

## 2 Literaturübersicht

### 2.1 Begriffsbestimmungen

Gesundheit wird als dynamischer Status von Wohlbefinden definiert, der durch das physische, mentale und soziale Leistungsvermögen des Individuums bestimmt wird. Kann den natürlichen lebensbedingten Anforderungen nicht entsprochen werden, liegt Krankheit vor (Bircher, 2005). Der englische Begriff „welfare“ meint in der Übersetzung „Wohlbefinden“. Demgegenüber kann der in der Fachliteratur verwandte Begriff „animal welfare“ einerseits als „Tierschutz“, häufiger jedoch als „Wohlergehen“ oder „Wohlbefinden der Tiere“ verstanden werden (Willmann, 2005). Wohlbefinden wird, ähnlich der Definition des Gesundheitsbegriffes, als ein Zustand physischer und psychischer Harmonie des Tieres in sich und mit der Umwelt verstanden. Regelmäßige Anzeichen von Wohlbefinden sind Gesundheit und natürliches Verhalten (Hirt et al., 2003). Weber et al. (2005) definieren den Welfare-Begriff unter anderem durch eine produktions- und leistungsorientierte Sichtweise. Als Umweltindikatoren werden lediglich Haltungskriterien wie zum Beispiel Raumtemperatur und Platzangebot gehandhabt. Tierindividuelles Merkmal des Wohlbefindens ist einzig physische Gesundheit (Weber et al., 2005). Nach dem Definitionsansatz auf Basis der Anpassungsfähigkeit der Tiere misst sich Wohlbefinden in der Fähigkeit eines Tieres, seiner Umwelt gewachsen zu sein (Broom, 1988; Weber et al., 2005). Voraussetzungen hierfür sind neben ausreichender Ernährung die Möglichkeit zur normalen Verhaltensausrprägung, die Vermeidung mentalen Leidens und die Freiheit von Schmerzen, Verletzungen und Krankheiten (Webster, 2001).

Der Grad des Wohlbefindens kann nach Auffassung von Broom (1988) präzise erfasst und bewertet werden. Er variiert zwischen den Ausprägungen „sehr gut“ bis „sehr schlecht“. Die Messung des Wohlbefindens und der Gesundheit bedient sich einer wachsenden Auswahl von Methoden und Indikatoren. Die Erfassung physiologischer und pathologischer Parameter, die Messung und Beobachtung von Verhaltensparametern und die Bewertung von biologischer Fitness und Krankheitsausprägungen innerhalb komplexer Monitoringsysteme werden im Zusammenhang mit verschiedenen Umwelteinflüssen von vielen Autoren diskutiert (Broom, 1988; Broom, 1991; Von-Borell et al., 2001; Soerensen et al., 2002; Hegelund et al., 2003; Rousing, 2003; Sandoe et al., 2003; Whay et al., 2003).

## **2.2 Gesundheitsüberwachung von Milchkühen auf Betriebsebene**

### **2.2.1 Gesetzliche Grundlagen**

Der Tierschutz wurde 1997 mit dem Protokoll Nr. 10 zum „Vertrag von Amsterdam“ in das europäische primäre Gemeinschaftsrecht aufgenommen. Dessen Konkretisierung wurde unter anderem durch die Richtlinien 98/58/EWG des Rates vom 20.07.1998 über den Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und 91/629/EWG des Rates vom 19.11.1991 über die Mindestanforderungen für den Schutz von Kälbern umgesetzt (Hirt et al., 2003).

Die Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung (Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung) vom 25. Oktober 2001 dient der Umsetzung der europäischen Richtlinie 98/58/EWG auf nationaler Ebene. Sie schreibt im Paragraphen 3 die Beschaffenheit von Haltungseinrichtungen vor und macht die Erhaltung der Tiergesundheit und die Vermeidung ihrer Gefährdung zur obersten Prämisse. Im Paragraphen 4 werden direkte Maßnahmen zum Gesundheitsmonitoring von Nutztieren benannt:

„Wer Nutztiere hält, hat (...) sicherzustellen, dass das Befinden der Tiere mindestens ein Mal täglich durch direkte Inaugenscheinnahme von einer für die Fütterung und Pflege verantwortlichen Person überprüft wird (...)\", (§4, 1 Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung).

Die direkte Inaugenscheinnahme wird in der „Empfehlung für das Halten von Rindern“ des Ständigen Ausschusses des Europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen erläutert. So haben die Betreuer über entsprechende theoretische und praktische Kenntnisse über die Tiere und deren Haltungssysteme zu verfügen (Artikel 2). Die Tiere sollten ein Mal täglich eingehend überprüft, d.h. der körperliche Allgemeinzustand und das Verhalten sollten auf ihren physiologischen Zustand hin untersucht werden. Die Einzeluntersuchung wird nur bei in der allgemeinen Herdeninspektion auffälligen Tieren vorgeschrieben (Artikel 3).

### **2.2.2 Moderne Konzepte der Gesundheitsüberwachung auf Betriebsebene**

Programme zur Gesundheitsüberwachung existieren seit 1960 (Noordhuizen, 2004). Die International Organization for Standardization (ISO) hat standardisierte und zertifikationsfähige Konzepte wie den ISO 9000 zur Gesundheitsüberwachung und Qualitätskontrolle erstellt (Shaw, 2001). Einige Herdengesundheitsprogramme finden hier ihre Anlehnung (Noordhuizen et al., 2001). Die Unterscheidung zwischen passiven und aktiven Herdengesundheitsprogrammen wird teilweise vorgenommen. Erstere finden ihre Anwendung in schlachthofbasierten Monitoring-Systemen. Hier wird die Krankheitsdetektion im Schlachtbetrieb vorgenommen. Das fehlende Einfließen von Daten aus dem

Betriebsmanagement, der Tierproduktion und über Kosten etc. wirkt sich nachteilig aus (Radostitis et al., 1994).

Die Ziele der aktiven Herdengesundheitsprogramme waren zunächst die Mastitiskontrolle, die Kontrolle der Fruchtbarkeitsleistung und der Endoparasitendurchseuchung (Radostitis et al., 1994; Noordhuizen et al., 2001). Herdengesundheitsprogramme (Herd Health and Production Management Programms, HHPM) verstehen sich als Maßnahmen zur Qualitätssicherung tierischer Produkte (Noordhuizen et al., 2001). Basis der Herdengesundheitsprogramme ist das Routinemonitoring (Noordhuizen, 2004). Auf Einzeltierbasis bedeutet Routinemonitoring ein Screening der Tiere aus Risikogruppen auf die Notwendigkeit eines Eingreifens, etwa in Form einer Behandlung. Sensitivität und Spezifität sind die wesentlichen Qualitätsparameter einer Screeningmethode (Guterbock, 2004). Sie beinhaltet unter anderem die regelmäßige Erfassung von Körperkondition, Grad der Pansenfüllung, Kotqualität, Klauengesundheit, Beschaffung der Zitzenenden und der Körpertemperatur (Noordhuizen et al., 2001; Guterbock, 2004).

### **2.3 Indikatoren der Gesundheit und Krankheit**

Die Indikatoren der Gesundheit bzw. des Wohlbefindens der Tiere können zunächst aufgrund ihres direkten Aussagewertes für Einzeltiere oder Tiergruppen als tierindividuelle und gruppenspezifische Indikatoren interpretiert werden. Diese Unterteilung erweist sich als variabel, da einige Indikatoren beiden Kategorien zugehören können (Broom, 1991; Hegelund et al., 2003; Rousing, 2003; Whay et al., 2003). Ihre Ausprägung wird als von physiologischer oder pathologischer, leistungsbezogener und verhaltensbedingter Art beschrieben (Rosenberger, 1990; Rousing, 2003; Guterbock, 2004). Broom (1988) unterscheidet außerdem zwischen Parametern, die einerseits kurzfristig und andererseits langfristig einen suboptimalen Gesundheitsstand indizieren. Als weitere Gruppe werden diejenigen Indikatoren diskutiert, die von Umwelteinflüssen verschiedener Art geprägt sind. Auch hier finden sich Überschneidungen mit der schon aufgeführten Einteilung (Von-Borell et al., 2001). Die nachfolgende Darstellung bietet eine graphische Übersicht der Einteilung, die die Interferenzen zwischen den einzelnen Gruppen verdeutlicht.

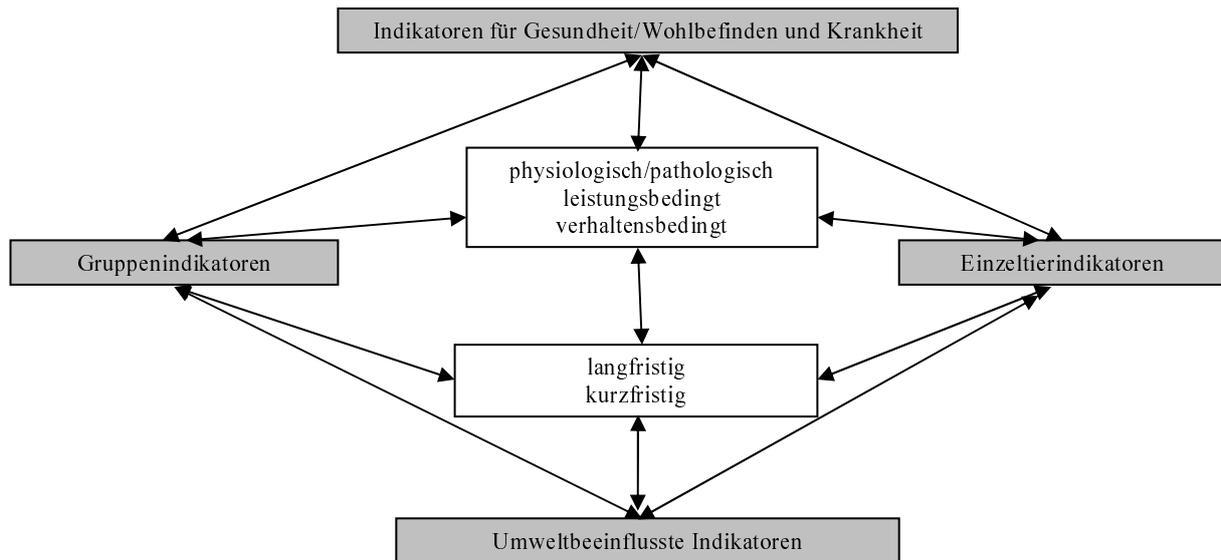


Abbildung 1: Einteilung der Indikatoren für Gesundheit/Wohlbefinden und Krankheit

### 2.3.1 Tierindividuelle Indikatoren

Als tierindividuelle Indikatoren bzw. Einzeltierparameter werden im Folgenden all jene Indikatoren bezeichnet, die direkt am Tier erfassbar und als aussagekräftig für den Gesundheitszustand des Einzeltieres beschrieben sind (Fregonesi et al., 2001; Whay et al., 2003; Guterbock, 2004). Der Versuch, diese Indikatoren semiquantitativ durch die Beschreibung von Bewertungsschlüsseln zu objektivieren, ist Gegenstand jüngerer Untersuchungen. Hierbei werden den verschiedenen Ausprägungen eines Indikators einer ordinalen Kodierung entsprechend Zahlen zugeordnet (Sprecher, 1997; Schreiner et al., 2003; Zaaijer et al., 2003). Indikatoren mit leistungsspezifischer Ausprägung lassen sich bei der Milchkuh in solche bezüglich der Fruchtbarkeitsleistung und in solche bezüglich der Milchleistung gruppieren (Loeffler et al., 1999; Schukken et al., 1999). Verschiedene Parameter wie die Milchleistung und die Zwischenkalbezeit wirken sich auf die Gesundheit und Leistung des Einzeltieres in den folgenden Laktationsstadien aus. (Deluyker et al., 1991; Markusfeld et al., 1997; Fleischer et al., 2001). Tabelle 1 zeigt die Inhalte verschiedener Untersuchungen an tierindividuellen Indikatoren.

Tabelle 1: Indikatoren als Gegenstand verschiedener Untersuchungen (1/2)

Autor/Jahr	Tierindividueller Indikator	Gegenstand der Untersuchung	Anzahl untersuchter Kühe/Betriebe
Sprecher, 1997	Bewegung	Bewertungssystem für Lokomotion, Validierung des Zusammenhanges zwischen Bewegungsnote und Fruchtbarkeitsleistung	66 (1)
Ofner et al., 2003	Hautläsionen an den Gliedmaßen, Ernährungszustand, Augen	Zusammenhang eines umfassenden Tiergerechtheitsindex (ANI) mit einzelnen Indikatoren	169 (11)
Ward et al., 2002	Kot, Tierverschmutzung	Bewertungssysteme für Verschmutzung und Kot, Auswirkung der Einstreubeschaffenheit, Verschmutzung auf Mastitisgeschehen	615 (3)
Schreiner et al., 2003	Euterverschmutzung, Gliedmaßenverschmutzung	Inzidenz und Erregerspektrum intramammärer Infektionen	1250 (8)
Whay et al., 2003	Körperkondition, Pansen, Verschmutzung, Gliedmaßenläsionen	Inzidenz und Zusammenhang der Indikatoren, Merzungsrate, Erkrankungsgeschehen	1000 (53)
Rohn et al., 2004	Körperkondition, Futteraufnahme, Pansenaktivität, Kotkonsistenz	Vorhersagewert der Indikatoren für die Prognose nach operativer Korrektur linksseitiger Labmagenverlagerung	466
Reynolds et al., 2004	Pansen	Effekte der Transitionsperiode auf das Pansenvolumen	36
Kristula et al., 2001	Körpertemperatur	Verlauf der Körpertemperatur post partum, erkrankter Tiere, antibiotisch behandelte Tiere	1042 (1)

Tabelle 1: Indikatoren als Gegenstand verschiedener Untersuchungen (2/2)

Autor/Jahr	Tierindividueller Indikator	Gegenstand der Untersuchung	Anzahl untersuchter Kühe/Betriebe
Zaaijer et al., 2003	Körperkondition, Pansenfüllung, Kotkonsistenz, -digestion	Definition von Beurteilungsschlüsseln für die Indikatoren	k.A.
Fleischer et al., 2001	Milchleistung, Laktationsalter	Einfluss der Milchleistung der vorangehenden und gegenwärtigen Laktation und des Laktationsalters auf das Erkrankungsrisiko	1074 (10)
Grohn et al., 2004	Milchleistung	Verlauf der Milchleistung vor und nach der Diagnose klinischer Mastitiden	3071 (2)
Edwards et al., 2004	Aktivität, Milchleistung	Aussagekraft von metabolischen Erkrankungen vorangehenden Veränderungen der Aktivität und Milchleistung	1445 (3)

### **2.3.2 Gruppenspezifische Indikatoren**

Gruppenspezifische Indikatoren dienen der Erkennung von Faktoren, die die Herdenleistung potentiell gefährden. Ihre Erfassung erfolgt planmäßig während regulärer Routinekontrollen (Noordhuizen et al., 2001). Sie erfolgt entweder als generelle Betriebsinspektion, semiquantitativ durch Bewertung einer Herdenstichprobe oder der gesamten Herde (Noordhuizen et al., 2001) oder quantitativ durch Indikatorerfassung der Risikogruppen (Oetzel, 2004). Als minimale Stichprobengröße für herdenbasierte Tests wird eine Anzahl von zwölf Kühen empfohlen. Die Indikatoren sollten eine Essenz über den gegenwärtigen Gesundheitszustand der Herde liefern (Oetzel, 2004).

Quantitative Indikatoren sind mess- und vergleichbar. Die Erfassung labordiagnostischer Analyseergebnisse (Oetzel, 2004), der Körpergewichte der Tiere (Ostergaard et al., 1999) und von Leistungsmerkmalen wie der Milchleistung (Fleischer et al., 2001; Edwards et al., 2004) wird genutzt. Zur Anwendung der Indikatoren sieht Oetzel (2004) die Festlegung einer Alarmstufe als notwendig an. Sie beschreibt den Anteil der Tiere, der den Grenzwert überschreiten darf, ohne die Herdenproduktivität negativ zu beeinflussen. Die Alarmstufe wird in Studien oder durch klinische Erfahrungen im Feld definiert (Oetzel, 2004).

### **2.3.3 Umfeldfaktoren**

Umfeldfaktoren, die die Ausprägung der Indikatoren für Gesundheit und Krankheit beeinflussen, werden unter dem Begriff Umweltphysiologie zusammengefasst. Folk (1966) definiert diese als „Lehre von den gesunden Säugetieren in Beziehung zu ihrer physischen Umwelt“. Natürliche (Lufttemperatur, -bewegung, Licht, Staub etc.) und künstlich geschaffene Bedingungen (hohe Gaskonzentrationen in Ställen, mechanische Faktoren, allergene Aerosole etc.) machen die physikalische Umwelt aus (Folk, 1966).

Der Einfluss natürlicher Faktoren auf die (menschliche) Gesundheit hat schon Hippocrates (460 bis 377 v.Chr.) beschäftigt. Er ging davon aus, eine bestimmte Kombination natürlicher Faktoren sei Prädisposition für ein spezielles Erkrankungsspektrum, welches die Population dieser Umgebung betrifft (Adams, 1972). Die Gegenstände jüngerer Untersuchungen werden in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Untersuchungen zur Umweltbeeinflussung tierindividueller Indikatoren

Autor/Jahr	Tierindividueller Indikator	Umweltparameter	Anzahl untersuchter Kühe/Betriebe
Zähler et al., 2004	Hauttemperatur, Rektaltemperatur, Herzfrequenz, Liegeverhalten	Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit	40 (4)
Ward et al., 2002	Verschmutzung, Kot	Einstreubeschaffenheit	k.A. (3)
Fregonesi et al., 2002	Verschmutzung	Platzangebot	56 (1)
Fregonesi et al., 2001	Verschmutzung, Bewegung	Stallbodenbeschaffenheit	56 (1)
Wechsler et al., 2000	Gliedmaßenläsionen	Stallbodenbeschaffenheit	k.A. (18)
West et al., 2003	Futteraufnahme, Milchtemperatur, Milchleistung	Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit	32 (k.A.)
Zurbrigg et al., 2005	Bewegung, Klauenstellung, Gliedmaßenläsionen, Euterverschmutzung	Stalleinrichtung und -größe	k.A. (317)

## 2.4 Tierindividuelle Indikatoren der Gesundheit und Krankheit

### 2.4.1 Augen

Der Zustand der Augen wird in der allgemeinen Untersuchung des Rindes als diagnostische Hilfe genutzt. Untersucht werden unter anderem der Zustand der Konjunktiven und der Episkleralgefäße sowie der Grad eines Enopthalmus (Rosenberger, 1990). Enopthalmus wird als Einsinken der physiologischen Augäpfel in die Orbitahöhle definiert (Dirksen et al., 2002). In der Tabelle 3 werden die ätiologischen Ursachen für die Ausprägung eines Enopthalmus zusammengefasst.

Tabelle 3: Ätiologie des Enopthalmus

Ätiologie	Beispiel	Quelle
Okulär	Weichteilaffektionen: Läsion des Corpus Vitreum	Dirksen et al., 2002
	Affektion knöcherner Strukturen: Orbitafraktur	
Neurologisch	Horner-Syndrom	Dirksen et al., 2002
Malnutritiv	Hungerzustand	Kotler, 2000
	Kachexie	
Homöostatisch	Dehydratation	Dirksen et al., 2002
	Schock	

Malnutrition tritt als Hungerzustand oder Kachexie auf. Ein Hungerzustand ist durch reine Kaloriendefizienz gekennzeichnet, der der Organismus durch erhöhten Fettmetabolismus zu entgegnen versucht. Durch adäquate Fütterung ist dieser Prozess reversibel. Demgegenüber geht die Kachexie mit chronisch inflammatorischen oder neoplastischen Prozessen einher. Kachektische Patienten verlieren zu etwa gleichen Mengen Fettgewebe und Skelettmuskulatur, erhalten jedoch das extrazelluläre Flüssigkeitsvolumen (Kotler, 2000). Der Verlust des retrobulbären Fettes wird in der Ausprägung eingesunkener Augen, des Enopthalmus, sichtbar (Dirksen et al., 2002).

Die Dehydratation kann durch Infektionen, Sepsis, endokrine Vorgänge, Malnutrition und Stress ausgelöst werden (Dirksen et al., 2002). Wichtiges Symptom ist der Enopthalmus, an dessen Ausprägung im Zusammenhang mit weiteren klinischen Symptomen der Grad der Dehydratation festgelegt werden kann (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Ableitung des Dehydratationsgrades aus dem Zustand der Augen  
(Dirksen et al., 2002)

Grad der Dehydratation (%)	5 – 7	8 – 10	> 10
Lage des Augapfels	Physiologisch	Enophtalmisch	Enophtalmisch
Spalt zwischen Augapfel und Augenhöhle	Minimal	2 – 4 mm	> 4 mm

Bei Kindern mit einem als milde eingestuften Dehydratationsgrad von 5% wurde für eingesunkene Augen eine Sensitivität von 75% (95%-Konfidenzintervall, Varianz 62%-88%) und eine Spezifität von 52% (95%-Konfidenzintervall, Varianz 22%-81%) ermittelt. Der Zustand der Augen zeigte sich den Befunden einer verlängerten kapillären Füllungszeit (Sensitivität 60%) und des abnormalen Hautturgors (Sensitivität 58%) sensitiv überlegen. Die Spezifität lag deutlich unter der der genannten weiteren Indikatoren (Steiner et al., 2004). In einer Untersuchung zur Evaluation des österreichischen Tiergerechtheitsindex (TGI) wurde der Zustand der Augen und Konjunktiven in Beziehung zu den Aspekten Möglichkeit zur Bewegung, Möglichkeit zur sozialen Interaktion, Bodenbeschaffenheit, Status von Licht/Luft und Lärm und Eigenschaften des Herdenpersonals untersucht. Die fünf Aspekte wurden nach den Maßgaben des TGI 35 L einerseits einzeln und andererseits summarisch als Gesamt-Score bewertet. Der Zustand der Augen und konjunktivalen Schleimhäute wurde nach den Standardisierten Klinischen Untersuchungsverfahren (General Clinical Examination Proceedings) beurteilt. Der alle fünf Aspekte umfassende Gesamt-Score des TGI 35 L korrelierte signifikant ( $p < 0,05$ ) mit dem Zustand der Augen und Konjunktiven. Eine ebensolche Signifikanz wurde für die Einzel-Scores der Möglichkeit zur Bewegung, des Status von Licht, Luft und Lärm ( $p < 0,05$ ) und der Möglichkeit zur sozialen Interaktion ( $p < 0,01$ ) nachgewiesen (Ofner et al., 2003).

#### 2.4.2 Ohren

Die Untersuchung der Körperoberflächentemperatur gibt Aufschluss über den gesundheitlichen Allgemeinzustand des Rindes. Die Hauttemperatur der Ohren als akkraler Organe weist auf den Status der gegenwärtigen peripheren Durchblutung hin (Rosenberger, 1990). Die Haut der Ohren ist vornehmlich durch arteriovenöse Anastomosen versorgt. Diese zeigen einen größeren Querschnitt und damit kleineren Strömungswiderstand als Kapillaren (Hörnicker, 1987).

Das Symptom „Kalte Ohren“ als Zeichen unzulänglicher peripherer Perfusion tritt im Verlauf vieler Erkrankungen auf (Schock, Dehydratation, hypocalcämische Gebärparese) (Dirksen et al., 2002). Ursachen des Schocks sind hypovolämischer, kardiogener, distributiver,

neurogener oder septischer Natur (Rackow et al., 1990; Dirksen et al., 2002). Die Initialphase des Schockes, die Zentralisation, ist durch die Vasokonstriktion in der Peripherie ursächlich für den Abfall der Oberflächentemperatur (Stünzi et al., 1990). Noradrenalin, Angiotensin II und das aus Endothelzellen freigesetzte Endothelin sowie Adrenalin in hoher Konzentration bewirken die Vasokonstriktion (Engelhardt et al., 1999).

Zur Schätzung der Rektaltemperatur scheinen Erfassungen der Hauttemperatur nicht geeignet. Zwar hat die Rektaltemperatur einen signifikanten Einfluss auf die Temperatur der Körperoberfläche, dasselbe gilt jedoch auch für die Lufttemperatur. Bei Erfassung der Oberflächentemperatur am Ohrgrund bei Schweinen konnte nur bei 35,45% der jüngeren Tiere und 29,30% der Sauen eine sichere Aussage über das Vorhandensein von Fieber gemacht werden (Wendt et al., 1997).

Untersuchungen zur Erfassung der Körperoberflächentemperatur bei Rindern zur Östrusdetektion und zur Evaluation von Hitzstress waren geprägt von technischen Schwierigkeiten, geringer Wiederholbarkeit und niedrigen Tierzahlen (Redden et al., 1993; Umphrey et al., 2001). Ein signifikanter ( $p < 0,01$ ) Einfluss der Luftgeschwindigkeit und –temperatur ( $p < 0,05$ ) auf die Körperoberflächentemperatur konnte festgestellt werden (Knizkova et al., 2002).

Beim Menschen wird die Messung der Temperatur an den Zehen als diagnostische Hilfe während der Anästhesie genutzt. Bei der Hypoperfusion des Gewebes fällt der Temperaturgradient zwischen der ventralen Oberfläche des ersten Zehes und der umgebenden Temperatur ab. Bei hypovolämischem, septischem oder kardiogenem Schockgeschehen ist der Temperaturgradient mit der Konzentration der Laktat-Ionen im Gewebe und der Überlebensrate korreliert (Rackow et al., 1990). Eine weitere Untersuchung beschäftigte sich mit der Unterscheidung der kardial bedingten Dyspnoe von der respiratorisch bedingten. Der Temperaturgradient zwischen Kerntemperatur und peripherer Oberflächentemperatur wurde als Indikator hämodynamischer Dysfunktionen bei kardialer Erkrankung verwandt. Die Oberflächentemperatur wurde per Infrarotthermometer an der Nasenspitze gemessen. Bei einem Temperaturgradienten von über  $8^{\circ}\text{C}$  konnte eine Spezifität der Hauttemperatur von 92% nachgewiesen werden (Clarke et al., 2005).

### **2.4.3 Pansenfüllung**

Die Pansenfüllung wird durch die Trockenmasseaufnahme, die Rationszusammensetzung, die Digestion und die Passagerate des verdauten Futters (Forbes, 1995; Zaaijer et al., 2003) bestimmt. Die Erfassung der Pansenfüllung erfolgt von links hinter dem Tier stehend durch Beurteilung der Fossa paralumbalis zwischen der letzten Rippe, den Rippenquerfortsätzen

und dem Hüfthöcker (Zaaijer et al., 2003). Die Trockenmasseaufnahme gilt als Indikator des Ernährungsstatus der Kuh (Grummer et al., 2004). Die meisten Gesundheitstörungen hochleistender Kühe sind mit dem Rückgang der Futtermittelaufnahme verbunden. Zudem zeichnet sich in der Hochträchtigkeit etwa sechs Wochen vor der Kalbung eine physiologische Abnahme der Trockenmasseaufnahme mit dem niedrigsten Stand zum Zeitpunkt der Kalbung ab (Ingvartsen et al., 2000; Grummer et al., 2004). Eine Verminderung der Aufnahme ein bis zwei Tage vor dem Kalbetermin um 30 % wurde ebenfalls beschrieben (Goff et al., 1997). Hayirli et al. (2002) dokumentierten einen Rückgang der Futtermittelaufnahme um 32,2 % innerhalb der letzten drei Trächtigtkeitswochen. Davon konnten 88,9% während der letzten sieben Tage vor dem Kalbetermin verfolgt werden. Reynolds et al. (2004) beobachteten ante partum eine leichte Abnahme der Gewebemasse des Gastrointestinaltraktes und ein signifikantes Anhalten der verminderten Futtermittelaufnahme bis zum Tag 10 post partum. Erholungsrate und -zeitpunkt variieren erheblich zwischen 10 Tagen bis zu 22 Wochen post partum und 2 bis 111% (Ingvartsen et al., 2000; Reynolds et al., 2004). Die Futtermittelaufnahme in der frühen Laktation wird vielfach beeinflusst. Die mechanische Beeinflussung des Pansens durch den in der Trächtigkeit vergrößerten und sich mit Beginn der Laktation wieder retrahierenden Uterus als alleinige Ursache für den Rückgang der Futtermittelaufnahme wird kontrovers diskutiert (Ingvartsen et al., 2000; Fisher, 2002). Das Vorhandensein von Energiereserven, Stoffwechselprodukten (NEFA, Glycerol, Ketonkörper), Hormonen (Östrogene, ASTH, Leptin, Insulin, Glucagon, Cholecystokinin, Somatostatin) und Immunmediatoren (TNF $\alpha$ , Interleukin-1- $\beta$ ), Verhaltenskomponenten, das Alter der Tiere und Umweltfaktoren spielen ebenso eine Rolle wie das Management der Umstellung von der energieärmeren Ration für trockenstehende auf die energiedichtere für laktierende Tiere (Grant et al., 1995; Goff et al., 1997; Ingvartsen et al., 2000; West et al., 2003; Grummer et al., 2004).

Nach der Rationsumstellung zum Trockenstellen verändert sich die ruminale Bakterienpopulation von einer laktatproduzierenden zu einer eher zellulolytischen. Deren Stoffwechselprodukte sind im Wesentlichen Acetat, Propionat und Butyrat. Mit der Länge der Pansenpapillen reduziert sich die absorptive Kapazität um etwa 50 % innerhalb der ersten sieben Wochen der Trockenstehperiode (Goff et al., 1997). Nach erneuter Rationsumstellung zum Zeitpunkt der Kalbung können Mikroflora und Pansenpapillen den veränderten Anforderungen nicht schnell genug entsprechen (Dirksen et al., 2002). Der Energieverbrauch übersteigt mit der einsetzenden Laktation die Energieaufnahme am Tag 4 post partum um 25% (Drackley, 1999). Es resultieren die gehäuft in der Transitionsperiode auftretenden

Stoffwechselstörungen und ihre Folgen. In Untersuchungen wurden zwischen der Futteraufnahme kurz nach der Abkalbung und der Prävalenz metabolischer Erkrankungen deutliche Beziehungen festgestellt (Dirksen et al., 2002).

Eine Untersuchung ergab für Tiere nach chirurgischer Behandlung ihrer linksseitigen Labmagenverlagerung eine deutlich schlechtere Prognose, wenn die Futteraufnahme präoperativ als „anorektisch“ eingestuft wurde. Hier gingen 26,6% der Tiere post operationem der Schlachtung bzw. Tötung zu. Dieser Anteil betrug bei der Einstufung der Futteraufnahme als „moderat“ und „gut“ lediglich 18,5 bzw. 12,7%. Der Indikator „schlechter Appetit“ zeigte sich hoch sensitiv (71,8%) für die Merzung (Rohn et al., 2004). Zusammenhänge zwischen einem schlecht gefüllten Pansen und der Klauenkonformation ( $p < 0,001$ ), dem Haarverlust am Körper ( $p < 0,002$ ) und an den Sprunggelenken ( $p < 0,001$ ) konnten weiterhin evaluiert werden (Whay et al., 2003).

#### **2.4.4 Schmutz**

Der Grad der Tierverschmutzung wird durch viele Faktoren beeinflusst (Rosenberger, 1990; Hughes, 2001). Zur objektivierten Erfassung des Verschmutzungsgrades bei Milchkühen existieren verschiedene Konzepte. Ihnen ist die Einbeziehung verschiedener anatomischer Lokalisationen in die Bewertung gemeinsam. Die Bewertungssysteme beurteilen jeweils beidseitig oder einseitig die Flanken, Hinterbeine, das Euter und den Schwanz durch ein Punktesystem (Faye et al., 1985). Als Vorteil dieses Vorgehens wird die mögliche Evaluation der Verschmutzungsursache angeführt. Verschmutzungsursachen liegen unter anderem in der Fütterung der Tiere, in ihrer Umgebung (Passagewege), in den verwendeten Einstreumaterialien, in der Ventilation und der Art der Liegebuchten (Hughes, 2001; Ellis et al., 2005). Bei der Beurteilung des Verschmutzungsgrades des Euters und der Gliedmaßen innerhalb eines Punkteschemas von 1 bis 5 konnte eine Intra-Wiederholbarkeit von 77 bzw. 85% festgestellt werden. Bei der Beurteilung als „sauber“ oder „schmutzig“ betrug die Wiederholbarkeit 95 bzw. 96% (Schreiner et al., 2003). Prinzipiell zeigte sich das Ausmaß der Tierverschmutzung als deutlich betriebsabhängig (Ward et al., 2002; Ellis et al., 2005; Zurbrigg et al., 2005). Früh-laktierende Tiere waren in einer Studie an vier Milchkuhherden schmutziger als die trockenstehenden Tiere. Flanken und Beine wurden als am stärksten verschmutzte Regionen beurteilt (Ward et al., 2002). Der Gehalt somatischer Zellen in der Milch (SCC) nahm linear ( $p < 0,001$ ) mit zunehmender Verschmutzung des Euters zu. Die Prävalenz umweltassoziierteter Euterkeime war signifikant ( $p < 0,046$ ) mit dem Euterhygienescore assoziiert. Die Prävalenz der intramammären Infektion durch Umweltpathogene betrug bei einem Euterhygienescore von 1 (sauber) 9,7% im Vergleich zu

13,8% bei einem Euterhygienescore von 4 (stark verschmutzt) (Schreiner et al., 2003). Der Verschmutzungsgrad des Euters, der Flanken und der Gliedmaßen von Frühlaktierenden war signifikant ( $p < 0,05$ ) mit der Kotkonsistenz assoziiert. (Ward et al., 2002). Kühe, die auf Stroh bei größerem Platzangebot gehalten wurden und niedrigleistende Tiere auf Stroh, waren signifikant ( $p < 0,01$ ) geringer verschmutzt als Kühe mit weniger Platz und hochleistende Tiere (Fregonesi et al., 2002). Je nach Betrieb betrug die Prävalenz der als „zu schmutzig“ eingestuften Tiere zwischen 3 und 18% (Ward et al., 2002; Ellis et al., 2005).

#### 2.4.5 Kot

Die Passage der Digesta nimmt beim Rind 36 Stunden bis 4 Tage in Anspruch (Zaaijer et al., 2003). Das adulte Rind setzt innerhalb eines Tages 30 bis 50 kg Kot in 10 bis 24 Portionen ab. Die Farbe des Kotes wird vom Futter, der Gallenflüssigkeit, der Passagegeschwindigkeit durch den Gastrointestinaltrakt und durch Beimengungen beeinflusst (Rosenberger, 1990). Die Kotkonsistenz wird durch die Tränkeversorgung, die Verweildauer der Ingesta im Dickdarm, dem Status des Kreislaufs und der Nieren, durch Häufigkeit und Qualität des Wiederkäuens, die Aktivität der Vormagenflora und Digestionsprozesse im Dickdarm beeinflusst. Der Kot eines adulten Rindes zeichnet sich durch einen Wassergehalt von 80 bis 90% aus (Rosenberger, 1990; Zaaijer et al., 2003). Verschiedene Bewertungsschemata beurteilen den frischen Kot durch Punktesysteme. Sie bedienen sich dabei Parametern wie des Anteils auspressbaren Wassers und der Größe unverdauter Partikel (Hughes, 2001; Zaaijer et al., 2003). Die Kotkonsistenz ist signifikant ( $p < 0,05$ ) mit dem Laktationsstatus assoziiert. Trockenstehende Tiere weisen einen trockeneren Kot auf als frischlaktierende (Hughes, 2001; Ward et al., 2002). In der Einstreu frischlaktierender Tiere wurden mit  $167 \times 10^6$  koloniebildenden Einheiten signifikant ( $p < 0,001$ ) mehr fäkale Streptokokken gefunden als bei trockenstehenden Kühen mit  $92 \times 10^6$  koloniebildenden Einheiten. Zudem zeigte sich der Verschmutzungsgrad des Euters, der Flanken und der Gliedmaßen signifikant ( $p < 0,05$ ) mit der Kotkonsistenz assoziiert. In derselben Untersuchung zeigte der Betrieb mit dem höchsten Anteil somatischer Zellen pro Milliliter Milch (SCC) einen etwa sechs Mal so großen Anteil von Tieren mit einem Verschmutzungsscore von  $>3$  als die Tiere mit niedrigerem SCC (Ward et al., 2002).

Überschreitet der Wassergehalt der Fäzes 90% liegt eine Diarrhoe vor (Rosenberger, 1990). Deren Ätiologie liegt während der Transitionsperiode vor allem in der schon aufgeführten mehr oder minder erfolgreich ablaufenden Adaptation des Stoffwechsels an die veränderten Bedingungen der Laktation (Dirksen et al., 2002). Im Rahmen der Untersuchung des präoperativen prognostischen Wertes der Kotbeschaffenheit für die Erholung einer Kuh nach

einer Labmagenoperation gingen 37% der Tiere mit Durchfall post operationem der Schlachtung oder Tötung zu. Bei Tieren mit normalem Kot betrug dieser Anteil 12,3% (Rohn et al., 2004).

#### **2.4.6 Körpertemperatur**

Die normale Körpertemperatur des erwachsenen Rindes wird im Bereich von 37,5°C bis 39,7°C angegeben (Hörnicke, 1987; Rosenberger, 1990; Guterbock, 2004). Die Regulation der Körpertemperatur erfolgt über einen Regelkreis, in dem sympathische und motorische Nerven, periphere und zentrale hypothalamische Thermorezeptoren, endokrine Sekretion und Nahrungsaufnahmezentrum sowohl kurz- als auch längerfristig die Wärmebildung bzw. –abgabe modulieren. Die Temperaturen des Körperkerns (Organe der Brust- und Bauchhöhle, Gehirn) und der Körperschale (Haut, Unterhaut, Teile der Muskulatur, Extremitäten in Ruhe) spiegeln ein radiales Temperaturgefälle wider (Hörnicke, 1987; Aalseth, 2005). Die Temperatur der Körperschale ist äußeren Bedingungen, sowie physiologischen Regulationsmechanismen stärker ausgesetzt als der Kern, dessen Temperatur in engerem Rahmen konstant bleibt (Hörnicke, 1987; Wendt et al., 1997; Umphrey et al., 2001; Aalseth, 2005).

Die Erfassung der Körperkerntemperatur kann beim Rind durch Thermometrierung des Rektums (Rosenberger, 1990; Kristula et al., 2001) und der Vagina (Redden et al., 1993), der Messung der Milchtemperatur unmittelbar nach der Sekretabgabe aus dem Strichkanal (West et al., 2003) sowie unter experimentellen Bedingungen durch unter der Bauchmuskulatur implantierte Elektroden (Lammoglia et al., 1997) erfolgen. Sie dient als wichtiger Screening-Bestandteil im Rahmen des Routinemonitorings für Frischabkalber. Eine tägliche Temperaturmessung an den ersten 10 Tagen post partum wird empfohlen (Guterbock, 2004). Die Körpertemperatur wird durch das Lebensalter, die Rasse, die Tageszeit, Umweltbedingungen, die Fütterung, Geschlechtsfunktionen, endokrine Interaktionen, Bewegungsaktivität und den Gesundheitszustand beeinflusst (Rosenberger, 1990; Piccione et al., 2003; Aalseth, 2005). Ein circadianer Rhythmus beeinflusst den Verlauf der Körpertemperatur bei diurnalen und nocturnalen Säugetieren (Refinetti, 1999; Piccione et al., 2003). Der circadiane Rhythmus der Körpertemperatur beim Rind zeigte sich mit 90% der maximalen Robustheit unempfindlicher als der bei in anderen Studien untersuchten Säugern. Er besteht ab dem 9. Lebenstag in einer um 0,5-1,0°C reduzierten Körpertemperatur am Morgen im Vergleich zum Abend (Piccione et al., 2003). Als ursächlich wird ein Zusammenhang mit dem Aktivitätsrhythmus der Tiere und der Zunahme der metabolischen Wärmeproduktion vermutet (Refinetti, 1999). Ein zyklusabhängiger Anstieg der

Körpertemperatur tritt beim Rind am Tag des Östrus auf (Piccione et al., 2003). Bei einem Anstieg der Körpertemperatur von 0,3°C bis 1,0°C über das Temperaturmittel der vorangegangenen 4 Tage für mindestens 3 Stunden, betrug die Sensitivität der Methode zur Bestimmung des Östruszeitpunktes 81% (Redden et al., 1993). Um den Zeitpunkt der Kalbung wird die Körpertemperatur des Rindes im Wesentlichen durch die Tageszeit (im Zusammenhang mit der Umgebungstemperatur;  $p < 0,01$ ), das Geschlecht des Kalbes ( $p < 0,01$ ) und die Anzahl der Stunden vor der Abkalbung beeinflusst. Der diurnale Rhythmus bleibt bis 48 bis 8 Stunden vor der Abkalbung bestehen. Viele Untersucher konnten einen Abfall der Körpertemperatur um bis zu 1°C direkt ante partum feststellen. Bei der Geburt männlicher Kälber erwies sich der Temperaturabfall ante partum als stärker ausgeprägt als bei der Geburt weiblicher Nachkommen. Die Größe der Plazenta als Östradiol 17  $\beta$ -produzierendes Organ im Zusammenhang mit dem hypothermischen Effekt des Östradiols wird teilweise dafür verantwortlich gemacht (Lammoglia et al., 1997).

Eine Körpertemperatur von über 39,0°C bzw. 39,5°C wird beim erwachsenen Rind als Fieber bezeichnet (Rosenberger, 1990; Aalseth, 2005). Fieber wird als eine Veränderung der zentralen Sollwerteneinstellung und eine spezifische Reaktionsweise auf das Eindringen körperfremder Stoffe (z.B. bakterielle Toxine), die die Bildung endogener Pyrogene verursachen, beschrieben (Hörnicker, 1987). Eine retrospektive Studie untersuchte an 1042 Kühen den Verlauf der Körpertemperatur in den ersten 10 Tagen post partum. Der Anteil der in diesem Zeitraum erkrankten Tiere betrug 32,82%. Diese Tiere zeigten an fast jedem Untersuchungstag eine höhere durchschnittliche Körpertemperatur als Tiere ohne Erkrankung. Die höhere Körpertemperatur hielt im Vergleich zu den gesunden Tieren signifikant länger an. Die Körpertemperatur tendierte vor allem an den Tagen 3 und 4 post partum zum Maximum (Kristula et al., 2001).

Unter Hypothermie wird die krankhaft erniedrigte Körpertemperatur, beim Rind auf Werte unter 37,5°C, verstanden. Sie ist geprägt durch eine erniedrigte Wärmebildung und erhöhte Wärmeabgabe (Swan, 1974; Rosenberger, 1990). Hypothermie ist wesentliches Symptom und diagnostisches Hilfsmittel bei verschiedenen akuten und lebensbedrohlichen Erkrankungen, wie der hypocalcämischen Gebärpause und dem Schock verschiedener Genese (Swan, 1974; Rosenberger, 1990; Gundersen et al., 2001; Taniguchi et al., 2003). Hypothermie reduziert die Produktion inflammatorischer Mediatoren. Die Organe normothermer Ratten erschienen nach Auslösung eines hämorrhagischen Schockes ernster angegriffen und die Konzentration der Leberenzyme dieser Tiere war signifikant ( $p < 0,01$ ) höher als die hypothermer Tiere nach Schockinduktion (Gundersen et al., 2001). Bei Labormäusen wird die Hypothermie als

objektiver Indikator des bevorstehenden Verendens (Sensitivität 68%, Spezifität 97%) und ausschlaggebende Entscheidungshilfe zur Euthanasie genutzt (Warn et al., 2003).

#### **2.4.7 Körperkondition**

Die Erfassung der Körperkondition (BCS) beruht auf einem viertelnotenskalierten Fünf-Punkte-Schema. Es beurteilt anhand der Erscheinung der Spinalfortsätze, Wirbelquerfortsätze, der Pansenfüllung, des Hüft- und Sitzbeinhöckers und der Schwanzgrube den Ernährungszustand des Tieres. Mit einem BCS von 1,0 werden sehr stark unterkonditionierte Kühe, mit einem BCS von 5,0 übermäßig verfettete Tiere bezeichnet (Edmonson et al., 1989). Die Intra- und Interwiederholbarkeit des Beurteilungsverfahrens durch einen oder verschiedene Untersucher wurde mit 97 % und 94 % beziffert (Gearhart et al., 1990). In zahlreichen Untersuchungen zeigte sich die Körperkondition beeinflusst durch verschiedene Faktoren und als Indikator nachfolgender Erkrankungs- und Leistungsereignisse und der Futteraufnahme in den unterschiedlichen Laktationsstadien (Domecq et al., 1997; Markusfeld et al., 1997; Schukken et al., 1999; Hayirli et al., 2002; Contreras et al., 2004; Dechow et al., 2004).

Ein hoher BCS zur Kalbung brachte in einer Untersuchung an 732 norwegischen Rindern ein erhöhtes Ketoserisiko mit sich. Der Einfluss der Abkalbungsjahreszeit verdeutlichte sich ebenfalls. Auf damit verbundene Effekte der Fütterung, eventuellen Weideganges etc. wurde nicht eingegangen (Gillund et al., 2001). Der Erstbesamungserfolg überkonditionierter Kühe war gegenüber normalkonditionierten Tieren um 60% reduziert (Heuer et al., 1999). Zum Zeitpunkt des 250. Laktationstages war ein größerer Anteil überkonditionierter Kühe nicht tragend (Contreras et al., 2004).

Zweitlaktierende ( $p < 0,01$ ) und Kühe mit einem  $BCS \geq 4$  ( $p < 0,001$ ) sowie Tiere mit hoher Milchleistung ( $p < 0,05$ ), bei Erhöhung der Milchleistung um eine Standardabweichung tendierten post partum zu einem höheren Verlust der Körperkondition als jüngere, ältere oder normal konditionierte Tiere (Heuer et al., 1999). Tiere mit einem BCS-Verlust von einem Punkt während des ersten Laktationsmonates wurden 1,5-mal weniger erfolgreich besamt als Tiere mit weniger deutlich ausgeprägtem Verlust der Körperkondition. Sie zeigten zudem ein verlängertes Erstbesamungsintervall (Domecq et al., 1997; Gillund et al., 2001).

Eine um den Faktor 1,9 erhöhte Prävalenz von Retentio secundinarium, Metritis und Endometritis innerhalb der ersten 20 Tage post partum konnte für Tiere mit einer Körperkondition von  $\leq 2$  evaluiert werden (Heuer et al., 1999). Gearhart et al. (1990) fanden keine Assoziation zwischen der Körperkondition und dem Auftreten von Nachgeburtsverhaltungen. Dechow et al. (2004) wiesen darauf hin, dass Kühe mit der

genetischen Anlage zu einer niedrigeren Körperkondition zu höheren Erkrankungsprävalenzen, v.a. hinsichtlich metabolischer und digestiver, sowie Erkrankungen des Bewegungsapparates und des Euters neigten.

Die Körperkondition zeigte sich mit weiteren tierindividuellen Indikatoren wie der Klauenkonformation ( $p < 0,001$ ), dem Haarverlust am Körper ( $p < 0,001$ ) und Sprunggelenk ( $p = 0,003$ ) sowie der Pansenfüllung ( $p = 0,001$ ) assoziiert (Whay et al., 2003).

Der Nachteil der Beurteilung der Körperkondition als tierindividueller Indikator wird in ihrer Langfristigkeit gesehen, die sofortige Managementmaßnahmen erschweren (Zaaijer et al., 2003).

#### **2.4.8 Bewegungsassoziierte Indikatoren**

Methoden der Erfassung abweichender Bewegungsabläufe zur Lahmheitsdiagnostik sind in den letzten Jahren wichtiger Diskussionspunkt hinsichtlich management- und produktionsspezifischer Fragen gewesen (Collick et al., 1989; Sprecher, 1997; Cook et al., 2004; Zurbrigg et al., 2005). In einer Untersuchung zur Wahrnehmung der Lahmheitsprävalenz durch Herdenpersonal erfassten geschulte Beobachter eine durchschnittliche Prävalenz klinischer Lahmheiten von 22%, während das Herdenpersonal im Rahmen einer Befragung einen Schätzwert von 6 % angab. Die Ursache dieser deutlichen Unterschätzung wird in fehlendem Wissen, mangelnder Übung und voranschreitender Desensibilisierung gesucht, die die Notwendigkeit anwendungsorientierter, objektivierbarer Erfassungsschemata verdeutlichen (Whay et al., 2002).

Sprecher (1997) evaluierte ein fünf-stufiges Lahmheitsbewertungssystem, das die Rückenlinie in Stand und Bewegung und die Gliedmaßenbelastung als wesentlichste Parameter nutzt. Als klinisch lahm werden in diesem Schema Tiere mit einer Bewertung (Locomotion-Score) von  $\geq 2$  bezeichnet. Ein Locomotion-Score von 2 bezeichnet Tiere mit im Gang aufgekrümmten Rücken und normaler Gliedmaßenbelastung. Diese Ausprägung zeigte sich als deutlich prädisponierend für verlängerte Gützeiten, höhere Besamungsraten und Merzungsraten (Sprecher, 1997). Fregonesi et al. (2001) fanden durch verschiedene Aufstallungssysteme auf Stroh bzw. Spaltenboden keine Beeinflussung des Locomotion-Scores.

Ein weiteres System zur Lahmheitserfassung beurteilt in Punkteschemata neben der Rückenlinie auch die Rotation der Hinterklauen, die Präsenz von Sprunggelenks- und Nackenläsionen und den Verschmutzungsgrad der Hintergliedmaßen. In einer Studie wiesen lediglich 16% der Betriebe einen Tieranteil von mindestens 40% ohne Rotation der Hinterklaue von  $\geq 20\%$  von der Mittellinie der Kuh auf (Zurbrigg et al., 2005). O'Callaghan et al. (2002) erfassten eine Korrelationskoeffizient von 0,50 zwischen der Klauenrotation und

der Bewertung der Bewegung insgesamt ( $p > 0,001$ ) (O'Callaghan et al., 2002). Collick et al. (1989) verwandten einen Clinical-Effect-Score zur Beurteilung der Lahmheitsschwere. Sie bezogen die involvierten Klauenstrukturen und die bisherige Dauer der klinischen Anzeichen in das Schema ein. Zudem beurteilten sie die Lahmheit anhand der Reduktion der Gewichtsbelastung der betroffenen Gliedmaße. Ein hoher Clinical-Effect-Score war assoziiert mit einer reduzierten Trächtigkeitsrate zur ersten Besamung ( $p < 0,001$ ) und mit der Prävalenz von Sohlenulzerationen ( $p < 0,05$ ) (Collick et al., 1989).

Zahlreiche Untersuchungen befassen sich mit dem Einfluss verschiedener Umfeldbedingungen auf Lahmheiten (Gustafson, 1993; Wechsler et al., 2000; Hultgren et al., 2001; Zurbrigg et al., 2005). Gliedmaßenläsionen wie haarlose Stellen unterschiedlicher Größe, Abschürfungen und Wunden am Karpus und Tarsus wurden in einer Untersuchung signifikant ( $p < 0,001$ ) häufiger bei Kühen beobachtet, deren Liegeboxen mit Gummimatten statt Stroh eingerichtet wurden. 60% aller Kühe in Liegeboxen mit Stroh zeigten keinerlei Gliedmaßenläsionen. Im Bezug auf das Aufsteh- und Abliegverhalten und die täglichen Liegezeiten waren jedoch keine Unterschiede festzustellen (Wechsler et al., 2000).

## **2.5 Milchleistung und Milchzellgehalt**

Viele postpartal auftretende Erkrankungen gehen mit einer Beeinflussung der Milchleistung einher. Sie gilt als Indikator für verschiedene Erkrankungen (Heuer et al., 1999; Loeffler et al., 1999; Fleischer et al., 2001; Grohn et al., 2004).

Das Laktationsalter einer Kuh hat sich in zahlreichen Untersuchungen als Belastungsfaktor herausgestellt. So konnte mit steigender Laktationsnummer ein signifikant steigendes Risiko für das Auftreten von Gebärparese, Mastitiden, Ovarialzysten, Lahmheiten und Nachgeburtsverhaltungen herausgestellt werden (Erb et al., 1988; Loeffler et al., 1999; Rajala-Schultz et al., 1999; Fleischer et al., 2001). Han et al. (2005) fanden keine Beeinflussung der Prävalenz von Retentio secundinarium durch das Laktationsalter. Die Milchleistung der vorangegangenen Laktation erwies sich bei pluriparen Kühen als Ansatzpunkt zur Schätzung von Erkrankungsrisiken in der gegenwärtigen Laktation (Guterbock, 2004). Es zeigte sich, dass mit zunehmender Milchleistung in der vorangegangenen Laktation signifikant häufiger Nachgeburtsverhaltungen ( $p \leq 0,01$ ), Mastitiden ( $p \leq 0,001$ ), Gebärparesen ( $p \leq 0,01$ ) und Ketosefälle ( $p \leq 0,05$ ) auftraten (Fleischer et al., 2001). Bei Berücksichtigung der 305-Tage-Leistung der gegenwärtigen Laktation zeigte sich ein vergleichbares Bild (Loeffler et al., 1999; Fleischer et al., 2001). Zur ersten

Milchkontrolle ( $18 \pm 8$  Tage post partum) war die Milchleistung der Kühe mit Retentio secundinarium und Endometritis um 2,2 kg/Tag bzw. 1,3 kg/Tag niedriger als die der gesunden Tiere (Heuer et al., 1999). Kühe, die eine Labmagenverlagerung ausprägten, tendierten in der vorhergehenden Laktation zu einer signifikant ( $p < 0,05$ ) niedrigeren Milchleistung als gesunde Tiere (Fleischer et al., 2001). In der gegenwärtigen Laktation setzte sich dieser Trend mit einer um 343 kg zum Herdendurchschnitt reduzierten Milchleistung in den ersten 100 Tagen post partum fort (Heuer et al., 1999). Bereits 10 Tage vor der Diagnosestellung der rechtsseitigen Labmagenverlagerung wurde in einer Untersuchung eine gegenüber der Kontrollpunkte um durchschnittlich 8,23 kg/Tag reduzierte Milchleistung der Gruppe erkrankter Tier beobachtet (Van Winden et al., 2003).

Die Milchleistung der gegenwärtigen Laktation stellte sich in einer jüngeren Untersuchung als unterstützendes Diagnostikum zur Auffindung euterkranker Kühe heraus. So wurden deutliche Rückgänge der Milchproduktion bereits vor der Diagnose einer klinischen Mastitis beobachtet. Eine Woche vor der Diagnosestellung einer Mastitis mit *Arcanobacterium pyogenes* stellte sich ein Milchverlust von durchschnittlich 7,96 kg/Tag ein, der sich bis zu 14,96 kg/Tag zum Zeitpunkt 8 bis 14 Tage nach der Diagnose weiter verstärkte. Ein ähnlicher, weniger rapider Verlauf der Milchproduktion konnte bei der Infektion der Milchdrüse durch *Streptococcus* spp. festgestellt werden. Die Ursachen dieses Effektes sind noch nicht geklärt. Die Möglichkeit subklinischer Auswirkungen des bereits vorhandenen Erregers werden diskutiert, sie konnten aber nicht durch die Kultivierung des Erregers vor der Diagnosestellung bestätigt werden (Grohn et al., 2004).

Die Immunantwort auf euterpathogene Erreger kann anhand der Anzahl somatischer Zellen pro Milliliter Milch (Somatic Cell Count, SCC) dargestellt werden. Dessen Schwellenwert wird mit 150 000 bis 200 000 Zellen pro Milliliter angegeben (DVG, 2002). Alternativ, weil an das individuelle Tier angepasster, wird die Anwendung der Veränderung des SCC innerhalb dreier aufeinanderfolgender Monate empfohlen (Bradley et al., 2005).

## **2.6 Stoffwechselfparameter**

Die Nutzung verschiedener labordiagnostischer Blutparameter im Gesundheitsmonitoring der peripartalen Milchkuh beschäftigte in jüngerer Zeit zahlreiche Autoren. Die Evaluation und Validierung der unterschiedlichen Testmethoden sowie die Festlegung und Anwendung von Schwellenwerten zur prognostischen Bewertung des Krankheitsrisikos waren Themenschwerpunkte. Die Parameter wurden dabei sowohl als Prädiktoren von

Erkrankungen, als auch als Leistungsindikatoren betrachtet (Formigoni et al., 2003; Reist et al., 2003; Van Winden et al., 2003; Carrier et al., 2004; Oetzel, 2004; Nielsen et al., 2005). Für die Bestimmung des Gehaltes von Ketonkörpern in Serum, Urin und Milch existieren zahlreiche Testsysteme unterschiedlicher Sensitivität und Spezifität für die direkte und schnelle Beurteilung des Parameters am Tier (Carrier et al., 2004; Oetzel, 2004). Nielsen et al. (2005) entwickelten ein biologisches Modell zur Ketose-Prädiktion. Grundlage waren regelmäßige Messungen der Konzentrationen von Betahydroxybutyrat in der Milch. Zusätzliche Daten über Milchleistung, Körperfettgehalt zur Kalbung, Erkrankungen und die Ketoseinzidenz in vorangegangenen Laktationen wurden einbezogen. Resultat der Analyse war neben dem aktuellen Ketosrisiko die empfohlene Anzahl der Tage bis zur nächsten Messung des Betahydroxybutyratgehaltes. Die Risikoanalyse erfolgte auf Basis des Gehaltes an Betahydroxybutyrat in der Milch und deren Veränderung im Vergleich zu vorhergehenden Messungen (Nielsen et al., 2005). Erhöhte Konzentrationen von Betahydroxybutyrat und Azeton in Serum und Milch wurden als signifikant ( $p < 0,05$ ) mit einer Abnahme der Milchleistung assoziiert nachgewiesen. Konzentrationen von  $> 2300 \mu\text{mol/l}$  Betahydroxybutyrat gingen mit deutlichen Milchleistungseinbußen von  $487 \text{ kg}/305 \text{ d}$  einher (Reist et al., 2003).

Erhöhte Konzentrationen von Azeton in der Milch verursachten ein um den Faktor 3,2 erhöhtes Endometritisrisiko (Reist et al., 2003). Serumkonzentrationen von Betahydroxybutyrat  $> 1400 \mu\text{mol/l}$  bei Frischlaktierenden zog ein 3-fach erhöhtes Risiko, an klinischer Ketose oder Labmagenverlagerung zu erkranken, nach sich (Oetzel, 2004). So zeigten in einer Untersuchung die Tiere mit Labmagenverlagerung einen Gehalt von Betahydroxybutyrat im Serum von  $3450 \mu\text{mol/l}$  ( $\pm 350$ ), während die Konzentration bei den gesunden Tieren der Kontrollgruppe  $990 \mu\text{mol/l}$  ( $\pm 90$ ) betrug (Van Winden et al., 2003). Eine weitere Studie erwies die Azetonurie ante operationem als zu 51,8% sensitiv für die postoperative Merzung labmagenoperierter Kühe (Rohn et al., 2004). Bei den erkrankten Tieren konnten zudem einige Tage vor der Diagnosestellung signifikant erhöhte Aktivitäten der Aspartataminotransferase und signifikante Reduzierungen der Insulinkonzentration und der Konzentration Nichtveresterter Freier Fettsäuren nachgewiesen werden (Van Winden et al., 2003).