länge und Breite des Stand-/Liegeplatzes

Aus Körpermaßen der Tiere lassen sich Sollwerte für die Dimensionierung (Länge und Breite) der Stand-/Liegeflächen ableiten (BOCKISCH, 1990 /11/). Die aus dem Vergleich zwischen Sollwert und Istwert errechneten Abweichungen werden als Liegelängendifferenzen (LLD) und Liegebreitendifferenzen (LBD) dargestellt. Sie wurden als unabhängige Variablen in die Regressionsrechnungen einbezogen. Für beide Kriterien wurden in den untersuchten Herden sowohl positive als auch negative Abweichungen ermittelt (Tab. 51, S. 87; Tab. 52, S. 88), die getrennt als „positive Liegelängendifferenz“ und „negative Liegelängendifferenz“ sowie als „positive Liegebreitendifferenz“ und „negative Liegebreitendifferenz“ in die Berechnungsmodelle aufgenommen wurden.

Für Abweichungen von der erforderlichen Stand-/Liegeplatzlänge und -breite wurden in der jüngeren Literatur zahlreiche negative Einflüsse auf die Gesundheit und die Fruchtbarkeit der Tiere nachgewiesen (WEISS, 1989 /169/; BOCKISCH; 1990 /11/; EULER, 1990 /43/; LUFT, 1990 /106/). Die negative Beeinflussung der Fruchtbarkeit durch vorhandene Liegelängendifferenzen wird durch die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigt. Mit zunehmender positiver Liegelängendifferenz traten in den untersuchten Herden eine verlängerte Rastzeit (+3,86 Tage, Klasse 3), eine verlängerte Verzögerungszeit (+6,95 Tage, Klasse 1) und eine erhöhte KB-Zahl (+0,14, Klasse 1) auf. Zunehmend negative Abweichungen von der erforderlichen Liegelänge waren verbunden mit einer Verlängerung der Rastzeit (+0,55 Tage, Klasse 1; +1,27 Tage, Klasse 4). Die schwach signifikante Beziehung zwischen negativer Liegelängendifferenz und reduzierter KB-Zahl (-0,02, Klasse 2) ist gemäß der zuvor dargestellten Abhängigkeit zwischen KB-Zahl und Zwischenbesamungszeit nicht eindeutig zu bewerten.

Die festgestellten Beziehungen zwischen der Liegebreitendifferenz und den Kennzahlen der Fruchtbarkeit müssen differenziert diskutiert werden. Die positive Abweichung von der erforderlichen Stand-/Liegeplatzbreite war negativ mit der Fruchtbarkeit der Tiere verbunden. Mit zunehmender positiver Liegebreitendifferenz kam es zu einer Verlängerung der Gützeit (+7,00 Tage, Klasse 3; +4,07 Tage, Klasse 10) sowie der Zwischenbesamungszeit (+3,06 Tage, Klasse 1).

Eine negative Liegebreitendifferenz zeigte einen positiven Einfluss auf Fruchtbarkeitskriterien. Sie war schwach signifikant verbunden mit einer verkürzten Rastzeit (-0,86 Tage, Klasse 4) und einer verkürzten Gützeit (-1,74 Tage, Klasse 3). Zu diesen Ergebnissen muss angemerkt werden, dass das Tierkörpermaß „Brustbreite“, welches die erforderliche Liegebreite bestimmt, innerhalb der untersuchten Tiergruppe einen hohen Variationskoeffizienten aufwies (Tab. 42, S. 77). Grund hierfür sind Tiere mit verbreiteter Schulterblattstellung infolge eines gedehnten Halteapparates („lose Schulter“), die in unterschiedlichster Ausprägung auftrat. Daraus lässt sich ableiten, dass teilweise der Sollwert für die Liegebreite, der sich aus der doppelten Schulterbreite der Tiere ergibt, wahrscheinlich zu hoch angesetzt ist. Die errechneten negativen Liegebreitendifferenzen deuten darauf hin. In den Klassen 1 bis 4 wurden maximale negative Liegebreitendifferenzen von jeweils 47 cm errechnet. In

den gleichen Klassen betrug die maximale positive Liegebreitendifferenz dagegen lediglich jeweils 38 cm. Der positive Einfluss von negativen Liegebreitendifferenzen muss aus diesem Grund bezweifelt werden. Weiterführende Untersuchungen zur Klärung von Fehleinschätzungen durch veränderte Schulterblattstellungen können Klärung bringen. In diesem Zusammenhang ist die Eignung des Tierkörpermaßes „Schulterbreite“ als Grundlage zur Berechnung der erforderlichen Liegebreite zu prüfen.

5.2.2.3.2 Anbindevorrichtung

Die Beweglichkeitsansprüche einer Kuh werden in der Anbindehaltung maßgeblich durch die Anbindevorrichtung beeinflusst (BATZ, 1990 /4/). Mit zunehmender Steuerung der Bewegungen werden Bewegungsmöglichkeiten reduziert. Allerdings muss befürchtet werden, dass es mit abnehmender Steuerung der Bewegungen zu einer Verschlechterung der hygienischen Situation des Stand-/ Liegeplatzes kommt (BOXBERGER, 1980 /21/; WANDER, 1975 /166/), mit negativen Auswirkungen auf die Gesundheit der Tiere. HEUSSER und RIST (1970 /74/) nennen Erkrankungen von Klauen und Gliedmaßen als Folge von feuchten und verschmutzten Stand-/Liegeflächen.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen einen negativen Einfluss abnehmender Bewegungsmöglichkeit auf die Fruchtbarkeit. Mit zunehmender Straffheit der Anbindevorrichtung traten eine verlängerte Verzögerungszeit (+25,15 Tage, Klasse 10), eine verlängerte Gützeit (+35,95 Tage, Klasse 3; +20,30 Tage, Klasse 4) sowie eine verlängerte Zwischenbesamungszeit (+16,49 Tage, Klasse 10) auf.

5.2.2.3.3 Kuhtraineranlage

Zur Einhaltung der hygienischen Anforderungen bei gleichzeitig verbesserten Bewegungsmöglichkeiten, wird in Anbindehaltung der Kuhtrainer eingesetzt (BOGNER und GRAUVOGL, 1985 /15/). Im Schrifttum wurden häufig negative Einflüsse des Kuhtrainers auf die Fruchtbarkeit der Kühe beschrieben (EYRICH et al., 1989 /44/; NOHNER et al., 1990 /125/; GRUNERT, 1997 /62/). Dies konnte in den linearen Regressionsberechnungen der vorliegenden Arbeit bestätigt werden. Bei Einsatz des Kuhtrainers a. p. (Klasse 10) kam es zu einer signifikanten Verlängerung der Gützeit (+53,65 Tage) im darauffolgenden Reproduktionszyklus. Weitere Beziehungen zwischen dem Einsatz eines Kuhtrainers und der Fruchtbarkeit wurden jedoch nicht festgestellt.

Der Einsatz des Kuhtrainers nicht nur wegen seiner negativen Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit der sondern insbesondere aus Gründen des Tierschutzes abzulehnen.

5.2.2.3.4 Futterkrippe

Die Krippenrückwand beeinflusst die Bewegungsmöglichkeiten der Tiere, da sie bei falscher Ausführung (Höhe > 20 cm) die Tiere bei Aufsteh- und Abliegevorgängen behindert (BOXBERGER, 1983 /20/). Für die Interpretation der Ergebnisse dieser Arbeit müssen zunächst die Messwerte, die in den einzelnen Klassen ermittelt wurden, besprochen werden. In den Klassen 1 und 10 betragen die Maximalwerte für die Höhe der festen Krippenrückwand jeweils 50 cm. Dies war bedingt durch die Krippenform eines Betriebs in einem besonderen Stall für trockenstehende Kühe. Da die Tiere nach der Kalbung noch kurze Zeit in diesem Stall belassen wurden, traten die Werte auch in Klasse 1 (bis Tag 40 p. p.) auf. Bei dieser Krippenausführung muss eine deutliche Beeinträchtigung der Auf- und Abliegevorgänge unterstellt werden. Die in beiden Klassen 1 und 10 festgestellten statistisch gesicherten Beziehungen zwischen einer verlängerten Gützeit (+3,45 Tage, Klasse 1; +2,73 Tage, Klasse 10) und einer zunehmenden Höhe der Krippenrückwand machen den negativen Einfluss erhöhter Krippenrückwände auf die Fruchtbarkeit deutlich.

Zweites, in die Untersuchungen eingeschlossenes, Kriterium zur Beschreibung der Futterkrippe war die Höhe des tiefsten Punktes der Futterkrippe über dem Niveau der Stand-/Liegefläche (Krippensohlniveau). Aus den Ergebnissen früherer Untersuchungen gelten Werte von 5 bis 15 cm

als Optimum für das Krippensohlniveau (BUDDE, 1987 /27/; ZEEB, 1987 /175/; METZNER, 1976 /119/).

In den untersuchten Betrieben wurden in den Klassen 2 bis 4 Werte von -3 bis $+15$ cm vorgefunden. Damit lagen in jeder dieser Klassen Unterschreitungen des geforderten minimalen Krippensohlniveaus vor. Die festgestellten Beziehungen zwischen dem Krippensohlniveau und Kriterien der Fruchtbarkeit belegen, dass bei einem Krippensohlniveau unterhalb des Optimums, die Fruchtbarkeit negativ beeinflusst wird. Mit steigendem Niveau in den Klassen 2 bis 4, das im Sinne einer Verbesserung des Niveaus bis hin zum geforderten Wert zu verstehen ist, trat eine Verkürzung der Rastzeit ($-1,53$ Tage, Klasse 2; $-2,55$ Tage, Klasse 3) sowie eine Reduzierung der KB-Zahl ($-0,10$, Klasse 4) auf. In den Klassen 1 und 10 lag aus dem gleichen Grund, der für die Variable „feste Krippenrückwand“ schon besprochen wurde, auch für die Variable „Krippensohlniveau“ eine besondere Situation vor. In beiden Klassen wurde der Optimalbereich nicht nur unterschritten, sondern auch deutlich überschritten (Spannweite: -3 bis $+25$ cm). Aufgrund der deutlichen Sollwertüberschreitung ist erklärbar, dass für die Klasse 10 mit ansteigendem Krippensohlniveau eine hoch signifikante Verlängerung der Verzögerungszeit ($+5,21$ Tage) sowie der Zwischenbesamungszeit ($+2,53$ Tage) gefunden wurden. Eine Erklärung für den zeitlichen Abstand zwischen Ursache und Auswirkung kann jedoch nicht gegeben werden.

5.2.2.3.5 Stand-/Liegeplatzboden

Das Schrifttum beschreibt die Bedeutung des Bodenbelages für das Tier hinsichtlich seiner wärmedämmenden Eigenschaften und Verformbarkeit (WANDER, 1975 /166/; LASSON, 1976 /96/; BOXBERGER, 1983 /20/; DLG /189/). Die Beschreibung einer Einflussnahme auf die Fruchtbarkeit durch den Bodenbelag findet sich erst in der jüngeren Literatur. BOCKISCH (1990 /11/) fand eine Beziehung zwischen den Variablen „Art des Bodenbelages“ bzw. „Art der Einstreu“ und der Zwischenkalbezeit. Dabei trat mit zunehmender Verbesserung der wärmedämmenden Eigenschaften und der Verformbarkeit des Bodens eine Verkürzung der Zwischenkalbezeit auf. In der vorliegenden Arbeit traten statistisch gesicherte Beziehungen erst in der Klasse 4 (>120 Tage p. p.) auf. Hier hatten Tiere, deren Stand-/Liegeflächen mit Gummimatten ausgelegt waren, eine deutlich verlängerte Verzögerungszeit ($+60,04$ Tage). Dies entspricht nicht der Erwartung, dass durch die Gummimatte eine Verbesserung der Bedingungen für die Tiere, im Hinblick auf wärmedämmende Eigenschaften und die Verformbarkeit des Bodens und damit auch ein positiver Einfluss auf die Fruchtbarkeit, erreicht werden. Hier könnten hygienische Aspekte eine Rolle spielen, da Sauberkeit und Trockenheit von Stand-/Liegeflächen Einfluss auf das Abliege- und Aufstehverhalten (KALTENBÖCK, 1972 /80/; GROTH, 1985 /59/) sowie auf Liege- und Standzeiten (SÜSS und ANDREAE, 1984 /156/) nehmen. Weitere Beziehungen wurden nicht gefunden.

5.2.2.3.6 Kotroste

Ähnlich wie für den Bodenbelag wurde auch die Bedeutung der Kotroste für die Fruchtbarkeit im Schrifttum nur unzureichend behandelt, sondern überwiegend hinsichtlich der Einflussnahme auf die Gesundheit von Klauen und Gliedmaßen sowie die Eutergesundheit (MATZKE, 1975 /113/; GROTH, 1984 /60/). Die in der vorliegenden Arbeit gefundenen Beziehungen zwischen der Ausführung von Kotrosten und der Fruchtbarkeit sind aus mehreren Gründen bemerkenswert.

Zum einen zeigen die Ergebnisse, dass der Einfluss in Abhängigkeit vom Zeitpunkt p. p. unterschiedlich ist. In den Klassen 1 und 2 (bis 80 Tage p. p.) war eine zunehmende Harn- und Kotdurchlässigkeit der Kotroste (zunehmende Schlitzweiten und abnehmende Stegbreiten) verbunden mit einer kürzeren Zwischenbesamungszeit sowie einer kürzeren Verzögerungszeit. Im weiteren Verlauf des Reproduktionszyklus wurden in Abhängigkeit von der Zielvariable unterschiedliche Einflüsse festgestellt. Im Sinne einer negativen Beeinflussung der Fruchtbarkeit durch anhaltend einwirkende geringe Auftrittflächen waren in Klasse 4 zunehmende Schlitzweiten mit einer Verlängerung der Rastzeit ($+60,04$ Tage) und zunehmende Stegbreiten mit einer Verkürzung der Rastzeit ($-32,42$ Tage)

verbunden. Allerdings waren dagegen zunehmende Schlitzweiten in den Klassen 3 und 4 verbunden mit einer Verkürzung der Günstzeit (−293,53 Tage, Klasse 3 und −22,87 Tage, Klasse 4).

Zum anderen ist bemerkenswert, dass insbesondere Veränderungen in der Weite der Kotrostschlitze starke Auswirkungen auf die einzelnen abhängigen Variablen haben. Eine Vergrößerung der Schlitzweite um 1 cm führte theoretisch zu einer Verkürzung der Günstzeit von −293,53 Tagen (Klasse 3) bzw. −122,87 Tagen (Klasse 4) und zu einer Verkürzung der Zwischenbesamungszeit von −215,23 Tagen (Klasse 1) bzw. −192,18 Tagen (Klasse 2) sowie zu einer Verlängerung der Rastzeit von +112,58 Tagen (Klasse 4).

Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass der von KOLLER et al. (1981 /89/) als unüberwindbar bezeichnete Widerspruch in den Anforderungen an die Ausführung von Kotrosten im Hinblick auf die Bedürfnisse der Tiere und die hygienischen Anforderungen auch für die Fruchtbarkeit der Tiere von Relevanz ist. Die vorliegenden Ergebnisse lassen einen zeitlichen Aspekt vermuten. Nach der Kalbung stehen zunächst die Bedürfnisse der Tiere hinsichtlich der Auftrittfläche im Vordergrund, denn die Rastzeit wurde positiv beeinflusst durch mehr Auftrittfläche. Die Günstzeit (Summe aus Rastzeit und Verzögerungszeit) wurde jedoch durch größere Kotrostschlitzweiten positiv beeinflusst. Es scheint, dass der hygienische Aspekt nach Ablauf der Rastzeit an Bedeutung gewinnt.

Die Ergebnisse zeigen allerdings eindeutig, dass die Ausführung der Kotroste hinsichtlich Schlitzweite und Stegbreite sehr exakt an den Bedürfnissen auszurichten ist, da bereits geringfügige Abweichungen deutliche quantitative Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit haben.

5.2.2.4 Beziehungen von Tierkörpermaßen, Rasse und Alter zur Fruchtbarkeit

Von den erhobenen Tierkörpermaßen wurden für die Variablen „Widerristhöhe“, „Kreuzbeinhöhe“, „schräge Rumpflänge“ und „Beckenlänge“ Beziehungen zur Fruchtbarkeit gefunden.

Eine Verkürzung der Rastzeit trat auf bei zunehmender Kreuzbeinhöhe (−2,44 Tage, Klasse 4) sowie bei zunehmender Widerristhöhe (−2,62 Tage, Klasse 2; −1,14 Tage, Klasse 10). Die Verzögerungszeit war dann aber mit zunehmender Widerristhöhe verlängert (+4,26 Tage, Klasse 1; +3,43 Tage, Klasse 2). Erhöhte KB-Zahlen waren verbunden mit zunehmender schräger Rumpflänge (+0,08, Klasse 2) und zunehmender Beckenlänge (+0,15, Klasse 1; +0,10, Klasse 10).

Aus diesen Ergebnissen lässt sich ableiten, dass der Sexualzyklus p. p. bei größeren Tieren eher aktiviert wird, dass diese Tiere aber schlechter tragend werden.

Rasseinflüsse auf die Fruchtbarkeit wurden häufig beschrieben (SILVA et al., 1992 /146/ u. a.). Auch in dieser Arbeit konnte ein Rasseinfluss nachgewiesen werden. In der ersten Phase p. p. (Klasse 1) hatten die Tiere der Rasse Rotbunt gegenüber den Tieren der Rasse Schwarzbunt eine verkürzte Günstzeit (−39,29 Tage). In der Phase a. p. (Klasse 10) lag für die gleichen Tiere eine negative Beziehung zur Rastzeit vor (+16,71 Tage). FISCHER (1996 /51/) fand ebenfalls eine verlängerte Rastzeit bei den Tieren der Rasse Rotbunt. DÜRING und ERNST (1987 /39/) sprechen dagegen davon, dass in Rotbuntherden Fertilitätsstörungen seltener als in Schwarzbuntherden aufzutreten scheinen. Da in den Rassenvergleichen des Schrifttums der Einfluss einzelner Rassen sehr unterschiedlich beurteilt wird, erscheint der Rasseinfluss eher zufällig und vielmehr herdenbezogene Faktoren (Management o. ä.) widerzuspiegeln.

Die von GWAZDAUSKAS et al. (1975 /66/) beschriebene Abnahme der Fruchtbarkeit bei Kühen mit zunehmendem Alter wird in den vorliegenden Berechnungen bestätigt. Mit zunehmender Laktationsnummer hatten die untersuchten Tiere eine längere Verzögerungszeit (+13,87 Tage) und eine längere Günstzeit (+14,05 Tage). Im Widerspruch dazu erscheint die Reduzierung der KB-Zahl (−0,29) bei zunehmender Anzahl an Laktationen.

Aus diesem Sachverhalt wird abgeleitet, dass die beiden abhängigen Variablen „KB-Zahl“ und „Zwischenbesamungszeit“ abhängig voneinander sind. Dies wird dadurch erklärt, dass verlängerte Zwischenbesamungszeiten zu einer reduzierten Anzahl an benötigten Besamungen für eine Konzeption führen. Daraus ergibt sich die Schlussfolgerung, dass die KB-Zahl als abhängige Variable zur Beschreibung der Fruchtbarkeit nur bedingt geeignet ist. Ohne ergänzende Angaben zum Zyklus (Länge, Regelmäßigkeit u. a.) können beispielsweise niedrige KB-Zahlen, die aufgrund von langen

Zwischenbesamungszeiten entstanden sind, zu falschen Beurteilungen von Beziehungen zwischen der Fruchtbarkeit und ihren Einflussgrößen führen.

Eine Verlängerung der Güstzeit (+4,89 Tage) trat auch mit zunehmendem Erstkalbealter auf, wie auch eine Erhöhung der KB-Zahl (+0,08).

5.2.2.5 Beziehungen des Versorgungsstatus zur Fruchtbarkeit

Zur Beurteilung des Versorgungsstatus wurden verschiedene Stoffwechselfparameter bestimmt (Tab. 28, S. 63). Diese wurden in die Betrachtung der Beziehungen zwischen der Fruchtbarkeit und der Haltungsumwelt einbezogen, um mögliche Wechselwirkungen zwischen den physiologischen Parametern und der Haltungsumwelt in der statistischen Betrachtung zu berücksichtigen. Die Einflüsse der physiologischen Parameter auf die Fruchtbarkeit sind bei FISCHER (1996 /51/) beschrieben und werden hier nur zusammenfassend dargestellt. Neue Aspekte sind ausführlicher diskutiert.

5.2.2.5.1 Allgemeiner Ernährungszustand

Der allgemeine Ernährungszustand wurde qualitativ in Form einer Abweichung vom Normalzustand als mager oder fett beurteilt (FISCHER 1996 /51/). Für einen schlechten Versorgungsstatus wurden bereits von LOTTHAMMER (1980 /103/) negative Beziehungen zur Fruchtbarkeit beschrieben. Eine Unterversorgung führt mittel- bis langfristig zum Abmagern der Tiere. Bei Tieren, die zum Zeitpunkt der Kalbung übertornt sind, treten häufig Fruchtbarkeitsprobleme auf (LOTTHAMMER, 1992 /98/). FISCHER (1996 /51/) fand erhöhte KB-Zahlen bei mageren Tieren und verlängerte Ratzzeiten bei fetten Tieren. In den Berechnungen der vorliegenden Arbeit wurden diese Zusammenhänge wiedergefunden. Dass davon abweichend Tiere, die a. p. (Klasse 10) als „fett“ beurteilt wurden, im darauffolgenden Reproduktionszyklus kürzere Zwischenbesamungszeiten aufwiesen kann nicht positiv bewertet werden, da es einerseits Tiere sind, die für die Konzeption mehr als eine Besamung benötigten und andererseits die kürzeren Zwischenbesamungszeiten innerhalb einer gegebenen Güstzeit höhere KB-Zahlen vermuten lassen.

Für die Blutplasmakonzentrationen der Enzyme GOT, GPT und GLDH, die in Verbindung mit einer Belastung der Leber erhöht sind (KAUFMANN, 1983 /82/; LOTTHAMMER, 1984 /101/; SCHMIDL und VON FORSTNER, 1985 /141/), wurden verschiedene Beziehungen zur Fruchtbarkeit der untersuchten Tiere gefunden. Statistisch signifikant waren die Beziehungen zwischen einer erhöhten GPT-Konzentration und einer Verlängerung der Verzögerungszeit (+7,96 Tage, Kl. 3), der Güstzeit (+4,7 Tage, Kl. 3) und der Zwischenbesamungszeit (+7,34 Tage, Kl. 1; +6,27 Tage, Kl. 3). Die verlängerte Zwischenbesamungszeit korrespondiert mit der von FISCHER (1996 /51/) gefunden reduzierten KB-Zahl bei steigenden GPT-Plasmakonzentrationen. Ferner wurde eine schwach signifikante Beziehung zwischen erhöhten Glüh-Konzentrationen in den ersten 40 Tagen p. p. und einer verlängerten Verzögerungszeit festgestellt (+1,43 Tage). Da die GOT-Konzentrationen in Klasse 3 (Tag 81 bis 120 p. p.) mit 21,0 bis 38,0 U/l im physiologischen Referenzbereich lagen, waren in der untersuchten Tiergruppe auch keine negativen Einflüsse von höheren Blutplasmakonzentrationen auf die Fruchtbarkeit zu erwarten. So kann die schwach signifikante Beziehung zwischen steigender GOT-Konzentration und einer verkürzten Zwischenbesamungszeit erklärt werden.

5.2.2.5.2 Energieversorgung

Die Auswertungen von FISCHER (1996 /51/) zeigten negative Einflüsse erhöhter Konzentrationen an freien Fettsäuren im Blutplasma auf die Rastzeit und die Güstzeit. Die Ergebnisse dieser Arbeit decken sich grundsätzlich mit den Ergebnissen von FISCHER (1996 /51/). Dass im Einzelnen sowohl positive als auch negative Beziehungen gefunden wurden, kann mit den gemessenen Blutplasmakonzentrationen in den Klassen erklärt werden. Der durchschnittliche Gehalt an freien Fettsäuren im Blutplasma in der Klasse 1 lag bei 613,7 µmol/l und damit über dem Referenzbereich,

den WANNER (1991 /167/) mit 100-500 $\mu\text{mol/l}$ angibt. Die durchschnittlichen Werte der Klassen 2 bis 4 (ab Tag 41 p. p.) lagen dagegen im Referenzbereich (374 $\mu\text{mol/l}$ (Klasse 2) bis 260 $\mu\text{mol/l}$ (Klasse 4)). Hierin wird die Erklärung dafür gesehen, dass zunehmende Blutplasmakonzentrationen an freien Fettsäuren sowohl positive als auch negative Beziehungen zur Fruchtbarkeit aufwiesen. Steigende Logarithmuswerte für die Konzentration waren in der Klasse 2 verbunden mit einer kürzeren Rastzeit (-0,17 Tage) aber auch mit einer geringfügigen Erhöhung der KB-Zahl (+0,001). In Klasse 4 wurden Beziehungen zu einer kürzeren Verzögerungszeit (-0,07 Tage) und einer leicht reduzierten KB-Zahl (-0,002), aber auch mit einer verlängerten Rastzeit (+0,06 Tage) festgestellt.

Die für die untersuchten Tiere ermittelten Blutglucosekonzentrationen bewegten sich im Bereich unterhalb der geforderten Mindestkonzentration und sprechen für Engpässe in der Energieversorgung der Tiere. Die Werte im oberen Bereich entsprachen den geforderten Konzentrationen (FISCHER, 1996 /51/). Dem gemäß konnten in den Berechnungen dieser Arbeit positive Beziehungen zwischen steigenden Blutglucosekonzentrationen und verbesserter Fruchtbarkeit in Form einer verkürzten Verzögerungszeit (-2,93 Tage, Klasse 3) sowie einer verkürzten Günstzeit (-2,01 Tage, Klasse 10) nachgewiesen werden.

Erhöhte Bilirubinwerte im Blut weisen auf eine Leberbelastung oder einen Energiemangel hin (LOTTHAMMER, 1992 /98/). Entsprechend dem Zusammenhang zwischen Energiemangelversorgung und verschlechterter Fruchtbarkeit (MIETTINEN, 1992 /121/), wurde eine signifikante Verlängerung der Rastzeit bei Erhöhung der Bilirubinplasmakonzentration in Klasse 1 gefunden (+85,19 Tage). Die gemessenen Konzentrationen in Klasse 10 lagen mit 0,13 bis 0,53 mg/100 ml im physiologischen Referenzbereich, der mit 0,5 mg/100 ml (DVG, 1976 /190/) angegeben wird. Die signifikante Verkürzung der Rastzeit bei zunehmenden Bilirubinplasmakonzentrationen in Klasse 10 deutet darauf hin, dass Werte im Referenzbereich keinen negativen Einfluss auf die Fruchtbarkeit ausüben.

Niedrige Milcheiweißgehalte (< 3,3 %) und hohe Milchfettgehalte (0,5 bis 1 %-Punkt über Rasse-mittel) im ersten Probegemelk p. p. geben ebenfalls Hinweise auf eine energetische Unterversorgung der Tiere (LOTTHAMMER, 1981 /102/). Die Einsatzleistungen der untersuchten Tiere zeigten sowohl für den Milcheiweißgehalt als auch für den Milchfettgehalt, dass Tiere energetisch unterversorgt waren (Tab. 41, S. 76). FISCHER (1996 /51/) fand für die Milchinhaltsstoffe im ersten Gemelk post partum eine Reduzierung der Rastzeit bei steigende Milcheiweißgehalten sowie erhöhte KB-Zahlen bei steigenden Milchfettgehalten. Zudem ergaben die Auswertungen dieser Arbeit statistisch gesicherte Beziehungen zwischen einem Anstieg des Milcheiweißgehaltes (+1 %-Punkt) und einer Verkürzung der Rastzeit (-18,25 Tage, Klasse 2; -26,33 Tage, Klasse 3; -1,13 Tage, Klasse 4). Die Verlängerung der Zwischenbesamungszeit um durchschnittlich +14,32 Tage bei Zunahme des Milcheiweißgehaltes im ersten Probegemelk p. p. um 1 %-Punkt (Tab. 99, S. 117) ist biologisch nicht erklärbar.

5.2.2.5.3 Proteinversorgung

Die Ergebnisse von FISCHER (1996 /51/) und der vorliegenden Auswertungen zeigen, dass erhöhte Blutharnstoffkonzentrationen im geburtsnahen Zeitraum (Klassen 1 und 10) negativ auf die Fruchtbarkeit wirken. Mit zunehmenden Konzentrationen verlängerte Rastzeiten (FISCHER, 1996 /51/), Verzögerungszeiten und Günstzeit gefunden.

Die Auswertungen von FISCHER (1996 /51/) ergaben eine Verlängerung der Rastzeit bei Zunahme des Gehalts an Gesamteiweiß im Blut. Die negative Beeinflussung der Fruchtbarkeit durch die Variable wird bestätigt durch die verlängerten Günstzeiten bei zunehmenden Gehalten an Gesamteiweiß im Blut, die in der Auswertung dieser Arbeit gefunden wurden.

Alle genannten Beziehungen zwischen den Kriterien des Proteinstoffwechsels und der Fruchtbarkeit waren jedoch nur schwach signifikant. Aufgrund der nachgewiesenen Sachverhalte muss festgestellt werden, dass eine relative Proteinübersversorgung nicht unweigerlich mit negativen Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit von Kühen verbunden ist.

5.2.2.5.4 Versorgung mit Mineralstoffen und Vitaminen

FISCHER (1996 /51/) fand Beziehungen zwischen den Parametern Magnesium, Phosphor und Natrium zur Fruchtbarkeit. Ergänzend konnten in den Auswertungen dieser Arbeit noch Beziehungen des Blutplasmagehalts an Calcium zur Fruchtbarkeit festgestellt werden.

Ein Anstieg der Calciumkonzentration (+1 mg/100 ml) war in Klasse 3 verbunden mit einer Verlängerung der Rastzeit (+10,32 Tage). Höhere Werte a. p. (Klasse 10) führten zu einer verringerten KB-Zahl im nachfolgenden Reproduktionszyklus (-0,37). Allerdings lagen die niedrigsten Ca-Konzentrationen in Klasse 10 unter dem von GRÜNDER (1991 /61/) bezifferten Grenzwert von 8 mg/100 ml, so dass teilweise von einer Ca-Unterversorgung ausgegangen werden muss. Daher stehen die dargestellte Beziehung nicht im Widerspruch zu den Aussagen von LOTTHAMMER (1992 /98/), der bei Calciumüberschuss in der Hochträchtigkeit negative Auswirkungen auf den nachfolgenden Reproduktionszyklus beschreibt.

Der von FISCHER (1996 /51/) nachgewiesene positive Einfluss auf die Fruchtbarkeit durch β -Carotin in der ersten Phase p. p. geht auch aus den errechneten Regressionen der vorliegenden Arbeit hervor.

5.2.2.6 Beziehungen des gynäkologischen Status zur Fruchtbarkeit

Wie bei FISCHER (1996 /51/) beschrieben wurden auch im vorliegenden Rechenmodell Beziehung zwischen einer gestörten Uterusinvolution, einer unphysiologisch erhöhten Sekretmenge im Vaginallumen, einer unphysiologischen Progesteronkonzentration im Blutplasma sowie dem Auftreten einer Cervicitis festgestellt.

5.2.2.7 Beziehungen des allgemeinen Gesundheitszustands zur Fruchtbarkeit

Creatin-Kinase, ein Enzym der Skelett- oder der Herzmuskulatur, deutet bei hohen Blutgehalten auf große körperliche Anstrengung oder eine Schädigung der Herzmuskulatur hin (SCHMIDL und VON FORSTNER, 1985 /141/). Die höchsten Referenzwerte werden von GRÜNDER (1991 /61/) mit 200 U/l festgelegt. Dieser Wert wurde bei den untersuchten Tieren in nur wenigen Messungen überschritten (FISCHER, 1996 /51/). Die gefundene Beziehung zwischen steigender Creatin-Kinasekonzentration und verkürzter Zwischenbesamungszeiten (-0,6 Tage, Kl. 1; -0,17 Tage, Kl. 10) sowie verringerter KB-Zahl (-0,02, Kl. 4) deuten darauf hin, dass höhere Creatin-Kinasekonzentrationen hinsichtlich der Fruchtbarkeitsleistung keine negativen Auswirkungen haben müssen, sofern sie nur geringfügig vom Referenzbereich abweichen.

FISCHER (1996 /51/) stellte bei positivem Antikörpertiter gegen *Coxiella burnetii* in Klasse 4 eine reduzierte Verzögerungszeit fest. Weitere Beziehungen zwischen dem „infektiösen Geschehen“ und den untersuchten Kennzahlen der Fruchtbarkeit wurden von ihr nicht festgestellt. In den Berechnungen der vorliegenden Arbeit dagegen fanden sich negative Beziehungen zwischen beiden Variablenkomplexen. Tiere mit positivem Antikörpertiter gegenüber *Chlamydia psittaci* hatten sowohl eine schwach signifikant verlängerte Verzögerungszeit (+0,06 Tage) als auch eine schwach signifikant verlängerte Zwischenbesamungszeit (+0,03 Tage). Dies steht in Einklang mit der Aussage von SCHMEER (1988 /140/), der nachweisen konnte, dass bei Tieren mit Fruchtbarkeitsproblemen signifikant häufiger Antikörpertiter gegen *Chlamydia psittaci* zu finden sind.

Tiere mit Antikörpertiter gegenüber dem IBR/IPV-Virus hatten eine hoch signifikant verlängerte Zwischenbesamungszeit (+24,93 Tage, Klasse 2). Damit werden die beschriebenen vielfältigen negativen Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit durch eine Infektion mit dem IBR/IPV-Virus (DE KRUIF, 1994 /31/; MILLER und VAN DER MAATEN, 1984 /122/) bestätigt.

Aus der allgemeinen klinischen Untersuchung wurden für den Pflegezustand, den Klauenzustand, das Auftreten von Hautläsionen und das Auftreten von Schwanzräude Beziehungen zu verschiedenen Zielvariablen gefunden.

Bei Auftreten von Schwanzräude traten keine eindeutigen Effekte auf. FISCHER (1996 /51/) berichtet über verkürzte Güst- und Rastzeiten sowie erhöhte KB-Zahlen. Die Berechnungen dieser Arbeit ergaben

bei Auftreten von Schwanzräude eine verkürzte Verzögerungszeiten (-30,44 Tage, Klasse 1), erhöhte KB-Zahlen (+1,35, Klasse 3) und verlängerte Güstzeiten (+24,64 Tage, Klasse 4).

Mit Verschlechterung des Zustands der Klauen um eine Bewertungsstufe kam es zu einer Erhöhung der KB-Zahl um +0,5 (Klasse 2).

Mit zunehmender Verschlechterung des Pflegezustands wurde in Klasse 1 (bis 40 Tage p. p.) ein Anstieg der KB-Zahl (+0,55) festgestellt. In der Klasse 3 (Tag 81 bis Tag 120 p. p.) dagegen wurden mit Verschlechterung des Pflegezustands eine deutlich niedrigere KB-Zahl (-0,74), jedoch auch eine verlängerte Zwischenbesamungszeit (+22,42 Tage) gefunden. Ähnliche Beziehungen für die beiden abhängigen Variablen „KB-Zahl“ und „Zwischenbesamungszeit“ wurden zur unabhängigen Variablen „Hautläsionen hl“ festgestellt. Tiere mit Hautläsionen an den linken Hinterextremitäten hatten in Klasse 4 (> 120 Tage p. p.) ebenfalls eine niedrigere KB-Zahl (-1,02) und eine verlängerte Zwischenbesamungszeit (+18,20 Tage).

In diesem Zusammenhang sei an dieser Stelle nochmals auf die eingeschränkte Eignung der KB-Zahl als abhängige Variable im Sinne der vorliegenden Fragestellung hingewiesen (s. Kap. 5.2.2.4, S. 156).

5.2.3 Ergebnisse der schrittweisen multiplen logistischen Regressionen

Ziel der logistischen Regressionsrechnungen war es, die Variablen „Auftreten von Ovarstörungen“ und „Auftreten von Puerperalstörungen“ als abhängige Variablen auf mögliche Beziehungen zu den untersuchten unabhängigen Variablen zu prüfen.

Nachdem sich in den Untersuchungen von FISCHER (1996 /51/), in Übereinstimmung mit früheren Untersuchungen, Ovar- und Puerperalstörungen als maßgebliche Einflussgrößen auf die einbezogenen Fruchtbarkeitskennzahlen erwiesen, konnte sie bei der Prüfung der These, dass die beiden Variablen im Zusammenhang mit Stoffwechselstörungen und anderen Einflussgrößen gebracht werden können, einige eindeutige Hinweise auf bestehende Zusammenhänge finden.

In den Berechnungen der vorliegenden Arbeit konnten, zusätzlich zu den von FISCHER (1996 /51/) nachgewiesenen Beziehungen, noch für Einflussgrößen aus der Haltungsumwelt der Tiere Beziehungen zu den Zielvariablen „Auftreten von Ovarstörungen“ und „Auftreten von Puerperalstörungen“ nachgewiesen werden.

5.2.3.1 Beziehungen von Kriterien der baulichen Gestaltung der Stallhülle zur Fruchtbarkeit

Zwischen den Variablen, welche die allgemeinen Bedingungen im Stall aufgrund der baulichen Gestaltung der Stallhülle beschreiben, und den beiden Zielvariablen „Auftreten von Ovarstörungen“ und „Auftreten von Puerperalstörungen“ fanden sich vielfältige, z. T. widersprüchliche Beziehungen.

5.2.3.1.1 Stallvolumen

Für eine Zunahme des Stallvolumens, das dem Einzeltier zur Verfügung steht, wird ein positiver Einfluss auf das Wohlbefinden des Tieres erwartet, da mit einer Zunahme des Volumens das Aufnahmevermögen der Stallluft für Wärme, Wasserdampf und Schadgase steigt. Es werden daher auch positive Effekte auf die Fruchtbarkeit erwartet. Dementsprechend wurde nachgewiesen, dass sich das Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen mit Zunahme des Stallvolumens je GV (Faktor 1,6, Klasse 1) reduzierte. Zusammen mit den festgestellten Beziehungen zur Rastzeit (kürzere Rastzeiten mit zunehmendem Luftraum je GV) kann ein positiver Einfluss des Stallvolumens je GV auf das Einsetzen des Sexualzyklus´ p. p. abgeleitet werden.

5.2.3.1.2 Lichtdurchlässige Flächen und Lichtverhältnisse

Die mittels der logistischen Regressionen gefundenen Beziehungen zu den Zielvariablen bestätigen die Feststellung, die bereits aufgrund der Ergebnisse aus den linearen Regressionen getroffen wurden, dass die ausgewählten Variablen „Stallgrundfläche/m² Fensterfläche“ und „Helligkeit“ zur Beschreibung der Lichtverhältnisse im Stall wenig geeignet sind, den Einfluss des Lichts auf die Fruchtbarkeit von Kühen zu beschreiben. Mit Verschlechterung der Lichtverhältnisse, ausgedrückt durch die Zunahme der Stallgrundfläche je m² Fensterfläche, kam es zu einer Reduzierung des Risikos für das Auftreten von Ovarstörungen (Faktor 2,4, Klasse 3; Faktor 2,6, Klasse 4). Mit besserer Beurteilung der Lichtverhältnisse in Tiernähe dagegen reduzierte sich das Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen (Faktor 4010, Klasse 1).

5.2.3.2 Beziehungen des Stallklimas zur Fruchtbarkeit

Mittels der logistischen Regressionen konnten Beziehungen zwischen den Zielvariablen „Auftreten von Ovarstörungen“ und „Auftreten von Puerperalstörungen“ und einigen unabhängigen Variablen aus den Bereichen „Temperatur“, „relative Luftfeuchtigkeit“ festgestellt werden.

5.2.3.2.1 Temperatur

Aus dem Bereich Temperatur konnten lediglich für die Variable „tägliche Temperaturspanne“ Beziehungen zu den Zielvariablen gefunden werden. Mit größer werdender Spanne reduzierte sich das Risiko sowohl für das Auftreten von Ovarstörungen (Faktor 2,4, Klasse 3) als auch für das Auftreten von Puerperalstörungen (Faktor 4,2, Klasse 2). Die Ergebnisse bestätigen die Schlussfolgerung, die bereits aufgrund der Ergebnisse der linearen Regressionen getroffen wurde, dass zunehmende Temperaturschwankungen in dem gemessenen Bereich positiv auf die Fertilität der Tiere wirken. Damit wird die These, dass bei der Beeinflussung der Fruchtbarkeit durch die Temperatur von einer kumulativen Stressorwirkung auszugehen ist, untermauert. Im Sinne dieser These spricht KOLB (1986 /87/) von anhaltender Hitze als einer Belastung mit Auswirkungen auf die Sekretion von ACTH, Glucokortikosteroiden, Endorphinen und Progesteron. Es kommt zu Störungen der Sekretion von GnRH bzw. der Gonatotropine mit der Folge, dass die Ausreifung von Tertiärfollikeln und die Ovulation gestört sind.

5.2.3.2.2 Relative Luftfeuchtigkeit

Die Einflüsse der relativen Luftfeuchtigkeit auf die Zielvariablen der logistischen Regressionen waren deutlich stärker als die festgestellten Temperatureinflüsse. Die Ergebnisse in Bezug auf die Maximal- und Minimalwerte bestätigen die Beziehungen der relativen Luftfeuchtigkeit auf die Fruchtbarkeit, die bereits aus den Ergebnissen der linearen Regressionen ermittelt wurden. Je höher der klassenbezogene höchste Messwert („Max.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit“) in den Klassen 3 und 4 lag, desto höher wurde das Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen (Faktor 0,7, Klasse 3; Faktor 0,3, Klasse 4) und das Auftreten von Puerperalstörungen (Faktor 0,9, Klasse 4). Zusätzlich konnte in den logistischen Regressionen in Klasse 2 ein reduziertes Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen (Faktor 0,9) festgestellt werden. Je höher der niedrigste Messwert („Min.-Wert rel. Luftfeuchtigkeit“) lag, desto geringer war das Risiko für Ovarstörungen (Faktor 0,9, Klasse 2). Wie bereits in der Diskussion der Ergebnisse aus den linearen Regressionen angesprochen, bedeuten steigende Minimalwerte einen Anstieg aus dem Bereich unterhalb des Normbereichs für Milchkühe in diesen hinein. Zunehmende klassenbezogene Spannen zwischen niedrigstem und höchstem Messwert führten zu Beeinträchtigungen des Puerperiums. Mit Zunahme der Spanne um 1 %-Punkt erhöhte sich das Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen um den Faktor 0,7 (Klasse 2). Der negative Einfluss von Schwankungen der relativen Luftfeuchtigkeit auf die Fruchtbarkeit von Kühen, der bereits in den

linearen Regressionen für die untersuchten Kennzahlen der Fruchtbarkeit festgestellt wurde, konnte hiermit bestätigt werden.

5.2.3.3 Beziehungen von haltungstechnischen Kriterien der Stand-/Liegeplatzgestaltung zur Fruchtbarkeit

Für Kriterien der Stand-/Liegeplatzgestaltung konnten bereits mittels linearer Regressionen Beziehungen zu Kennzahlen der Fruchtbarkeit nachgewiesen werden (Kap. 5.2.2.3, S. 153 ff.). Zu den Zielvariablen der logistischen Regressionen „Auftreten von Ovarstörungen“ und „Auftreten von Puerperalstörungen“ fanden sich ebenfalls Beziehungen. Dabei waren es insbesondere technische Einrichtungen, welche die Beweglichkeits- und Hygienebedürfnisse der Tiere determinieren, für die deutliche Beziehungen zu den Zielvariablen gefunden wurden.

5.2.3.3.1 Länge und Breite des Stand-/Liegeplatzes

Die Fruchtbarkeit wird negativ beeinflusst, wenn die einzeltierbezogenen Stand-/Liegeplatzabmessungen (Liegelängendifferenz, Liegebreitendifferenz) nicht den erforderlichen Maßen entsprechen (BOCKISCH, 1990 /11/; EULER, 1990 /43/; LUFT, 1990 /106/). Dies wurde in dieser Arbeit mittels linearer Regressionen bestätigt (Kap. 5.2.2.3.1, S. 153).

Mittels logistischer Regressionen konnten zudem Einflüsse von Liegelängen- und Liegebreitendifferenzen auf das Puerperium und die Funktion der Ovarien festgestellt werden. So erhöhte sich das Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen bei Zunahme von positiven Liegebreitendifferenzen von 1 cm um den Faktor 0,7 (Klasse 4). Die Ergebnisse der linearen Regressionsrechnungen ergaben ferner, dass eine positive Liegelängendifferenz in Verbindung mit verlängerten Rast- und Verzögerungszeiten sowie mit erhöhten KB-Zahlen steht. Dem entgegen wurde festgestellt, dass sich das Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen mit Zunahme einer positiven Liegelängendifferenz reduzierte (Faktor 12,9, Klasse 2). Dieser Zusammenhang kann in der vorliegenden Untersuchung nicht geklärt werden. Hierzu sind weitere Untersuchungen notwendig.

Trotz dieses positiven Einflusses im Hinblick auf auftretende Puerperalstörungen kann abgeleitet werden, dass die Fruchtbarkeitsleistung der Tiere durch positive Liegelängendifferenzen negativ beeinflusst wird. Daraus ergibt sich die Forderung, dass zur Vermeidung von Beeinträchtigungen der Fruchtbarkeit bei der Dimensionierung des Stand-/Liegeplatzes die tierindividuell erforderliche Liegelänge einzuhalten ist.

5.2.3.3.2 Anbindevorrichtung

Ein hoch signifikanter Einfluss bestand zwischen der Flexibilität der Anbindung und dem Auftreten von Ovarstörungen. Überraschend war jedoch, dass sich mit abnehmender Flexibilität das Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen verringerte (Faktor 184, Klasse 1; Faktor 7580, Klasse 4). Dies deckt sich nicht mit der positiven Beziehung zwischen einer flexiblen Anbindung und der Fruchtbarkeit, ausgedrückt in Kennzahlen, wie sie aus den Ergebnissen der linearen Regressionen hervorgeht (Kap. 5.2.2.3.2, S. 154). Dazu muss aber angemerkt werden, dass die positiven Beziehungen, die in Verbindung mit einer flexiblen Anbindung gefunden wurden, für die Zielvariablen „Verzögerungszeit“, „Güstzeit“ und „Zwischenbesamungszeit“ vorlagen. Eine Beziehung zur Rastzeit konnte jedoch nicht festgestellt werden. Dieser Sachverhalt lässt den Schluss zu, dass eine flexible Anbindung aufgrund der besseren Bewegungsmöglichkeiten grundsätzlich positiv auf die Tiere wirkt. Unmittelbar p. p. stehen jedoch andere Aspekte im Vordergrund. Hygienische Aspekte könnten hierbei eine Rolle spielen, im Sinne einer Verschlechterung der hygienischen Situation des Standplatzes mit abnehmender Steuerung der Tiere, wie sie von BOXBERGER (1980 /21/) beschrieben wurde. Das erhöhte Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen mit zunehmender Flexibilität der Anbindevorrichtung kann jedoch damit nicht erklärt werden.

5.2.3.3.3 Seitliche Abgrenzung zum Nachbartier

Eine stärkere Abgrenzung zum Nachbartier wird einer Einschränkung der Bewegungsmöglichkeit gleichgesetzt. Das steigende Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen mit zunehmend stärkerer Abgrenzung zum Nachbartier (Faktor 0,003, Klasse 2) wird im Sinne einer Beeinträchtigung des Puerperiums infolge eingeschränkter Bewegungsmöglichkeiten gesehen.

5.2.3.3.4 Kuhtraineranlage

Bei Einsatz einer Kuhtraineranlage kam es zu Störungen des Puerperiums. Das Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen war bei Tieren, deren Standplatz mit einer Kuhtraineranlage ausgestattet war, gegenüber Tieren, die ohne Kuhtraineranlage aufgestellt waren, erhöht (Faktor 0,3, Klasse 1; Faktor 0,00001, Klasse 2; Faktor 0,2, Klasse 4). Der Einfluss des Kuhtrainers besteht nicht nur in der Einschränkung der Bewegungsfreiheit durch Strafreize (NOHNER et al., 1990 /125/), sondern auch in Störungen des Puerperiums. EYRICH et al. (1989 /44/) beschreiben das Auftreten von Azyklen in Verbindung mit dem Einsatz eines Kuhtrainers.

5.2.3.3.5 Futterkrippe

Die festgestellten Beziehungen zwischen der Höhe der festen Krippenrückwand und den Zielvariablen der logistischen Regressionen müssen in gleicher Weise diskutiert werden, wie die Ergebnisse aus den linearen Regressionen (Kap. 5.2.2.3.4, S. 154). Die Klassen 1 und 10 sind aufgrund ihrer Besonderheit (max. Höhe der festen Krippenrückwand: 50 cm) getrennt von den anderen Klassen zu besprechen. In den übrigen Klassen lagen Höhen von 14 bis 33 cm vor. In den Klassen 1 und 10 waren vermehrte Puerperalstörungen mit zunehmender Höhe der festen Krippenrückwand verbunden (Faktor 0,9, Klasse 1; Faktor 0,9, Klasse 10). In den übrigen Klassen wurden abnehmende Risiken für das Auftreten von Ovarstörungen (Faktor 2,4, Klasse 4) sowie das Auftreten von Puerperalstörungen (Faktor 1,3, Klasse 2) nachgewiesen, obwohl in den Klassen 2 bis 4 der höchste Wert mit jeweils 33 cm über dem in der Literatur beschriebenen Optimum von 10 bis 12 cm lag (/21/, /27/, /89/). Die Ergebnisse zeigen, dass Höhen der festen Krippenrückwand über dem Optimum aus Sicht der Fruchtbarkeit nicht zwangsläufig negativ zu bewerten sind. Die Tiere passen sich unter Ausnutzung ihres Adaptionsvermögens an größere Höhen an, ohne dass nennenswerte Leistungseinbußen zu verzeichnen sind. BOXBERGER (1983 /20/) beschreibt unbeeinträchtigte Bewegungsabläufe bei Rückwandhöhen von bis zu 20 cm. Dass dieses Adaptionsvermögen nicht unbegrenzt ist, zeigen die Ergebnisse, die sich aus den Werten der Klassen 1 und 10 ergaben.

5.2.3.3.6 Stand-/Liegeplatzboden

Wie schon in den Berechnungen der linearen Regressionen, konnten auch mittels der logistischen Regressionen Beziehung zwischen der Art des Bodenbelags und der Fruchtbarkeit der Tiere gefunden werden. Wiederum traten die Beziehungen erst in Klasse 4 (>120 Tage p. p.) auf, und wiederum wurden Tiere auf Plätzen, die mit Gummimatten ausgelegt waren, negativ beeinflusst. Bei Tieren, deren Stand-/Liegeflächen mit Gummimatten ausgelegt waren, war das Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen um den Faktor 0,004 erhöht. Trotz der besseren wärmedämmenden Eigenschaften und der Verformbarkeit sowie der damit verbesserten Bedingungen hinsichtlich der Behaglichkeitsansprüche der Tiere, ergaben die Berechnungen der vorliegenden Arbeit, dass die Haltung von Kühen auf Stand-/Liegeflächen, die mit Gummimatten ausgelegt sind, negativ auf die Fruchtbarkeit der Tiere einwirkt. Ein Zusammenhang mit der hygienischen Situation der Stand-/ Liegefläche, die nicht explizit untersucht wurde, wird aber vermutet.

5.2.3.4 Beziehungen von Tierkörpermaßen zur Fruchtbarkeit

Für die Zielvariablen der logistischen Regressionsmodelle „Auftreten von Ovarstörungen“ und „Auftreten von Puerperalstörungen“ konnten, wie bereits in den Berechnungen der linearen Regressionen, für verschiedene Kennzahlen der Fruchtbarkeit Beziehungen zu Tierkörpermaßen gefunden werden. So wurde festgestellt, dass das Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen (Faktor 0,6) sowie das Auftreten von Puerperalstörungen (Faktor 0,8) ansteigt mit zunehmender Widerristhöhe der Tiere. Die Zunahme der Beckenlänge war verbunden mit einem Anstieg des Risikos für das Auftreten von Ovarstörungen (Faktor 0,7) sowie für das Auftreten von Puerperalstörungen (Faktor 0,7, Klasse 1; Faktor 0,6, Klasse 3; Faktor 0,6, Klasse 10). Die Zunahme des Brustumfangs führte zu einem reduzierten Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen (Faktor 1,2, Klasse 2; Faktor 1,2, Klasse 10).

Aus den Ergebnissen der beiden Regressionsmodelle kann abgeleitet werden, dass größere Tiere infolge von vermehrten Störungen der Ovarfunktion und des Puerperiums trotz kürzerer Rastzeiten schlechter tragend werden. Zudem neigen Tiere mit längeren Becken zu Störungen im Puerperium und zu erhöhten KB-Zahlen.

5.2.3.5 Beziehungen des Versorgungsstatus zur Fruchtbarkeit

Unter den untersuchten Stoffwechselfparametern, die den Versorgungsstatus des Tieres beschreiben, wurden für die Variablen „Creatin-Kinase“, „GOT“, „freie Fettsäuren“, „Gesamteiweiß“, „Magnesium“, „Phosphor“ und „ β -Carotin“ statistisch gesicherte Beziehungen zu den Zielvariablen gefunden. Hinweise auf Blutplasma- bzw. Urinkonzentrationen der Stoffwechselfparameter beziehen sich auf die Angaben von FISCHER (1996 /51/).

5.2.3.5.1 Allgemeiner Ernährungszustand

Bei erhöhten Konzentrationen im Blutplasma gibt GOT einen Hinweis auf eine Belastung der Leber. In den Untersuchungen im Rahmen dieser Arbeit konnte mittels linearer Regression keine eindeutige Beziehung zu den Zielvariablen „Auftreten von Ovarstörungen“ und „Auftreten von Puerperalstörungen“ festgestellt werden. Grund hierfür dürften die gemessenen Konzentrationen sein, die überwiegend im Normalbereich (GRÜNDER, 1991 /61/) lagen. Dies dürfte auch die Erklärung dafür sein, dass die Ergebnisse aus den logistischen Regressionen in Abhängigkeit von der Klasse entgegen gesetzte Tendenzen in der Beeinflussung der Zielvariable „Auftreten von Ovarstörungen“ durch die GOT-Plasmakonzentration ergab. Mit steigenden GOT-Konzentrationen erhöhte sich das Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen in Klasse 10 schwach signifikant. Das Risiko war in Klasse 3 signifikant erhöht und in Klasse 4 hoch signifikant erniedrigt mit steigenden Plasmakonzentrationen. Die hohe diagnostische Bedeutung der GOT in der Gynäkologie, wie sie von LOTTHAMMER (1974 /104/) hervorgehoben wird, liegt demnach erst bei Werten vor, die den Normalbereich deutlich überschreiten.

5.2.3.5.2 Energieversorgung

FISCHER (1996/51/) fand in ihrer Arbeit, dass ein erhöhter Gehalt an freien Fettsäuren im Blutplasma, der als Indikator für eine Energieunterversorgung gilt, in den ersten 40 Tagen p. p. (Klasse 1) mit einem erhöhten Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen verbunden war.

Die Milchfettgehalte mit Werten von 2,00 bis 5,69 % im ersten Probegemelk p. p. deuten darauf hin, dass einige unter den untersuchten Tieren unter Rohfasermangel und andere unter Energiemangel litten (LOTTHAMMER, 1987 /99/). Insbesondere eine acidotische Pansensituation infolge von Rohfasermangel in der Futtermittelration, ausgedrückt in einem niedrigen Milchfettgehalt, wirkt negativ auf die Funktion der Ovarien. Dies spiegelt sich wider in der gefundenen Beziehung zwischen einer Abnahme des Risikos für das Auftreten von Ovarstörungen mit steigenden Milchfettgehalten im

ersten Probegemelk p. p., die von FISCHER (1996 /51/) ermittelt wurden. Die vorliegende Arbeit ergab die gleiche Beziehung.

Ebenso fanden sich die von FISCHER (1996/51/) ermittelten Beziehungen zwischen zunehmendem Milcheiweißgehalt im ersten Probegemelk p. p., was für die untersuchten Tiere im Sinne einer besseren Energieversorgung zu verstehen ist, und reduziertem Risiko für das Auftreten von Ovar- bzw. Puerperalstörungen in den Ergebnissen dieser Arbeit wieder.

Mit den Ergebnissen konnten die Aussagen früherer Arbeiten (/121/, /120/, /98/) bestätigt werden, dass Defizite in der Energieversorgung, insbesondere in den ersten Tagen p. p., negativ auf die Funktion der Ovarien und den Verlauf des Puerperiums wirken.

5.2.3.5.3 Proteinversorgung

Einzigste Variable aus dem Proteinstoffwechsel mit Beziehungen zu den Zielvariablen „Auftreten von Ovarstörungen“ und „Auftreten von Puerperalstörungen“ war die Variable „Gesamteiweiß“. Es wurde eine schwach signifikante Beziehung zwischen einer Häufigkeitsabnahme von Puerperalstörungen bei ansteigendem Plasmagehalt in Klasse 4 gefunden. Das Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen sank um den Faktor 2,5. Ausgehend von der Annahme, dass niedrige Gesamteiweißkonzentrationen im Blutplasma auf eine mangelhafte Eiweißversorgung p. p. hindeuten (FISCHER, 1996 /51/), kann die Beziehung im Sinne einer positiven Beeinflussung des Puerperiums bei ausreichender Eiweißversorgung interpretiert werden. Allerdings ist aufgrund der Tatsache, dass die in dieser Klasse gemessenen Plasmakonzentrationen den Normbereich im Blut von 6,0 bis 8,0 g/dl (DVG, 1976 /190/) nur geringfügig über- und unterschreiten, festzustellen, dass die gefundene Beziehung, insbesondere wegen ihrer schwachen Signifikanz, auch zufällig sein kann.

5.2.3.5.4 Versorgung mit Mineralstoffen und Vitamine

Von den untersuchten Mineralstoffen wurden für Magnesium und Phosphor Beziehungen zum Auftreten von Ovarstörungen gefunden. Für beide Mineralstoffe lagen in allen Klassen Blutplasmakonzentrationen vor, die auf eine Unterversorgung einiger Tiere hinweisen. In Mangelsituationen können sowohl bei Magnesium (LOTTHAMMER, 1987 /99/) als auch bei Phosphor (BUSCH und MANZKE, 1997 /28/) Fertilitätsstörungen bei den Tieren auftreten. Entsprechend fand FISCHER (1996 /51/) in ihrer Auswertung ein reduziertes Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen mit zunehmender Phosphorkonzentration sowie für das Auftreten von Puerperalstörungen mit zunehmender Magnesiumkonzentration. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen gleichgerichtete Beziehungen. Mit Zunahme der Magnesiumkonzentration um 1 ml/100 ml Blutplasma reduzierte sich das Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen um den Faktor 19,7 (Klasse 1). Es reduzierte sich um den Faktor 0,02 (Klasse 4) bei Zunahme der Phosphorkonzentration um 1 ml/100 ml Blutplasma.

Der Einfluss von β -Carotin auf die Ovarfunktion, wie beispielsweise von ARBEITER et al. (1983 /2/) beschrieben, konnte in der vorliegenden Arbeit untermauert werden. In den Berechnungen wurde, wie schon bei FISCHER (1996 /51/), ein Einfluss von β -Carotin auf die Ovarfunktion in der ersten Phase p. p. (Klasse 1) festgestellt. Mit Zunahme der Blutplasmakonzentration um eine Bewertungsstufe sank das Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen um den Faktor 24,8.

5.2.3.6 Beziehungen der Milchmengenleistung zur Fruchtbarkeit

Für die Höhe der Milchmenge im ersten Probegemelk p. p. wurden statistisch gesicherte Beziehungen zu den beiden Zielvariablen „Auftreten von Ovarstörungen“ und „Auftreten von Puerperalstörungen“ gefunden. Mit Anstieg der Milchmenge um 1 kg erhöhte sich das Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen um den Faktor 0,6 (Klasse 1) bzw. den Faktor 1,5 (Klasse 2). Der Verlauf des Puerperiums wurde dagegen durch hohe Milchleistungen nicht negativ beeinflusst. Die Regressionsberechnungen dieser Arbeit ergaben, dass mit zunehmender Milchmenge ein schwach

signifikanter Rückgang der Zahl der aufgetretenen Puerperalstörungen verbunden war. Mit Zunahme der Milchmenge um 1 kg sank das Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen um den Faktor 1,1 (Klasse 1). FISCHER (1996 /51/) fand eine Reduzierung des Risikos für das Auftreten von Puerperalstörungen mit zunehmender Einsatzleistung.

Zusammengefasst bestätigen die Ergebnisse die Aussage von VAN DIETEN (1971 /163/), dass eine hohe Milchmengenleistung nicht generell negativ auf das Fruchtbarkeitsgeschehen wirken muss. Vielmehr kann in Übereinstimmung mit früheren Arbeiten (/65/, /81/) aus den Ergebnissen schlussgefolgert werden, dass eine hohe Milchmengenleistung speziell negativ auf die Funktion der Ovarien einwirkt.

5.2.3.7 Beziehungen des allgemeinen Gesundheitszustands zur Fruchtbarkeit

Die Ergebnisse der logistischen Regressionen zeigen eine hoch signifikante Beziehung zwischen vermehrtem Auftreten von Ovarstörungen bei steigender Creatin-Kinasekonzentration im Blutplasma. Das Risiko, dass Ovarstörungen auftreten, erhöhte sich um den Faktor 0,9 mit Anstieg der Konzentration um eine Logarithmusstufe. Demnach wirken sich erhöhte Creatin-Kinasekonzentrationen im Blutplasma (SCHMIDL und VON FORSTER, 1985 /141/) negativ auf die Funktion der Ovarien aus.

Wie schon in den Berechnungen der linearen Regressionen, konnten auch in den logistischen Regressionen Beziehungen zwischen Variablen aus dem „infektiösen Geschehen“ und den Zielvariablen gefunden werden. Die Beziehungen waren jedoch nicht eindeutig.

Tiere mit positivem Antikörpertiter gegen *Chlamydia psittaci* hatten ein erhöhtes Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen. Allerdings war das Risiko nur geringfügig erhöht (Faktor 0,00008). Tiere mit positivem Antikörpertiter gegen *Coxiella burnetii* hatten in Klasse 1 ein signifikant erhöhtes Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen (Faktor 0,1), in Klasse 4 dagegen eine signifikant niedrigere Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen (Faktor 84) sowie für das Auftreten von Puerperalstörungen (Faktor 7,8). FISCHER (1996 /51/) fand in ihrer Arbeit reduzierte Risiken für das Auftreten von Ovarstörungen bei positivem Antikörpertiter gegen *Chlamydia psittaci* sowie für das Auftreten von Puerperalstörungen bei positivem Antikörpertiter gegen *Coxiella burnetii*. SCHMEER (1988 /140/) beschreibt, dass es neben Aborten und anderen Fruchtbarkeitsstörungen auch zu einem klinisch unauffälligen Verlauf einer *Coxiella*-Infektion kommen kann. In diesem Sinne werden die gefundenen, im Sinne des Fruchtbarkeitsgeschehens positiven Beziehungen, als zufällig angesehen. Tiere mit positivem Antikörpertiter gegen das IBR/IPV-Virus wiesen ein schwach signifikant reduziertes Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen (Faktor 169, Klasse 4) und ein hoch signifikant erhöhtes Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen (Faktor 0,00002, Klasse 2; Faktor 0,2, Klasse 4) auf.

Die ermittelten Beziehungen zwischen Variablen aus dem „infektiösen Geschehen“ und den Zielvariablen ergaben keine klare Aussage darüber, ob ein Antikörpertiter ausreichend ist, Beziehungen zwischen dem Infektionsgeschehen und der Fruchtbarkeit zu beschreiben. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit deuten darauf hin, dass dazu weitere Informationen über den Infektionsstatus der Tiere benötigt werden.

Aus der allgemeinen klinischen Untersuchung wurden für den Klauenzustand, den Pflegezustand sowie das Auftreten von Gelenkverdickungen, von Hautläsionen und von Schwanzräude statistisch gesicherte Beziehungen zu verschiedenen Zielvariablen gefunden.

Eine eindeutige Beziehung bestand zwischen einem erhöhten Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen sowie das Auftreten von Puerperalstörungen mit zunehmend schlechterem Klauenzustand der Tiere. Die gefundenen Beziehungen waren jedoch nur von geringer Auswirkung. Mit Verschlechterung des Zustands der Klauen um eine Bewertungsstufe stieg das Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen um den Faktor 0,02 (Klasse 4) und für das Auftreten von Puerperalstörungen um den Faktor 0,3 (Klasse 10). Ebenso von geringer Bedeutung war die Beziehung zwischen einem steigenden Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen bei zunehmend schlechterem Pflegezustand der Tiere (Faktor 0,04).

FISCHER (1996 /51/) ermittelte in ihrer Arbeit sowohl positive als auch negative Beziehungen zwischen aufgetretenen Gelenkverdickungen sowie Hautläsionen und den Zielvariablen. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen ebenso Beziehungen in beide Richtungen.

Mit den Ergebnissen aus den linearen Regressionsmodellen wurden bereits Beziehungen zwischen dem Auftreten von Schwanzräude und einer verbesserten Fruchtbarkeit der Tiere ermittelt (Kap. 5.2.2.7, S. 159). Dieser Sachverhalt wird durch das Ergebnis der logistischen Regressionen untermauert, nach dem bei von Schwanzräude befallenen Tieren ein hoch signifikant geringeres Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen gegenüber Tieren ohne Schwanzräudebefall vorlag. Eine Erklärung für diesen Zusammenhang kann nicht gegeben werden.

6 Schlussfolgerungen und Konsequenzen für die technische Gestaltung der Haltungsumwelt

Aus den Ergebnissen der mehrfaktoriellen Regressionsanalysen lassen sich Vorschläge für die Verbesserung der Haltungsumwelt für Milchkühe ableiten. Aus Sicht der technischen Gestaltung der Haltungsumwelt sind insbesondere Verbesserungen für die Klimaregelung sowie die tierindividuelle Gestaltung des Stand-/Liegeplatzes zu nennen. Die in dieser Arbeit dargestellten Untersuchungen in der Anbindehaltung besitzen diesbezüglich Modellcharakter. Viele der festgestellten Beziehungen zwischen der Haltungsumwelt und der Fruchtbarkeit sind auf andere Haltungssysteme übertragbar.

6.1 Klimaregelung

Die zuvor dargestellten Ergebnisse der Regressionsberechnungen machen deutlich, dass es nicht grundsätzlich von Nachteil für Milchkühe ist, wenn die stallklimatischen Gegebenheiten außerhalb der für Kühe optimalen Bereiche liegen. Vielmehr ist die Dauer der belastenden Phasen von Bedeutung für das Wohlbefinden der Tiere und die Realisierung von Leistungen. Demzufolge ist es nicht zwingend notwendig, Ställe mit raumluftechnischen Anlagen auszustatten, deren Leistungsfähigkeit groß genug ist, nahezu konstante klimatische Bedingungen zu schaffen. Nach den Ergebnissen dieser Arbeit kann abgeleitet werden, dass teilweise die natürlichen Klimaschwankungen, wie beispielsweise Tag-Nacht-Schwankungen der Temperatur, ausreichen um eine leistungsmindernde Beeinflussung der Tiere zu vermeiden. Um Leistungsdepressionen und Fertilitätsstörungen zu vermeiden, müssen jedoch bei länger anhaltenden Phasen mit klimatischen Verhältnissen außerhalb der Optima auch in Ställen, deren Klima den Schwankungen des Außenklimas entspricht, raumluftechnische Anlagen zusätzlich für einen Luftaustausch im Stall sorgen. In Phasen hoher Luftfeuchtigkeiten kann beispielsweise der Einsatz von Deckenventilatoren das Stallklima positiv beeinflussen und zur Verbesserung der Fruchtbarkeitsleistung von Milchkühen beitragen (YOUNAS et al., 1993 /173/).

Schlussfolgerung daraus ist, Stallgebäude weniger massiv aber wärmegeklämt, um extrem niedrige und hohe Außentemperaturen abzumildern, zu bauen und die Stallhülle so zu konzipieren, dass durch die verwendeten Materialien die bauliche Gestaltung und die Installation von raumluftechnischen Anlagen sowohl natürliche Klimaschwankungen genutzt als auch belastende Klimasituationen vermieden werden können.

6.2 Stand-/Liegeplatzgestaltung

Die Ergebnisse der Regressionsberechnungen dieser Arbeit ergaben, dass nicht tiergerechte bauliche und technische Ausführungen von haltungstechnischen Einrichtungen in unterschiedlichem Ausmaß zu Fruchtbarkeitsstörungen von Milchkühen führen. Die Einrichtungen greifen in die Funktionsbereiche „Fressen“, „Liegen“ (inkl. „Abiegen“ und „Aufstehen“), „Melken“ und „Entmisten“ ein und müssen dabei die Bedürfnisse der Tiere berücksichtigen, insbesondere Bewegungs- und Behaglichkeitsansprüche.

Deutliche Einschränkungen der Bewegungsbedürfnisse (Aufstehen, Abiegen, Körperpflege) wirken negativ auf die Fertilitätsleistung der Tiere. In der Anbindehaltung schränken unflexible Anbindevorrichtungen die Bewegungsmöglichkeit derart stark ein, dass negative Auswirkungen auf die Fertilität auftreten. Zur Realisierung einer möglichst guten Fertilität muss eine möglichst flexible Anbindung gefordert werden. Um mögliche hygienische Nachteile zu vermeiden, müssen durch zusätzliche technische Einrichtungen, wie z.B. Schulterbügel, die Bewegungen der Tiere gesteuert werden. Kuhtraineranlagen sind aufgrund der negativen Beeinflussung der Fruchtbarkeit abzulehnen.

Zur Realisierung einer möglichst guten Fertilität muss für die Tiere die Möglichkeit zur ungehinderten Ausführung von Bewegungen gefordert werden, bei gleichzeitiger Steuerung der Bewegungen zur Vermeidung von unnötigen Verunreinigungen der Liegeflächen. Diese Forderung gilt gleichermaßen sowohl für die Anbindehaltung als auch für die Laufstallhaltung.

In Verbindung mit Abliege- und Aufstehvorgängen müssen in der Anbindehaltung auch die Art und die Höhe der Rückwand der Futterkrippe angesprochen werden, da feste Krippenrückwände mit großer Höhe behindernd auf Abliege- und Aufstehvorgänge wirken. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass mit zunehmender Höhe der festen Krippenrückwand über das im Schrifttum beschriebene Optimum hinaus, negative Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit der Tiere vorliegen. Daher muss für die Ausführung der Krippenrückwand die Einhaltung der Vorgaben aus dem Schrifttum gefordert werden. Demgemäß ist die Höhe der festen Krippenrückwand auf maximal 15 cm zu beschränken. Darüber wird eine flexible (Gummi) Rückwand angebracht, damit die Krippe ausreichende Futtermengen aufnehmen kann. Ferner darf der tiefste Punkt der Krippe (Krippensohlenniveau) nicht weniger als 10 bis 12 cm über dem Niveau der Standfläche liegen. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass bei Unterschreiten dieses Bereichs die Fertilität der Tiere negativ beeinflusst wird.

Im Hinblick auf die Verwendung von Kotrosten muss darauf hingewiesen werden, dass bei der Auswahl der Roste die Bedürfnisse der Tiere hinsichtlich Trittsicherheit und Vermeidung von hohen Druckbelastungen der Klauen im Vordergrund stehen müssen. Entsprechend sollten die Kotroste, sofern auf sie nicht völlig verzichtet werden kann, Stegbreiten von 3,5 bis 4 cm und Schlitzweiten von weniger als 3 cm besitzen. Negative Einflüsse auf die Fruchtbarkeit können so reduziert werden. Es ist darauf zu achten, dass die Maße exakt eingehalten werden, da bereits geringe Abweichungen deutliche quantitative Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit der Kühe haben.

Länge und Breite des Stand-/Liegeplatzes müssen dem individuellen Bedarf des Tieres angepasst sein. Als Maß für den Bedarf dienen Tierkörpermaße. Infolge der großen Variabilitäten der relevanten Tierkörpermaße, die festgestellt wurden, und der damit verbundenen stark voneinander abweichenden Sollwerte für Länge und Breite des Stand-/Liegeplatzes wird deutlich, dass Einheitsmaße für Länge und Breite von Stand-/Liegeflächen unweigerlich zu deutlichen Abweichungen von den Sollwerten für die tierindividuellen Liegelängen und Liegebreiten führen. Sowohl negative als auch positive Liegelängen- und Liegebreitendifferenzen wirken negativ auf die Fruchtbarkeit von Milchkühen. Dies belegen die Ergebnisse dieser Arbeit. Eine tierindividuelle Zuordnung von Stand-/ Liegeplätzen kann hier eine deutliche Verbesserung bringen. In bereits vorhandenen Ställen ist eine tierindividuelle Größe des Standplatzes nachträglich nur schwer realisierbar. Hier müssen betriebsspezifische Lösungen gesucht werden, wie z.B. Veränderungen in den Installationen. Bei Planungen von Stallneubauten muss der Forderung nach einer, dem Bedarf des Tieres ausgerichteten, Dimensionierung des Stand-/Liegeplatzes Rechnung getragen werden. Dies gilt gleichermaßen für Anbinde- und Laufställe. Die Sollwerte für Liegelänge und Liegebreite lassen sich aus vorliegenden Körpermaßen der Tiere und einer zu erwartenden Entwicklung der Körpermaße ermitteln. Die Berücksichtigung von Entwicklungen in den Körpermaßen fordert zum aktuellen Zeitpunkt der Standplatzerstellung eine gewisse Überdimensionierung. Bei Ausnutzung der durch das Tier akzeptierten Toleranzen für die erforderliche Liegelänge (+2 cm) und Liegebreite (+5 cm) (BOCKISCH, 1990 /11/) in Kombination mit der Verwendung von Steuereinrichtungen (Schulterbügel, seitliche Abgrenzungen) sind negative Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit nicht zu erwarten.

In Anbindeställen ist die tierindividuelle Standanpassung durch Zuordnung der Tiere relativ einfach zu realisieren. In Laufställen kann den Einzeltieren, wie von BOCKISCH (1990 /11/) vorgeschlagen, eine in Länge und Breite angepasste Liegebox zugeteilt werden. Die Box ist rückseitig mit Türen geschlossen und kann nur vom jeweils berechtigten Tier betreten werden. Alternativ verzichtet man ganz auf die Installationen von Anbindeständen oder Liegeboxen und stellt den Tieren ausreichend Liegefläche zur Verfügung, z. B. 6 bis 10 m² je Tier in Zweiraum-Tiefstreuställen.

Fazit der Untersuchungen im Hinblick auf die Stand-/Liegeplatzgestaltung ist, dass die Installationen so zu gestalten sind, dass die Behaglichkeits- und Bewegungsansprüche der Tiere ohne Beeinträchtigung erfüllt sind. Unter Ausnutzung des Adaptionsvermögens der Tiere ist eine gewisse Variation in der Gestaltung der Haltungsumwelt ohne negative Auswirkungen auf das Tier möglich. Dauerhafte Über- oder Unterschreitung von Grenzen führen jedoch zu negativen Auswirkungen in Form von reduzierten Leistungen oder gar Erkrankungen der Tiere. Insbesondere für die dauerhaft auf die Tiere einwirkenden haltungstechnischen Einrichtungen gilt daher, dass eine exakte, auf die Bedürfnisse der Tiere ausgerichtete, Ausführung notwendig ist um negative Auswirkungen zu vermeiden.

6.3 Gesamtfazit

Auf der Basis einer möglichst exakten und einzeltierbezogenen Beschreibung der Haltungsumwelt während des Verlaufs eines Reproduktionszyklus' ist es möglich, auch sich zeitlich verändernde Faktoren hinsichtlich ihrer Einflussnahme auf die Fruchtbarkeit zu beleuchten.

Aus diesem Grund wurden die Untersuchungen in Betrieben mit Anbindehaltung durchgeführt. Die Untersuchungen haben Modellcharakter und können auf Laufstallhaltung übertragen werden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, dass mit der Optimierung der Managementfaktoren Versorgung der Tiere, Stallklima und haltungstechnische Einrichtungen eine positive Einflussnahme auf die Fruchtbarkeit von Kühen möglich ist.

Grundvoraussetzung für eine gute Fruchtbarkeit ist der optimale Versorgungsstatus der Tiere. Dies ist unabhängig vom Haltungsverfahren nur am besten durch eine bedarfsgerechte einzeltierbezogene Fütterung zu erreichen. Dazu werden für alle Haltungsverfahren verschiedene technische Möglichkeiten angeboten. Entscheidend sind gute Futterqualitäten und die kontinuierliche Futtervorlage.

Über die Optimierung des Versorgungsstatus' hinaus nimmt eine dem Tier angepasste Haltungsumwelt positiv Einfluss auf die Fruchtbarkeit. Stallklima und technische Einrichtungen des Stalls müssen so gestaltet werden, dass die Bewegungs- und Behaglichkeitsansprüche der Tiere erfüllt werden.

Das Umgebungsklima muss so gestaltet werden, dass extreme Belastungen durch Temperaturen oder Luftfeuchtigkeiten außerhalb der für das Tier optimalen Bereiche vermieden oder zumindest zeitlich begrenzt werden. Die Stallhülle muss baulich so gestaltet sein, dass sie extrem hohe oder tiefe Außentemperaturen abmildert. Zudem sollten climatechnische Einrichtungen wie Ventilatoren zur weiteren Verbesserung des Stallklimas eingesetzt werden.

Das Grundrissdesign des Stalls sowie die haltungstechnischen Einrichtungen müssen gewährleisten, dass die Bedürfnisse des Tieres befriedigt werden. Das Verhalten des Tieres darf nicht beeinträchtigt sein. Dabei muss das Augenmerk auf alle Funktionsbereiche gerichtet werden. Die Futterkrippen müssen die Möglichkeit zur tiergerechten Futteraufnahme gewährleisten, das Platzangebot im Stall muss den Bewegungsbedürfnissen des Tieres entsprechen. Insbesondere der Liegebereich muss an die Tiere angepasst gestaltet sein. Die exakte, an das Tier angepasste Dimensionierung bildet die Voraussetzung für das ungestörte Abliegen und Aufstehen des Tieres sowie ein entsprechendes Komfortgefühl während des Liegens. Wichtig ist auch die exakte Ausführung von Steuerungselementen wie beispielsweise Nackenrohre in Liegeboxen. Das Tier darf nicht beeinträchtigt werden beim Betreten und Verlassen der Liegefläche, sollte aber so gelenkt werden, dass aus Sicht des hygienischen Zustands der Liegefläche eine optimale Liegeposition erreicht wird.

7 Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, mögliche Interaktionen zwischen der Fruchtbarkeit von Milchkühen und Faktoren aus ihrer Haltungsumwelt aufzuzeigen.

Grundlage der Analysen bilden Daten von 495 Milchkühen aus 15 Milchviehbetrieben, die in der Zeit vom 8.8.1991 bis zum 22.8.1992 erfasst wurden. Die Datenerhebung umfasste Daten, die nur einmal erhoben wurden, Daten, die während fünf, gleichmäßig über den Zeitraum verteilten, Betriebsbesuchen erhoben wurden, und Daten, die täglich von den Landwirten erhoben wurden. Die Datenerhebung erfolgte in Gemeinschaftsarbeit mit Frau Kirsten Fischer, deren Dissertation (FISCHER, 1996 /51/) und daraus folgenden Publikationen (/47/, /46/) die gynäkologischen Daten sowie die Daten zum allgemeinen Zustand der Tiere zugrunde lagen.

Die Analysen der Interaktionen erfolgten durch schrittweise multiple lineare Regressionen und schrittweise multiple logistische Regressionen.

Die dabei verwendeten Zielvariablen (abhängige Variablen) waren die Rastzeit, die Verzögerungszeit, die Gützeit, die KB-Zahl und die Zwischenbesamungszeit in den linearen Regressionsmodellen sowie die Variablen „Auftreten von Ovarstörungen“ und „Auftreten von Puerperalstörungen“ in den logistischen Regressionsmodellen.

Ergänzend zu den Daten aus der Haltungsumwelt und den betreffenden, sich auf das Einzeltier beziehenden Daten, wurden in vorliegender Arbeit auch die in die Arbeit von FISCHER (1996 /51/) eingegangenen Daten einbezogen, die den Gesundheitszustand der Tiere beschreiben und der gleichen Analyse unterworfen wurden. Aus der globalen Datenanalyse, die zudem als neue Zielvariablen die Verzögerungszeit und die Zwischenbesamungszeit einbezog, wurden neue Erkenntnisse und insbesondere Rangfolgen hinsichtlich der erkannten Einflussgrößen erwartet.

Einmalig erhobene, unabhängige Variablen waren die anamnestisch ermittelten Parameter Rasse^{*)}, Alter^{*)}, Erstkalbealter^{*)}, Laktationsnummer^{*)}, Einsatzleistung^{*)} (Milchmenge, Milchfettgehalt und Milcheiweißgehalt), die Tierkörpermaße Brustumfang, schräge Rumpflänge, Widerristhöhe, Kreuzbeinhöhe, Brustbreite, Beckenlänge und Beckenbreite sowie die, die Haltungsumwelt beschreibenden Parameter Luftraum im Stall, Quotient aus der Grundfläche des Stalls und der Fläche der lichtdurchlässigen Stallhülle, Lichtverhältnisse in Tiernähe, Art des raumlufttechnischen Systems, negative und positive Liegelängendifferenzen, negative und positive Liegebreitendifferenzen, Flexibilität der Anbindung, seitliche Abgrenzung zwischen den Tieren, Kuhtraineranlage, Höhe der festen Krippenrückwand, Krippensohlniveau, Art des Stand-/Liegeflächenbodens, Breite der Kotroststege und Weite der Kotrostschlitze. Während der Betriebsbesuche erhobene unabhängige Parameter waren Natriumgehalt im Urin^{*)}, die klinisch-chemischen Blutparameter β -Carotin^{*)}, Laktat^{*)}, GOT^{*)}, GPT^{*)}, freie Fettsäuren^{*)}, Creatin-Kinase^{*)}, Gesamtbilirubin^{*)}, GLDH^{*)}, Glukose^{*)}, Harnstoff^{*)}, Calcium^{*)}, Magnesium^{*)}, Phosphat^{*)} und Gesamteiweiß^{*)}, die Antikörpertiter gegen die Erreger von IBR/IPV^{*)}, BVD/MD^{*)}, Coxiella burnetii^{*)}, Chlamydia psittaci^{*)} oder Leptospiren^{*)} sowie die klinischen Parameter Körperinnentemperatur^{*)}, Ernährungszustand^{*)}, Pflegezustand^{*)}, Zustand der Klauen^{*)}, Zustand der Gelenke^{*)}, Zustand der Haut^{*)} und der gynäkologische Zustand^{*)}. Täglich durch die Landwirte erhobene Parameter waren die Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit im Stall.

Alle erfassten Daten wurden für jedes Einzeltier dem jeweiligen Reproduktionsstadium zugeordnet, in dem sich das Tier zum Zeitpunkt der Datenerhebung befand. Dabei wurde zwischen zehn verschiedenen Klassen unterschieden: Klasse 1 von Tag 1 bis 40 p. p.; Klasse 2: von Tag 41 bis 80 p. p.; Klasse 3: von Tag 81 bis 120 p. p.; Klasse 4: ab Tag 121 p. p. bis zur Konzeption; Klasse 5: von Tag 1 bis 90 nach Beginn der Gravidität; Klasse 6: von Tag 91 bis 180 nach Beginn der Gravidität; Klasse 7: ab Tag 181 nach Beginn der Gravidität. Die Klassen 5 bis 7 schlossen sich an die Klassen 1 bis 4 an. In die Klassen 8 bis 10 fielen Tiere, die zu Beginn der Untersuchungen bereits gravid waren. Klasse 8 umfasste den Zeitraum Tag 1 bis 90 einer bestehenden Gravidität, Klasse 9 Tag 91 bis 180 einer bestehenden Gravidität und Klasse 10 Tag 181 bis zum Tag der Kalbung (FISCHER, 1996 /51/).

^{*)} s. auch Datenanalyse FISCHER (1996 /51/)

Die abhängigen Variablen „Rastzeit“, „Verzögerungszeit“, „Güstzeit“, „Zwischenbesamungszeit“, „Auftreten von Ovarstörungen“ und „Auftreten von Puerperalstörungen“ erwiesen sich als geeignete Zielgrößen in den verwendeten Regressionsmodellen.

Die Anzahl benötigter Besamungen für eine Gravidität (KB-Zahl) erwies sich weniger geeignet als Zielvariable, da eine Reduzierung der KB-Zahl nicht zwangsläufig das Ergebnis einer verbesserten Fruchtbarkeitslage ist. Die KB-Zahl kann auch durch verlängerte Zwischenbesamungszeiten infolge von Fruchtbarkeitsstörungen erniedrigt sein.

Aus den ermittelten Beziehungen zwischen Kriterien aus der Haltungsumwelt und Kriterien der Fruchtbarkeit geht hervor, dass Parameter, die eine allgemeine Beschreibung der Haltungsumwelt geben (Durchschnittswerte für Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit, Quotient aus lichtdurchlässiger Fläche in der Stallhülle und Stallgrundfläche), weniger geeignet sind zur Beschreibung von Wechselbeziehungen zwischen der Fruchtbarkeit von Kühen und der Haltungsumwelt. Zur konkreten Bestimmung und Quantifizierung von Einflüssen der Haltungsumwelt auf die Fruchtbarkeit müssen exakte Beschreibungen der Umweltbedingungen erfolgen (z. B. zeitlicher Verlauf und Höhe von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit, Lichtintensität in Lux und Dauer der Lichtverhältnisse).

Die aus der baulichen Gestaltung der Stallhülle abgeleiteten Kriterien zur Beschreibung der Haltungsumwelt mit Beziehungen zur Fruchtbarkeit waren der für das Einzeltier zur Verfügung stehende Luftraum im Stall, die Lichtverhältnisse im Stall sowie die Art des raumluftechnischen Systems. Die Beziehungen waren jedoch in ihrer Ausrichtung unterschiedlich und nicht immer klar zu bewerten.

Es konnte gezeigt werden, dass für die Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit die Dauer der belastenden Phase von entscheidender Bedeutung für die Fruchtbarkeit der Tiere ist. Die Beschreibung der klimatischen Verhältnisse mittels Durchschnittswerten erwies sich für die Fragestellung der vorliegenden Arbeit als nicht geeignet.

Hinsichtlich der technischen Einrichtungen zur Gestaltung der Stand-/Liegeplätze zeigen die Ergebnisse dieser Arbeit, dass zur Vermeidung von negativen Beeinflussungen der Fruchtbarkeit eine exakte Ausführung und Installation der Einrichtungen notwendig ist.

Nicht an die Tiere angepasste Längen und Breiten der Stand-/Liegeflächen zeigen negative Einflüsse auf die Fruchtbarkeit. Für die in Verbindung mit negativen Liegebreitendifferenzen aufgetretenen kürzeren Rast- und Güstzeiten ist zu beachten, dass aufgrund von verbreiterten Schulterblattstellungen bei einigen Tieren erhöhte Sollwerte für die Liegebreite vorgegeben waren, die zu ungerechtfertigten hohen negativen Liegebreitenabweichungen führten.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen einen negativen Einfluss abnehmender Bewegungsmöglichkeit auf die Fruchtbarkeit. Mit zunehmender Straffheit der Anbindevorrichtung traten negative Effekte auf Verzögerungszeiten, Güstzeiten und Zwischenbesamungszeiten auf.

In Sinne einer stärkeren Einschränkung der Bewegungsfreiheit wurde mit zunehmender Abgrenzung zwischen den Tieren ein erhöhtes Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen festgestellt.

Der Einsatz einer Kuhtraineranlage führte zu Verlängerungen der Güstzeiten und zu einem erhöhten Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen.

Hinsichtlich der Höhe der festen Krippenrückwand wurde festgestellt, dass deutliche Überschreitungen (50 cm) der empfohlenen Höhe der Krippenrückwand zu verlängerten Güstzeiten und zu einem erhöhten Risiko für das Auftreten von Puerperalstörungen führten. Bei deutlicher Überschreitung des empfohlenen Krippensohlenniveaus (+25 cm) kam es zu verlängerten Verzögerungszeiten und verlängerten Zwischenbesamungszeiten. Bei Unterschreitung traten verlängerte Rastzeiten und erhöhte KB-Zahlen auf.

Die Beschaffenheit des Stand-/Liegeplatzbodens zeigte unerwartete Beziehungen zur Fruchtbarkeit. Tiere, deren Stand-/Liegeflächen mit Gummimatten ausgelegt waren, hatten verlängerte Verzögerungszeiten und ein erhöhtes Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen gegenüber Tieren, die auf Stand-/Liegeflächen ohne Auflage standen.

Aus den Beziehungen zwischen der Stegbreite bzw. der Schlitzweite von Kotrosten zur Fruchtbarkeit lässt sich ableiten, dass zunächst die Bedürfnisse der Tiere hinsichtlich der Auftrittfläche im Vordergrund stehen, und dass der hygienische Aspekt nach Ablauf der Rastzeit an Bedeutung gewinnt.

Aufgrund der festgestellten Beziehungen zwischen den Zielvariablen und einigen Tierkörpermaßen lässt sich ableiten, dass größere Tiere trotz kürzerer Rastzeiten schlechter konzipieren. Zudem neigen Tiere mit längeren Becken zu Störungen im Puerperium und zu höheren KB-Zahlen.

Im Vergleich der beiden Rassen „Schwarzbunt“ und „Rotbunt“ traten bei den rotbunten Tieren längere Rastzeiten und kürzere Gützeiten auf.

Mit zunehmender Laktationsnummer der Tiere wurden verlängerte Verzögerungszeiten und verlängerte Gützeiten vorgefunden. Mit Zunahme des Erstkalbealters kam es ebenfalls zu einer Verlängerung der Gützeit sowie zu einer Erhöhung der KB-Zahl.

Eine hohe Milchmengenleistung wirkt nicht generell negativ auf die Fruchtbarkeit. Es wurde jedoch eine negative Beziehung zwischen einer hohen Einsatzleistung und der Ovarfunktion festgestellt. Das Risiko für das Auftreten von Ovarstörungen stieg mit zunehmender Milchmenge im ersten Probegemelk post partum.

Aus der Variablengruppe „allgemeiner Ernährungszustand und Versorgungsstatus“ fanden sich statistisch wie bei FISCHER (1996 /51/) gesicherte Beziehungen zur Fruchtbarkeit für die Parameter „Ernährungszustand fett“, „Ernährungszustand mager“, für die Blutplasmagehalte an freien Fettsäuren, Bilirubin, Glucose, Harnstoff, Gesamteiweiß, β -Carotin, Calcium, Magnesium, Phosphat, GPT und GLDH sowie für den Milcheiweiß- und den Milchfettgehalt.

Unter den Kriterien, die den allgemeinen Gesundheitszustand der Tiere beschreiben, waren es die Creatin-Kinasekonzentration im Blutplasma sowie die Antikörpertiter gegen das IBR/IPV-Virus, Chlamydia psittaci und Coxiella burnetii mit Beziehungen zur Fruchtbarkeit.

Aus den allgemeinen klinischen Untersuchungen wurden für den Pflegezustand, den Zustand der Klauen sowie das Auftreten von Gelenkverdickungen, Hautläsionen und Schwanzräude Beziehungen zu den Zielvariablen gefunden. Die Beziehungen sind jedoch teilweise widersprüchlich und können nicht eindeutig interpretiert werden (s. auch FISCHER, 1996 /51/).

In Übereinstimmung mit den Ergebnissen von FISCHER (1996 /51/) wurden aus der Variablengruppe „gynäkologischen Status“ für die Variablen Uterusinvolution, Sekret im Vaginallumen, Progesteronkonzentration im Blutplasma und Cervicitis die Beziehungen zu Zielvariablen festgestellt.

8 Summary

The purpose of this study is to point up the interactions between factors from the husbandry environment and the fertility of dairy cattle.

The analysis is based on data of 495 dairy cows from 15 dairy farms which were collected between August 8th, 1991 and August 21st, 1992. For the survey of data, a distinction was made between parameters being surveyed only once, parameters being surveyed during five visits on the farms and those being surveyed daily by the farmers. The five visits for each farm were regularly spread over the whole examination period. The survey was done in cooperation with Mrs. Kirsten Fischer whose study (FISCHER, 1996 /51/) and following publications (/47/, /46/) are based on the gynaecological data and data of clinical and physiological parameters of the animals.

The analyses of the interactions occurred through gradually multiple linear regressions and gradually multiple logistic regressions.

In the linear regression models the variables "service period", "retarding interval", "open period", "services per conception (KB number)" and "insemination interval" were used as target variables (dependant variables) as well as "occurrence of ovarian disorders" and "occurrence of puerperal disorders" in the logistic regression models.

In addition to the data of husbandry environment and those who refer to each animal, the present study implicates the data used in the study of FISCHER (1996 /51/) describing the status of animal health and being subjected to the same analysis. New findings and especially new rankings regarding the identified influencing parameters have been expected from the global data analysis which includes the retarding interval and insemination interval as new target variables.

Only once surveyed independent variables were the anamnestic parameters breed^{*)}, age^{*)}, age at first calving^{*)}, lactation number^{*)} and service performance^{*)} (milk yield, milk fat content, milk protein content), the animal body dimensions chest measurement, slanting rump length, height of withers, height of sacrum, chest height, pelvis length, pelvis width and the parameters which describe the husbandry environment of the animals, the air volume available for each animal in the animal housing unit, the quotient of the floor area of the housing and the area of the light-permeable housing cover/casing, the light conditions close to the animal, the technical system for barn climate, negative and positive lying length differences, negative and positive lying width differences, the flexibility of tethering, the side demarcations between the animals, the presence of a cow trainer facility, the height of the fixed crib rear wall, the level of the crib base, the nature of the standing/lying area floor, the width of the dung grid bars and width of the dung grid slots.

The independent variables collected during the farm visits were the sodium content in the urine^{*)}, the clinical-chemical blood parameters β -carotene^{*)}, lactate^{*)}, GOT^{*)}, GPT^{*)}, free fatty acids^{*)}, creatine kinase^{*)}, total bilirubin^{*)}, GLDH^{*)}, glucose^{*)}, urea^{*)}, calcium^{*)}, magnesium^{*)}, phosphorous^{*)}, total protein^{*)}, the antibody titre against the pathogens for IBR/IPV^{*)}, BVD/MD^{*)}, *Coxiella burnetii*^{*)}, *Chlamydia psittaci*^{*)} or *Leptospira*^{*)}, and the clinical parameters body internal temperature^{*)}, nutritional status^{*)}, care status^{*)}, hoof status^{*)}, joint status^{*)}, skin status^{*)} and gynaecological status^{*)} (FISCHER, 1996 /51/). The daily collected parameters by farmers were temperature and relative atmospheric humidity

All collected data were allocated to the relevant reproduction stage for each animal at the time of the data survey. Distinctions were made between ten different classes: class 1: from day 1 to 40 p. p.; class 2: from day 41 to 80 p. p.; class 3: from day 81 to 120 p. p.; class 4: from day 121 p. p. to conception; class 5: from day 1 to 90 after start of gravidity; class 6: from day 91 to 180 after start of gravidity; class 7: from day 181 after start of gravidity. Classes 5 to 7 followed on classes 1 to 4. Data of animals being already gravid at the start of examinations were covered in classes 8 to 10. Class 8 covered the period day 1 to 90 of an existing gravidity, class 9 day 91 to 180 of an existing gravidity, and class 10 day 181 to the date of calving (FISCHER, 1996 /51/).

^{*)} see study FISCHER (1996 /51/)

The dependant variables "service period", "retarding interval", "open period", "insemination interval", "occurrence of ovarian disorders", and "occurrence of puerperal disorders" are suitable as target quantities in the used regression models.

The number of services per conception (KB number) proved less suitable as target variable, because a reduction of the KB number does not necessarily indicate improved fertility. The number can also be reduced by fertility disorders who lead to an extended insemination interval.

From the detected relations between criteria from the husbandry environment and animal fertility it is evident that parameters providing a general description of the husbandry environment (housing volume/large animal unit, average temperature and relative atmospheric humidity values, quotient of light-permeable area in housing casing and housing floor area) are less suitable for description of mutual relations between the fertility of cows and the husbandry environment. Exact descriptions of the environmental conditions must be provided for a concrete quantification of the influences of the husbandry environment on fertility (time curve and level of temperature and relative atmospheric humidity, light intensity in Lox, and duration of light conditions).

Criteria derived from the structural design of the housing casing for the description of the husbandry environment with relations to the fertility were air volume available for the individual animal in the animal housing unit, the light conditions in the barn and the nature of the room air climate system. But the relations were different in their tendencies and could not always be clearly valuated.

By the use of regressions it was possible to demonstrate relations between the target variables and independent variables in the sectors of temperature and relative atmospheric humidity.

On the grounds of the relations determined between the climate factors and the fertility criteria it can be noted that the description of climatic conditions with average values is not particularly suitable for answering the questions posed by this study. Instead, the duration of the pollutant phase is important for the fertility of the animals.

With regard to the technical facilities for the structure the standing/lying places, the results of this study show that structuring in line with animal needs must be observed in order to avoid negative influences on fertility. The facilities must be executed and installed exactly.

Lengths and widths of the standing/lying areas not adapted to the animals have a negative influence on fertility. Contrary to these relations positive relations to fertility were found for negative lying width differences. The reason for this is probably that the shoulder width taken as a basis for measuring the necessary lying width led to elevated target values for the lying width for some animals due to wider shoulder blade positions, and to wrongly negative lying width deviations.

The results of this study show a negative influence of declining freedom of movement on fertility. With increasing tightness of the tethering device there were extended retarding intervals, extended open periods and extended insemination intervals.

With increasing restriction of freedom of movement and with increasing demarcation between the animals, an elevated risk of occurrence of puerperal disorders was ascertained.

The use of a cow trainer facility led to extensions of inter-calving periods and to an increased risk of occurrence of puerperal disorders.

Exceeding the recommended height of the crib rear wall (50 cm) clearly led to extended open periods and an increased risk of occurrence of puerperal disorders. Clearly exceeding the recommended crib base level (+25 cm) led to extended retarding intervals and extended insemination intervals. Lower crib base levels led to extended service intervals and elevated KB numbers.

The nature of the standing/lying place floor showed unexpected relations to fertility. Animals with a standing/lying area lined with rubber mats showed extended retarding intervals and an increased risk of occurrence of ovarian disorders by comparison with animals with a concrete standing/lying area without any lining.

Slat widths and slot widths of dung grid slots must be selected in accordance with animal needs for safe footing and low hoof pressure.

It can be derived from the relations between slat widths or slot widths of dung grids and fertility that after calving the cow has a greater need for a footing area and it appears that after the service period the hygiene aspect becomes more important.

On the basis of the relations ascertained between the target variables and some animal body dimensions, it is possible to derive that larger animals conceive more poorly despite shorter service periods. Furthermore, animals with a longer pelvis tend to suffer disorders in the puerperal period and have higher KB numbers.

In a comparison between the two breeds “Schwarzbunt” (Black Pied) and “Rotbunt” (Red Pied) longer service periods and shorter open periods occurred among the Red Pied cows.

Extended retarding intervals and extended open periods were found with increasing numbers of lactation of the animals. An increase in the age on first calving is related with an extension of the open period and increase of the KB number.

A high milk quantity yield does not generally have a negative effect on fertility. A negative relation was ascertained between a high performance p. p. and the ovarian function. The risk of occurrence of ovarian disorders increased in line with the milk yield in the first milking record p. p.

Similar to FISCHER (1996 /51/) from the variables group “general nutritional and physiological status” statistical significant relations to fertility were found for “nutritional status fat”, “nutritional status lean”, clinical-chemical blood parameters free fatty acids, total bilirubin, glucose, urea, total protein, β -carotene, calcium, magnesium, phosphorous, GPT and GLDH as well as the milk fat content and the milk protein content.

Criteria that describe the general health condition of the animals with relations to fertility were creatine kinase concentration in the blood plasma and the positive antibody titres against the IBR/IPV virus, Chlamydia psittaci and Coxiela burnetii.

Relations to the target variables were found from the general clinical examinations for the care status, the hoof status and the occurrence of joint thickening, skin lesions and tail mange. The relations are partly contradictory, however, and cannot be interpreted unambiguously.

In correspondence with the study of FISCHER (1996 /51/) relations between the gynaecological status of the animals and the fertility were found for variables uterine involution quantities of secretion in the vaginal lumen, progesterone concentration in the blood plasma and cervicitis.

9 Literaturverzeichnis

- /1/ AEHNELT, E. u. H. KONERMANN (1961)
Neuere Untersuchungen über Ursachen und Bekämpfung der Herdensterilität des Rindes.
Züchtungskunde **33**, S. 357-363.
- /2/ ARBEITER, K., E. KNAUS u. M. THURNHER (1983)
Repetitionstest über die Genitalfunktion von Rindern in Abhängigkeit vom
 β -Carotingehalt im Blut.
Zbl. Vet. Med. A **30**, S. 206-213.
- /3/ AVERDUNK, G. (1994)
Züchterische Möglichkeiten zur Verbesserung der Fruchtbarkeit beim Rind.
Züchtungskunde **66**, S. 428-446.
- /4/ BATZ, F.-J. (1990)
Grundvoraussetzungen für eine tiergerechte Milchviehhaltung.
Tierhaltung Band **21**. Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin.
- /5/ BEHRENS, H. (1987)
Haltungssysteme Milchvieh – Vergleich, Bewertung, Verbesserungsansätze.
KTBL-Schrift **315**, S. 124-132.
KTBL, Darmstadt
- /6/ BERCHTHOLD, M. (1983)
Herdensterilität unter besonderer Berücksichtigung der Anöstrie.
Tierärztliche Praxis **11**, S. 37-43.
- /7/ BERMAN, A., Y. FOLMAN, M. KAIM, M. MAMEN, Z. HERZ, D. WOLFENSON,
A. ARIELI, u. Y. GRABER (1985)
Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows
in a subtropical climate.
J. Dairy Sci. **68**, S. 1488–1495.
- /8/ BIANCA, W. (1971)
Die Akklimatisation von Haustieren.
Der Tierzüchter **23**, S. 187-189.
- /9/ BILODEAU-GOESEELS, S. u. J. P. KASTELIC (2003)
Factors affecting embryo survival and strategies to reduce embryonic mortality in cattle.
Canadian Journal of Animal Science **83**, S. 659-671.
- /10/ BLENDL, M. (1979)
Einflüsse von Haltungsverfahren und Stallbetrieb auf die Entstehung von
Luftverunreinigungen.
Dtsch. tierärztl. Wschr. **86**, S. 156-157.
- /11/ BOCKISCH, F.-J. (1990)
Quantifizierung von Interaktionen zwischen Milchkühen und deren Haltungsumwelt als
Grundlage zur Verbesserung von Stallsystemen und ihrer ökonomischen Bewertung.
Habilitationsschrift JLU Gießen, MEG-Schrift **193**, 3. Auflage,
Wiss. Fachverlag Dr. Fleck (1992) (ISBN 3-930600-92-7).

- /12/ BOCKISCH, F.-J. (1989)
Das Maßband gehört dazu.
Agrar-Übersicht **40**, S. 70-72.
- /13/ BOCKISCH, F.-J. (1985)
Beitrag zum Verhalten von Kühen im Liegeboxenlaufstall und Bedeutung für einige Funktionsbereiche.
Dissertation TU München-Weihenstephan, MEG-Schrift **113**.
- /14/ BOCKISCH, F.-J. u. G. KUTSCHER (1987)
Beitrag zur Ausführung von Anbindeställen und deren Auswirkung auf die Milchkühe.
In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung.
KTBL-Schrift **319**.
KTBL, Darmstadt.
- /15/ BOGNER, H. u. A. GRAUVOGL (1985)
Die Beurteilung von Rinderstallungen aus ethologischer Sicht.
In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung.
KTBL-Schrift **307**.
KTBL, Darmstadt.
- /16/ BOGNER, H. u. M. SÜSS (1981)
Einige Anmerkungen zur Gestaltung der technischen Umwelt für Rinder und Scheine.
Züchtungskunde **53**, S. 352-358.
- /17/ BOSTEDT, H. (1990)
Maßnahmen zur Gesunderhaltung der Milchkuhbestände unter besonderer Berücksichtigung der Fertilität.
Züchtungskunde **62**, S. 453-459.
- /18/ BOSTEDT, H., L. E. KOZICKY, K. H. FINGER u. H. KARG (1985)
Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Haltungsbedingungen auf postpartale Regenerationsvorgänge am Genitaltrakt von Milchkühen unter besonderer Berücksichtigung der Progesteronprofile.
Zuchthygiene **20**, S. 17-33.
- /19/ BOUTERS, R. (1983)
Ursachen und Frühdiagnostik von Fruchtbarkeitsproblemen in Rinderherden.
In: Fruchtbarkeit und Fortpflanzungsleistung des Rindes.
Arbeiten der DLG, Band **176**.
DLG-Verlag, Frankfurt a. M.
- /20/ BOXBERGER, J. (1983)
Wichtige Verhaltensparameter von Kühen als Grundlage zur Verbesserung der Stalleinrichtung.
Habilitationsschrift TU München-Weihenstephan, MEG-Schrift **80**.
- /21/ BOXBERGER, J. (1980)
Modernisierung von Anbindeställen für Milchkühe.
Arbeiten der DLG, Band **170**.
DLG-Verlag, Frankfurt a. M.

- /22/ BOXBERGER, J. (1976)
Spezielle Formen der Milchvieh-Anbindehaltung.
Der Tierzüchter **28**, S. 75-77.
- /23/ BOXBERGER, J. u. M. KIRCHNER (1984)
Sind Stallmaße für die Milchkühe heute noch aktuell?
DLG-Mitteilungen **99**, S. 513-514.
- /24/ BOYD, L. J. (1970)
Managing dairy cattle for fertility.
J. Dairy Science **53**, S. 969-972.
- /25/ BOZWORTH, R. W., G. WARD, E. P. CALL u. E. R. BONEWITZ (1972)
Analysis of factors affecting calving interval in dairy cows.
J. Dairy Science **55**, S. 334-338.
- /26/ BRADE, W. u. G. Flachowsky (2005)
Rinderzucht und Milcherzeugung – Empfehlungen für die Praxis, 2. Auflage
Landbauforschung Völkenrode, Bundesanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig.
Deutsche Nationalbibliografie der Deutschen Bibliothek.
- /27/ BUDDE, H. (1987)
Bauliche Maßnahmen zur Verbesserung der Arbeitswirtschaft in Rindviehställen.
Landtechnik **42**, S. 148-150.
- /28/ BUSCH, W. u. V. MANZKE (1997)
Einfluß der Fütterung auf die Fruchtbarkeit beim Rind.
Milchpraxis **35**, S. 138-142.
- /29/ DANNEBERG (1967)
zitiert nach SMIDT, D. /148/.
- /30/ DE KRUIF, A., R. MANSFELD u. M. HOEDEMAKER (1998)
Milchleistung und Fütterung
Tierärztliche Bestandsbetreuung beim weiblichen Rind.
Enke Verlag, Stuttgart.
- /31/ DE KRUIF, A. (1994)
Postpartale Endometritis beim Rind.
Der Praktische Tierarzt **75**, S. 1071-1078.
- /32/ DE KRUIF, A. (1977)
Ein Programm für die Fruchtbarkeitsförderung in Rinderbeständen.
Der Tierzüchter **29**, S. 200-202.
- /33/ DEMPFLÉ, L. (1992)
Berücksichtigung von Fruchtbarkeit und Eutergesundheit in der Rinderzuchtung.
Züchtungskunde **64**, S. 447-457
- /34/ DEPKE (1981)
zitiert nach KAUFMANN, W. /82/.

- /35/ DIRKSEN, G. (1997)
 Stallbau- und Haltungsverfänger als Ursache von Klauen- und Gliedmaßenkrankungen in Rinderbeständen. IV: Ein extremer Gitterrost im Verbund mit anderen Haltungsmängeln in einem Milchkuhbetrieb.
 Der praktische Tierarzt **78**, S. 134-140.
- /36/ DIRKSEN, G. (1996)
 Stallbau- und Haltungsverfänger als Ursache von Klauen- und Gliedmaßenkrankungen in Rinderbeständen. III: Ein überalterter Stall für Kühe in Anbindehaltung.
 Der praktische Tierarzt **77**, S. 1101-1104.
- /37/ DIXON, W. J. (1993)
 BMDP Statistical Software Manual, Volume 1 and 2.
 University of California Press, Berkley, Los Angeles, London.
- /38/ DÜRING, F. (1988)
 Alternative Herdenparameter beim Milchvieh zur Beurteilung des Herdenfruchtbarkeitsmanagements.
 Zuchthygiene **23**, S. 208-218.
- /39/ DÜRING, F. u. E. ERNST (1987)
 Untersuchungen zur Bedeutung betriebsspezifischer Faktoren für Krankheitshäufigkeiten in Milchviehherden.
 Züchtungskunde **59**, S. 327-338.
- /40/ DUNLAP, S. E. u. C. K. VINCENT (1971)
 Influence of postbreeding thermal stress on conception rate in beef cattle.
 J. Animal Science **32**, S. 1216-1218.
- /41/ EKESBO, I. (1966)
 Disease incidence in tied and loose housed dairy cattle.
 Acta Agr. Scand. **15**, S 49-58.
- /42/ ERNST, E. u. F. DÜRING (1988)
 So können Sie im Milchviehstall Kosten sparen.
 DLG-Mitteilungen **103**, S. 742-744.
- /43/ EULER, H.-J. (1990)
 Beitrag zum Zusammenhang zwischen der speziellen Ausführung des Stalls und Fruchtbarkeitsstörungen bei Milchkühen.
 Diplomarbeit am Inst. f. Landtechnik der JLU Gießen.
- /44/ EYRICH, H., K. ZEEB, D. SCHOPPER u. J. UNSHELM (1989)
 Einfluß des Kuhtrainers auf die Brunstsymptomatik bei Milchkühen.
 1. Ausprägung von Brunstsymptomen.
 Tierärztliche Umschau **44**, S. 3-12.
- /45/ FAILING, K.(2004)
 Institut für Veterinärphysiologie der Justus-Liebig-Universität Gießen
 Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung
 Persönliche Mitteilung.

- /46/ FAILING, K., K. FISCHER u. B. HOFFMANN (1998)
Erhebungen zum Fruchtbarkeitsstatus von Milchkühen. Teil 1: Univariate Befundbetrachtung und Zuordnung in Beobachtungsklassen.
Tierärztliche Umschau **53**, S. 372-379.
- /47/ FAILING, K., K. FISCHER u. B. HOFFMANN (1998)
Erhebungen zum Fruchtbarkeitsstatus von Milchkühen. Teil 2: Multifaktorielle Beziehungen zu Blutparametern sowie dem allgemeinen und gynäkologischen Status.
Tierärztliche Umschau **53**, S. 467-480.
- /48/ FAILING, K., K. FISCHER u. B. HOFFMANN (1998)
Epidemiologische Erhebungen zum Fruchtbarkeitsstatus von Milchkühen - Methodische Aspekte bei der Analyse der multifaktoriellen Beziehungen zu Blutparametern sowie dem allgemeinen und gynäkologischen Status.
Internationale Fachtagung „Informationsgewinn und -verarbeitung“ der Fachgruppe „Epidemiologie und Dokumentation“ der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e. V. in Wusterhausen/Dosse, 2.-4.09.1998, S. 158-168
Verlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V., Gießen.
- /49/ FEIDT, H. (1988)
Ein Beitrag zur Darstellung des Einflusses der Stallumwelt auf Leistungsparameter und Abgangsursachen beim Milchvieh in Anbindehaltung.
Diplomarbeit am Inst. f. Landtechnik der JLU Gießen.
- /50/ FEßL, L. (1975)
Aufstellungsbedingte Gliedmaßenerkrankungen beim Rind.
Wien. tierärztl. Mschr. **62**, S. 91-92.
- /51/ FISCHER, K. (1996)
Erhebungen zum Fruchtbarkeitsstatus von Milchkühen, Beziehungen zu Blutparametern sowie dem allgemeinen und gynäkologischen Status – Eine explorative Datenanalyse.
Dissertation JLU Gießen.
- /52/ GARTUNG, J., K. UMINSKI, M. HARTWIG u. C. HOCH (2005)
Investitionsbedarf für Milchviehlaufställe.
Landtechnik **60**, S. 228-229.
- /53/ GOTTSCHALK, A. (1986)
Welche Rolle spielt die Exterieurbewertung in der Rinderzucht?
Der Tierzüchter **38**, S. 194-196.
- /54/ GRAF, B. (1979)
Spaltenbodenhaltung bei Mastochsen.
Wiss. Mitt. der Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 48.
- /55/ GRAVERT, H. O. (1980)
Zuchtwertschätzung.
In: COMBERG, G. (Hrsg.), Tierzüchtungslehre.
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- /56/ GRAVERT, H. O. (1980)
Milchleistung und Melkbarkeit.
In: COMBERG, G. (Hrsg.), Tierzüchtungslehre.
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

- /57/ GROENEWOLD, J. R., W. HOLTZ u. C. JONGELING (1980)
Einfluß des Leistungsniveaus, der Haltungsform und der Herdengröße auf die Fruchtbarkeit in Milchkuhbeständen.
Der Tierzüchter **32**, S. 461-464.
- /58/ GROMMERS (1967)
zitiert nach VAN DIETEN, S. W. J. /163/.
- /59/ GROTH, W. (1985)
Kriterium für die Beurteilung von Haltungssystemen für Milchkühe und Mastbullen aus klinischer Sicht.
Tierärztliche Umschau **40**, S. 739-750.
- /60/ GROTH, W. (1984)
Mängel im Haltungssystem als Ursache von Gliedmaßenschäden bei Rindern.
Tierärztliche Umschau **39**, S. 196-201.
- /61/ GRÜNDER, H. D. (1991)
Aussagefähigkeit von Blutuntersuchungsbefunden.
Der praktische Tierarzt **72**, Suppl. XXII, S. 12-17.
- /62/ GRUNERT, E. (1997)
Eierstockzysten beim Rind.
Schwäbischer Bauer **49**, Nr. 14
- /63/ GRUNERT, E. u. E. BLESENKEMPER (1980)
Untersuchungen über die mögliche Beeinflussung der Zwischenkalbezeit bei Rindern der Rasse „Deutsche Schwarzbunte“.
Zuchthygiene **15**, S. 162-172.
- /64/ GRUNERT, E. u. M. BERCHTHOLD (1999)
Zentral hypophysär bedingte Störung der Ovarfunktion.
In: GRUNERT, E. u. A. DE KRUIF (Hrsg.). Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind, S. 112-135.
Parey Buchverlag, Berlin.
- /65/ GRUNERT, E. u. H. A. POGGEL (1973)
Beziehungen zwischen Ovarialzysten und Milchleistung beim Rind.
Zuchthygiene **8**, S. 55-62.
- /66/ GWAZDAUSKAS, F. C., C. J. WILCOX u. W. W. THATCHER (1975)
Environmental and managemental factors affecting conception rate in a subtropical climate.
J. Dairy Science **58**, S. 88-92.
- /67/ HARING, H. J. F. (1971)
Die Fruchtbarkeit in der Zuchtzielsetzung beim Rind.
Der Tierzüchter **23**, S. 214-216.
- /68/ HARING, H. J. F. (1971)
Was kostet einmal Umbullen?
Der Tierzüchter **23**, S. 681.

- /69/ HARTUNG, J (1988)
Zur Einschätzung der biologischen Wirkung von Spurengasen der Stallluft mit Hilfe von zwei bakteriellen Kurzzeittests.
Fortschr. Ber. VDI-Reihe 15, Nr. 56, VDI-Verlag, Düsseldorf.
- /70/ HAUPTMANN, J. (1966)
Zaklady etologie skotu.
zitiert nach SÜSS, M. u. U. ANDREAE /156/.
- /71/ HAYES, J. F., R. F. CUE, H. G. MONARDES, (1992)
Estimates of repeatability of reproductive measures in Canadian Holsteins.
J. Dairy Science **75**, S. 1701-1706.
- /72/ HEIDRICH, H.-D., K. ARCULARIS, M. GÜNTHER, W. MARKAU u. E. WOLL (1968)
Zur Entstehung einiger Gesundheitsschäden bei Kühen in Kotrostanbindeställen.
Monatshefte Vet. Med. **23**, S. 856-861.
- /73/ HERKNER, S., C. LANKOW, T. HEIDENREICH u. K. PANZER (2002)
Mindestsommerluftvolumenströme für Hochleistungskühe.
Landtechnik **57**, S. 286-287.
- /74/ HEUSSER, H. u. M. RIST (1970)
Die Bedeutung nichtklimatischer Stallfaktoren für das Tier.
Schweizerische Landwirtschaftliche Monatshefte **48**, S. 250-262.
- /75/ HINRICHSSEN, J. K. u. R. KONOLD (1979)
Die Fruchtbarkeit beim Rind und ihre Beziehung zu Stallsystemen und verschiedenen anderen Einflußgrößen.
Zuchthygiene **14**, S. 31-36.
- /76/ HOFFMANN, B. (1971)
Praktische Erfahrungen in der Progesteronbestimmung in der Milch zur Erfassung des Fertilitätszustandes bei der Kuh.
Tierärztl. Umschau **30**, S. 134.
- /77/ INGRAHAM, R. H., D. D. GILLETTE u. W. D. WAGNER (1974)
Realtionship of temperature and humidity to conception rate of Holstein cows in subtropical climate.
J. Dairy Science **57**, S. 476-481.
- /78/ JÄKEL, L (2005)
Betriebliche Einflüsse auf die Fruchtbarkeit.
Nutztierpraxis aktuell, S. 16-19.
- /79/ KÄMMER, P. u. U. SCHNITZER (1975)
Die Stallbeurteilung am Beispiel des Ausruheverhaltens von Milchkühen.
KTBL, Darmstadt.
- /80/ KALTENBÖCK, K. (1972)
Vorschläge zur Verbesserung oder zum Neubau von Rinderställen.
Wien. Tierärztl. Mschr. **59**, S. 65-76.

- /81/ KARG, H. (1976)
Auf dem Weg zur Faktorenanalyse der Unfruchtbarkeitsursachen beim Rind.
6. Hülsenberger Gespräche der Schaumann-Stiftung zur Förderung der Agrarwissenschaften. Schriftenreihe der Schaumann-Stiftung zur Förderung der Agrarwissenschaften.
Verlagsgesellschaft für tierzüchterische Nachrichten, Hamburg.
- /82/ KAUFMANN, W. (1983)
Einflüsse der Fütterung und des Leistungsniveaus auf die Fruchtbarkeit beim Milchvieh.
In: Fruchtbarkeit und Fortpflanzungsleistung des Rindes.
Arbeiten der DLG, Band **176**.
DLG-Verlag, Frankfurt a. M.
- /83/ KLEIBER, H. (1966)
Liegzeitenvergleich von Milchkühen bei Anbindehaltung mit Stroheinstreu und strohloser Haltung auf Gummimatten.
Archiv f. Tierzucht **9**, S. 139-143.
- /84/ KOHLI, E. (1987)
Auswirkungen des Kuhtrainers auf das Verhalten von Milchvieh.
Der Praktische Tierzüchter **68**, S. 34-44.
- /85/ KOHLI, E. (1987)
Vergleich des Abliegeverhaltens von Milchkühen auf der Weide und im Anbindestall: Neue Aspekte des Abliegeverhaltens.
In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung.
KTBL-Schrift **319**.
KTBL, Darmstadt.
- /86/ KOHLI, E. u. P. KÄMMER (1985)
Funktionelle Ethologie am Beispiel Rind: Die Beurteilung zweier Anbindesysteme aufgrund einer Indikatorenliste.
In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung.
KTBL-Schrift **307**.
KTBL, Darmstadt.
- /87/ KOLB, E. (1986)
Neuere biochemische Erkenntnisse zum molekularen Mechanismus der Entstehung von Fortpflanzungsstörungen bei Nutztieren bei Belastung in Hinblick auf deren Verhütung.
Tierzucht **40**, S. 178-180.
- /88/ KOLLER G. u. M. SÜSS (1984)
Stallbau und Haltung.
In: BOGNER, H. u. A. GRAUVOGL (Hrsg.), Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere.
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- /89/ KOLLER, G., K. HAMMER, B. MITTRACH u. M. SÜSS (1981)
Rindviehställe.
Handbuch für landwirtschaftliches Bauen 1.
Verlagsunion Agrar,
DLG-Verlag, Frankfurt a. M.

- /90/ KORDTS, E. u. O. GRAVERT (1972)
 Untersuchungen über den Einfluß von künstlichem Licht und Bewegung auf die Fruchtbarkeit der Kuh.
 Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **24**, S. 15-22.
- /91/ KOZICKI, L. E. (1982)
 Über den postpartalen Zyklusverlauf bei Kühen unter verschiedenen Haltungsbedingungen.
 Dissertation JLU Gießen.
- /92/ KRÄUSSLICH, H. u. K. SPRINGMANN (1987)
 Warum hohe Fruchtbarkeit so wichtig ist.
 DLG-Mitteilungen **102**, S. 228-230.
- /93/ KRÄUSSLICH, H., K. OSTERKORN u. H. RICHTER (1977)
 Der Einfluß der Rastzeit auf verschiedene Fruchtbarkeitsparameter.
 Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. **90**, S. 55-57.
- /94/ KUTSCHER, G. (1997)
 Untersuchungen zur haltungstechnischen Umwelt von Milchkühen hinsichtlich Fruchtbarkeitsgeschehen und Gesundheitsstatus.
 Dissertation JLU Gießen.
- /95/ LANGHOLZ, H. J. (1976)
 Beziehungen zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit beim Rind in Milchviehherden mit Kostenkontrolle.
 6. Hülsenberger Gespräche der Schaumann-Stiftung zur Förderung der Agrarwissenschaften. Schriftenreihe der Schaumann-Stiftung zur Förderung der Agrarwissenschaften.
 Verlagsgesellschaft für tierzüchterische Nachrichten, Hamburg.
- /96/ LASSON, E. (1976)
 Untersuchungen über die Anforderungen von Rindern an die Wärme- u. Härteeigenschaften von Stand- und Liegeflächen.
 Dissertation TU München-Weihenstephan.
- /97/ LEUKKUNEN, A. u. U. B. LINDSTRÖM (1981)
 Genetic and environmental factors affecting return rates, embryo losses and fertilization of ova in artificially inseminated cows.
 Z. Tierzüchtg. Züchtgsbiol. **98**, S. 102-107.
- /98/ LOTTHAMMER, K.-H. (1992)
 Fütterung und Fruchtbarkeit von Milchrindern.
 Züchtungskunde **64**, S. 432-446.
- /99/ LOTTHAMMER, K.-H. (1987)
 Gesundheitsüberwachung in Milchviehbeständen.
 Aktuelle Themen der Tierernährung und Veredlungswirtschaft.
 Lohmann Tierernährung
- /100/ LOTTHAMMER, K.-H. (1987)
 Fruchtbarkeitsstörungen – was tun?
 DLG-Mitteilungen **102**, S. 232-234.

- /101/ LOTTHAMMER, K.-H. (1984)
Ursachen und Maßnahmen beim primär nicht infektiösen Genitalkatarrh des Rindes.
Der Praktische Tierarzt **65**, Suppl. XV, S. 79-84.
- /102/ LOTTHAMMER, K.-H. (1981)
Gesundheits- und Fruchtbarkeitsstörungen beim Milchrind.
Tierärztliche Praxis **9**, S. 541-551.
- /103/ LOTTHAMMER, K.-H. (1980)
Erfahrungen mit Betriebsanalysen bei bestandsweise auftretenden Gesundheits- u.
Fruchtbarkeitsstörungen in Milchrinderherden – Korrekturen, Ergebnisse, Folgerungen.
Der Tierzüchter **32**, S. 275-277.
- /104/ LOTTHAMMER, K.-H. (1974)
Häufige Fütterungsfehler als Ursache der Herdensterilität.
Der Praktische Tierarzt **55**, Suppl. 1973, S. 38-42.
- /105/ LOTTHAMMER, K.-H. u. L. RIGELNIK (1970)
Zusammenhänge zwischen Zuckerrübenblattfütterung und Fruchtbarkeit in
Rinderbeständen.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. **77**, S. 445-448.
- /106/ LUFT, J. (1990)
Ein Beitrag zum Einfluß der Umwelt- und Haltungsbedingungen bei einsteuloser
Anbindehaltung auf die Leistungs- und Gesundheitsparameter beim Milchvieh.
Diplomarbeit am Inst. f. Landtechnik der JLU Gießen.
- /107/ MACK, G., A. WEIDELE, O. DISTL u. J. ZEDDIES (1997)
Grenznutzen der Leistungsverbesserung in der Milchproduktion.
Züchtungskunde **69**, S. 322-333.
- /108/ MÄCKLE, N. (1977)
Herdenmanagement, das Fruchtbarkeitsproblem Nr. 1 – Möglichkeiten seiner
Beeinflussung.
Der Tierzüchter **29**, S. 378-380.
- /109/ MANSFELD, R., A. DE KRUIF, M. HOEDEMAKER u. W. HEUWIESER (1999)
Fruchtbarkeitsüberwachungen auf Herdenbasis
In: GRUNERT, E. u. A. DE KRUIF (Hrsg.), Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind,
3. Auflage, S. 337-350.
Parey Buchverlag, Berlin.
- /110/ MARSCHANG, F. (1990)
Mistgase können gefährlich werden.
Der Tierzüchter **42**, S. 160-161.
- /111/ MARSCHANG, F. (1989)
Das Thermometer mißt nicht alles.
Der Tierzüchter **41**, S. 296-298.
- /112/ MARSCHANG, F. (1986)
Streß beeinflusst die Fruchtbarkeit.
Der Tierzüchter **38**, S. 246-247.

- /113/ MATZKE, P. (1975)
Haltungsschäden bei Milchvieh in modernen Aufstellungsformen.
Tierärztliche Praxis **3**, S. 15-26.
- /114/ MATZKE, P. u. G. KOLLER (1971)
Haltungsbedingte Beinschäden beim Rind.
Der Tierzüchter **23**, S. 505-506.
- /115/ MATZKE, P. u. G. KOLLER (1971)
Haltungsbedingte Euterschäden beim Rind.
Der Tierzüchter **23**, S. 558-560.
- /116/ MC CLURE (1970)
zitiert nach MEYER, H. /120/.
- /117/ MC CLURE (1965)
zitiert nach MEYER, H. /120/.
- /118/ MENNING, J. (1999)
Stallklima: Mit einfachen Geräten selbst messen.
Neue Landwirtschaft **H2**, S. 72-75.
- /119/ METZNER, R. (1976)
Kennwerte für tiergemäße Versorgungseinrichtungen des Kurzstandes für Fleckviehkühe.
Dissertation TU München-Weihenstephan.
- /120/ MEYER, H. (1971)
Fütterung und Fruchtbarkeit bei der Hochleistungskuh.
Der Tierzüchter **23**, S. 673-676.
- /121/ MIETTINEN, P. V. A. (1992)
Einfluß der Fütterung auf Energiebilanz und Fruchtbarkeit bei Milchkühen.
Tierärztliche Praxis **20**, S. 149-152.
- /122/ MILLER, J. M. u. M. J. VAN DER MAATEN (1984)
Reproductive tract lesions in heifers after intrauterine inoculation with infectious bovine
rhinotracheitis virus.
Am. J. Vet. Res. **45**, S. 790-794.
- /123/ MÖRCHEN, F. (1967)
Richtige Standlängenbemessung in Anbindeställen mit Staukanalgefälleentmischung.
Tierzucht **21**, S. 586-590.
- /124/ MONTY, D. E. u. L. K. WOLFF (1974)
Summer heat stress and reduced fertility in Holstein-Friesian cows in Arizona.
Am. J. Vet. Res. **35**, S. 1495-1500.
- /125/ NOHNER, H. P., P. HOCKE u. R. HAHN (1990)
Technopathien bei Milchkühen.
Der Tierzüchter **42**, S. 22-23.

- /126/ ORDOLFF, D. (1974)
Übersicht über die derzeitigen Anbindestallverfahren in der Milchviehhaltung.
zitiert nach EICHHORN, H., Haltungsverfahren (Gebäude und Einrichtungen) Rinder.
In: COMBERG, G. u. J. K. HINRICHSEN (Hrsg.), Tierhaltungslehre.
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- /127/ OREŠNIK, A. (1992)
Managementfehler als Ursache verminderter Reproduktionsleistung.
Wien. Tierärztl. Mschr. **79**, S. 166-170.
- /128/ OVER, R. (2006)
Wirtschaftlichkeit einer langen Nutzungsdauer.
Infodienst der Landwirtschaftsverwaltung des Ministeriums für Ernährung und ländlichen
Raum Baden-Württemberg.
Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume (LEL),
Schwäbisch Gmünd.
- /129/ PIATKOWSKI, B. (1989)
Fütterung und Fruchtbarkeit der Milchkühe.
Tierzucht **43**, S. 52-53.
- /130/ REINBRECHT, L. (1970)
Untersuchungen zum Verhalten von Milchkühen im Anbindestall und im Laufstall.
Schweizerische Landwirtschaftliche Monatshefte **48**, S. 182-184.
- /131/ RIECK, G. W., K. ZEROBIN (1985)
Zuchthygiene Rind.
Schriftenreihe Pareys Studentexte 46.
Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- /132/ RIST, M. u. J. OLIVIER (1971)
Beitrag zur Ermittlung des Freßbereiches und einer tiergerechten Krippenform bei
Milchkühen.
Schweizerische Landwirtschaftliche Monatshefte **49**, S. 369-374.
- /133/ SACHS, L. (1992)
Angewandte Statistik, 7. Auflage.
Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- /134/ SAMBRAUS, H. H. (1983)
Wege zu einer tiergerechten Rinderhaltung.
Schweizerische Landwirtschaftliche Monatshefte **61**, S. 201-212.
- /135/ SAMBRAUS, H. H. (Hrsg.) (1978)
Nutztierethologie; Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere – Eine angewandte
Verhaltenskunde für die Praxis.
Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg.
- /136/ SCHAMS, D., G. TOTH, E. SCHALLENBERGER, B. HOFFMANN u. H. KARG (1976)
Relationship between hormonal parameters and ovarian morphology as observed by
pelviscopy during the oestrus cycle in cattle.
Proc. VIIIth Int. Congr. Anim. Reprod. Artif. Insem. Krakow 229
zitiert nach KARG, H. /81/.

- /137/ SCHLAAK, W. (1964)
Einflüsse auf Sexualfunktion und Fruchtbarkeit des Rindes.
Vet. Med. Nachrichten **44**, S. 215-239.
- /138/ SCHLICHTING, M. C. u. D. SMIDT (1987)
Haltungssysteme Milchvieh – Vergleich, Bewertung, Verbesserungsansätze.
KTBL-Schrift **315**, S.104-123.
KTBL, Darmstadt.
- /139/ SCHLICHTING, M. C. u. D. SMIDT (1985)
Versuch einer ethologischen Bewertung von Milchviehhaltungssystemen.
In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung.
KTBL-Schrift **307**.
KTBL, Darmstadt.
- /140/ SCHMEER, N. (1988)
Vergleichende Untersuchungen zur IgG1- und IgG2-Immunantwort des Rindes auf die obligat intrazellulären Infektionserreger *Coxiella burnetii* und *Clamidia psittaci*: Ein Beitrag zur differenzierten Serodiagnose des bovinen Q-Fiebers und der bovinen Clamydiose.
Habilitationsschrift Vet. Med, JLU Gießen
- /141/ SCHMIDL, M. u. VON FORSTNER (1985)
zitiert nach FISCHER, K. /51/.
- /142/ SCHNITZER, U. (1971)
Abliegen, Liegestellungen und Aufstehen beim Rind im Hinblick auf die Entwicklung von Stalleinrichtungen für Milchvieh.
KTBL-Bauschrift **10**.
KTBL, Frankfurt a. M.
- /143/ SCHOPPER, D., H. EYRICH, K. ZEEB u. J. UNSHELM (1989)
Einfluß des Kuhtrainers auf die Brunstsymptomatik bei Milchkühen.
2. Ovarfunktion und Häufigkeit der stillen Brunst.
Tierärztliche Umschau **44**, S. 72-78.
- /144/ SCHREIBER, G. (1953)
Untersuchung über den Einfluß der Stallverhältnisse auf das Fortpflanzungsgeschehen der Rinder.
Züchtungskunde **24**, S. 107-121.
- /145/ SEIBERT, B. u. B. SENFT (1984)
Stalltechnik als Krankheitsursache. Teil 1: Technopathien in der Rinderhaltung.
Der Tierzüchter **36**, S. 297-299.
- /146/ SILVA, H. M., C. J. WILCOX, W. W. THATCHER, R. B. BECKER u. D. MORSE (1992)
Factors affecting days open, gestation length, and calving interval in Florida dairy cattle.
J. Dairy Science **75**, S. 288-293.
- /147/ SMIDT, D. (1980)
Reproduktionsleistung.
In: COMBERG, G. (Hrsg.), Tierzüchtungslehre.
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

- /148/ SMIDT, D. (1971)
Betrachtungen zur Fruchtbarkeit bei Deutschen Schwarzbunten.
Der Tierzüchter **23**, S. 467-469.
- /149/ SMIDT, D. u. M. C. SCHLICHTING (1987)
Haltungssysteme Milchvieh – Vergleich, Bewertung, Verbesserungsansätze.
KTBL-Schrift **315**, S.133-141.
KTBL, Darmstadt.
- /150/ SOMMER, H. u. D. KOWERTZ (1975)
Zur Entwicklung der Abgangsursachen von Milchkühen seit 1950.
Der Tierzüchter **27**, S. 423-426.
- /151/ STEIGER, A. u. G. MEHLHORN (1976)
Erhöhung der Fortpflanzungsleistung beim Rind durch richtige Ausnutzung des Lichtes.
Tierzucht **30**, S. 436-438.
- /152/ STEPHAN, E. (1974)
Anforderungen der produzierenden Haustiere an die Umwelt unter Berücksichtigung von
Leistung und Gesundheit.
In: COMBERG, G. u. J. K. HINRICHSSEN (Hrsg.), Tierhaltungslehre.
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- /153/ STOCKINGER, C. (1995)
In: Wirtschaftliche Milchviehhaltung und Rindermast.
DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- /154/ STÖBER, M. u. H. D. GRÜNDER (1990)
In: ROSENBERGER, G. (Hrsg.), Die klinische Untersuchung des Rindes.
Blackwell Verlag, Berlin.
- /155/ SÜSS, M. (1987)
Körpermaße beim Rind.
Der Tierzüchter **39**, S. 246-248.
- /156/ SÜSS, M. u. U. ANDREAE (1984)
Spezielle Ethologie Rind.
In: BOGNER, H. u. A. GRAUVOGL (Hrsg.), Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere.
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- /157/ SWALVE, H. (1990)
Leistungsniveau, Gewichte und Körpermaße der DLG-Kühe.
Der Tierzüchter **42**, S. 58-60.
- /158/ THAMLING, C.-H. (1980)
Für Milchkühe – Anbinde- oder Laufstall?
Der Tierzüchter **32**, S. 408-411.
- /159/ THATCHER, W. W. (1974)
Effects of season, climate and temperature on reproduction and lactation.
J. Dairy Science **57**, S. 360-368.

- /160/ TROXLER, J. (1981)
Das Tierverhalten als Grundlage zur Beurteilung von Haltungssystemen.
Schweizerische Landwirtschaftliche Monatshefte **59**, S. 171-176.
- /161/ TSCHANZ, B. u. P. KÄMMER (1977)
Verhaltensbiologische Ansätze zur Beurteilung von Liegeboxen.
Der Tierzüchter **29**, S. 151-153.
- /162/ VAN CAENEGEM, L. u. B. WECHSLER (2000)
Stallklimawerte und ihre Berechnung.
Schriftenreihe der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und
Landtechnik, Tänikon, Nr. 51, S.39.
- /163/ VAN DIETEN, S. W. J. (1971)
Betriebsinflüsse auf die Fruchtbarkeit des Rindes.
Der Tierzüchter **23**, S. 676-679.
- /164/ WANDER, J. F. (1976)
Verhaltensanpassung der Nutztiere an moderne Stallsysteme durch Übung, Gewöhnung
und Lernen.
Der Tierzüchter **28**, S. 314-316.
- /165/ WANDER, J. F. (1975)
Zur Haltung von Absatzkälbern und Jungvieh in Liegeboxenlaufställen.
Landtechnik **30**, S. 401-405.
- /166/ WANDER, J. F. (1975)
Tieransprüche an Haltungseinrichtungen.
Landtechnik **30**, S. 465-468.
- /167/ WANNER, M. (1991)
Fütterung und Fruchtbarkeit der Milchkuh.
Der Praktische Tierarzt **72**, Suppl. XXII, S. 9-12.
- /168/ WATHES, D. C. (1992)
Embryonic mortality and the uterine environment.
Journal of Endocrinology **134**, S. 321-325.
- /169/ WEISS, G. (1989)
Untersuchungen an Milchkühen auf adspektorisch und palpatorisch feststellbare Schäden
in Abhängigkeit von der Ausführung des Anbindestalls.
Dissertation JLU Gießen.
- /170/ WENNER, H. L., J. BOXBERGER, M. ESTLER, K. H. KROMER, H. SCHÖN u.
A. STREHLER (1986)
Landtechnik Bauwesen. Teil B: Verfahrenstechniken.
Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup.
- /171/ WENNRICH, G. (1978)
Anpassungsfähigkeit.
In: SAMBRAUS, H. H. (Hrsg.), Nutztierethologie.
Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.

- /172/ WILLINGER, H. (1971)
Kritik moderner Aufstallungsformen bei der Rinderhaltung.
Wien. Tierärztl. Mschr. **58**, S. 108-112.
- /173/ YOUNAS, M., J. W. FUQUAY, A. E. SMITH u. A. B. MOORE (1993)
Estrous and endocrine responses of lactating Holsteins to forced ventilation during summer.
J. Dairy Science **76**, S. 430-436.
- /174/ ZEDDIES, J. (1977)
Zur wirtschaftlichen Bedeutung der Fruchtbarkeit in der Milcherzeugung.
Der Tierzüchter **29**, S. 204-207.
- /175/ ZEEB, K. (1987)
Tierhaltenorm und Bedarfsdeckungskonzept.
Deutsche tierärztliche Wochenschrift **94**, S. 91-93.
- /176/ ZEEB, K. (1987)
Tierschutzprobleme bei der Haltung von Rindern.
Tierärztliche Umschau **42**, S. 526-532
- /177/ ZEEB, K. (1970)
Haltungsbedingte Beeinträchtigung der Fortpflanzung bei Rindern.
Der Tierzüchter **22**, S. 493-494.
- /178/ ZEEB, K. (1969)
Futtertragform und Freßverhalten beim Rind.
KTBL-Mauskriptdruck Nr. **18**.
KTBL, Frankfurt a. M.
- /179/ ZEEB, K. (1968)
Beobachtungen und ethologische Überlegungen bei stallbedingten Schäden in einigen Rinderbeständen.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. **75**, S. 630-632.
- /180/ ZEHLE, H. H. (1982)
Lichtregime und Fruchtbarkeit bei Kühen.
Monatshefte Vet. Med. **37**, S. 877-880.
- /181/ ZEITLER-FEICHT, M. (1988)
Schlechtere Luft macht krank.
DLG-Mitteilungen **103**, S. 516-518.
- /182/ ZEROBIN, K. (1983)
Biologische Grundlagen und wirtschaftliche Bedeutung der Fruchtbarkeit beim Rind.
In: Fruchtbarkeit und Fortpflanzungsleistung des Rindes. Arbeiten der DLG, Band **176**.
DLG-Verlag, Frankfurt a. M.
- /183/ ZÖLDAG, L. (1983)
Streß und Fortpflanzungsstörungen beim Rind.
1. Mitteilung: Einfluß von Stressoren auf den Geschlechtszyklus.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. **90**, S. 152-156.

- /184/ ZÖLDAG, L. (1983)
 Streß und Fortpflanzungsstörungen beim Rind.
 2. Mitteilung: Einfluß von Stressoren auf die Trächtigkeit.
 Dtsch. Tierärztl. Wschr. **90**, S.184-187.

sonstige Quellen

- /185/ ARBEITSGEMEINSCHAFT DEUTSCHER RINDERZÜCHTER e.V. -ADR-
 Rinderproduktion in der Bundesrepublik Deutschland.
 Jahresberichte 1970-2002.
 ADR, Bonn.
- /186/ ARBEITSGRUPPE WIEDERKÄUER DES BUNDESMINISTERIUMS FÜR GESUNDHEIT
 UND FRAUEN (2004)
 Programm zur Bekämpfung von Fruchtbarkeitsstörungen in der österreichischen
 Rinderhaltung zur Verbesserung des Gesundheits- und Leistungszustandes der
 Rinderbestände.
 Amtliche Veterinärnachrichten, Nr. 10a.
- /187/ BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND
 VERBRAUCHERSCHUTZ (2003)
 Agrarbericht.
www.bmelv-statistik.de.
- /188/ BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND
 LANDWIRTSCHAFT (2001)
 Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung
 tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung (Tierschutz-
 Nutztierhaltungsverordnung – TierSchNutzV).
 Bundesgesetzblatt Jahrgang 2001 Teil I Nr. 54, S. 2758-2762.
- /189/ DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT e.V. -DLG-
 DLG-Prüfberichte, Stallbodenbeläge für Rinder.
 DLG, Frankfurt am Main.
- /190/ DEUTSCHE VETERINÄRMEDIZINISCHE GESELLSCHAFT e.V. -DVG- (1976)
 Arbeitswerte in der Laboratoriumsdiagnostik.
 Kalender für die tierärztliche Praxis.
 DVG, Gießen.
- /191/ HESSISCHES MINISTERIUM FÜR JUGEND, FAMILIE UND GESUNDHEIT (1993)
 Erlass vom 6. Oktober 1993.
 HMJFG, Wiesbaden
- /192/ NORMENAUSSCHUSS BAUWESEN (NABAU) IM DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR
 NORMUNG e.V. (1992)
 DIN 18910 Wärmeschutz geschlossener Ställe – Wärmedämmung und Lüftung.
 Planungs- und Berechnungsgrundlagen.
 Beuth Verlag GmbH, Berlin.

10 **Abbildungsverzeichnis**

Abb.-Nr.		Seite
1	Zeitkomponenten der Fruchtbarkeit beim Rind unter Besamungsbedingungen (nach AVERDUNK, 1994 /3/)	17
2	Die biologische Rastzeit beeinflussende endogene und exogene Faktoren (nach GRUNERT und BLESENKEMPER, 1980 /63/)	18
3	Entwicklung der Schulterbreite beim schwarzbunten Niederungsvieh (nach WANDER, 1975 /166/)	21
4	Liegeformen von Kühen (nach KÄMMER und SCHNITZER, 1975 /79/)	24
5	Zonen thermischer Indifferenz (nach BIANCA, 1971 /8/)	28
6	Die Position des äußeren Hüfthöckers in gleichen Zeitabständen beim Abliegen (Film Oester) (nach TSCHANZ und KÄMMER, 1977 /161/)	31
7	Klauen- und Gelenkzustand in Abhängigkeit von der Liegelängendifferenz (LLD) (nach BOCKISCH, 1990 /11/)	33
8	Klauen- und Gelenkzustand in Abhängigkeit von der Liegebreitendifferenz (LBD) (nach BOCKISCH, 1990 /11/)	33
9	Klauengeschwüre an den Hintergliedmaßen in Abhängigkeit der theoretisch idealen Anbindestandlänge (nach WEISS, 1989 /169/)	34
10	Kumulative Stressorwirkung auf den Geschlechtszyklus (nach ZÖLDAG, 1983 /183/)	37
11	Durchschnittliche Anteile (%) verschiedener Einflussfaktoren auf die Fruchtbarkeit von Milchrindern (nach LOTTHAMMER, 1992 /98/)	39
12	Auswirkungen eines unterschiedlichen Verlaufs der Laktationskurve (nach LOTTHAMMER, 1992 /98/)	41
13	Beziehung zwischen der Rohprotein-Versorgung (in g unter bzw. über dem Tagesbedarf) und der Fruchtbarkeit von Milchkühen (nach LOTTHAMMER und RIGELNIK, 1970 /105/)	42
14	Konzeptionsrate von Milchkühen in Abhängigkeit zur Umgebungstemperatur 1 Tag p. i. (nach GWAZDAUSKAS et al., 1975, /66/)	47
15	Primär stallumweltbedingte Abgänge in Abhängigkeit von der maximalen Stalltemperatur (nach BOCKISCH, 1990 /11/)	48
16	Primär stallumweltbedingte Abgänge in Abhängigkeit von der minimalen Stalltemperatur (nach BOCKISCH, 1990 /11/)	49
17	Beziehungen zwischen Konzeptionsrate und temperature-humidity-index (THI) zwei Tage vor Insemination (nach INGRAHAM et al., 1974 /77/)	50
18	Zwischenkalbezeit (ZKZ) in Abhängigkeit von der theoretischen Liegelängen- und Liegebreitenabweichung (nach BOCKISCH, 1990 /11/)	54

Abb.-Nr.	Seite
19	Erfassung der Brustbreite (b) (nach WANDER, 1975 /166/)	61
20	Erfassung verschiedener Tierkörpermaße (nach WANDER et al.; aus BOCKISCH, 1990 /11/, modifiziert)	61
21	Zusammenhänge zwischen Zielvariablen und unabhängigen Variablen	67
22	Betriebs- und einzeltierbezogene durchschnittliche Rast- und Verzögerungszeiten	73
23	Betriebs- und einzeltierbezogene durchschnittliche Gützeiten und deren Spannen	73
24	Betriebs- und einzeltierbezogene Besamungsintervalle und Besamungsindices	73
25	Durchschnittliche einzeltierbezogene Einsatzleistung der Tagesgemelkmenge	76
26	Durchschnittliche einzeltierbezogene Einsatzleistung des Michfett- und Milcheiweißgehalts	76
27	Durchschnittlicher Luftraum je GV nach Betrieben	78
28	Stallgrundfläche je m ² lichtdurchlässiger Fläche in der Stallhülle und subjektive Beurteilung der Lichtverhältnisse in Tiernähe	78
29	Phasen mit Temperaturen über 24 °C nach Betrieben	81
30	Phasen mit relativer Luftfeuchtigkeit unter 60 % nach Betrieben	82
31	Phasen mit relativer Luftfeuchtigkeit über 80 % nach Betrieben	82
32	Höchster und niedrigster NH ₃ -Gehalt der Stallluft in unmittelbarer Nähe der Tiere nach Betrieben	83
33	Höchster und niedrigster NH ₃ -Gehalt der Stallluft nach Untersuchungsperioden	83
34	Stand-/Liegeplatzlängen (arithmetischer Mittelwert und Spannen) nach Betrieben	84
35	Stand-/Liegeplatzbreiten (arithmetischer Mittelwert und Spannen) nach Betrieben	85
36	Klassenmittelwerte der erfassten Temperaturen	93
37	Klassenmittelwerte der erfassten Daten der relativen Luftfeuchtigkeit	95
38	Vergleich von durchschnittlicher Temperatur und durchschnittlicher relativer Luftfeuchtigkeit zur Morgen- und Abendmelkzeit nach Klassen	96

11 Tabellenverzeichnis

Tab.-Nr.		Seite
1	Heritabilitäten für verschiedene Fertilitätsmerkmale beim weiblichen Rind	16
2	Trächtigkeitsdauer hiesiger für die Milcherzeugung genutzter Rinder (nach RIECK u. ZEROBIN, 1985 /131/)	18
3	Entwicklung von Milchleistungsparametern in den alten Bundesländern der Bundesrepublik Deutschland in den Jahren 1970 bis 2002 (nach ADR /185/)	20
4	Entwicklung einiger Tierkörpermaße der DLG-Kühe von 1960 bis 1989 (nach SWALVE, 1990 /157/; Auszug)	21
5	Entwicklung von Abkalberate, Non-Return-Rate 60–90 und Zwischenkalbezeit in der Bundesrepublik Deutschland (alte Bundesländer) von 1970 bis 2002 (nach ADR /185/)	22
6	Abgangsursachen in Milchleistungsprüfungsbetrieben der Bundesrepublik Deutschland (alte Bundesländer) (nach SOMMER u. KOWERTZ, 1975 /150/ und ADR /185/)	22
7	Berechnungsgrundlagen für tierindividuell angepasste Längen und Breiten von Stand-/ Liegeflächen.....	24
8	Schadgasgehalte in der Außenluft und Anforderungen an die Gehalte im Stall (nach ZEITLER-FEICHT, 1988 /181/).....	29
9	Höchstwerte für Gase im Aufenthaltsbereich für Kälber (TierSchNutzV, 2001 /188/).....	29
10	Fruchtbarkeit der Kühe mit normalem (Gesund-AA) und erhöhtem (> 0,07 mmol/l) Azetoazetat-Gehalt (Erhöht-AA), mit normalem (Gesund-HB) und erhöhtem (≥ 0,5 mmol/l) β-Hydroxybutyrat-Gehalt (Erhöht-HB) im Blut 50 Tage p. p. (nach MIETTINEN, 1992 /121/).....	41
11	Beziehungen zwischen dem Blutharnstoffgehalt (3/4 Wochen p. p.) und dem Fruchtbarkeitsgeschehen (nach DEPKE, 1981 /34/).....	42
12	Einfluss des Versorgungsgrades einiger Mengen- und Spurenelemente auf die Fruchtbarkeitsleistung von Kühen (nach BUSCH u. MANZKE, 1997 /28/).....	43
13	Fütterungsfehler in der Laktation und ihre Auswirkungen auf die Gesundheit sowie Fruchtbarkeit von Milchkühen in der Folgelaktation (nach LOTTHAMMER, 1992 /98/)	44
14	Fütterungsfehler in der Hochträchtigkeit und ihre Auswirkungen auf die Gesundheit sowie Fruchtbarkeit von Milchkühen (nach LOTTHAMMER, 1992 /98/)	45
15	Verschiedene Indikatoren für den Versorgungsstatus von Milchkühen (nach LOTTHAMMER, 1992 /98/)	46
16	Korrelationskoeffizienten zwischen Klimadaten und der Konzeptionsrate von Holstein-Kühen (nach INGRAHAM et al., 1974 /77/)	49

Tab.-Nr.	Seite
17	Beziehungen zwischen Luftfeuchtigkeit und Leistungen, Erkrankungsfrequenzen und Fertilitätsabgangsraten (nach LUFT, 1990 /106/)	50
18	Zusammenhang zwischen Fenster/Boden-Quotienten und nachgewiesenen Fertilitätsstörungen (nach SCHREIBER, 1953 /144/)	51
19	Mittelwertvergleich einiger Leistungsparameter in Abhängigkeit der Lichtverhältnisse (nach FEIDT, 1988 /49/)	51
20	Fruchtbarkeitsparameter in Abhängigkeit von der Beleuchtungsdauer und -intensität (nach ZEHLE, 1982 /180/)	52
21	Zustand der Lüftung, Stallklimadaten, Auftreten von Krankheiten und Abgänge wegen Unfruchtbarkeit (nach LUFT, 1990 /106/)	52
22	Zusammenhang zwischen dem Auftreten der 1. Brunst p. p. und der 1. Besamung p. p. und der Liegeplatzlänge (nach EULER, 1990 /43/)	53
23	Fruchtbarkeitskriterien von Herden mit kurzen (S) und langen (L) Zwischenkalbezeiten (ZKZ) (nach BOZWORTH et al., 1972 /25/)	56
24	Untersuchungsperioden und ihre zeitliche Abfolge	59
25	Einmalig erhobene einzeltierbezogene Daten	60
26	Einmalig erhobene Daten zur Haltungsumwelt (gemessen und berechnet)	62
27	Einmalig erhobene Daten zur Haltungsumwelt (visuell erfasst und subjektiv beurteilt)	62
28	Während jeder Untersuchungsperiode für alle Tiere erhobene einzeltierbezogene Daten	63
29	Während jeder Untersuchungsperiode für alle nicht tragenden Tiere erhobene einzeltierbezogene Daten	64
30	Während jeder Untersuchungsperiode erhobene Daten zur Haltungsumwelt	65
31	Täglich erhobene Daten zur Haltungsumwelt	65
32	Einteilung von Phasen des Reproduktionszyklus' in Klassen	66
33	Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung der tierindividuell erforderlichen Länge und Breite des Stand-/Liegeplatzes (BOCKISCH, 1990 /11/)	67
34	Korrelationen der parallelen Klimaaufzeichnungen mittels Thermo-Hygrographen und Handaufzeichnungen durch die Landwirte	70
35	Einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwertwiederholungen der Stallklimafaktoren „relative Luftfeuchtigkeit“, „Temperatur“ und „NH ₃ -Gehalt“ für den Parameter „Stallbereich“	71
36	Fruchtbarkeitskennzahlen der untersuchten Tiere	72

Tab.-Nr.		Seite
37	Rassenverteilung der untersuchten Tiere.....	74
38	Alter der untersuchten Tiere bei der untersuchungsrelevanten Kalbung	74
39	Durchschnittliches Erstkalbealter der untersuchten Tiere	75
40	Durchschnittsleistungen der untersuchten Laktationen.....	76
41	Einsatzleistungen der untersuchten Laktationen	76
42	Erfasste Körpermaße der untersuchten Tiere	77
43	Raumlufttechnische Systeme in den untersuchten Betrieben.....	79
44	Durchschnittliche niedrigste und höchste Temperaturen in den untersuchten Betrieben	79
45	Temperaturen nach Betrieben.....	80
46	Relative Luftfeuchtigkeit nach Betrieben.....	81
47	Durchschnittliche Dimensionierung der Stand-/Liegeplätze in den untersuchten Betrieben	84
48	Fixierung und Steuerung der Tiere nach Betrieben.....	85
49	Ausführung und Verlegung der Futterkrippen nach Betrieben	86
50	Bodenbelag der Stand-/Liegeflächen und Kotroste nach Betrieben.....	86
51	Soll-Ist-Vergleich der Liegelängen und daraus resultierende Liegelängendifferenzen (Berechnungsgrundlage nach BOCKISCH, 1990 /11/).....	87
52	Soll-Ist-Vergleich der Liegebreiten und daraus resultierende Liegebreitendifferenzen (Berechnungsgrundlage nach BOCKISCH, 1990 /11/).....	88
53	Temperatur zur Morgenmelkzeit nach Klassen.....	89
54	Temperatur zur Abendmelkzeit nach Klassen.....	90
55	Durchschnittliche Minimaltemperatur nach Klassen	90
56	Durchschnittliche Maximaltemperatur nach Klassen.....	90
57	Tägliche Temperaturspanne nach Klassen	91
58	Niedrigster Temperaturwert nach Klassen	91
59	Höchster Temperaturwert nach Klassen.....	92
60	Maximale Temperaturspanne nach Klassen	92
61	Relative Luftfeuchtigkeit zur Morgenmelkzeit nach Klassen	93
62	Relative Luftfeuchtigkeit zur Abendmelkzeit nach Klassen	94

Tab.-Nr.	Seite
63	Niedrigste relative Luftfeuchtigkeit nach Klassen	94
64	Höchste relative Luftfeuchtigkeit nach Klassen.....	94
65	Differenz zwischen höchstem und niedrigstem Wert relativer Luftfeuchtigkeit nach Klassen.....	95
66	Stand-/Liegeplatzlänge nach Klassen.....	96
67	Stand-/Liegeplatzbreite nach Klassen	97
68	Größe der Liegefläche nach Klassen.....	97
69	Höhe der festen Krippenrückwand nach Klassen.....	98
70	Krippensohlenniveau nach Klassen.....	98
71	Breite der Kotroststege nach Klassen.....	98
72	Weite der Kotrostschlitze nach Klassen.....	99
73	Liegelängendifferenz (LLD) nach Klassen	99
74	Liegebreitendifferenz (LBD) nach Klassen.....	100
75	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Rastzeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 1	103
76	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Verzögerungszeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 1.....	103
77	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Güstzeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 1.....	104
78	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „KB-Zahl“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 1.....	104
79	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Zwischenbesamungszeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 1.....	105
80	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Rastzeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 2.....	106
81	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Verzögerungszeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 2.....	106
82	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Güstzeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 2.....	107
83	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „KB-Zahl“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 2.....	107
84	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Zwischenbesamungszeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 2.....	108

Tab.-Nr.	Seite
85	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Rastzeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 3 109
86	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Verzögerungszeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 3 109
87	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Güstzeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 3 110
88	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „KB-Zahl“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 3 111
89	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Zwischenbesamungszeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 3 111
90	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Rastzeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 4 112
91	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Verzögerungszeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 4 113
92	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Güstzeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 4 113
93	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „KB-Zahl“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 4 114
94	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Zwischenbesamungszeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 4 114
95	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Rastzeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 10 115
96	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Verzögerungszeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 10 115
97	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Güstzeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 10 116
98	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „KB-Zahl“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 10 117
99	Schrittweise multiple lineare Regression zwischen der abhängigen Variable „Zwischenbesamungszeit“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 10 117
100	Schrittweise multiple logistische Regression zwischen der abhängigen Variable „Auftreten von Ovarstörungen“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 1 119
101	Schrittweise multiple logistische Regression zwischen der abhängigen Variable „Auftreten von Puerperalstörungen“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 1 120
102	Schrittweise multiple logistische Regression zwischen der abhängigen Variable „Auftreten von Ovarstörungen“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 2 120

Tab.-Nr.	Seite
103	Schrittweise multiple logistische Regression zwischen der abhängigen Variable „Auftreten von Puerperalstörungen“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 2	121
104	Schrittweise multiple logistische Regression zwischen der abhängigen Variable „Auftreten von Ovarstörungen“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 3	122
105	Schrittweise multiple logistische Regression zwischen der abhängigen Variable „Auftreten von Puerperalstörungen“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 3	122
106	Schrittweise multiple logistische Regression zwischen der abhängigen Variable „Auftreten von Ovarstörungen“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 4	123
107	Schrittweise multiple logistische Regression zwischen der abhängigen Variable „Auftreten von Puerperalstörungen“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 4	124
108	Schrittweise multiple logistische Regression zwischen der abhängigen Variable „Auftreten von Ovarstörungen“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 10	125
109	Schrittweise multiple logistische Regression zwischen der abhängigen Variable „Auftreten von Puerperalstörungen“ und den unabhängigen Variablen der Klasse 10	125
110	Zusammenfassung der Ergebnisse der schrittweisen multiplen linearen Regressionen zwischen den klassenbezogenen unabhängigen Variablen und der abhängigen Variable „Rastzeit“ für die Klassen 1 bis 4 und 10	131
111	Zusammenfassung der Ergebnisse der schrittweisen multiplen linearen Regressionen zwischen den klassenbezogenen unabhängigen Variablen und der abhängigen Variable „Verzögerungszeit“ für die Klassen 1 bis 4 und 10	132
112	Zusammenfassung der Ergebnisse der schrittweisen multiplen linearen Regressionen zwischen den klassenbezogenen unabhängigen Variablen und der abhängigen Variable „Güstzeit“ für die Klassen 1 bis 4 und 10	133
113	Zusammenfassung der Ergebnisse der schrittweisen multiplen linearen Regressionen zwischen den klassenbezogenen unabhängigen Variablen und der abhängigen Variable „KB-Zahl“ für die Klassen 1 bis 4 und 10	134
114	Zusammenfassung der Ergebnisse der schrittweisen multiplen linearen Regressionen zwischen den klassenbezogenen unabhängigen Variablen und der abhängigen Variable „Zwischenbesamungszeit“ für die Klassen 1 bis 4 und 10	135
115	Zusammenfassung der Ergebnisse der schrittweisen multiplen logistischen Regressionen zwischen den klassenbezogenen unabhängigen Variablen und der abhängigen Variable „Auftreten von Ovarstörungen“ für die Klassen 1 bis 4 und 10....	139
116	Zusammenfassung der Ergebnisse der schrittweisen multiplen logistischen Regressionen zwischen den klassenbezogenen unabhängigen Variablen und der abhängigen Variable „Auftreten von Puerperalstörungen“ für die Klassen 1 bis 4 und 10	140

12 **Anhang**

Allgemeine und spezielle Betriebsdaten I											
Betrieb:	Name: _____	Nr. _____									
	Straße: _____										
	Ort: _____										
	Tel.: _____										
Ausbildung des Betriebsleiters:											
<input type="checkbox"/> Gehilfe <input type="checkbox"/> Meister <input type="checkbox"/> Techniker <input type="checkbox"/> Diplom-Landwirt											
<input type="checkbox"/> hauptberuflich <input type="checkbox"/> nebenberuflich											
Arbeitskräfte im Stall: _____											
Landnutzungsfläche: _____ ha											
Herdbuchbetrieb: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein seit: _____											
MLP-Mitglied seit: _____ Betriebskennziffer: _____											
Tierbestand:											
Anzahl der Milchkühe: _____ Rasse: _____											
Nachzucht: bis 6 Monate: _____											
6 Monate bis 2 Jahre: _____											
über 2 Jahre: _____											
<input type="checkbox"/> eigene Nachzucht <input type="checkbox"/> zugekaufte Nachzucht											
<input type="checkbox"/> Zuchtbulle											
<input type="checkbox"/> Mastrinder											
<input type="checkbox"/> andere Nutztiere: _____											
Fütterung:											
<u>Grundfutter:</u>											
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Sommerfütterung</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Winterfütterung</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">Qualität</td> </tr> <tr> <td>Grundfutterarten</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">_____</td> </tr> </table>					Sommerfütterung	Winterfütterung	Qualität	Grundfutterarten	_____	_____	_____
	Sommerfütterung	Winterfütterung	Qualität								
Grundfutterarten	_____	_____	_____								
Häufigkeit der Vorlage: _____											
Freßzeiten: _____											

Abb. A1: Erhebungsbogen „Allgemeine und spezielle Betriebsdaten I“

Allgemeine und spezielle Betriebsdaten III			
Lichtverhältnisse:			
natürliches Licht:	<input type="checkbox"/> hell	<input type="checkbox"/> normal	<input type="checkbox"/> dunkel
künstliche Beleuchtung:	<input type="checkbox"/> hell	<input type="checkbox"/> normal	<input type="checkbox"/> dunkel
Beleuchtung:	Anzahl: _____	Art: _____	
Luftverhältnisse:			
Art des Lüftungssystems: _____			
Zustand des Systems: _____			
Luftrate des Systems: _____			
Luftströme u. -geschwindigkeiten: _____			
Schadgasgehalt der Luft: _____			
Aufstallung:			
Anordnung der Stände:			
Futtertisch/-gasse:	<input type="checkbox"/> befahrbar	<input type="checkbox"/> nicht befahrbar	
Kuhtrainer:	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
Krippenform: _____	-bodenniveau: _____	-weite: _____	
Krippenrückwand: Höhe: _____ cm	Ausführung: <input type="checkbox"/> fest <input type="checkbox"/> flexibel		
Art der Anbindung:			
Flexibilität: _____			
Verankerung: <input type="checkbox"/> Krippenanker <input type="checkbox"/> Bodenanker			
Standplatz:			
Länge: _____ cm	Breite: _____ cm		
Standflächengestaltung: <input type="checkbox"/> Beton <input type="checkbox"/> Gummimatte			
Trennung der Tiere: <input type="checkbox"/> Bügel <input type="checkbox"/> Bügel mit Gurt <input type="checkbox"/> keine			
<input type="checkbox"/> nach jeder Kuh <input type="checkbox"/> nach jeder zweiten Kuh			
Trennbügelmaße: Höhe über Standfläche: _____ cm			
Länge: _____ cm Breite: _____ cm			
Gitterrosttiefe: _____ cm			
Stegbreite: _____ cm		Spaltbreite: _____ cm	
Stegausführung: <input type="checkbox"/> plan <input type="checkbox"/> gewölbt			

Abb. A3: Erhebungsbogen „Allgemeine und spezielle Betriebsdaten III“

Allgemeine und spezielle Betriebsdaten IV	
Ausführung Tränkebecken:	<input type="radio"/> Doppeltränkebecken <input type="radio"/> Einfachtränkebecken
Anordnung Tränkebecken:	<input type="radio"/> über der Krippe <input type="radio"/> über der Standfläche <input type="radio"/> Höhe über der Standfläche: _____ cm
Anzahl der Tränkebecken:	<input type="radio"/> 1/Kuh <input type="radio"/> 1/zwei Kühe
Kuhtrainer:	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
Hygiene und Tiergesundheit:	
Verschmutzungsgrad des Stalles:	<input type="radio"/> stark <input type="radio"/> mittel <input type="radio"/> wenig
Verschmutzungsgrad der Stände:	<input type="radio"/> stark <input type="radio"/> mittel <input type="radio"/> wenig
Insektenbekämpfung:	<input type="radio"/> regelmäßig <input type="radio"/> unregelmäßig <input type="radio"/> keine wann: _____ wie oft: _____
Desinfektion des Stalles:	<input type="radio"/> regelmäßig <input type="radio"/> unregelmäßig <input type="radio"/> keine wann: _____ wie oft: _____
Kalken der Wände:	<input type="radio"/> regelmäßig <input type="radio"/> unregelmäßig <input type="radio"/> keine wann: _____ wie oft: _____
Sauberkeit der Tiere:	<input type="radio"/> gut <input type="radio"/> mittel <input type="radio"/> schlecht
regelmäßige Klauenpflege:	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
Enthornung:	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
regelmäßiger Einsatz von Trockenstellern	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein wenn ja, wann: _____
Parasitenprophylaxe: Endoparasiten:	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
Ektoparasiten:	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
Impfungen:	<input type="radio"/> nein <input type="radio"/> ja welche: _____

Abb. A4: Erhebungsbogen „Allgemeine und spezielle Betriebsdaten IV“

Individuelle Tierdaten I	
Allgemeinuntersuchung:	
Name/Stallnummer: _____	Ohrmarke: _____
Rasse: _____	Geburtsdatum: _____
Laktation: _____	
Datum der letzten Abkalbung: _____ letzte KB: _____	
Abgang: <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja,	
Ursache: <input type="checkbox"/> Fertilitätsstörungen <input type="checkbox"/> Eutererkrankungen	
<input type="checkbox"/> Klauenerkrankungen <input type="checkbox"/> Sonstiges	
Tierkörpermaße: Widerristhöhe: _____ cm Kreuzbeinhöhe _____ cm	
schräge Rumpfl.: _____ cm Beckenbr.: _____ cm	
Beckenl.: _____ cm Brustbr.: _____ cm	
Brustumfang: _____ cm Euterfreiheit: _____ cm	
Allgemeinbefinden: <input type="checkbox"/> nicht , <input type="checkbox"/> leicht , <input type="checkbox"/> stark gestört	
Körperinnentemperatur: _____ °C	
Ernährungszustand: <input type="checkbox"/> fett <input type="checkbox"/> mager	
Pflegezustand: <input type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schlecht	
Zustand der Klauen: <input type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schlecht	
Zustand der Gelenke: vorne links: <input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> geschwollen	
vorne rechts: <input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> geschwollen	
hinten links: <input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> geschwollen	
hinten rechts: <input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> geschwollen	
Hautläsionen: vo/li: <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> leichte <input type="checkbox"/> mittlere <input type="checkbox"/> schwere	
vo/re: <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> leichte <input type="checkbox"/> mittlere <input type="checkbox"/> schwere	
hi/li: <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> leichte <input type="checkbox"/> mittlere <input type="checkbox"/> schwere	
hi/re: <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> leichte <input type="checkbox"/> mittlere <input type="checkbox"/> schwere	
Schwanzräude: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
Labmagenoperation: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
Eutererkrankungen: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
Trockenstellen: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	

Abb. A5: Erhebungsbogen „Individuelle Tierdaten I“

Individuelle Tierdaten II	
Gynäkologische Untersuchung:	
Name/Stallnummer: _____	Ohrmarke: _____
Rasse: _____	Geburtsdatum: _____
Laktation: _____	
Datum der letzten Abkalbung: _____, tragend <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
Datum der letzten KB: _____	
Verlauf der letzten Geburt:	<input type="checkbox"/> allein <input type="checkbox"/> leichte Zughilfe <input type="checkbox"/> schwere Zughilfe
Stoffwechselstörungen p.p.:	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, welche _____
Retentio secundinarum :	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja
Puerperalstörungen:	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, welche Therapie _____
Abort:	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, in welchem Stadium der Gravidität: _____
Beobachteter Brunstgrad:	<input type="checkbox"/> nicht aufgetreten <input type="checkbox"/> kaum erkennbar <input type="checkbox"/> vermindert <input type="checkbox"/> deutlich
Beobachtete Brunstdauer:	<input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> verlängert
Sonstige Beobachtungen:	

Abb. A6: Erhebungsbogen „Individuelle Tierdaten II“

BESTAND:		DATUM:		
VORBERICHT	Kuh (Name/NR.)			
	Nachgeburtsverh.			
	letzte KB			
	letzte Geburt			
REKTALE UNTERSUCHUN G	Uterus i. p. a. p. Grav.			
	Zervix			
	Ovar li. Bl Cl opF Maße			
	Ovar re. Bl Cl opF Maße			
	Sonstiges			
ÄÜBERES GENITAL	Vulvaschluß (+ / -)			
	Perineum			
	Verletzung (+ / -)			
	Ausfluß (+ / -)			
	Vestibulum			
KOLPOSKOPIE	Vagina			
	Portio			
	Sekret			
	EI / EII / EIII			

Abb. A7: Erhebungsbogen „Gynäkologische Untersuchung“

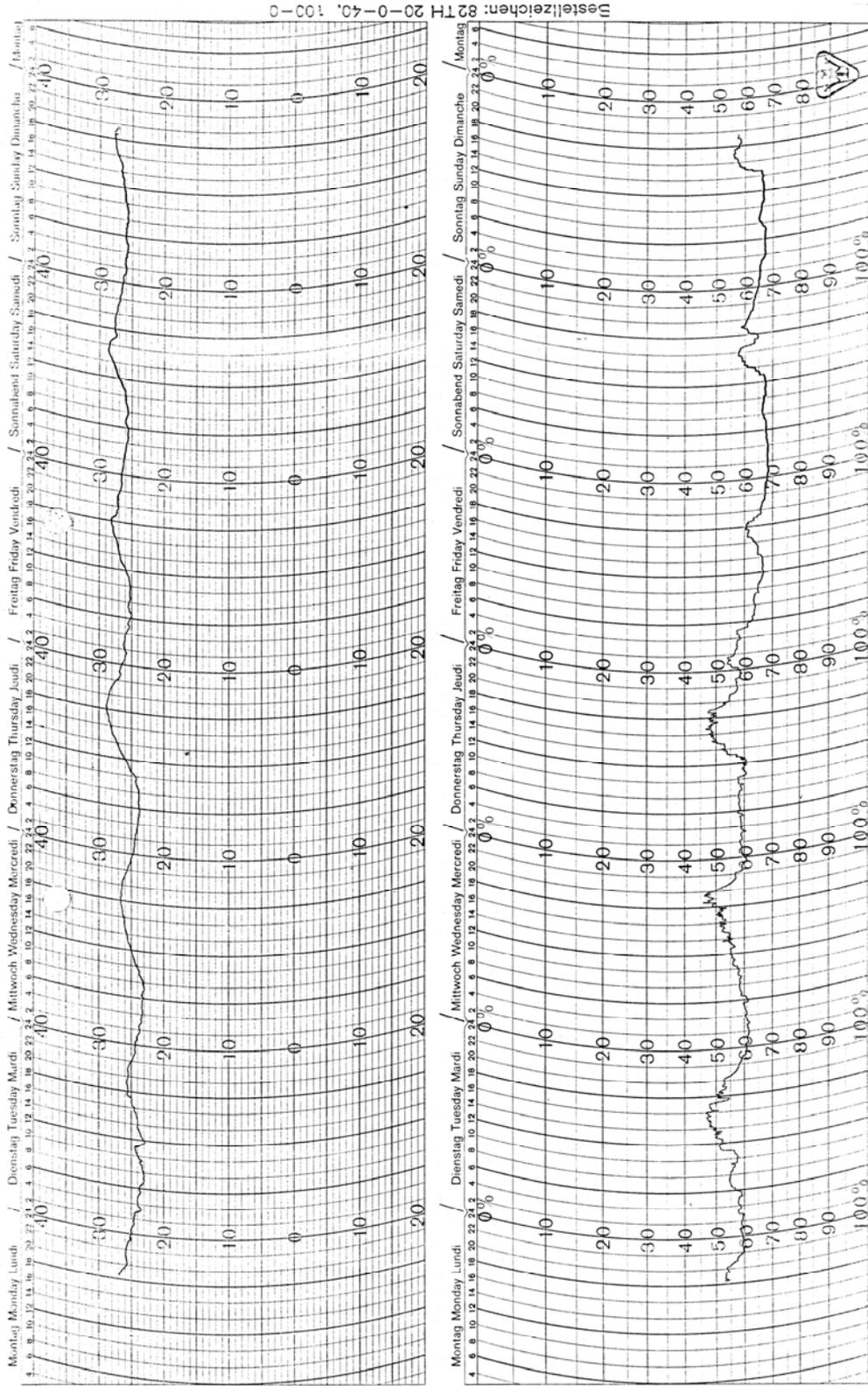


Abb. A8: Parallele Aufzeichnung von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit durch Thermo-Hygrographen

Tab. A1: Temperatur in den Betrieben nach Untersuchungszeitpunkt

Betrieb	Unter- suchungs- durchgang	Unter- suchungs- tag	Anzahl der Messungen	durchschnittliche Temperatur [°C]	niedrigster gemessener Wert [°C]	höchster gemessener Wert [°C]	Spanne [°C]
1	3	180	7	11,57	10,5	12,5	2
	4	273	9	17,39	17	18	1
	5	362	7	27,36	29,5	24	5,5
2	3	181	4	15,63	15	16	1
	4	274	8	21,00	21	21	0
	5	363	9	23,56	23	24	1
3	3	182	4	13,50	12,5	14,5	2
	4	278	6	16,00	15	17,5	2,5
	5	364	5	26,10	26	26,5	0,5
4	3	194	6	13,42	12,5	14,5	2
	4	285	10	21,70	20,5	22,5	2
	5	377	6	22,25	18,5	23,5	5
5	3	183	5	11,80	11	12,5	1,5
	4	279	-	-	-	-	-
	5	372	5	20,00	20	20	0
6	3	189	3	11,67	11,5	12	0,5
	4	275	6	18,50	18,5	18,5	0
	5	372	8	20,94	20,5	21	0,5
7	3	195	3	10,17	10	10,5	0,5
	4	301	8	20,75	19	22,5	2,5
	5	379	5	28,00	27,5	28,5	1
8	3	178	9	9,74	9,5	10,5	1
	4	302	10	19,65	19	20,5	1,5
	5	374	8	19,88	19	20,5	1,5
9	3	196	-	-	-	-	-
	4	276	8	13,13	13	13,5	0,5
	5	360	11	23,86	23	24	1
10	3	184	5	13,40	13	13,5	0,5
	4	282	7	27,57	27	28	1
	5	371	7	23,14	23	23,5	0,5
11	3	192	6	13,75	12,5	15	2,5
	4	283	10	21,20	20,5	22	1,5
	5	368	-	-	-	-	-
12	3	190	4	14,75	14,5	15	0,5
	4	280	9	22,44	22	23	1
	5	370	-	-	-	-	-
13	3	187	6	11,17	10,5	11,5	1
	4	292	9	26,72	26,5	27	0,5
	5	378	7	28,00	28	28	0
14	3	197	8	13,38	13	14	1
	4	299	8	25,75	25,5	26	0,5
	5	380	7	26,43	26	27	1
15	3	198	9	13,78	13	14,5	1,5
	4	290	10	21,45	19,5	22,5	3
	5	381	7	22,14	21,5	22,5	1

Tab. A2: Relative Luftfeuchtigkeit in den Betrieben nach Untersuchungszeitpunkt

Betrieb	Unter- suchungs- durchgang	Unter- suchungs- tag	Anzahl der Messungen	durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit [%]	niedrigster gemessener Wert [%]	höchster gemessener Wert [%]	Spanne [%]
1	3	180	7	79,4	78	81	3
	4	273	12	73,9	70	76	6
	5	362	8	53,9	50	58	8
2	3	181	6	85,3	84,5	86,5	2
	4	274	11	69,3	66	72	6
	5	363	9	54,2	42	63	21
3	3	182	-	-	-	-	-
	4	278	12	70,7	62	78	16
	5	364	7	61,7	58	64	6
4	3	194	-	-	-	-	-
	4	285	10	51,6	49	56	7
	5	377	8	76,9	74	78	4
5	3	183	-	-	-	-	-
	4	279	7	67,9	65,5	70	4,5
	5	372	5	82,4	80	84	4
6	3	189	-	-	-	-	-
	4	275	11	67,7	62	72	10
	5	372	8	80,6	78	83	5
7	3	195	-	-	-	-	-
	4	301	12	61,8	59	65	6
	5	379	4	72,0	70	74	4
8	3	178	9	77,4	71	80	9
	4	302	19	81,3	77,5	87	9,5
	5	374	7	76,6	75	78	3
9	3	196	-	-	-	-	-
	4	276	14	76,6	73	78	5
	5	360	16	78,9	77	81	4
10	3	184	-	-	-	-	-
	4	282	9	53,6	52	57	5
	5	371	7	52,3	51	54	3
11	3	192	-	-	-	-	-
	4	283	12	77,3	75,5	79,5	4
	5	368	-	-	-	-	-
12	3	190	-	-	-	-	-
	4	280	6	52,5	51	54	3
	5	370	-	-	-	-	-
13	3	187	-	-	-	-	-
	4	292	10	50,6	46	54	8
	5	378	8	54,0	52	58	6
14	3	197	-	-	-	-	-
	4	299	15	56,6	52	62	10
	5	380	8	64,5	63	66	3
15	3	198	-	-	-	-	-
	4	290	15	66,1	63	70	7
	5	381	18	68,3	61	74	13

Tab. A3: NH₃-Gehalt in den Betrieben nach Untersuchungszeitpunkt

Betrieb	Unter- suchungs- durchgang	Unter- suchungs- tag	Anzahl Messungen	durchschnittlicher NH ₃ -Gehalt der Luft [ppm]	niedrigster gemessener Wert [ppm]	höchster gemessener Wert [ppm]	Spanne [ppm]
1	1	1	-	-	-	-	-
	2	89	2	2,5	2,5	2,5	0
	3	180	4	2,56	1,75	3,75	2
	4	273	4	1,87	1,5	2,5	1
	5	362	4	2	1	3,5	2,5
2	1	3	-	-	-	-	-
	2	91	2	2	1,5	2,5	1
	3	181	3	3,17	2,5	4	1,5
	4	274	3	4	4	4	0
	5	363	5	1,1	0,5	2	1,5
3	1	5	1	2,25	-	-	-
	2	90	2	1,5	1	2	1
	3	182	3	0,92	0	1,75	1,75
	4	278	3	1,33	0,5	2,5	2
	5	364	3	1,17	0,5	2,5	2
4	1	7	2	1,37	1	1,75	0,75
	2	96	2	2,62	2,5	2,75	0,75
	3	194	3	2,33	1,5	2,75	1,25
	4	285	5	1,3	1	2,5	1,5
	5	377	3	2,5	1,5	4	2,5
5	1	8	2	1	1	1	0
	2	97	2	0,75	0,5	1	0,5
	3	183	3	2,17	2	2,5	0,5
	4	279	3	2	1	3,5	2,5
	5	372	3	2,67	2,5	3	0,5
6	1	9	3	3,42	2,75	4,75	2
	2	98	2	2,75	2,75	2,75	0
	3	189	3	1,5	1	2	1
	4	275	3	2,83	2,5	3	0,5
	5	372	4	2,25	2	3	1
7	1	11	3	1,83	1,5	2	0,5
	2	98	2	2,5	2,5	2,5	0
	3	195	1	4	-	-	-
	4	301	4	1,56	1	1,75	0,75
	5	379	3	3	2	4	2
8	1	13	3	2,67	2,5	2,75	0,25
	2	87	2	0,5	0,5	0,5	0
	3	178	4	0,5	0,5	0,5	0
	4	302	6	1	0,75	1,5	0,75
	5	374	4	1,12	1	1,5	0,5

Tab. A3 (Fortsetzung): NH₃-Gehalt in den Betrieben nach Untersuchungszeitpunkt

Betrieb	Unter- suchungs- durchgang	Unter- suchungs- tag	Anzahl Messungen	durchschnittlicher NH ₃ -Gehalt der Luft [ppm]	niedrigster gemessener Wert [ppm]	höchster gemessener Wert [ppm]	Spanne [ppm]
9	1	15	4	0,75	0,5	1	0,5
	2	94	4	1,37	0,75	2	1,25
	3	196	4	1,81	1	2,75	1,75
	4	276	6	1,25	0,5	3	2,5
	5	360	4	0	0	0	0
10	1	16	2	1,5	1,5	1,5	0
	2	100	2	2,75	2,5	3	0,5
	3	184	3	3	2,5	3,5	1
	4	282	4	2,62	2	4	2
	5	371	4	0,87	0,5	2	1,5
11	1	17	3	1,42	0,75	1,75	1
	2	101	2	3,37	2,75	4	1,25
	3	192	4	2,5	2,5	2,5	0
	4	283	6	1,67	0,5	3	2,5
	5	368	5	1,8	1	2,5	1,5
12	1	19	-	-	-	-	-
	2	99	2	0	0	0	0
	3	190	3	0,33	0	0,5	0,5
	4	280	3	0,75	0,75	0,75	0
	5	370	4	0,75	0,5	1	0,5
13	1	21	4	2,5	2,25	2,75	0,5
	2	108	2	2,5	2,5	2,5	0
	3	187	4	2,19	1,5	2,5	1
	4	292	4	2,75	1,5	3,5	2
	5	378	3	2,17	2	2,5	0,5
14	1	22	1	1,5	-	-	-
	2	103	2	0,5	0,25	0,75	0,5
	3	197	3	2,33	1,5	3	1,5
	4	299	5	1,15	0,5	3	2,5
	5	380	3	1,33	1	1,5	0,5
15	-	23	-	-	-	-	-
	2	106	3	2,5	2,5	2,5	0
	3	198	3	2,42	1,75	2,75	1
	4	290	7	1,71	1	2,5	1,5
	5	381	5	0,9	0	1,5	1,5

Tab. A4: Brustumfang der untersuchten Tiere nach Betrieben

Betrieb	Brustumfang der untersuchten Tiere [cm]					Anzahl Tiere
	Mittelwert	SD	Minimum	Maximum	Spanne	
1	196,63	7,92	179	212	33	27
2	199,39	8,12	183	220	37	23
3	196,86	6,71	186	213	27	22
4	204,21	8,82	188	222	34	24
5	203,91	11,09	187	233	46	23
6	204,59	8,15	195	223	28	17
7	201,77	8,38	182	225	43	30
8	200,70	9,98	183	223	40	47
9	204,97	9,36	179	219	40	40
10	199,40	8,03	177	214	37	35
11	200,48	8,70	178	229	51	60
12	204,62	6,96	187	219	32	24
13	201,06	6,50	190	218	28	32
14	205,32	9,12	183	227	44	28
15	207,45	8,78	188	227	39	62
Alle	202,32	9,19	177	233	56	494

Tab. A5: Schräge Rumpflänge der untersuchten Tiere nach Betrieben

Betrieb	Schräge Rumpflänge der untersuchten Tiere [cm]					Anzahl Tiere
	Mittelwert	SD	Minimum	Maximum	Spanne	
1	163,30	7,08	148	173	25	27
2	164,91	4,49	156	175	19	23
3	165,32	4,98	155	178	23	22
4	170,67	5,70	162	185	23	24
5	167,26	8,09	151	183	32	23
6	165,65	7,18	151	185	34	17
7	164,93	6,19	151	176	25	30
8	163,79	6,24	151	179	28	47
9	165,30	6,89	148	179	31	40
10	162,17	6,96	151	177	26	35
11	163,03	5,54	150	176	26	60
12	166,58	3,35	160	176	16	24
13	163,78	6,34	151	174	23	32
14	169,32	5,66	162	184	22	28
15	163,84	7,26	149	182	33	62
Alle	164,88	6,66	148	185	37	494

Tab. A6: Widerristhöhe der untersuchten Tiere nach Betrieben

Betrieb	Widerristhöhe der untersuchten Tiere [cm]					Anzahl Tiere
	Mittelwert	SD	Minimum	Maximum	Spanne	
1	133,78	4,36	126	144	18	27
2	134,61	3,28	126	141	15	23
3	138,18	2,79	133	144	11	22
4	139,21	2,97	134	143	9	24
5	138,70	3,00	133	146	13	23
6	135,88	2,32	131	140	9	17
7	135,23	3,76	128	143	15	30
8	136,66	3,54	130	148	18	47
9	137,82	3,97	127	146	19	40
10	134,51	3,34	127	141	14	35
11	135,17	3,68	125	145	20	60
12	137,37	3,19	131	143	12	24
13	138,00	3,87	130	152	22	32
14	140,36	2,54	136	146	10	28
15	135,29	3,80	128	144	16	62
Alle	136,50	3,94	125	152	27	494

Tab. A7: Kreuzbeinhöhe der untersuchten Tiere nach Betrieben

Betrieb	Kreuzbeinhöhe der untersuchten Tiere [cm]					Anzahl Tiere
	Mittelwert	SD	Minimum	Maximum	Spanne	
1	137,18	4,23	128	144	16	27
2	138,09	3,50	131	144	13	23
3	140,09	2,75	134	146	12	22
4	140,71	3,37	134	148	14	24
5	141,04	3,13	134	148	14	23
6	139,18	2,43	135	144	9	17
7	137,97	4,35	127	146	19	30
8	140,17	3,35	133	150	17	47
9	140,30	4,62	127	151	24	40
10	137,51	3,48	131	144	13	35
11	137,70	4,22	127	151	24	60
12	139,67	3,27	135	147	12	24
13	140,25	3,24	134	147	13	32
14	143,32	3,31	137	150	13	28
15	136,77	4,06	130	150	20	62
Alle	139,06	4,13	127	151	24	494

Tab. A8: Brustbreite der untersuchten Tiere nach Betrieben

Betrieb	Brustbreite der untersuchten Tiere [cm]					Anzahl Tiere
	Mittelwert	SD	Minimum	Maximum	Spanne	
1	54,89	4,81	45	63	18	27
2	52,65	3,36	47	62	15	23
3	50,18	3,46	42	58	16	22
4	57,75	6,19	45	72	27	24
5	54,22	5,90	46	67	21	23
6	55,35	4,03	50	64	14	17
7	53,63	3,91	46	62	16	30
8	54,02	4,27	46	65	19	47
9	55,23	4,77	45	64	19	39
10	54,37	5,00	43	65	22	35
11	54,23	4,41	45	63	18	60
12	55,12	5,84	45	70	25	24
13	52,44	2,61	45	57	12	32
14	56,25	3,79	50	63	13	28
15	58,71	4,02	50	68	18	62
Alle	54,86	4,92	42	72	30	493

Tab. A9: Beckenbreite der untersuchten Tiere nach Betrieben

Betrieb	Beckenbreite der untersuchten Tiere [cm]					Anzahl Tiere
	Mittelwert	SD	Minimum	Maximum	Spanne	
1	56,81	2,42	52	61	9	27
2	55,57	2,53	52	64	12	23
3	56,36	2,98	52	64	12	22
4	57,71	3,36	52	63	11	24
5	58,13	4,65	51	67	16	23
6	56,47	3,41	52	61	9	17
7	57,73	3,50	51	65	14	30
8	58,96	3,62	52	70	18	47
9	60,02	4,51	50	68	18	40
10	58,03	3,80	49	65	16	35
11	57,62	3,71	47	65	18	60
12	60,58	3,53	54	66	12	24
13	59,06	4,18	49	66	17	32
14	61,96	3,21	55	67	12	28
15	60,19	4,29	42	68	26	62
Alle	58,58	4,06	42	70	28	494

Tab. A10: Beckenlänge der untersuchten Tiere nach Betrieben

Betrieb	Beckenlänge der untersuchten Tiere [cm]					Anzahl Tiere
	Mittelwert	SD	Minimum	Maximum	Spanne	
1	52,78	2,27	49	59	10	27
2	53,26	1,22	52	56	4	23
3	52,50	1,88	49	55	6	22
4	54,83	2,17	50	60	10	24
5	54,52	2,45	49	58	9	23
6	52,47	1,75	49	55	6	17
7	53,57	2,01	50	58	8	30
8	53,28	2,89	48	61	13	47
9	53,62	2,45	46	59	13	40
10	52,31	2,49	45	56	11	35
11	52,40	2,18	48	60	12	60
12	53,33	2,03	50	56	6	24
13	52,94	1,56	50	56	6	32
14	54,96	1,86	52	60	8	28
15	53,32	2,37	48	59	11	62
Alle	53,27	2,35	45	61	16	494

Danksagung

Herrn Prof. Dr. Franz-Josef Bockisch danke ich für die Überlassung des Themas und für die Unterstützung bei der Planung und Durchführung der Untersuchungen sowie die stets gewährte fachliche Hilfe bei der Anfertigung vorliegender Arbeit.

Ebenso bedanke ich mich bei Herrn Prof. Dr. Bernd Hoffmann für seine Mithilfe bei der Vorbereitung und Durchführung der Untersuchungen und der Erstellung der vorliegenden Arbeit.

Weiterhin bedanke ich mich bei Herr Prof. Dr. Herrmann Seufert für die fachliche Unterstützung bei der Anfertigung vorliegender Arbeit.

Mein Dank gilt auch Frau Dr. Kirsten Fischer für die tatkräftige Unterstützung der Arbeit und der Erhebung der notwendigen Daten in den landwirtschaftlichen Betrieben.

Mein ganz besonderer Dank gilt den Landwirten und ihren Familien für ihre Bereitschaft, die Untersuchungen in ihren Betrieben durchführen zu dürfen sowie die tatkräftige Mithilfe bei der Datenerhebung. Nur dadurch war die Durchführung dieser Arbeit überhaupt möglich. Aus Gründen des Datenschutzes werden die Namen der Landwirte nicht genannt.

Ich bedanke mich bei Herrn Dr. Klaus Failing, Leiter der Abteilung Biomathematik und Datenverarbeitung, für die fachliche Beratung bei der Planung und Durchführung der statistischen Auswertungen ebenso wie bei Herrn Heiter für die freundliche Unterstützung.

Den Mitarbeitern im Labor Veterinärmedizinische Forschung der Fa. Bayer A.G. in Monheim sei für die klinisch-chemische Untersuchung der Blutproben gedankt.

Schließlich gebührt besonderer Dank der Schaumann-Stiftung für die finanzielle Unterstützung dieser Arbeit.