

2. Literaturübersicht

2.1. Störungen der Eutergesundheit

2.1.1. Verschiedene Formen und ihre Bedeutung

Die Gesundheitsstörungen des Euters umfassen Entzündungen von Drüsenparenchym (Mastitis), Gangsystem (Galaktophoritis) und Zitze (Thelitis), Verletzungen der Zitzen und des Drüsenkörpers, Funktionsstörungen, Mißbildungen, Affektionen der Euterhaut (entweder selbständig oder als Symptome von Grundkrankheiten), pathologische Euterödeme und Erkrankungen des Lymphsystems des Euters. Oft bestehen pathogenetische Verknüpfungen. Die Mastitis ist in jeder Hinsicht (Verbreitung, wirtschaftliche Bedeutung, Behandlungsaufwand) die bedeutsamste Eutergesundheitsstörung (Schulz, 1994).

2.1.2. Mastitis

2.1.2.1. Definitionen und Einteilungen

Als Mastitis wird die Entzündung der Milchdrüse in der Gesamtheit ihrer milchbildenden, speichernden und ableitenden Abschnitte bezeichnet. Sie kann akut oder chronisch verlaufen. Mastitiden können nach ihrer Morphologie oder nach ihrer Ätiologie eingeteilt werden, sowie klinischer oder subklinischer Form sein. Abzugrenzen sind Reizzustände, latente Infektionen der Milchdrüse und Besiedelungen des Zitzenkanals durch Mastitiserreger (Schulz, 1994). Es handelt sich um eine infektiöse Faktorenkrankheit (Seffner und Schulz, 1994). Die IDF (1987) definiert die Mastitis als entzündliche Reaktion der Milchdrüse. Auf Grundlage der Erkenntnisse von Hess und Egger (1969) sowie Reichmuth (1975) schlägt die DVG (1994) für den physiologischen Zellgehalt einen Grenzwert von 100.000 Zellen/ml Milch vor. Die Autoren sind der Meinung, dass bei diesem Wert die normale zelluläre Abwehr in eine entzündliche Reaktion überzugehen beginnt. Tabelle 1 gibt Auskunft über eine Einteilung der Mastitiden und die dazugehörigen klinischen, bakteriologischen und Zellzahlbefunde.

2.1.2.2. Bedeutung der Mastitis und wirtschaftliche Hintergründe

Mastitiden machen weltweit 20 bis 30 % der vorzeitigen krankheitsbedingten Kuhabgänge aus (Schulz, 1994). 15,5 % der Merzungen wurden 1996 bei deutschen MLP-Kühen wegen Eutererkrankungen vorgenommen (ADR, 1996). Nach Schulz (1994) beträgt die Prävalenz klinischer Mastitiden auch in gut geführten Milchkuhherden ständig 1 bis 2 %. Es muss bei 10 bis 15 % der Euterviertel mit subklinischer Mastitis gerechnet werden. Die Prävalenz der Mastitis insgesamt liegt nach Kleinschroth et al. (1994) bei Milchkühen in den milchwirtschaftlich bedeutenden Ländern bei bis zu 50 %. Die subklinische Mastitis kommt dabei 20- bis 50mal häufiger vor als die klinische Form.

Tab. 1: Eine Einteilung und dazugehörige Einteilungskriterien der Eutergesundheit

Gesundheits- zustand Viertel	klinische Veränderung	bakteriologischer Befund	Zellzahl erhöht *	Quelle
gesund	-	-	-	Schulz (1994) IDF (1987)
latente/ Zitzenkanal- Infektion	-	+	-	Schulz (1994) IDF (1987)
Sekretions- störung	+ / -	-	+	Hejlícek (1994) IDF (1987)
subklinisch- infektiöse Mastitis	-	+	+	Schulz (1994) IDF (1987)
klinisch- infektiöse Mastitis	+	+ / -	+ / -	Schulz (1994) IDF (1987)

* erhöhte Zellzahl nach Schulz (1994) > 150.000 Zellen/ml,
nach IDF (1987) > 125.000 Zellen/ml

Wichtige wirtschaftliche Konsequenzen sind der Milchverlust bei akuten Mastitiden (nicht verkehrsfähige Milch, Milchleistungsrückgang), die Milchminderleistungen bei chronischen und subklinischen Mastitiden, die vorzeitige Merzung von Färsen und Kühen wegen Mastitis, die mastitisbedingten Minderungen der Rohmilchqualität, die Behandlungs- und Sanierungskosten und die Gefahr der Ansteckung von Kälbern mit Krankheitserregern (Schulz, 1994). Durch die vorzeitige Merzung wird eine Erhöhung der Kosten für die Bestandsremontierung verursacht sowie die Ausschöpfung des wirtschaftlichen Potentials mit 5 Laktationen deutlich unterschritten (\emptyset der Nutzungsdauer: 3 Laktationen). Hinzu kommt in einigen Fällen der Verlust wichtiger genetischer Information, z.B. durch die Schlachtung von Bullenmüttern. Damit wird dem Zuchtfortschritt in der Herde entgegengewirkt (DVG, 1994). Es ist offensichtlich, dass ein exakter finanzieller Nachweis dieser Schadwirkungen von Eutererkrankungen auf betriebswirtschaftlicher Ebene sehr kompliziert ist, da fast unüberschaubare Variablen berücksichtigt werden müssen (Schulz, 1994). Nach Spohr (1989) kostet eine klinische Mastitis den Kuhhalter etwa 150 DM. Kleinschroth et al. (1994) beziffern den Verlust bei klinischen Fällen auf mindestens 200 DM/Fall. Ausgehend von einer normalen Tankzellzahl (100.000 - 150.000/ml) ergibt sich bei einem Zellanzug in der Herdensammelmilch auf 300.000 Zellen/ml Milch ein jährlicher Milchverlust von bis zu 3 % /100.000 Zellen Anstieg (Spohr, 1989; Radostits et al., 2000). Die DVG (1994) legt für die Minderleistung durch die subklinische Mastitis in der Population in ihren Berechnungen einen Verlustwert von 4 bis 8 % zu Grunde. Nach Kleinschroth et al. (1994) kann für die subklinische Mastitis ein Einnahmeverlust von mindestens 200 DM pro Fall geschätzt werden. Die Kosten für Maßnahmen zur Vorbeuge und Bekämpfung der Mastitis betragen pro Kuh und Jahr etwa 30 DM (Schneider und Mansfeld, 1989).

In Deutschland sind die hygienischen Anforderungen an die Milchproduktion gesetzlich geregelt. Zur Umsetzung der EG-Richtlinie 92/46 EWG in deutsches Recht wurden die Verordnung über Hygiene- und Qualitätsanforderungen an Milch und Erzeugnisse auf Milchbasis (Milchverordnung - aktuelle Fassung vom 20. Juli 2000) und die Verordnung über die Güteprüfung und Bezahlung der Anlieferungsmilch (Milch-Güte-Verordnung - aktuelle Fassung vom 03.02.1997) erlassen. Die Qualitätseinstufung der Milch und die Berechnung des Auszahlungspreises erfolgen hierbei nach Inhaltsstoffen, bakteriologischer Beschaffenheit, Gehalt an somatischen

Zellen, Gefrierpunkt sowie dem Nachweis von Hemmstoffen. Der errechnete Preis aus Inhaltsstoffen und Gewicht gilt für Milch der Klasse 1. Milch der Klasse 1 muss im geometrischen Mittel der letzten zwei Anlieferungsmonate einen Keimgehalt von ≤ 100.000 kbE/ml aufweisen. Bei Überschreitung erfolgt die Einstufung in Klasse 2. Liegen Abweichungen der Qualität vor, müssen Kürzungen des Auszahlungspreises vorgenommen werden (Tabelle 2).

Tab. 2: Milchgeldkürzungen bei Qualitätsabweichungen (nach Milch-Güte-VO; 1997)

Qualitätsabweichung	Abzüge/ Sanktionen
Klasse 2	≥ 4 Pf / kg
Hemmstoffnachweis (je pos. Ergebnis des Monats)	hemmstoffpositive Milch wird verworfen, weil sie nicht verkehrsfähig ist ¹ , 10 Pf / kg Milchgeldabzug von der Restliefermenge des entsprechenden Monats für den Betrieb
Zellgehalt > 400.000 / ml (geometr. Mittel von drei Monaten)	2 Pf / kg, bei Nichteinhaltung amtlicher Auflagen droht Lieferverbot
Gefrierpunkt $> - 0,515^{\circ}\text{C}$ bzw. $> -0,520^{\circ}\text{C}$ (Wert molkereiabhängig) (auch bei Zweitprobe im Stall)	Milch nicht verkehrsfähig, Abzüge molkereispezifisch (nicht in Milch-Güte-VO geregelt)

Molkereispezifisch kann nach der Milch-Güte-VO (1997) bei besonders guter Milchqualität ein sogenannter „S - Zuschlag“ gezahlt werden. Nach Radostits et al. (2000) hatte die Einführung eines Strafprogramms für abweichende Milchqualität, einen signifikanten Effekt auf die Verringerung der Tankmilchzellzahl.

¹ Nach §§ 8 und 15 LMBG (1994)

2.1.2.3. Ätiologie, Pathogenese und prädisponierende Faktoren

2.1.2.3.1. Ätiologie

Mastitiden werden hauptsächlich neben nichtinfektiösen Auslösern durch mikrobielle Krankheitserreger verursacht. Diese gehören überwiegend zu den Bakterien, weniger zu Pilzen und selten zu Algen (Schulz, 1994). Es liegen nur vereinzelte Beschreibungen von spontanen Virusmastitiden vor (Fuchs, 1994). Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, die Mastitiserreger in zwei Gruppen nach Hauptquellen zu unterteilen. Die eine Gruppe stellen die euteradaptierten Keime dar, die sich außerhalb des Euters nicht vermehren. Dazu gehören *Streptococcus agalactiae* und euterpathogene Mykoplasmen. Die zweite Gruppe stellen die Erreger dar, welche außerhalb des Euters siedeln, sogenannte Umweltkeime. Orte der Vermehrung oder massenhaften Ansiedlung sind der Darmtrakt, die Genitalorgane und nach außen offene, infektiöse Prozesse. Einstreu und Stalleinrichtungen sind Infektionsüberträger. Zu dieser Gruppe gehören Erreger wie *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, *Arcanobacterium pyogenes*, aber auch Hefen und Prototheken. Eine weitere Einteilung nach Pathogenität der Erreger wurde in "major pathogens" (Erreger mit hoher Pathogenität) und "minor pathogens" (Erreger mit geringer Pathogenität) vorgenommen. Zur ersten Gruppe gehören unter anderem alle oben erwähnten Keime, zu den "minor pathogens" z.B. *Corynebacterium bovis* und KNS (Schulz, 1994). Die DVG (1994) unterteilt nach Reservoir. Die infizierte Milchdrüse stellt das Reservoir für *Str. agalactiae*, *Str. dysgalactiae* und *Sta. aureus* dar. Diese Keime werden hauptsächlich in der Melkzeit übertragen. Das zweite Reservoir stellt die Umwelt dar. Bedeutend sind hierbei Erreger wie *E. coli*, Klebsiellen, *Str. uberis* usw.. Hier liegt das Übertragungsriskio in der Zwischenmelkzeit. Die Übertragung dieser Erreger wird überwiegend durch die hygienischen Rahmenbedingungen bestimmt. Diese ergeben sich aus den jeweiligen Haltungs- und Fütterungsvoraussetzungen. Schulz (1994) berichtet, dass nach einer Untersuchung von Schällibaum (1991) bei Mastitiden insgesamt besonders häufig Staphylokokken und Streptokokken in der Milch nachgewiesen werden (etwa 30 % *Str.* und etwa 40 bis 60 % *Sta.*). Heutzutage werden 65 % der klinischen Fälle durch Umwelterreger hervorgerufen (Radostits et al., 2000).

Corynebacterium bovis ist ein normaler Besiedler der bovinen Milchdrüse (Heeschen, 1994). Nach Radostits et al. (2000) ist *C. bovis* ein "minor pathogen". Das

Hauptreservoir sind die infizierte Drüse oder der Zitzenkanal. *C. bovis* wird schnell von Kuh zu Kuh übertragen, wenn das Zitzendippen uneffektiv ist. Vorbeuge ist möglich durch Zitzentauchen, Melkhygiene und Trockenstelltherapie. Die Anwesenheit von *C. bovis* im Viertel reduziert jedoch die Möglichkeit einer nachfolgenden Infektion mit *Sta. aureus*. Eine natürliche Infektion mit „minor pathogens“ hat einen protektiven Effekt gegen Infektionen mit „major pathogens“. Generell ist die Zahl der Neuinfektionen bei vorher bestehender Infektion mit *C. bovis* am niedrigsten (Lam, 1997). Bei bereits mit KNS infizierten Vierteln wurde eine signifikant geringere Neuinfektionsrate mit „minor pathogens“ festgestellt, als in nicht infizierten Vierteln. Der gleiche Sachverhalt konnte im Bezug auf „major pathogens“ nicht statistisch abgesichert werden. Die KNS verursachen einen moderaten Zellanzahlanstieg (Matthews et al., 1991). Es muss ursächlich durch KNS bedingt mit Mastitiden gerechnet werden, die zumeist subklinischen Charakter tragen (Wendt, 1998). Quellen für Hefen sind nach Wendt (1994) vorrangig die Umwelt der Tiere und selten die infizierte Milchdrüse. Die Kontamination von Melkgerätschaften wird erwähnt.

Mastitiden im Sinne von Sekretionsstörungen werden nach Hejlícek (1994) durch einen Komplex von nicht-mikrobiellen Faktoren verursacht, die die Milchdrüse direkt oder indirekt schädigen. Hierzu zählen:

- mechanische Schädigungen: technische Mängel der Melkanlage, Melkfehler, Haltungsschäden,
- alimentäre Einflüsse: mangelhaftes Futter, Stoffwechselstörungen,
- Streß: klimatischer Streß, Umweltstreß, Wärmestreß,
- Störungen des Gesundheitszustandes.

Wendt (1998) ergänzt hierzu chemische, toxische und thermische Ursachen. Er bezeichnet die nichtinfektiösen Ursachen von Mastitiden als Wegbereiter für infektiöse Mastitiden.

2.1.2.3.2. Pathogenese

Nach Seffner und Schulz (1994) bestimmen folgende Faktoren in komplexer Art die Ausprägung und den Verlauf der Euterentzündung: die Pathogenität und Virulenz der Erreger, prädisponierende Faktoren und Wirken der körpereigenen Abwehrmechanismen, der Funktionszustand der Milchdrüsen und Ausprägung der sogenannten Blut-Euter-Schranke und die Wirksamkeit der Behandlung. Die DVG

(1994) ergänzt hier die Keimdichte und Übertragungsintensität. Die Zeitdauer, nach der das Euter auf eine experimentelle Infektion mit einer Änderung der Milchezusammensetzung reagiert, liegt nach Seffner und Schulz (1994) bei 12 bis 24 Stunden. Jede Mastitisform geht von einem akuten Stadium aus. Dabei hängt es von den obengenannten Faktoren ab, ob die Mastitis akut oder protrahiert verläuft. In diesem Rahmen müssen auch die Infektionswege berücksichtigt werden:

a) Galaktogener Infektionsweg: Diesen Weg können fast alle Mastitiserreger nehmen. Der Entzündungsprozeß ergreift zunächst die zisternennahe Euterregion, um sich später in Richtung Euterbasis auszudehnen (Fuchs, 1994).

b) Hämatogener Infektionsweg: Betreffende Erreger sind z.B. humane und bovine Mykobakterien, Brucellen und Listerien. Der primäre Ort der Auseinandersetzung ist dabei das interalveoläre und interlobuläre Bindegewebe des Euters in der Nähe von Blutgefäßen. Nach Fuchs (1994) ist eine definierte Lokalisation der initialen Entzündungsherde nicht zu erwarten.

c) Lymphogener Infektionsweg: Teilweise nimmt *Arcanobacterium pyogenes* diesen Weg und ebenfalls teilweise wird er für Infektionen mit Clostridien, Nekrosebakterien und *Staphylococcus aureus* angenommen.

Zur Erregerabwehr des Euters gehören mechanische Faktoren sowie enzymatische und unspezifische immunbiologische Wirkungen. Die Zitzenbarriere ist ein Teil davon. Deshalb erhöht sich mit zunehmender Beanspruchung des Zitzengewebes beim Melken die Neuinfektionsrate mit klassischen als auch mit Umwelterregern (Hamann, 1988; Zecconi et al., 1992). Abwehrkomponenten im Euterinneren sind lymphatische Zellansammlungen in den Wänden von Zitzen- und Drüsenzisterne sowie der Milchgänge. Hinzu kommt eine Vielzahl geweblicher Reaktionen als Antwort auf Entzündungsreize. Bakterizide oder bakterio-statische Wirkungen des Eutersekretes und weitere Resistenzfaktoren unterstützen die Abwehr. Die Morphologie und Funktionalität der Blut-Euter-Schranke stellt einen wichtigen Ausgangspunkt für die Pathogenese von Mastitiden dar. Sie wird von der Alveolenwand, dem sie umgebenden Bindegewebe und den Wänden der darin liegenden Kapillaren gebildet. Sie stellt sich in beiden Richtungen Erregern, Toxinen und auch Medikamenten entgegen. Ebenso wirkt die Lymph-Euter-Schranke. Für die Pathogenese von Mastitiden ist von Bedeutung, dass die Schranke in ihrer Durchlässigkeit stark variiert.

Eine hohe Durchlässigkeit zeigt sich zum Beispiel beim Aufeutern und im akuten Entzündungsstadium (Seffner und Schulz, 1994).

Histologisch ließ sich feststellen, dass der Schädigungsmechanismus bei den verschiedenen Erregern unterschiedlich ist. Die erste Gruppe schädigt insbesondere durch ihre lokal mikrozirkulationsschädigenden Eigenschaften. Dazu gehören zum Beispiel E. coli, Klebsiellen, Clostridien und auch das α -Toxin von Sta. aureus. Durch den erzeugten Sauerstoffmangel kommt es schnell zu regressiven Veränderungen der Alveolen und der kleinen Milchgänge, die oft zur Läppchennekrose führen. Die lokale Abwehr zeigt nur begrenzte Eliminierungsversuche gegenüber diesen Erregern. Die zweite Gruppe wirkt unmittelbar epithelschädigend und teilweise leukotaktisch. Das äußert sich in einer primären Schädigung des Alveolarepithels und in einer frühzeitigen starken Immigration von neutrophilen Granulozyten in die Alveolen. Zu dieser Gruppe zählen Streptokokken und ein Teil der Toxine von Sta. aureus. Beim Fortbestehen der Schädigungen durch die Mikroorganismen kommt es zu einer Atrophie des Alveolarepithels und zu einer Verkleinerung der Alveolen. Dort wird die Sekretion eingestellt oder nur sehr wenig, der Milch unähnliches Sekret, gebildet. Oft gehen akute Mastitiden in subklinische Formen über, welche mit erheblichen, dauerhaften Milchleistungsminderungen auf dem betroffenen Viertel einhergehen. Das ist die Entsprechung für den bindegewebigen Ersatz des milchbildenden Gewebes nach akuten Mastitiden (Seffner und Schulz, 1994).

2.1.2.3.3. Prädisponierende Faktoren

Nach Schulz (1994) sind bei der Auseinandersetzung des Tieres mit einer Infektionskrankheit prädisponierende Faktoren wesentlich beteiligt. Deren Beachtung spielt eine wesentliche Rolle bei der Durchführung diagnostischer, therapeutischer und prophylaktischer Maßnahmen. Sie sind folgendermaßen zu unterteilen:

- Faktoren, die primär an die Kuh gebunden sind,
- Faktoren des Milchentzuges,
- Faktoren aus Nutzung und Haltung,
- Fütterungseinflüsse,
- Wetter und Klima,
- Exogene Einflüsse wie Impfungen u.ä.,
- Arzneimittelapplikation (nach Wendt, 1998).

Tab.3: Haupteinflußfaktoren auf die Eutergesundheit beim Melken und Beispiele für Ursachen (nach Schulz, 1994)

Keimübertragung	Euterreizungen	Störungen des Milchejektionsreflexes und unvollständige Euterentleerung	
Vektorfunktion	Funktion der Melkmaschine	Bedienungsfehler der Maschine	Tierbelastungen
<ul style="list-style-type: none"> - unsaubere Euter - unterlassene/ungenügende Hände-, Zitzen- und Melkbecherdesinfektion, alte Zitzengummis - Vakuumschwankungen (Rückfluß von Milch, „Rückschlagen“ von keimhaltigem Aerosol, Abfall von Melkzeugen) - Unterlassen der Vormelkprobe 	<ul style="list-style-type: none"> - Melkvakuum zu hoch - Vakuumschwankungen - Störungen der Pulsatortätigkeit - Zitzengummi zu straff, zu schlaff, überaltert - Abschalten erfolgt zu früh/ zu spät 	<ul style="list-style-type: none"> - ungenügendes Anrüsten - Blindmelken - ungenügendes Nachmelken - Bedienung von zu vielen Melkzeugen - zeitliche Trennung der Anrüstmomente 	<ul style="list-style-type: none"> - Angst - Schmerz - Unbehagen der Tiere

Faktoren betreffend den Milchentzug sind in Tabelle 3 dargestellt. Rabold et al. (1988) ermittelten dazu, dass der direkte Einfluß der Melkmaschine häufig überschätzt wird. Im Gegensatz dazu wird der Einfluß ihrer Handhabung unterschätzt, sobald Melkanlagen richtig gewartet und gepflegt werden. Nach Radiostits et al. (2000) ist die geringe Heretabilität (0,05) für Mastitis ein Beweis für die besondere Wichtigkeit der Umweltfaktoren, was Unterschiede in der Prävalenz von Euterinfektionen und der Inzidenz von klinischen Mastitiden betrifft. In einer Studie von Schmidt-Madsen und Klastrup (1980) konnte belegt werden, dass die Unterschiede in der Summe der Umweltfaktoren (ohne Milchentzug) einen Varianzanteil von 25 % an der Neuinfektionsrate ausmachten. Für das Ausmaß der Beeinträchtigung systemischer Abwehrprinzipien ist nach DVG (1994) das Adaptationsvermögen des Tieres an die Umweltbedingungen sowie die Summe der auf das Tier wirkenden Stressoren ausschlaggebend. Bis zu einem tierindividuell determinierten Schwellenwert können Streßeinflüsse kompensiert werden. Beim Überschreiten treten Erkrankungen auf. Solche Einflußfaktoren liegen in der Herdengröße, der Besatzdichte, dem Ausbildungsstand und der Motivation des Tierbetreuers, in der Aufstallungsform, in Fehlern der Abmessung von Anbindeständen und Liegeboxen sowie in der Gestaltung von Krippen, Anbindevorrichtungen und Stallböden. Die Art der Liegeflächen sowie Einstreumaterial und Einstreuregime sind zu berücksichtigen. Die Mastitisinzidenzen waren in Tiefstreu-ställen signifikant höher als in Laufställen mit Liegeboxen (Peeler et al., 2000; Fregonesi und Leaver, 2001). Nach Lotthammer (1984) unterscheiden sich in Bezug auf Mastitis die Empfehlungen hinsichtlich Energie- und Eiweißversorgung der Milchkuh praktisch nicht von denen, die zur Verbesserung und Erhaltung der allgemeinen Gesundheit und Fruchtbarkeit gemacht werden. Hinweise zur bedarfsgerechten Fütterung sind den DVG-Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft "Subklinische Mastitis" (1994) zu entnehmen. Signifikante Risikofaktoren in Hinsicht auf klinische Euterentzündungen sind nach Suriyasathaporn et al. (2000) eine niedrige Zellzahl vor der Entzündung, die Milchleistung, die Körperkondition, die Laktationsperiode, Nachgeburtshaltungen und Milchfieber. Kühe in früher oder mittlerer Laktation sind stärker gefährdet (entsprechend Rajala-Schultz et al., 1999). Kühe mit einer Körperkondition von 1 bis 1,75 haben das höchste Risiko, an einer Mastitis zu erkranken. Je höher die Milchleistung ist, umso höher ist das Risiko für das Tier, an einer klinischen Mastitis zu erkranken. Tiere mit einem Zellgehalt des

Gesamtgemelkes von < 200.000 Zellen/ml zeigten einen negativen Zusammenhang mit dem Risiko für klinische Euterentzündungen ($r = -0,34$; $p < 0,0001$; Korrelation nach Pearson). Klug et al. (1989) ermittelten einen Rangkorrelationskoeffizienten von 0,76 zwischen Ketose und Mastitis. Die mit höheren Leistungen einhergehenden höheren mittleren Milchflußraten ziehen eine erhöhte Mastitisanfälligkeit nach sich (DVG, 1994). Extrem hohe Milchflußraten am Anfang der Melkung werden gefolgt von sehr niedrigen Milchflußraten am Ende der Melkung und sind somit nicht vorteilhaft für die Melkbarkeit. Das Mastitisrisiko ist bei diesen Kühen erhöht (Bruckmaier, 2001). In Herden mit niedriger Zellzahl (< 100.000 Zellen/ml) steigt mit dem Auftreten des „Milchlaufens“ bei Kühen im Vorwarte Hof und außerhalb der tatsächlichen Melkung die Inzidenz der klinischen Mastitis (Peeler et al., 2000).

2.1.2.4. Diagnostik

Voraussetzung für eine Aussage der Diagnostik ist eine gewissenhafte Dokumentation (Karteikarte, Computer) aller Befunde, Diagnosen, Behandlungen (Schulz, 1994). Die Aufzeichnung von Daten soll u.a. zur Leistungsdarstellung der Herde dienen. Die Mastitisdokumentation sollte folgende Parameter umfassen: die Kuhidentifikation, die Anzahl und Art der affizierten Viertel, den Zeitpunkt der Mastitisfeststellung, die Laktationszahl, das Kalbedatum, die bisherige Ermittlung von Erregern, vorangegangene Therapien (Dosis, Strategie und Dauer), die Wartezeit, wann die Kuh wieder normal gemolken wurde und die aktuelle Milchleistung (Radostits et al., 2000).

2.1.2.4.1. Einzeltierdiagnostik

Die Diagnostik am Einzeltier gliedert sich nach Schulz (1994) in a) klinische, b) labordiagnostische und c) weitere Untersuchungen.

a) Der klinische Untersuchungsgang umfaßt neben der Erhebung der Kennzeichen des Rindes, der Anamnese zum vorgestellten Tier sowie zum Bestand, die Allgemeinuntersuchung des Tieres und die spezielle Untersuchung des Euters. Bei der speziellen Untersuchung erfolgt die Adspektion und Palpation der Milchdrüse sowie die Beurteilung des ermolkenen Sekretes. Bei der Beurteilung des Sekretes ist der Funktionszustand der Milchdrüse zu berücksichtigen. Anschließend erfolgen die Stellung von klinischer Diagnose und Prognose, welche zur Festlegung weiterer Maßnahmen führen. Diese können labordiagnostische Untersuchungen, Therapie oder

Merzung sein. Die klinische Untersuchung ist eine wesentliche Grundlage für die aktuelle Einschätzung der Eutergesundheit und der Verkehrsfähigkeit der Milch des Einzeltieres. Klinische Euterkontrollen besitzen auch bei der Gesundheitsüberwachung der Trockensteher, der Frischabkalber und der Tierzukäufe sowie bei regelmäßigen Gesamtherdenkontrollen eine wesentliche Bedeutung (Schulz, 1994).

b) Zu den labordiagnostischen Untersuchungen des Eutersekretes gehören die:

- bakteriologische Untersuchung und Antibiogramm
- zytologische Untersuchung
- physikalisch-chemischen Untersuchungen

Die bakteriologische Untersuchung ist für die ätiologische Abklärung von Mastitiden bedeutsam, gibt Hinweise für die Therapie, die Prophylaxe und die Einschätzung der epidemiologischen Situation im Bestand. Es können verschiedene Probenarten gezogen werden. Die Viertelgemelkprobe ist eine Probe aus dem Viertelgemelk, meist Anfangsgemelk und bietet die höchste diagnostische Sicherheit (50 bis 60 %; Wendt, 1998). Die sachgemäße Probenahme, -lagerung und der zügige Transport sind wesentliche Voraussetzungen für aussagefähige Untersuchungsbefunde. Als Nährboden zur Feststellung der wichtigsten Mastitiserreger hat sich ein Blutagar (5 bis 10 % Rinder- oder Schafblut) mit 0,1 % Aesculin bewährt. Bei klinischem Verdacht ist ein erweiterter Plattensatz zur Diagnostik seltener vorkommender Erreger anzulegen. Zum Nachweis spezieller Erreger werden Selektivnährböden verwendet. Die Nährböden werden bei 37°C aerob bebrütet. Auswertungen erfolgen nach 18-24 Stunden. Die Parameter der Bebrütung werden je nach erwarteter Spezies variiert. Die Beurteilung der Keime erfolgt nach den Eigenheiten des Koloniewachstums und nach ihren Eigenschaften durch die mikroskopische Untersuchung. Weitere Differenzierungen sind mit biologischen, biochemischen und serologischen Methoden sowie mit Tierversuchen möglich. Bei der Bewertung bakteriologischer Befunde können obligat pathogene Keime als positiver Nachweis angesprochen werden. Bei fakultativ pathogenen Keimen hingegen müssen Befunde weiterer Untersuchungsmethoden bzw. erneuter bakteriologischer Probenahme in Betracht gezogen werden. Werden aus Proben erkrankter Viertel keine Erreger nachgewiesen, können verschiedene Ursachen vorliegen: die Erreger können vom Körper bereits eliminiert worden sein, es können Erreger beteiligt sein, die spezifischer

Untersuchungen bedürfen oder Hemmstoffe machen den Nachweis unmöglich. Des weiteren kann es sich um einen Erreger handeln, welcher stark wechselnd ausgeschieden wird. Hinzu kommen Fehler bei der Probennahme, Probenbearbeitung und Nährbodenherstellung. Negative kulturelle Untersuchungsergebnisse erlauben keine sichere Aussage in Bezug auf das Freisein von einem Infektionserreger (Schulz, 1994). Besonders bei subklinischen Mastitiden liegen häufig negative bakteriologische Befunde vor (23,7 bis 28,8 % - Schällibaum, 1991 bei Schulz, 1994). Bakteriologische Befunde von Milchproben euterkranker Kühe sind zu 15 bis 40 % negativ (Radostits et al., 2000). Die Resistenzbestimmung der diagnostizierten Erreger soll einer wirkungsvollen Mastitistherapie dienen. Die Bestimmung der Empfindlichkeit der Erreger gegen die zu prüfenden Chemotherapeutika erfolgt auf halbfesten Kulturmedien im Agardiffusionstest.. Da diese Ergebnisse "in vitro" entstehen, können bei der Therapie Abweichungen auftreten. Eine geringere Wirksamkeit ist in stark veränderten Geweben zu erwarten, die eine Anreicherung des Wirkstoffes bis zum therapeutisch notwendigen Wirkspiegel nicht erlauben. Da das Resistogramm zum Zeitpunkt der ersten Behandlungen nicht vorliegt, kann es in dem betreffenden Fall nur für eventuelle Nachbehandlungen verwendet werden. Der Wert regelmäßiger Resistenzprüfungen liegt in einem ständigen Überblick über die Resistenzsituation in dem betreffenden Bestand. Es besteht die Möglichkeit, das Therapieregime zu aktualisieren und somit effektiv zu gestalten.

Bezüglich zytologischer Untersuchungen gibt Schulz (1994) einen physiologischen Grenzwert von bis zu 150.000 Zellen/ml an. Nach Doggweiler und Hess (1983) enthält Milch aus einem gesunden, erstlaktierenden Euter etwa 20.000 Zellen/ml. Der Gehalt an somatischen Zellen ist als normal einzustufen, wenn er 100.000 Zellen/ml (2-fache Standardabweichung) nicht übersteigt. Bei höherem Zellgehalt ist in der Regel eine Entzündung vorhanden. Bereits bei nur einem erkrankten Euterviertel liegen die Zellzahlen in der Regel deutlich oberhalb 100.000 Zellen/ml Gesamtmelk. Laut DVG (1994) geht der stärkste Einfluß auf den Zellgehalt von der Infektion des Euterviertels aus. Nach Schulz (1994) führen vielfältige Einflüsse zu Schwankungen der Zellzahl. Deshalb ist die Aussagefähigkeit der einmaligen Untersuchung des Einzeltieres sehr beschränkt. Einen besseren Einblick bietet der Verlauf der Befunde von Einzeltieren. Die DVG (1994) empfiehlt als Grundlage für die Diagnostik die Zellzahlerhebung am Viertelgemelk. Die individuelle Zellzahl der Kuh kann bei einer

Erhöhung über einen bestimmten Schwellenwert für Entscheidungen genutzt werden, z.B. für die Auswahl zur bU. Nach Schulz (1994) werden zur Bestimmung der Zellzahl der Milch verschiedene Methoden verwendet.

1. Bei dem in der Milchleistungsprüfung verwendeten Fossomatic-Gerät erfolgt die Zählung der Zellen auf der Basis einer Fluoreszenzfärbung der DNA mit Ethidiumbromid. Mit Hilfe eines Mikroskops über einer Scheibe werden die von den fluoreszierenden Teilchen ausgehenden Impulse aufgenommen und im Gerät weiterverarbeitet. Es konnte von Ubben et al. (1997) mit dem Gerät "Fossomatic 5000" gezeigt werden, dass bei einem Zellgehaltsniveau von 500.000 Zellen/ml die Standardabweichung (s) der Wiederholbarkeit nicht über 15.000 Zellen ansteigt. Auf einem Niveau von 500.000 bis 990.000 Zellen/ml erreicht der Wert für s 20.000 Zellen/ml. Die Vergleichbarkeit ausgedrückt als Variationskoeffizient liegt bei 7 bis 8 % bei einem Zellzahlniveau von etwa 450.000 Zellen/ml. Nach Babak und Rysanek (1999) liefert die Fossomatic-Methode auf einem niedrigen Zellzahlniveau ähnliche Werte wie die mikroskopische Referenzmethode nach Breed (Zellzählung unter dem Mikroskop). Im Bereich hoher Zellzahlen liegen für die Fossomatic-Methode niedrigere Werte vor.

2. Eine bedeutende Methode zur Zellzahlbestimmung im Stall ist der Mastitis-Schnell-Test nach Schalm. Es handelt sich um eine indirekte Methode, bei der durch Gel- und Schlierenbildung in einer Flüssigkeit aus Milch und dem Reagenz Alkyl-Arylsulfonat ein erhöhter Zellgehalt nachgewiesen wird.

Tab. 4: Bewertung des Schalmtestes in verschiedenen Quellen

Quelle	Schwellenwert (Zellzahl je ml)	Sensitivität in %	Spezifität in %
Brito et al. (1997)	200.000	79,0	90,0
Klein u. Thomas (1962)	250.000	76,1	77,6
Dedié (1960)	125.000	73,0	97,3
	500.000	94,7	88,8

Zusätzlich kann ein eventuell abweichender pH-Wert über Farbveränderung ermittelt werden. Die Korrelation zum Zellgehalt ist gut (Haasmann und Schulz, 1994). Die Schlierenbildung findet aufgrund einer Reaktion zwischen dem Reagenz und dem Leukozytenprotein statt. Sekretionsstörungen sind mit Sicherheit feststellbar (Schalm, 1960). Die IDF (1981) hält diesen Test für eine ausreichend differenzierte Grundlage zur Beurteilung der Eutergesundheit auf der Basis der Untersuchung von Viertelanfangsgemelksproben. Voraussetzung ist für sie jedoch, dass der Untersucher hinreichend eingearbeitet wurde und genügend Erfahrung besitzt. Brito et al. (1997) nahmen eine Bewertung dieses Tests im Sinne von Sensitivität und Spezifität vor. Die Ergebnisse wurden in den 5 möglichen Testniveaus beurteilt. Dafür errechneten sie folgende Mittelwerte (x 1.000 Zellen/ml): 1 (79,9), 2 (333,5), 3 (670,3), 4 (1.354,0), 5 (4.455,6).

Mit Hilfe von physikalisch-chemischen Untersuchungen der Milch können weitere Parameter zum Nachweis von Entzündungen in der Milchdrüse herangezogen werden. Dazu gehören nach Haasmann und Schulz (1994) der pH-Wert, die elektrische Leitfähigkeit (EL), der Laktose- und Chloridgehalt, der Gehalt an bovinem Serumalbumin und die Aktivität von Enzymen (Katalase, Lactoperoxidase, N-Acetyl- β -D-Glucosaminidase). Radostits et al. (2000) ergänzen hier den spezifischen Antikörpertest (z.B. auf *St. aureus*). Die Ermittlung dieser Parameter bereitet zum einen jedoch Schwierigkeiten hinsichtlich der Testgenauigkeit und zum anderen ist ein Teil der Tests recht aufwendig (Haasmann und Schulz, 1994; Radostits et al., 2000).

Aufgrund intensiver Forschung und relativ günstiger Bereitstellung von Geräten, konnte die Messung der elektrischen Leitfähigkeit (EL) bereits in der Praxis eingesetzt werden. Die Milch verfügt nach Wendt (1998) über eine spezifische EL, die sich aus dem Vorhandensein von Elektrolyten ergibt. Die Konzentration dieser Elektrolyte wird durch die ungestörte Funktion der Blut-Euter-Schranke relativ konstant gehalten. Störungen der Funktion werden durch entzündliche Reaktionen hervorgerufen. Sie resultieren in einer Änderung der Konzentration von Elektrolyten in der Milch und damit in einer Abweichungen der EL. Eine häufige Ursache dafür ist nach Linzell und Peaker (1975) die subklinische Mastitis. Deshalb kann mit Hilfe der EL Mastitisiagnostik betrieben werden. Die Leitfähigkeit der Milch ist bei vorliegender Infektion erhöht (Fernando et al., 1982).

Definition EL. Den Kehrwert des spezifischen Widerstandes ρ bezeichnet man als elektrische Leitfähigkeit κ . Die Einheit, in der die EL angegeben wird, ist S/m (Kuchling, 1989). Die Milch als Elektrolyt besitzt in Abhängigkeit von der Ionenkonzentration und der Meßtemperatur eine spezifische EL. Bei Temperaturen von 20 bis 25°C liegt sie bei 4 bis 6 mS/cm. Bei darüberliegenden Werten ist die Milch als pathologisch verändert anzusehen (Haasmann und Schulz, 1994).

Meßmethoden. Die Messung erfolgt mit Hilfe von Geräten, denen das Prinzip eines Ohmmeters zu Grunde liegt. Für Messungen im Stall sind kleine batteriegespeiste Geräte entwickelt worden (Haasmann und Schulz, 1994). Es wurden EL-Messungen im Labor, mit Handtestgeräten oder on-line durchgeführt. Bei den Labortests konnte eine gute Wiederholbarkeit ermittelt werden mit einer Genauigkeit von 0,5 % Standardfehler im Mittel von 20 Messungen pro Probe. Zwischen on-line Messungen und Messungen derselben Proben im Labor konnte eine allgemeine Korrelation von $r = 0,86$ festgestellt werden (Nielen et al., 1992). Zwischen 3 verschiedenen Handtestgeräten wurden vergleichende Untersuchungen durchgeführt. Die Variationskoeffizienten für 10 Meßwiederholungen lagen für alle Geräte in einem Bereich von 0,5 bis 1,3 %. Der Korrelationskoeffizient zwischen Ionenkonzentration und EL betrug $r = 0,999$ (Hamann et al., 1995).

Bewertungsmethodik. Bei der Grenzwertmethode soll die Überschreitung eines absoluten Schwellenwertes veränderte Milch anzeigen (Nielen et al., 1992). Nach Haasmann und Schulz (1994) gilt als Grenzwert 5,9 mS/cm bei 20°C Meßtemperatur. In gesunden Eutern unterscheidet sich die Leitfähigkeit zwischen den Vierteln nur sehr wenig. Deshalb kann mit der sogenannten Differenzmethode gearbeitet werden. Die Differenz beträgt hierbei maximal 0,5 mS/cm für gesunde Viertel (Haasmann und Schulz, 1994). Der Wert des Viertels mit der geringsten EL wird mit den Werten der anderen Viertel verglichen. Der Gesundheitszustand wird über die Differenz mit Hilfe eines Schwellenwertes beurteilt (Nielen et al., 1992). Die Differenzmethode besitzt den Vorteil, dass mastitisunspezifische Einflußfaktoren auf die Leitfähigkeit der Milch ausgeschlossen werden. Sie setzt jedoch voraus, dass mindestens ein gesundes Viertel vorhanden ist. Für den Milk-Checker der Firma Meko (Holland) wird eine Differenz von 0,6 mS/cm als Schwellenwert angegeben (Grotheer und Ernst, 1993). Bei Schulz und Beuche (1990) wird angegeben, dass bei einer Leitfähigkeitsdifferenz von $\geq 1,0$ mS/cm (20°C Meßtemperatur) mit einer gewissen Sicherheit Kühe mit

entzündlich veränderten Vierteln angezeigt werden. Bei dem Vergleich der verschiedenen Auswertungsmethoden für die EL wurde die höchste Sensitivität und Spezifität bei Verwendung der Kombination aus absolutem Schwellenwert und Differenzmethode gefunden (Nielen et al., 1992).

Einflußfaktoren nach Nielen et al. (1992):

- | | |
|--|--|
| - Mastitis | - Gemelksfraktion (Milchejektion) |
| - Variationen zwischen Kühen | - Tageszeit |
| - Variationen einer Kuh von Tag zu Tag | - Östrus |
| - Laktationsstadium | - Genetik |
| - Laktationsnummer | - Futterumstellung |
| - Herdenunterschiede | - Futterqualität |
| - Temperatur der Probe | - Oxytocin |
| - Fettgehalt der Milch | - Kalbefieber |
| - Melkintervall | - antibiotische Versorgung nicht infizierter Viertel |

Sensitivität und Spezifität (Tabelle 5). Zwischen den Vorhersagewerten der positiven und negativen Leitfähigkeitsbefunde der Untersuchungsberichte konnte eine große Variation festgestellt werden. Dieses wurde aufgrund der Test-Evaluations-Theorie den Unterschieden in der Prävalenz der Mastitis in den verschiedenen Untersuchungen zugeschrieben (Nielen et al., 1992). Der Vorhersagewert eines positiven Leitfähigkeitstests ist niedrig, wenn eine Population mit niedriger Prävalenz vorliegt und umgekehrt (Nielen et al., 1992). Hinsichtlich der Sensitivität und Spezifität von Handmeßgeräten wurden in Tabelle 6 dargestellten Ergebnisse ermittelt.

Tab. 5: Übersicht über Ergebnisse hinsichtlich Sensitivität und Spezifität der EL

Autor	Jahr	Sensitivität (%)	Spezifität (%)	Bemerkungen
Fernando et al.	1982	30,7 - 71,7	90,4	Vorgemelk/ Erreger
		61,9 - 98,1	91,4	Nachgemelk/ Erreger
Greatrix et al.	1968	53,0 - 76,0	94,0-100,0	krank ZZ : > 500.000 /ml
		66,0 - 97,0	90,0 - 96,0	> 1.000.000 /ml
Gebre-Egziabher et al.	1979	69,0	93,2	kombiniert WMT und bU
Nielen et al.	1992	66,0	94,0	Auswertung von Literaturdaten (Mediane)
Nielen et al.	1995	75,0	90,0	Verknüpfung EL/Viertel, Milchmenge/Gemelk, Milchtemperatur; klinische Mastitis

Tab. 6: Übersicht über Ergebnisse hinsichtlich Sensitivität und Spezifität der EL in der Literatur bezüglich Handmeßgeräten

Autor	Jahr	Sensitivität in %	Spezifität in %	Gerät / Hersteller	Methode
Rottscheidt	1994	79,0	-	Mastitron/ Milku	Grenzwert 6,5 mS/cm
Trilk und Münch	2001	77,2	92,9	Mastitron/ Milku	Differenz 15 % und Grenzwert 6,4 mS/cm

c) Weitere Untersuchungsmethoden.

- Milchleistungsmessung pro Viertel. Der Vergleich zwischen Parallelvierteln bezüglich der Milchleistung eignet sich zur Mastitisiagnostik, da bei eutergesunden Primipara zwischen diesen nur eine Abweichung von bis zu 2 % besteht. Bei Untersuchungen zu Milchleistungsminderungen in Parallelvierteln bei subakuten bis chronischen Galaktophoromastitiden konnten relative Werte von $52,1 \pm 26,43$ % festgestellt werden. Eine weitere Untersuchung ergab Werte von 11,1 bis 75,0 % (Schulz und Beuche, 1990). Nach Krömker et al. (2001) kann mit Hilfe der Viertelgemelksmengenmessung und dem Vergleich der Werte von aktuellem Gemelk und vorhergehendem Gemelk mit einer Schwelle von 10 % Abweichung eine Erkennungssicherheit der subklinischen Mastitis mit einer Sensitivität von 68,6 % und einer Spezifität von 72,2 % erreicht werden.

- Milchtemperaturmessung. In Untersuchungen von Maatje et al. (1992) konnten bei 19 (76 %) von 25 Fällen einer akuten klinischen Mastitis signifikante Temperaturerhöhungen der Gesamtgemelke festgestellt werden. Sie betrachten die Milchtemperatur als einen Parameter zur Feststellung des Schweregrades der Mastitis.

2.1.2.4.2. Herdendiagnostik

a) Allgemein. Die Herdendiagnostik ist Ausgangspunkt für alle prophylaktischen Maßnahmen. Bakteriologische, zytologische und klinische Herdenuntersuchungen sind Grundlage der epizootiologisch orientierten Herdendiagnose [Herdenstatus - Tabelle 7]. Sie baut auf Kontrolluntersuchungen (Herde) und Falluntersuchungen auf und bezieht Ergebnisse von Umweltanalysen und epizootiologischen Untersuchungen in die Diagnosefindung ein. Die bakteriologische Untersuchung empfiehlt den Aktionsplan (Schulz, 1994). Die Wertung von epidemiologischen Untersuchungen, mit dem Ziel, die Übertragungsmuster oder den Einfluß von Umwelt- und Managementfaktoren zu bestimmen, hängen zum großen Teil von einer exakten bakteriologischen Diagnose ab (Radostits et al., 2000). Nach Schulz (1994) sind die Ergebnisse der regelmäßigen Zellzahlbestimmung in der Anlieferungsmilch ein wesentlicher Ausgangspunkt für herdendiagnostische Maßnahmen, obwohl sie laut DVG (1994) nur als grobe Orientierung gelten können. Eine Verbesserung der Aussage erzielt nach Schulz (1994) die Herdendiagnose aus Einzeltierbefunden, bei der der prozentuale Anteil der Tiere mit erhöhter Zellzahl dargestellt wird.

Nach der DVG (1994) wird die Mastitissituation durch das Erregerspektrum in der Herde sowie Häufigkeit und Grad der Erkrankung von Eutervierteln charakterisiert. Die Befunde weisen auf weitere notwendige, spezielle Untersuchungen im Bestand hin und geben die Möglichkeit für eine erste Prognose. Wichtig ist weiterhin die retrospektive Betrachtung der Entwicklung der Mastitissituation über mindestens ein Jahr. Hierbei sind von Bedeutung: Aufzeichnungen über Erkrankungen und Behandlungen, Umfang, Gegenstand und Erfolg früherer Beratungen, Entwicklung der Herdengröße und des Erregerspektrums, die Anzahl der Neuinfektionen in der Trockenperiode und die Daten der Milchleistungsprüfung.

b) Herdendiagnostik in Problembeständen (nach Wendt, 1998). Der Bestand wird anfangs halb-, später ganzjährig per Einzeltierdiagnostik (bU, klinisch, ZZ) untersucht. Ergänzt wird dieses durch Gruppenuntersuchungen z.B. von Trockenstellern, Frischkalbern und Eutererkrankten sowie der nachfolgenden Erfolgskontrolle. Daraufhin erfolgt die Aufteilung der Kühe in die Kuhgruppen I bis III (gesund, behandlungswürdig, zu merzen). Die Anfertigung von Antibiogrammen ist zur systematischen Mastitisbekämpfung notwendig. Nach Vollzug der Sanierung sollte neben der Durchführung von Gruppenuntersuchungen die Herde halbjährlich kontrolliert werden.

c) Überwachung und Einflußnahme auf die Eutergesundheit. Die Tankmilchzellzahl wird als Überwachungsparameter für die Eutergesundheit angegeben (Schulz, 1994; Radostits et al., 2000). Nach Untersuchungen von Hamann (1992) kann nicht von einem gleichen Schwellenwert für alle Herden ausgegangen werden. Vielmehr sind herdenindividuelle Grenzwerte festzulegen, die die Inzidenz und Prävalenz der Mastitis, das Erregerspektrum, sowie die Herdengröße und das Management einbeziehen. Der Autor sieht jedoch die Tankmilchzellzahl als Orientierungsgröße für Herden mit bis zu 30 Kühen an. Nach Schulz (1994) sind Herdenzusammenfassungen aus Ergebnissen der Zellzahluntersuchungen für einzelne Kühe (MLP) und die Einstufung der Kühe in Gruppen nach bestimmten Grenzwerten sowie Berechnung prozentualer Anteile der Gruppen sehr hilfreich. Zur Auswertung der Daten sollten nach Radostits et al. (2000) angepaßte Indizes kalkuliert werden (Prävalenz, Neuinfektionsrate, Eliminierungsrate). Der Tierarzt muss die Wirtschaftlichkeit der Veränderungen im Auge behalten. Nicht zu vergessen ist die Überwachung der Trockensteher. Bei entsprechenden Abweichungen von Zellzahlgrenzwerten in der

Herdensammelmilch setzen nach Schulz (1994) verschiedene diagnostische Maßnahmen ein. Unter anderem sind dies klinische Euterkontrollen, bakteriologische Milchprobenuntersuchungen, einzeltierbezogene Zellgehaltsuntersuchung und Analysen der Melktechnik sowie anderer Umwelteinflüsse. Die Zellzahl von Einzeltieren sollte zu ökonomischen Berechnungen genutzt werden.

d) Umweltanalyse. Die Umweltanalysen sollten sich insbesondere auf Aufstellungs- und Haltungsbedingungen, die Funktionssicherheit der Melktechnik sowie die Melkhygiene beziehen. Bezüglich des letztgenannten Punktes können Hygieneuntersuchungen vorgenommen werden (Schulz, 1994). Der Hygienestatus von Melkanlagen wird heute üblicherweise durch Überprüfung der gefährdeten Abschnitte unter Verwendung von UV-Licht (Sichtkontrolle) und durch die mikrobiologische Untersuchung von Abklatschpräparaten ermittelt. Durch einen neuen innovativen Hygieneschnelltest (ATP-Messung durch Biolumineszenz) ist eine Früherkennung von Reinigungsschwachstellen an Ort und Stelle innerhalb weniger Minuten möglich (Kleinschroth, 1994). Zur Kontrolle der Effektivität von Reinigung und Desinfektion werden mit je einem sterilen Tupfer je ein Abstrich der Melkbecherinnenräume des Melkzeuges jeweils vor der Desinfektion und nach der vorgegebenen Einwirkzeit genommen. Die Tupfer werden auf Blutagarplatten ausgestrichen und nach pathogenen Keimen ausgewertet. Die Intensität des Bewuchses wird berücksichtigt. Eine Desinfektion gilt als ausreichend, wenn 90 % der Proben nach der Desinfektion sehr gute und gute Ergebnisse aufweisen (≤ 30 Kolonien/ Tupfer) (Model, 2001b). Hinsichtlich der Melktechnik müssen eine statische und eine dynamische Testung vorgenommen werden (DVG, 1994). Sie erstrecken sich auf die möglichen, mastitisfördernden Wirkungen der Melkmaschine und der Melkarbeit (Schulz, 1994). Hierzu werden die DIN/ISO-Normen 3918, 5707, 6690 für die statische Testung angegeben (BLT/TGD, 1998). Die Kriterien der dynamischen Testung werden von Hamann in den Leitlinien zur Bekämpfung der subklinischen Mastitis (DVG, 1994) dargestellt. Nach Schulz (1994) sind im Ergebnis komplexer Analysen (Herdenstatus, Umwelt) zwei unterschiedliche epizootiologische Situationen möglich: 1. die schädigende Wirkung von Einflußfaktoren steht im Vordergrund (kein Erreger hat eindeutigen Vorrang) und 2. es liegt ein Erreger vor, der sich enzootisch im Bestand ausgebreitet hat.

2.1.2.4.3. Prognose für das Tier

Sie ist die sogenannte Voraussicht auf den Krankheitsverlauf und wird im Medizinischen in 3 Betrachtungen gestellt: für das Leben, für die Gesundheit und für die Wiederherstellung (Pschyrembel, 1994). Für die Mastitis haben folgende Bedeutung: die vollständige morphologische und funktionelle Wiederherstellung, die nur funktionelle Wiederherstellung, die Verödung und die Erhaltung des Schlachtwertes (Schulz, 1994). Zusätzlich ist die Prognose für die Wirtschaftlichkeit zu stellen. Merkmale sind hier Alter, Laktationszahl und -stadium, züchterischer Wert aktuelle Laktationsleistung im Vergleich zum Herdenmittel. Das Ergebnis zusammen mit der medizinischen Prognose führt zu einem Rangplatz innerhalb der Herde nach Therapiewürdigkeit bzw. Merzungsnotwendigkeit (DVG, 1994).

2.1.2.5. Therapie

2.1.2.5.1. Einzeltier

Die Behandlungsmethoden können in ätiologische und unterstützende Therapie eingeteilt werden. Dabei ist die ätiologische (parenteral und intrazisternal) gegen mikrobielle Ursachen gerichtet und die unterstützende soll die körpereigene Abwehr und Heilung fördern. Mit Hilfe der unterstützenden Therapie wird der Einsatz antimikrobieller Therapeutika effektiver und der Umfang ihres Einsatzes kann eingeschränkt werden (Schulz, 1994). Weiterhin ist im Hinblick auf die subklinische Mastitis eine Therapie während der Laktation von der Trockensteherbehandlung zu unterscheiden. Die Behandlungen sollten in Studien als effizient zur Eliminierung bestimmter Erreger und im Hinblick auf Verringerung des Endotoxineffekts überprüft worden sein. Die Strategie sollte kosteneffektiv sein. Informationen über die Wartezeit für Milch und Fleisch müssen verfügbar sein, um positive Ergebnisse von Hemmstoffuntersuchungen zu vermeiden. Faktoren, die die Auswahl der Fälle für die Mastitistherapie in Hinsicht auf Heilungsrate und ökonomische Konsequenz beeinflussen, sind die Art des Erregers, die Resistenzlage des Erregers, die Art der Entzündung, die Dauer der Erkrankung, das Laktationsstadium und das Alter der Kuh (Radiostits et al., 2000). Der Mastitiserreger ist der wichtigste Faktor bei der Frage der Heilungsrate (DVG, 1994). Möglichkeiten zur Wirksamkeitserhöhung der Behandlung liegen neben der indikationsgerechten Wahl der Behandlungsmethode vor allem im rechtzeitigen Therapiebeginn (Schulz, 1994).

2.1.2.5.2. Bestand

Die Zielstellungen von Eutergesundheitsprogrammen variieren je nach Mastitis-situation. In Herden mit guter Eutergesundheit sind die Maßnahmen vorrangig prophylaktischer Art und haben das Ziel, den Zustand zu sichern. Handelt es sich um Problembestände (siehe Herdendiagnostik), so werden konsequente Sanierungsmaßnahmen erforderlich. Deren Strategie richtet sich nach dem Herdenbefund. Zum einen ist dieses die Beseitigung von schädigenden Einflußfaktoren und zum anderen muss eine möglichst lückenlose Erfassung und Eliminierung aller Ausscheider des jeweiligen, enzootisch auftretenden Erregers erfolgen (Schulz, 1994). Das Ziel der Mastitisbekämpfung ist, die Mastitisinzidenz zu verringern und die Infektionsrate mit anderen als seuchenhaft auftretenden Erregern auf geringem Niveau zu halten (Radostits et al., 2000). Die Mastitistherapie erfordert Melkpersonal mit guten Kenntnissen über das Euter und den Melkvorgang, gewissenhafter Arbeitseinstellung sowie eine hohe Intensität tierärztlicher Kontrollen (z.B. tägliche Visite). Weiterhin sollte ein Krankenstall oder -abteil vorhanden sein. Wichtig ist die regelmäßige Kontrolle der Durchführung der gegebenen Anweisungen (Schulz, 1994).

2.1.2.6. Sanierung und weitere Gesunderhaltung

Mit einem Problembestand kann nach Wendt (1998) weder eine effektive Milchproduktion betrieben, noch die in der Tendenz zunehmende Automatisierung des Melkens genutzt werden. Die Voraussetzungen für den Erfolg einer Bestandssanierung sind folgende:

- „Mit hoher Aussagesicherheit sind der Gesundheitsstatus aller Kühe, die vorhandene Situation der Melktechnik und Melkhygiene und die Haltungs- sowie Fütterungshygiene zu analysieren.“
- „In einem Maßnahmenplan sind die sach- und personenbezogenen Aktivitäten festzuhalten, hinsichtlich Aufwand und Nutzen zu unterlegen und die Konsequenzen für seine Realisierung zu fixieren.“
- „Der Betriebsleiter hat die materiellen und personellen Voraussetzungen für die Umsetzung des Planes zu schaffen.“
- „Die sachliche Spezifik der Maßnahmen erfordert zwischen Betriebsleiter und Tierarzt vertrauensvolle, arbeitsteilige Verantwortlichkeit und Zusammenarbeit.“

2.1.2.6.1. Grundsätze der Sanierung

Die Grundlage für eine Bestandssanierung bildet nach Wendt (1998) die Bestandsanalyse. Sie hat den Zweck, die aktuellen und bereits zurückliegenden Vorgänge in der Eutergesundheit von Einzeltier und Bestand sowie die spezifischen die Eutergesundheit beeinflussenden Faktoren systematisch zu erfassen und zu bewerten. Die verschiedenen Parameter folgender Bereiche sollen möglichst quantitativ benannt werden: Leistung, allgemeiner Gesundheitsstatus, Eutergesundheitsstatus, Zustand der Melktechnik, Haltung, Fütterung sowie Art und Weise von medikamentellen Euterbehandlungen. Auf der Basis von Eutergesundheitsdaten muss es in einem eutergesundheitlich belasteten Bestand zu einer Unterteilung des Bestandes in drei Kuhgruppen hinsichtlich getrennter Haltung und getrennten Melkens kommen:

„Gruppe I: eutergesunde Kühe“

„Gruppe II: behandelungswürdige euterkrankte und/oder -infizierte Kühe“

„Gruppe III: zu merzende Kühe, die schwerwiegende, behandlungsresistente Euterveränderungen aufweisen“

„Aus dem Ergebnis der komplexen Analyse sollte eine Einstufung für den Kuhbestand in eine der drei folgend genannten Kategorien vorgenommen werden:

1. Bestand mit geringgradigen Störungen der Eutergesundheit, die durch eine intensivere, komplexere Kontrolle, Regulierung und Vorsorge behebbar werden (Regulierungsbestand),
2. Bestand mit wesentlichen Störungen der Eutergesundheit, die betriebswirtschaftlich maßgeblich sind und einer aufwendigen, langfristigen, fachgerechten und konsequenten Einflußnahme und Hilfe bedürfen, um hygienisch und kostenentlastet Milch produzieren zu können (Problembestand),
3. Bestand mit seuchenartig auftretenden Eutererkrankungen, in dem neben den allgemeinen Regulationen (Problembestand) spezifische Bekämpfungsmaßnahmen wirksam werden müssen, um den Bestandserhalt zu sichern („Seuchenbestand“).“

2.1.2.6.2. Maßnahmen für Problembestände

Wendt (1998) begründet die Notwendigkeit dieser Maßnahmen so: „Ein gewisses Maß an diagnostischen, kurativen und vor allem prophylaktischen Maßnahmen zur Sicherung der Eutergesundheit ist in jeder Milchrinderhaltung notwendig, und dieses

Maß muss mit steigender Leistung der Milchkuh, mit höherem Grad der Automatisierung beim Melken, im Haltungs- und Fütterungsbereich, aber auch mit der größeren Tierkonzentration sukzessive angehoben werden. In Problembeständen treten zu diesen Grundforderungen spezifische Maßnahmen hinzu, die die vorhandenen Dysregulationen und Fehler erkennen lassen, den Schadensumfang charakterisieren und die notwendigen Handlungen verbindlich fixieren und realisieren helfen.“

a) Diagnostische Maßnahmen (siehe Absatz 2.1.2.4.). Die geheilten Kühe der melkenden Gruppe kommen in Gruppe I. Diese muss monatlich auf erneute Eutererkrankungen kontrolliert werden.

b) Behandlungen. Hier müssen die Grundsätze der Mastitisbehandlung eingehalten werden. Es erfolgen Einzeltierbehandlungen. Jedoch ist die Vorgehensweise, die Erfolgsbewertung und der ökonomische Bezug auf den Bestand orientiert. Hierzu gehören die Laktationstherapie (klinische und subklinische Mastitis), die Trockenstelltherapie chronischer Eutererkrankungen und das Trockenstellen unter Antibiotikaschutz. Die Kühe der Gruppe III müssen umgehend eliminiert werden.

c) Melkerarbeit und Melktechnik. Wendt (1998) schrieb hierzu: „Die Arbeit des Melkers steht im Mittelpunkt der Sanierungsmaßnahmen. Er muss wissen, mit welchem Ziel welche Maßnahmen wodurch wirksam werden sollen und welchen spezifischen Beitrag er dazu zu erbringen hat. Durch seine tägliche Arbeit hat er zu gewährleisten, dass jederzeit nach physiologischen Normanforderungen gemolken und wenn erforderlich, diese Arbeit auch kontrolliert wird. Gleichmaßen wichtig ist die Gewährleistung der Hygienegrundsätze. Das betrifft die Sauberkeit oder Zwischendesinfektion des Melkzeuges, das Verwenden kuhbezogener Eutertücher, das Zitzentauchen genauso wie die persönliche Hygiene (Hände, Kleidung). Der Melker erkennt anhand der Vormelkprobe und der Ausmelkkontrolle die ersten Anzeichen einer klinischen Veränderung; diese zu registrieren und tierärztliche Hilfe in Anspruch zu nehmen, muss selbstverständlich sein. Durch die Arbeit des Melkers läßt sich die Kontamination der Liefermilch mit zellreicher Milch und hemmstoffhaltigem Sekret verhindern.... Vom Grundsatz her bieten die heute angebotenen Melkanlagen die Bedingungen für eine euterzuträgliche und hygienische Milchgewinnung. Mängel und Unregelmäßigkeiten resultieren gehäuft aus einem unzuweckmäßigen Einsatz und aus ungenügender Wartung und Pflege.“ Der Melker übernimmt die Kontrolle der Funktion, den Austausch von Verschleißteilen und die Überwachung von Reinigung

und Desinfektion. Die Überprüfung der Melkanlage muss mindestens einmal jährlich auch unter Melkbedingungen durch den Service erfolgen. Eventuell werden zusätzliche Überprüfungen notwendig (Wendt, 1998).

- d) Fütterung und Haltung. Drei Hauptziele müssen nach Radostits et al. (2000) erreicht werden. Dieses sind Schutz der Zitzenhaut vor Kontamination, Schutz vor der Invasion von Mastitiserregern und Schutz vor der Manifestierung der Erreger im Euter. Es muss nach Wendt (1998) eine bedarfsgerechte Fütterung und eine Vorbeuge gegen die Aufnahme toxischer Futterstoffe erfolgen. Es sollten regelmäßige Kontrollen der Rationen durch qualifizierte Betriebskräfte bzw. Fütterungsberater vorgenommen werden. Die Haltung muss darauf ausgerichtet sein, dass sie zur „...Keimminderung im Haltungsbereich, zu einer Einschränkung von Zitzenschäden sowie zur Vermeidung des Euterbesaugens...“ beiträgt. Weiterhin erwähnt Wendt (1998): „In Problembeständen treten im Haltungsbereich die nachhaltigen Begünstigungen der Erregerausbreitung (Neuinfektion) auf. Das trifft für laktierende Kühe zu, hat aber auch in der Trockensteherhaltung und bei den tragenden Färsen eine wesentliche Bedeutung.“ Nach Fehlings (1998) werden die Gegebenheiten im Liegeboxenlaufstall den tierindividuellen Bedürfnissen am gerechtesten und zeigen einen geringeren Anteil an Eutererkrankungen der Tiere als Anbindeställe. Fehlings (1998) erwähnt hierzu: „Weiterhin sind bauliche Voraussetzungen, die unmittelbar die hygienische Situation beeinflussen, für die Häufigkeit, die Intensität sowie Art und Dauer der Kontamination ursächlich verantwortlich. Zur Minderung des Erkrankungsrisikos im Stall ist daher grundsätzlich eine optimale Gestaltung der Aufstallungsform, der Größe und Abmessungen des Standplatzes oder der Liegeboxen, der Besatzdichte, der Art und Beschaffenheit der Liegeflächen, der Qualität und des Zustandes des Einstreumaterials sowie die Handhabung aller bekannten Hygienemaßnahmen notwendig.“ Der Autor macht dazu in betreffender Quelle konkrete Angaben. Eine Überbelegung ist nach Brunsch et al. (1996) in Laufställen dann gegeben, wenn nicht jedes Tier über eine Liegebox verfügt. Nach Kleinschroth (1994) ist für Abkalbeboxen sowie Krankenstände zu sorgen. Die Krankenstände müssen von Stallbereichen mit gesunden Tieren abgetrennt sein.
- e) Management (Wendt, 1998). Durch den Betriebsleiter und den Tierarzt sowie andere Partner bei der Sanierung (z.B. EGD) wird ein Maßnahmenplan erstellt. Betriebswirtschaftliche Kalkulationen gehen voran, und Vorkehrungen zur Vorbeuge

werden getroffen. Mängel müssen konkret benannt werden. Eine Standardsituation und Ergebnissicherheit kann nach ein bis drei Jahren erwartet werden. Der Betriebsleiter hat die Organisation der konsequenten Bildung, Abgrenzung und Bearbeitung der Kuhgruppen durchzuführen. Er muss die Voraussetzungen dafür schaffen (Weiterbildung Melker, Bereitstellung Material und Technik) und die Koordination der Zusammenarbeit mit den Partnern der Sanierung gewährleisten. Wendt (1998) berichtet: „...die Erfassung und wertbare Dokumentation der Untersuchungs- und Behandlungsergebnisse, der Tierstandorte sowie vorgenommener Merzungen gehören zu den Bedingungen für ein Gelingen der Sanierung.“ Es erfolgt eine monatliche Kontrolle sowie Bewertung der Ergebnisse der Maßnahmen durch die beteiligten Partner. Es müssen gegebenenfalls Überlegungen zu Umbauten an Stall oder im Melkbereich angestellt werden. Züchterische Verbesserungen von Zitzen- und Euterbeschaffenheit werden eventuell notwendig sein und die Auswahl von Vatertieren, die Eutergesundheit vererben, sollte erfolgen. Eine Verbesserung der Melkarbeit kann durch theoretische und praktische Unterweisungen am Arbeitsort erreicht werden. Die zwischenzeitliche ökonomische Bewertung im Sanierungsablauf gewährleistet die Disponierung im Betrieb und bewertet und fördert die Sanierungsarbeit.

2.1.2.6.3. Immunprophylaxe

Für den unspezifischen Teil der Immunabwehr wurden bereits praktikable Ergebnisse vorgelegt. Alle Maßnahmen, die die Reaktivität des blutbildenden Gewebes und die zellulären Abwehrleistungen fördern, sind als wesentlich für den Infektionsschutz des Euters anzusehen. Hiermit eng verbunden ist die bedarfsgerechte Ernährung und Haltung der Milchkuh (Schulz, 1994). Mit Hilfe der Applikation eines Paramunitätsinducers konnte im Verlauf von 7 Tagen eine Verbesserung der bakteriologischen Ergebnisse und im Verlauf von einem Monat eine Zellzahlverbesserung bei 100 % der Versuchstiere mit erhöhter Zellzahl erreicht werden (Rautenkranz, 1997). Die Aktivierung der spezifischen Immunität bereitet weiterhin auch experimentell große Schwierigkeiten (Schulz, 1994). Die Zielsetzung der Immunisierung ist es, eine antigenspezifische Antikörperproduktion auszulösen, die einer mittelgradigen Infektionsbelastung des Euters standhält, die vorhandene Infektionsrate aktiv vermindert und das Risiko einer Neuinfektion wesentlich vermindert (Wendt, 1998). Zur Zeit erhältliche Vakzinen können die Inzidenz und

Schwere von klinischen Mastitiden reduzieren, aber sie können keine chronischen Mastitiden eliminieren und keine neuen Infektionen verhindern (Radostits et al., 2000).

2.1.2.7. Bestandserneuerung

Die Bestandserneuerung gliedert sich laut DVG (1994) in 3 Punkte: in die Auswahl zu merzender Tiere, die Selektion der eigenen Nachzucht und die tierärztliche Kontrolle von Zukaufstieren.

2.1.2.7.1. Merzung

Ebenfalls zu merzen sind therapieresistente Tiere. Therapieresistenz liegt vor, wenn ein Tier auf einem identischen Viertel trotz dreimaliger Behandlung innerhalb einer Laktation eine Infektion mit ein und demselben Erreger aufweist. Hier erfolgt die Eliminierung von Erregerreservoirien. Prognostisch ungünstig sind hierbei grobe, palpatorisch erfassbare Gewebeveränderungen der Drüse oder erworbene Strichkanalstenosen. Die Auswahl der zu merzenden Tiere muss jedoch unter ökonomischen Gesichtspunkten noch weitere Auswahlkriterien beinhalten. Sollen infizierte Tiere vorerst im Bestand verbleiben, so müssen sie getrennt gehalten werden. Ist dies nicht möglich, kann zur Eindämmung eine "intermittierende Therapie" durchgeführt werden (DVG, 1994).

2.1.2.7.2. Aufzuchtprophylaxe und Selektion von Nachzuchtieren

Nach Wendt (1998) ist die Vorbeuge von Eutererkrankungen bei der Färsen, eine sehr gute und billige Investition. Bei einer Untersuchung von Waage et al. (2000) hatten 25 % der Färsen, die von einer klinischen Mastitis betroffen waren, anschließend mindestens ein funktionsloses Euterviertel. Folgende Aufzuchtmaßnahmen werden von Wendt (1998) besonders hervorgehoben:

- Das Euterbesaugen beim Saugkalb und in späteren Aufzuchtphasen ist zu verhindern, die Sauger zu entfernen.
- Beistriche gleich nach der Geburt entfernen.
- Tränkmilch für Kälber ist (auch entsprechend der Milchverordnung) nach der Erhitzung (65°C über 30 min oder 72°C über 40 sec) zu vertränken. Eine Dicklegung vermag Mastitiserreger nicht abzutöten.

- „Sperrmilch“ (von euterkranken, euterbehandelten Kühen) sollte nicht an weibliche Zuchtkälber vertränkt werden.
- Im Haltungsbereich der Färsen sind Sauberkeit und Erregerarmut zu gewährleisten, kranke Tiere sollen ausgesondert und die Herde regelmäßig auf Krankheitserscheinungen kontrolliert werden.
- Zukauftiere sind zu quarantänisieren (siehe Tierhandel).
- In Problemfällen können Vakzinierungen und Euterdesinfektionen (einmal pro Woche per Spray oder Zitzentauchen) die Infektionsrate mit senken helfen.
- Unheilbar kranke Tiere sind zu selektieren.

2.1.2.7.3. Kontrolle von Zukaufstieren

Wichtig ist, beim Ersatz der Tiere im Rahmen einer Bestandserneuerung eine Einschleppung von Erregern zu verhindern. Es sollte ein Schutz der eigenen Herde durch Quarantänemaßnahmen erfolgen (alle Tests abgeschlossen, Wartezeit vorbei, zuletzt melken - nach Radostits et al., 2000). Folgende Mastitisvorbeugemaßnahmen müssen nach Wendt (1998) beim Handel mit Rindern getroffen werden:

- Schriftliche Vertragsbindung mit Zusicherungen beim Verkäufer,
- Befundattestierung,
- Gründliche Untersuchung vor Übernahme des Tieres,
- Kein Kauf von Tieren mit Normabweichungen am/ im Euter,
- Quarantänisierung beim Käufer und gründliche klinische, sekretorische und bakteriologische Untersuchung von Euter und Sekret.

2.1.2.8. Milchhygiene

Der Begriff „Milchqualität“ wird grundsätzlich durch Parameter der Zusammensetzung und der hygienischen Beschaffenheit bestimmt. Während die Zusammensetzung der Milch wesentlich durch Faktoren wie Fütterung, Managementsysteme, Vererbung, Rasse u.a. beeinflusst wird, resultiert die hygienische Qualität der Milch im wesentlichen aus dem Eintrag von Krankheitserregern, von Verderbniserregern sowie von Rückständen und Verunreinigungen. Die Hygienemaßnahmen sollen ein Lebensmittel gewährleisten, das rein, gesundheitlich unbedenklich, gesund und bekömmlich ist. Entzündungen der Milchdrüse führen zu Veränderungen in der Zusammensetzung und in den physikalisch-chemischen

Eigenschaften der Milch. Anteile der Inhaltsstoffe verändern sich und Ausbeute und Qualität der Milchprodukte werden nachteilig beeinflusst. Hinsichtlich der Krankheitserreger sind heute besonders *Staphylococcus aureus* als „Lebensmittelvergifter“ und *Escherichia coli* als Krankheitserreger in der Diskussion. Rückstände von antimikrobiellen Wirkstoffen in der Milch haben im Sinne der technologischen Verwertbarkeit und aus Sicht des Verbraucherschutzes Bedeutung. Zur Qualitäts- und Hygienesicherung empfiehlt Heeschen (1995) das aus der Lebensmittelhygiene bekannte Werkzeug der Gefährdungsanalyse mit Festlegung kritischer Kontrollpunkte (Hazard Analysis Critical Control Point - HACCP). Dieses Konzept ermöglicht einen systematischen Ansatz zur Identifizierung und Bewertung unerwünschter Umstände und Risiken in Verbindung mit der Gewinnung bzw. Herstellung eines Lebensmittels (Heeschen, 1995).

2.1.2.8.1. Reinigung und Desinfektion

Hygienische Maßnahmen sind in der Rinderhaltung mit dem Kernstück der Desinfektion die Basis der Bekämpfung von Infektionskrankheiten allgemein und von Euterinfektionen im besonderen. Technologisch maßgebliche Haltung, Konzentrationsprozesse, zunehmende Intensivierung, Technisierung und Spezialisierung sowie Erhöhung der Leistungsanforderungen sind ohne entsprechende systematische Hygienemaßnahmen weder biologisch noch ökologisch oder ökonomisch möglich. Eine biologisch orientierte Sauberkeit stellt die primäre Voraussetzung für die Haltung und Nutzung sowie Gesunderhaltung der Rinder dar. Sekundär und in der Wirksamkeit vom Reinigungseffekt abhängig, wird die Anwendung von Desinfektionsmaßnahmen erforderlich (Wendt, 1998).

a) Allgemeine Anwendungsbedingungen für Desinfektionsmittel (Wendt, 1998). Desinfektionsmittel sollen wirksam, geprüft und zugelassen sein sowie produktbezogen und gezielt eingesetzt werden. Schädliche Nebenwirkungen sind zu vermeiden. Bei der Anwendung müssen folgende Grundsätze beachtet werden:

- Der Zugang der Wirkstoffe zum Erregersitz muss durch eine vorausgegangene gründliche Reinigung geschaffen sein.
- Die Wirksamkeit wird entscheidend von der richtigen (vorgeschriebenen) Konzentration der Stoffe beeinflusst.

- Die Einwirkzeit ist wirkstoffabhängig unterschiedlich und in jedem Falle zu gewährleisten.
- Die Temperatur hat präparatabhängig zumeist einen förderlichen Effekt auf die Desinfektionswirkung.
- Nach einem Jahr sollte das Desinfektionsmittel gewechselt werden, um einer Resistenzbildung der Erreger zu begegnen.
- Die vom Hersteller angegebenen Wechselfristen insbesondere für Gummi und sonstige Plastwerkstoffe sind einzuhalten (Wehowsky und Tröger, 1994).
- Schädwirkungen bei Anwendung von Desinfektionsmitteln sind gegenüber Mensch, Tier und Einrichtung zu berücksichtigen. Es müssen Vorsichtsmaßnahmen bedacht werden, und die anwendende Person muss sachkundig sein.
- Die Intensität der Desinfektion sollte sich am aktuellen Eutergesundheitsgeschehen ausrichten (Problembestand ja/nein).

b) Spezielle Anforderungen für die Verwendung in mastitisrelevanten Haltungs- und Nutzungsbereichen (nach Wendt, 1998).

- Maßnahmen im Haltungsbereich

Diese richten sich nach der Aufstallungsform. Jedoch ist sowohl in der Anbinde- als auch Laufstallhaltung eine gründliche, tägliche Reinigung der Tierbereiche die Voraussetzung für Keimreduzierung. Jede Rinderhaltung sollte einmal jährlich eine Generalreinigung von Stall, Stalleinrichtung und Geräten vornehmen. Abschließend soll hierbei eine Grobdesinfektion erfolgen, welche durch Licht- und Lufteinwirkung unterstützt wird. Die Maßnahmen sollen hinsichtlich der Euterwirksamkeit auf bestimmte Haltungsbereiche konzentriert werden. Dazu zählen die Liegeflächen, der Abkalbebereich, das Krankenabteil, der Quarantänestall und der Trockensteherbereich sowie der Bereich mit hochtragenden Färsen.

- Maßnahmen am Euter

Maßnahmen vor dem Melken (nach Wendt, 1998). Sinnvolle Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen sollen helfen, die Übertragung und Verbreitung der Mastitiserreger weitgehend einzuschränken. In Beständen mit Euterentzündungen sind folgende Dinge als erregerkontaminiert anzusehen: das Melkzeug, die Hand und Teile

der Kleidung des Melkers, das Vormelkgefäß, gebrauchte Eutertücher und die mit belasteter Milch in Kontakt gekommenen Gegenstände. Folgende Wirkstoffgruppen sind hierbei geeignet zur Desinfektion: quarternäre Ammoniumverbindungen, Hypochlorite, Aktivchlor, organische und anorganische Säuren, Alkylamine und Peroxide. Das Desinfektionsmittel darf nicht in die Milch gelangen. Nach der Vormelkprobe sollten das Euter und die Zitzen gereinigt und mild desinfiziert werden, vor dem Ansetzen des Melkzeuges sollten sie wiederum relativ trocken sein, um „Klettern“ der Zitzenbecher zu vermeiden. Zur Verwendung kommen desinfizierende Einwegtücher oder feuchte, vorher ausgekochte oder desinfizierte textile Mehrwegtücher. Ein Tuch wird dabei für eine Kuh pro Melkzeit genutzt.

Zitzendesinfektion. Nach der DVG (1994) wird die Zitzendesinfektion verwendet, um Erreger abzutöten, die durch das Melken an die Zitzen gelangt sind und sich an der Öffnung bzw. an dem unteren Teil des Strichkanals befinden. Nach Schulz (1994) ist die Infektionsgefahr besonders in den ersten zwei Stunden nach dem Melken hoch, da die Zitzenkanäle noch relativ weit offen sind. Zur Zitzendesinfektion stehen Präparate mit den Wirkstoffen Jod, Aktivchlor und PES zur Verfügung (Wendt, 1998). Dippbecherinhalte sind nach DVG (1994) alle 30 Kühe zu erneuern und bei Geräten zum Besprühen muss darauf geachtet werden, dass keine Sprüschatten entstehen. Es kann nach Schulz (1994) bei Verwendung der Zitzendesinfektion von einer Verringerung der Neuinfektionsrate von bis zu 60 % ausgegangen werden. Hinweise nach Wendt (1998) sind folgende:

- Nach dem Melken sollte zur Verringerung der Euterinfektionen in der Zwischenmelkzeit (ZMZ) eine Zitzendesinfektion durchgeführt werden.
- Das Desinfektionsmittel muss die ganze Zitze benetzen, und ein entstehender Tropfen soll an der Zitzenspitze eintrocknen.
- Eine Effektverstärkung erreicht man, wenn die Kuh sich nach dem Melken nicht hinlegt, sondern frißt und die Liegeflächen keimarm sind.
- Zusätzlich kann bei Trockenstehern die direkte Euterdesinfektion vorgenommen werden (Sprühdesinfektion der Euter mit PES-Lösung 0,15 %-ig/ Zitzentauchen mit Jodophoren).

- Maßnahmen an der Melktechnik

Melkzeugzwischenreinigung und -desinfektion. Im Hinblick auf eine Zwischenreinigung ohne chemische Zusätze konnte eine Keimreduktion von 99 % des Ausgangswertes bei Zwischenreinigungen mit dem schwedischen BOA Ture System in einem Melkstand mit 8 Melkplätzen (80 Kühe) festgestellt werden. Es wurde Trinkwasser mit einer Temperatur von 27,8 bzw. 28,7°C in Mengen von 2,7 bzw. 4,0 Litern/Platz/Reinigung genutzt (Landfried, 2001). Durch Zwischenreinigungen mit Trinkwasser mit dem „Airwash-“ (400 bis 700 ml/Melkzeug in 30 Sekunden) bzw. „Backflush“-System (1,0 bis 1,5 l /Melkzeug in 88 Sekunden-variabel) konnte in 83,9 % der Melkzeuge (n = 488) keine Keimreduzierung hervorgerufen werden (Model, 1998). Model empfiehlt deshalb, neben anderen Autoren (Cersovsky, 1974, 1976, 1989; Wendt, 1998), eine Melkzeugzwischenreinigung. Durch diese sinkt das Übertragungsrisiko der Mastitiserreger von Kuh zu Kuh. Dieses Risiko steigt mit steigender Zahl gemolkener Tiere pro Melkplatz und beim Vorliegen seuchenartiger Infektionen. Hier sind besondere Anforderungen an das Desinfektionsmittel zu stellen (Wendt, 1998):

- Es muss schnell wirksam sein, da zwischen dem Desinfektionsvorgang und dem nächsten Melken aus technischen Gründen oft nicht mehr als eine Minute Zeit liegt.
- Das Mittel muss ein breites Wirkspektrum haben.
- Es muss für die Milchgewinnung zuge lassen sein.
- Es löst möglichst keine Umweltbelastungen aus.
- Das Mittel wirkt auf technische Bestandteile nicht aggressiv.
- Die Zitzengummiinnenflächen dürfen noch keine auffälligen Abnutzungserscheinungen zeigen.
- Es muss gewährleistet werden, dass kein Desinfektionsmittel in die Milch gelangt
- und das Zitzenbecherinnenflächen nach der Desinfektion abtropfen können.
- Model (1998) ergänzt hier das Gewähren einer ausreichenden Einwirkzeit und
- den Aspekt der Vertretbarkeit der Kosten.

Diesen Anforderungen entspricht am besten die Peressigsäure. Jedoch fallen bei diesem Wirkstoff auch negative Eigenschaften ins Gewicht (Model, 1998):

- das Nachlassen der Desinfektionswirkung mit zunehmender Verschmutzung,
- der Wirkstoff hat korrodierende Wirkung auf Metallegierungen (Buntmetalle),
- die Arbeitsschutzbestimmungen für Säuren müssen eingehalten werden.

Aufgrund des Arbeitsschutzes und der Notwendigkeit einer hohen Dosiergenauigkeit empfiehlt die Autorin dringend, auf die von den Herstellern angebotenen und für PES geeigneten Dosierpumpen zurückzugreifen. Nach Model (2001) entwickelte die Firma KESLA-Pharma Wolfen GmbH das sogenannte Wofasteril-Kombiverfahren®. Dabei wird zu Wofasteril® ein Puffer (Alcapur E ®) zugesetzt, der die Lösung geruchlos und frei von Korrosionswirkung werden läßt. Die volle Desinfektionswirkung bleibt dann für 2 Stunden erhalten. Aufgrund dessen können auch herkömmliche Zwischenspülverfahren wie „Airwash“ damit betrieben werden. In umfangreichen Untersuchungen unter Praxisbedingungen konnte gezeigt werden, dass die häufig eingesetzten jodhaltigen Präparate (Circoflush®; Model, 1995) hier deutlich schlechter als PES-Präparate wirken, da sie eine wesentlich längere Einwirkzeit benötigen. Das gleiche gilt auch für chlorhaltige Mittel (100 bis 200 mg/l verfügbares Chlor), die meist in einer Konzentration von 0,5 % eine Einwirkzeit von > 2 Minuten benötigen, um mehr als 80 % der vorhandenen Mastitiserreger abzutöten (Wendt, 1998). Model (1998) weist darauf hin, dass ein PES-Gehalt von mindestens 0,08 – 0,1 % in einer effektiven Desinfektionslösung erforderlich ist, um etwa 90 % der Melkzeuge von pathogenen Keimen zu befreien. Weiterhin betont sie (2001), dass selbst bei einem Wirkstoffanteil von 1000 mg/kg (ppm) noch 30 Sekunden notwendig sind, um Krankheitskeime zu vernichten. Von der Autorin (1998) werden für das „Backflush“-Verfahren 0,5 Pf/kg Milch [0,26 €Cent/kg] ermittelt. Bei dem „Airwash-Verfahren“ hingegen wurden von ihr 5,15 DM/Tag [2,63 €Tag] bei 100 Kühen mit zweimaliger Melkung veranschlagt (2001). [Das entspricht bei einer Leistung von 25 kg/Kuh/Tag einem Betrag von 0,21 Pf/ kg Milch oder 0,11 €Cent/kg.]

Hauptreinigung. Nach Aumann et al. (1993) wurde 1993 für die Reinigung und Desinfektion von Melkanlagen in der Bundesrepublik Deutschland überwiegend die sogenannte Zirkulationsreinigung eingesetzt. Dieses Verfahren beruht auf dem Zusammenwirken einer Lösung aus oberflächenaktiven, keimtötenden Chemikalien, Turbulenz, Temperatur und Einwirkdauer der Reinigungslösung. Das Gesamtverfahren besteht aus den vier Abschnitten Vorspülung, Hauptreinigung, Nachspülen und Trocknen. Alternativ dazu kann die Kochendwasserreinigung eingesetzt werden. Hierbei wird siedendes, angesäuertes Wasser einmalig durch die Melkanlage geleitet. Das austretende Wasser soll mindestens zwei Minuten lang eine Temperatur von 77°C aufweisen. In einer vergleichenden Untersuchung wurde unter

anderem der Reinigungserfolg beider Anlagenarten überprüft. Es wurde mit Hilfe der Biolumineszenzmessung der Adenosin-Tri-Phosphat-(ATP)-Gehalt der nach der Reinigung in der Melkanlage verbliebenen Biomasse ermittelt. Das Maß der ATP-Menge sind Relative Lichteinheiten (RLU) und entsprechen der Anzahl vorgefundener Keime. Es wurde ein Kontaminationsgrenzwert von 200 RLU festgelegt. Untersucht wurden 16 Betriebe mit Zirkulationsreinigung und 48 Betriebe mit Kochenwasserreinigung, wobei die durchschnittlichen Keimzahlen der Anlieferungsmilch nicht signifikant voneinander abwichen (31412 bzw. 34476 Keime/ml). Betrachtet wurden verschiedene Melkanlagen in unterschiedlichen Melkstandtypen. Überprüft wurden unterschiedliche Melkanlagenteile, unter anderem Zitzengummischäfte (ZS) und Zitzengummiköpfe (ZK). Dargestellt wurden bei den Ergebnissen in Tabelle 8 jeweils 4 Betriebe.

Tab. 8: Ergebnisse der Hygieneuntersuchungen von Aumann et al. (1993)

Art der Reinigung/ Keimzahlen und Ort der Probe	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 4
Zirkulationsreinigung				
Keimzahlen im Jahr 1991(x10 ³ /ml)	36	30	23	26
Ergebnisse ZS (RLU)	2128	1078	17	104
Ergebnisse ZK(RLU)	8135	25849	-	151
Kochendwasserreinigung				
Keimzahlen im Jahr 1991(x10 ³ /ml)	45	53	28	25
Ergebnisse ZS (RLU)	232	65	753	227
Ergebnisse ZK(RLU)	163	159	4264	3182

Bezüglich der Zirkulationsreinigung wird ein Zusammenhang zwischen Reinigungserfolg und Tankmilchkeimzahl deutlich. Diesen gibt es bei der Kochendwasserreinigung nicht. In einer Untersuchung von Hartl et al. (2000) zeigte sich in Bezug auf das Qualitätskriterium „Coliforme Keime“ die Kochendwasserreinigung (KWR) ...als äußerst wirkungsvoll und erbrachte im Vergleich zu den anderen Verfahren (Zirkulationsreinigung, Stapelreinigung,

Heißwasserreinigung) geringste Restkeimzahlwerte (Keime/ml). Jedoch konnten in diesem Versuch mit der KWR nicht alle angetrockneten Milchreste entfernt werden.

2.1.2.8.2. Rückstandsproblematik

Der Einsatz von pharmakologischen Wirkstoffen bei lebensmittelliefernden Tieren ist von ihrer Zulassung in der Europäischen Union und in Deutschland abhängig. Die Grundlage der Regelung ist die Verordnung (EWG) Nr. 2377/90 des Rates „Zur Schaffung eines Gemeinschaftsverfahrens für die Festsetzung von Höchstmengen für Tierarzneimittelrückstände in Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs“ vom 26. Juni 1990. Die Wirkstoffe werden den Anhängen I bis IV, je nach Festlegung der Verfahrensweisen bezüglich Rückstandshöchstwerten dieser Wirkstoffe in essbaren Geweben und tierischen Produkten, zugeordnet.

a) Jodeintrag. Jod und Jodophore einschließlich Polyvinylpyrrolidon sind in Anhang II der Verordnung (EWG) Nr. 2377/90 registriert. Für Stoffe in Anhang II gelten keine Höchstmengenrichtwerte, weil ihre Rückstände in allen Konzentrationen für den Verbraucher unbedenklich sind. In der Bundesrepublik Deutschland werden hauptsächlich Jodophore in der Regel mit einer Konzentration von 3000 mg/kg (ppm) als Zitzendippmittel eingesetzt. Es sind hautpflegende Komponenten wie Lanolin (bis 3 %) oder Glycerin (bis 10 %) enthalten. Die Reduktion der pathogenen Keime auf der Zitzenhaut beträgt bei regelmäßiger Verwendung 50 bis fast 100 %. Bei ordnungsgemäßem Einsatz sind die durch die Zitzendesinfektion in der Milch zu erwartenden zusätzlichen Jodkonzentrationen als vernachlässigbar klein anzusehen (DVG, 1994). Nach Heeschen (1994) kann erhöhte Jodaufnahme in Jodmangelgebieten zu funktionellen Störungen der Schilddrüsenfunktion führen (jodinduzierte Hyperthyreose). Um jegliches Risiko für den Konsumenten zu vermeiden, sollte der Jodanstieg in der Herdensammelmilch im Zusammenhang mit der Anwendung der Zitzendesinfektion 150 µg/kg nicht überschreiten. Der Gesamtjodgehalt der Milch muss auf 500 µg/kg Milch begrenzt werden.

Empfehlung Jodaufnahme: Kind bis 100µg/Tag

Erwachsener bis 200µg/Tag

maximale, für den Menschen unbedenkliche Jodzufuhr 700µg/Tag.

Die toxikologische Bewertung von Polyvinylpyrrolidon (PVP)- Jod nach oraler Aufnahme muss zwischen den Komponenten Jod und PVP (ADI-Wert 25 mg/kg KGW) unterscheiden. Es konnte geschlußfolgert werden, dass die Verwendung von

PVP-Jod mit einem Gehalt von nicht mehr als 3000 mg/kg verfügbarem Jod ein Risiko für den Konsumenten praktisch ausschließt.

b) Antiinfektiva. Nach Kleinschroth (1994) sind die Melkeinheiten nach jedem Melken antibiotikabehandelter Kühe mit mindestens 50°C warmem Wasser unter Zusatz eines Reinigungsmittels vorschriftsgemäß zu reinigen. In einer Untersuchung nach Schällibaum (1990) wurden folgende Anteile der Häufigkeit von Kontaminationsursachen (KU) von Rohmilch mit Antiinfektiva festgestellt (Tabelle 9).

Tab. 9: Ursachen für die Kontamination von Rohmilch mit Antibiotika und Sulfonamiden (nach Schällibaum, 1990)

sekretorische Kontaminationsursache	Anteil in %	postsekretorische Kontaminationsursache	Anteil in %
TOTAL	41,0	TOTAL	59,0
- Wartezeit nicht eingehalten - Unkenntnis, Informationszeitspanne - Fehler beim Melken - Fehler bei der Behandlung - unter AB-Schutz trockenstehende Kuh gemolken	36,5	- ungenügende Reinigung der Melkanlage und des Melkgeschirrs	29,3
- Wartezeit eingehalten, aber verzögerte, über Wartezeit andauernde AB-Ausscheidung	3,1	- Melkreihenfolge nicht beachtet	29,7
- Tierärztlicher Kunstfehler	1,4		

2.2. Automatische Melksysteme (AMS)

2.2.1. Melkroboter - allgemein

2.2.1.1. Funktionsweise und Bauelemente

Die AMS übernehmen neben dem eigentlichen Milchentzug alle zum Melkprozeß gehörenden Arbeiten wie Tierverkehr zum oder vom Melkplatz, Beurteilung auf Melkberechtigung, Vorbereiten auf das Melken, Beurteilung von Tiergesundheit und Milchqualität, Handhabung und Steuerung der Melkeinheiten vom Ansetzen bis zur Abnahme einschließlich der Reinigung, Datengewinnung und Verarbeitung sowie der Versorgung mit Kraftfutter. In der entsprechenden Literaturquelle wird eine differenziertere Betrachtung verschiedener Modelle einiger Hersteller vorgenommen (Schwarzer, 2000). Es wird grob in Einboxen und Mehrboxenanlagen unterschieden (Eckl, 1999). Die Melkausrüstung besteht aus ähnlichen Basiskomponenten wie die konventionellen Systeme. Das Melkzeug an sich ist jedoch so konstruiert, dass die Viertelgemelke erst im Milchsammelgefäß zusammenfließen. Es ist nicht bekannt, in wie weit die Melkroboter unter praktischen Bedingungen ISO-Standards erfüllen. Es gibt derzeit zur Zitzenreinigung vier Verfahren: die einzelne Reinigung durch Bürsten oder Rollen mit austauschbaren Tüchern, die gleichzeitige Reinigung mit einer horizontal rotierenden Bürste, die gleichzeitige Reinigung in den Zitzenbechern, in denen später gemolken wird und die einzelne Reinigung durch ein separates Säuberungsgerät. Der Effekt der verschiedenen Verfahren auf die Zitzenkondition ist zur Zeit noch nicht bekannt. Es stellt sich schwierig dar, stark verschmutzte Zitzen sauber zu bekommen. Geräte zur automatischen Zitzeninspektion sind auf dem Markt momentan nicht vorhanden. Die automatische Spraydesinfektion der Zitzen nach der Melkbecherabnahme wird bei allen Robotern angewendet. Momentan werden bei den angebotenen Systemen die Zitzenbecher und Milchschräuche mittels "Backflushing" nach einer bestimmten Anzahl von Melkungen mit Wasser gereinigt. Zusätzlich wird nach einer bestimmten Zeit ohne Melkung gereinigt (Lind et al., 2000). Eine Übersicht über Reinigungs- und Zitzenortungselemente sowie Hygienefunktionen der verschiedenen Roboter liegt im Anhang in Tabelle 80 vor. Tabelle 79 gibt im Anhang einen Überblick über Diagnostikelemente der einzelnen Roboter. Schuiling (1995) fand 14 Stunden nach der Reinigung einen 10-fachen Anstieg der Anzahl von Bakterien, die mit der Milch in den Milchtank gelangten. Daraufhin empfohlen

Wolters und Schuiling (1998) alle acht Stunden eine Hauptreinigung. Lind et al. (2000) empfehlen die Reinigung auch nach behandelten, erkrankten oder frischgekalbten Kühen.

2.2.1.2. Verbreitung von Melkrobotern

In folgenden Ländern werden Melkroboter eingesetzt: Holland, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Schweden, Schweiz, Kanada, Japan, Finnland, Island, Belgien, Italien, Spanien, USA (Rasmussen et al., 2001). Laut Lely (2002) sind etwa 1.200 Melkroboter dieser Firma weltweit im Einsatz. De Laval (2002) gibt Verkaufszahlen von weltweit 200 VMS-Anlagen an. SAC (2002) verzeichnet den Verkauf von 20 Galaxy-Anlagen ausschließlich in Holland. Die Firma Prolion-Development (2002) gibt für Dänemark den Verkauf von etwa 40 Anlagen an. [Weltweit kann somit mit mehr als 1.500 Anlagen gerechnet werden.]

2.2.2. Einsatzerfahrungen mit AMS

2.2.2.1. Entwicklung der Eutergesundheit

Bei der Literaturrecherche zu diesem Thema ergaben sich in jedem betrachteten Parameter der Eutergesundheit gegensätzliche Ergebnisse.

Tab. 10: Entwicklung des Anteils klinischer Mastitiden in der Herde

klinische Mastitis		
Autor	Änderung	Bemerkung
Lotthammer (2001)	↑ (61,1 %)	Parallelversuch FGM (20,4 %)
Schwarzer (2000)	↑ (47,7 %)	Parallelversuch TMS (23,8 %)
Pomiès et al. (1998)	=	
Nunnenkamp (1997)	↓	Befragung 4 Praxisbetriebe
Fübbeker und Kowalewsky (2000)	↓	Umfrage

Tab. 11: Entwicklung der Zellzahl-niveaus der Herdensammelmilch

Zellzahlentwicklung (x 1.000) Zellen/ml				
Autor		von	auf	Bemerkung
Förster (2000)	↑	92	116	
Justesen und Rasmussen (2000)	↑	276	342	ohne Selbstüberwachungsprogramm
Klungel et al. (2000)	=	233	217	
Svennersten-Sjaunja et al. (2000)	=	32,5	28,5	Parallelversuch von = FGM, auf = AMS
Förster et al. (1997)	↓	334	195	
Justesen und Rasmussen (2000)	↓	276	245	mit Selbstüberwachungsprogramm

Tab. 12: Entwicklung der Anteile von Merkmalen einer schlechten Zitzenendenkondition

Zitzenendenkondition		
Autor	Änderung	Merkmal/ Bemerkung
Svennersten- Sjaunja et al., 2000	besser	weiße Ringe 85,3 % AMS und 88,8 % FGM
DLG-Prüfbericht 4916, 2000	=	
Svennersten-Sjaunja et al., 2000	schlechter	trockene Zitzenhaut 30,9 % AMS und 3,4 % FGM

Tab. 13: Entwicklung der Anteile infizierter Viertel bzw. der Erstinfektionsrate

Erstinfektionsrate/ infizierte Viertel			
Autor	von	auf	Bemerkung
Knappstein et al. (2000b)	13,5 %	25,0 %	infizierte Viertel, 33 Monate
Knappstein et al. (2000b)	20,4 %	26,0 %	infizierte Viertel, 19 Monate
Schwarzer (2000)	13,0 %	2,3 %	Erstinfektionsrate (Anteil Kühe)

Nach Schwarzer konnte eine Verbesserung der Eutergesundheit und der Milchqualität nur durch eine Anpassung des Herdenmanagements erreicht werden. Es wurde zusätzliche Zeit für die Kontrolle der Computerdaten (z.B. ZMZ) und für Kontrollgänge durch die Herde aufgewendet.

2.2.2.2. Entwicklung der Milchqualität

Der erwartete Effekt der Verbesserung der Milchqualität stellt sich nicht immer ein. Ein besonderer Schwerpunkt liegt in der Anfangszeit nach der Umstellung. Wie beim konventionellen Melken ist es wichtig, die Kühe sauberzuhalten. Besondere Aufmerksamkeit muss der Säuberung der Melkeinrichtung und der Kühlung gewidmet werden, um die Qualität der Rohmilch abzusichern (Lind et al., 2000).

a) Wie aus Abschnitt 2.2.2.1. zu entnehmen, sind bezüglich Zellzahl widersprüchliche Informationen in der Literatur vorhanden.

b) Nach Hogeveen und Wemmenhove (1999) verdoppelte sich der Keimgehalt der Tankmilch von Betrieben nach Umstellung auf ein AMS. In Praxisbetrieben konnten Verbesserungen der Keimzahl wie auch Verschlechterungen festgestellt werden (Wendl et al, 2000). In einer Untersuchung von Lotthammer (2001) lag der Keimgehalt der mit dem Melkroboter gewonnenen Milch konstant unter 10.000 Keimen/ml Milch. Schwarzer (2000) konnte über einen Zeitraum von sechs Monaten nach Installation des AMS einen Rückgang des Keimgehaltes der Tankmilch von 38.000 auf 17.000 Keime/ml beobachten. Dieses führt sie insbesondere auf den Austausch der von Lely angebotenen baumwolltuchumwickelten Zitzenreinigungsrollen gegen Plastebürsten zurück. Der Keimgehalt lag jedoch immer über dem der Tankmilch aus dem Tandemmelkstand (10.000 Keime/ml).

- c) Ein Teil der AMV-Betreiber berichtet über eine Überschreitung des gesetzlich vorgeschriebenen Gefrierpunktes (Brade, 2001). In verschiedenen Untersuchungen zur Umstellung von konventionellem auf automatisches Melken konnten Gefrierpunkte von durchschnittlich $-0,520^{\circ}\text{C}$ bis $> -0,515^{\circ}\text{C}$ festgestellt werden (Van der Vorst und Hogeveen, 2000; Klungel et al., 1998; Justesen und Rasmussen, 2000; Fübber und Kowalewsky, 2000; Lotthammer, 2001). Justesen und Rasmussen (2000) vermuten dahinter nicht ein Management- sondern ein Technikproblem. Da auch infizierte Kühe während der Behandlungsphase gemolken werden, ist eine häufigere Reinigung erforderlich. Die Reinigung hinterläßt jedoch Wasserrückstände in den milchleitenden Wegen des AMS und beeinflußt so den Gefrierpunkt. Hier ist mehr Aufmerksamkeit dem korrekten Ausblasen der Wasserrückstände gegenüber erforderlich. Bei Untersuchungen von Lotthammer (2001) am Lely Astronaut konnten bei jeder Probennahme erhöhte Gefrierpunkte ($> -0,515^{\circ}\text{C}$) festgestellt werden. Die im AMS gewonnene Milch war damit nicht verkehrsfähig. Dieses Problem konnte von der Herstellerfirma im Verlauf der Testphase (1 Jahr) nicht endgültig behoben werden.
- d) Bezüglich Hemmstoffbefunden in Milch aus dem AMS liegt keine Literatur vor.

2.2.2.3. Entwicklung der Milchleistung

Die Beantwortung der Frage nach Leistungssteigerungen von Kühen, die an ein AMV umgestellt wurden, ist schwierig, weil die Werte in Untersuchungen durch andere Einflüsse wie Umstellung der Fütterung, des Managements, der Tierbetreuung und der Haltung "verfälscht" werden (Brade, 2001). Eine Untersuchung von Svennersten-Sjaunja et al. (2000) zeigt unter Konstanthaltung dieser Parameter eine Leistungssteigerung um 6,75 % ($p < 0,08$) (VMS). Die Leistung bei Holstein-Friesian-Kühen im AMS nahm in einem ähnlichen Versuch um etwa 11 % zu (Förster, 2000). Bei einer von einem Gascoigne-Melotte-Roboter gemolken Herde wurde eine Milchleistungssteigerung von 10 bis 15 % erreicht (Artmann, 1994). Nur auf einem von vier Praxisbetrieben konnte die Milchleistung mit der Umstellung auf den Roboter gesteigert werden (Nunnenkamp, 1997). Nach De Koning (1999) müssen Betriebe, welche vor der Umstellung auf ein AMS dreimal täglich gemolken haben, nach der Umstellung mit einem Leistungsrückgang rechnen. Dieses führt er auf die unregelmäßigen ZMZ zurück. Lotthammer (2001) konnte nur bei Kühen in der zweiten Laktation eine Leistungssteigerung beobachten, die höher war als die

altersbedingte Steigerung. Bei Kühen mit ≥ 3 Laktationen zeigte sich gegenüber der im FGM gemolkenen Kontrollgruppe ein Leistungsdefizit von 27,6 %. Nach Labohm (2000) konnte in vier von ihm untersuchten Betrieben nur in einem die Leistung um ca. 9 % gesteigert werden. Zwei andere zeigten dagegen Leistungsrückgänge um 4 bis 5 %.

2.2.2.4. Management und Optimierung

Im folgenden Abschnitt sollen Erfahrungen mit roboterspezifischen Abläufen und Gegebenheiten als prädisponierende Faktoren für Eutergesundheitsstörungen dargestellt werden.

2.2.2.4.1. Haltung und Nutzung

Ein AMS ist grundsätzlich als Gesamtsystem zu betrachten und zu beurteilen (Eckl, 1999). Die kontinuierliche Sicherstellung eines hohen Gesundheitszustandes der Milchrinderherde und damit die Qualitätssicherung des Nahrungsmittels Milch ist die zentrale Frage beim automatischen Melken sowie in der Beratung von AMV-Betrieben (Brade, 2001). So sind Euterentzündungen, -ödeme und Lahmheiten die häufigsten, kuhbedingten Störungsursachen des täglichen Betriebes (Purucker et al., 2001). Die Aufgabe des Milchviehhalters ist es, die Haltung und Fütterung der Tiere sowie die Stallhygiene optimal zu gestalten, durch bauliche Vorgaben und durch das Herdenmanagement die Kühe zu animieren, den Weg freiwillig und mehrmals am Tag zu gehen und das Geschehen in seinem Stall über 24 Stunden des Tages per Bildschirm zu kontrollieren und wenn notwendig, korrigierend einzugreifen (Lanser, 2000). Die Darstellung dieses Themas erfolgt in drei Untergruppen: Planung, Optimierung und Überwachung.

a) Planung. Nach Lind et al. (2000) sollte der Einbau eines automatischen Melksystems so erfolgen, dass dem Management des Kuhverkehrs und der Milchhygiene entsprochen wird. Automatisches Melken erfordert einen Umbau, der die Integration der besten Systeme zur Vermeidung von Lahmheit und Mastitis ermöglicht. Die Autoren empfehlen nach eingehender Recherche, dass der Nutzer vor der Umstellung seines Betriebes auf AMS in das System eingewiesen werden sollte. Vor der Einführung sollte einschlägige Literatur gelesen (z. B. Schiefelbein und Nagel, 1996) und die Hinweise der Anbieter genutzt werden.

b) Optimierung. Die Melkfrequenzen betragen in zwei Betrieben im Durchschnitt 2,5 bis 2,9 (Nunnenkamp, 1997). Ruhiger und gleichmäßiger Umgang mit den Kühen während der Einführung ist von größter Wichtigkeit, damit sich die Kühe besser adaptieren (Lind et al., 2000). Wie oft die Kühe den Melkroboter besuchen, hängt unter anderem von der Belegungsdichte ab (Förster, 2000). Probleme beim freiwilligen Besuch der Melkbox können bei Kühen am Ende der Laktation (geringe Milchleistung) bzw. bei Klauenproblemen auftreten (Brade, 2001). Nach Veauthier (1999b) sollen Roboter aus betriebswirtschaftlicher Sicht voll ausgelastet werden. Jedoch bilden sich in diesem Falle schon bei den geringsten Störungen der Anlage Warteschlangen vor dem Melkroboter. Mögliche Folgen sieht der Autor in Verletzungen durch Rängeleien und in Leistungseinbußen. Artmann und de Koning (1999) empfehlen deshalb für ein Einboxensystem von Lely maximal 55 Kühe und für eine Vierboxenanlage von Prolion 120 Kühe. Lely selbst gibt dazu eine Auslastungsgrenze von 60 bis 70 Kühen an. Prolion gibt für die Vierboxenanlage 150 Kühe an. Eine Überbelegung ist nach Lind et al. (2000) zu vermeiden, um negative Einflüsse auf Milchleistung, Euter- und Klauengesundheit sowie Futteraufnahme zu vermeiden. Es wird in geregelten und freien Kuhverkehr unterschieden, wobei der geregelte Kuhverkehr als das ökonomisch effizientere System dargestellt wird. Prescott (1996) gab jedoch zu bedenken, dass ein restriktiver Zugang zum Futter die Inzidenz von metabolischen Erkrankungen erhöhen kann. Nach einer Literaturrecherche von Lind et al. (2000) adaptieren die Kühe ihr Futteraufnahmeverhalten bei Umstellung von freiem zu gelenktem Kuhverkehr. Hopster und Werf (2000) weisen darauf hin, dass besonders beim gelenktem Kuhverkehr auf ängstliche Kühe geachtet werden muss, da der erfolgreiche Zutritt zum AMS (Verzögerung durch lange Wartezeiten und Rangkämpfe) direkt mit dem Zugang zum Futtertisch gekoppelt ist und dadurch eine eventuelle Unterversorgung auftreten kann. Lanser (2000) befürwortet beim geregelten Kuhverkehr nach einer Eingewöhnungszeit von 3 Monaten die Öffnung eines weit entlegenen Tores vom Liegebereich zum Freßbereich, um die Anzahl der Besuche am Futtertisch bei gleichbleibender Melkfrequenz zu erhöhen. Unerwünschte Besuche der Melkstation können durch eine Selektionseinheit vor der Melkbox verhindert werden. In der Selektionseinheit wird dann entschieden, ob die Kuh in den Stall oder zum Melken gehen soll (Ipema, 1997). Erhalten die Kühe im AMS beim Melken kein Krafftutter, so reduzieren sie ihre freiwillige Besuchshäufigkeit stark

(Prescott, 1996). Um eine Überversorgung der Kühe am Ende der Laktation zu verhindern, ist eine leistungsbezogene Grundfuttermischung anzustreben (Pirkelmann und Bauer, 1994). Im freien Kuhverkehr lässt sich eine hohe Grundfuturaufnahme erzielen. Probleme liefert jedoch die Gewährleistung einer ausreichenden Kraftfuturaufnahme von Hochleistungstieren (Labohm, 2000). Die Lösung besteht nach Lind et al. (2000) in einer weiteren Futterstation, die nur über den Roboter bzw. das Selektionstor erreichbar ist, damit die Kühe nicht den größten Teil ihrer Ration beim Melken erhalten müssen. Zur gleichen Erkenntnis gelangt Lotthammer (2001), der bei AMV-Kühen einen höheren Anteil klinisch manifester Ketosen feststellt, als bei einer Kontrollherde (FGM), der eine Kraftfutterabrufstation zur Verfügung steht.

c) Kontrolle. Ein intensives Herdenmanagement und die 24-stündige Erreichbarkeit des Herdenmanagers ist notwendig. Das integrierte Managementprogramm Nedap-X-pert-Lely, Version 4.31. ersetzt nicht die Nutzung eines speziellen Herdenmanagementprogrammes (DLG-Prüfbericht 4916, 2000). Zur Erhaltung der Tier- und Eutergesundheit ist eine umfangreiche Tierkontrolle und -beobachtung notwendig. Am wichtigsten dabei ist die täglich mindestens zweimal durchzuführende Kontrolle der erfolgten Melkungen und die Überwachung der Euter auf erkennbare Entzündungen oder Verletzungen (Brade, 2001). Es wird empfohlen, die täglichen Tätigkeiten als Routine und in regelmäßigen Intervallen durchzuführen. Es müssen Entscheidungen gefällt und Tätigkeiten organisiert werden. Die Geräte für das Melken, das Säubern und die Milchkühlung sollten überprüft werden. Eventuell notwendiger Service muss organisiert werden (Lind et al., 2000). Nach Ipema et al. (1997) kann durch kontinuierlich lange ZMZ die tägliche Milchmenge der Kuh abnehmen. Es besteht dabei die Gefahr des selbständigen Trockenstellens (Jagtenberg, 1999; Lanser, 2000; Lind et al., 2000). Laut DLG-Prüfbericht 4916 (2000) sind Kühe mit Melkintervallüberschreitungen (Herstellerempfehlung - Lely: ab > 10 h) manuell heranzuführen. Betrifft dies mehrere Kühe, ist dafür erfahrungsgemäß ein vergleichsweise hoher Zeitaufwand notwendig. Der Anteil der Kühe, die zum Roboter getrieben werden musste, reicht in verschiedenen Quellen von 5,7 % bis 16 % (Graff, 1997; Ohlen, 1997; Bree, 1997; Jagtenberg, 1999). Abweichend davon wurden in einer Untersuchung von Lotthammer (2000) noch fünf Monate nach Umstellung auf ein AMS in fast 30 % der Fälle ZMZ von > 11 Stunden festgestellt. Die Überwachung der Eutergesundheit nach herkömmlichen Methoden (klinische Untersuchung) ist von

der Kontrollseite der Box nur in stark gebückter Körperhaltung und eingeschränkter Sicht möglich, außer es ist eine Melkgrube vorhanden. Das Beobachten und Überprüfen der Zitzen und Euter auf äußere Verletzungen sollte vorzugsweise außerhalb des Melkroboterbereiches erfolgen. Die Milchprobennahme ist von der Stallseite aus möglich. Die Körperhaltung ist dabei erschwert. Bei Vorhandensein geeigneter Fangeinrichtungen sollte die Probenahme vorzugsweise außerhalb der Melkbox vorgenommen werden (DLG - Prüfbericht 4916, 2000).

2.2.2.4.2. Tiermaterial

a) Tiergerechtheit und Verhalten der Kühe. Die Kühe waren nach Wenzel et al. (1999) bei der Melkung im AMV stärker belastet als im herkömmlichen Melkstand (Verhalten, Milchkortisolkonzentration, Herzfrequenz). Hopster und van der Werf (2000) hingegen ermittelten den Sachverhalt in umgekehrter Weise (Verhalten und Herzfrequenz sowie Cortisol, Adrenalin, Noradrenalin und Oxytozin aus dem Blut). Die Autoren sehen bestätigt, dass die Faktoren, die mit der Ankunft im Vorwarte Hof verbunden sind, einen größeren Einfluß auf die Streßantwort der Tiere haben als Faktoren, die direkt an den Melkvorgang geknüpft sind. Das AMS wird von Lind et al. (2000) als kuhgerecht eingestuft. Jedoch wird darauf verwiesen, dass immer das Risiko besteht, dass durch Überbelegung und Wartezeiten der Kühe eine schwerere Einschränkung des Wohlbefindens erzeugt werden kann, als dies in konventionellen Betrieben der Fall ist. In einer Untersuchung von Lotthammer (2001) konnte nach der Einführung des AMS die Entwicklung einer bemerkenswerten Ruhe in der Herde beobachtet werden. Die Akzeptanz gegenüber dem Melkroboter war bei Erstkalbinnen wesentlich besser als bei älteren Kühen. Prescott (1996) konnte zeigen, dass Kühe nicht durch ein volles Euter motiviert werden, zum Melken zu gehen. Kühe, denen in der Roboterbox oder nach Roboterpassage Futter angeboten wird, besuchen den Roboter bis zu sechs mal. Nach Förster et al. (1998) beeinflussen die Verkehrsdichte am Melkroboter, der tierindividuelle Melkrhythmus und die Rangordnung der Einzelkuh im Herdenverband den Melkrhythmus. Es wurde ein Abdrängen von rangniederen Tieren beobachtet (DLG-Prüfbericht 4916, 2000). Lotthammer (2001) berichtet über eine gleichmäßige Verteilung der Melkungen über den Tag bei einer Herde mit 35 deutschen schwarzbunten Kühen. Es wurde von Scholz et al. (2001) über einen verdrängenden Einfluß von den schwereren Fleckviehkühen auf die Holstein-Friesian-Kühe am AMV berichtet. Durch Stefanowska et al. (2000) konnten bei

simulierten Melkfehlversuchen zum automatischen Melken Zeichen von Unwohlsein bei den betroffenen Tieren festgestellt werden

b) Anforderungen an den Tierbestand

- Eutergesundheit. Eine kontinuierlich-effektive Desinfektion von Melkbechern und Reinigungsbürsten sowie eine effektive Desinfektion der Zitzen nach dem Melken kann im AMS nicht gewährleistet werden. Deshalb sollten AMS nur in Beständen eingesetzt werden, die frei von euterassoziierten, ansteckenden Mastitiserregern sind. In der Praxis bedeutet dieses, dass vor der Installation eines AMS eine zytobakteriologische Vierteluntersuchung der gesamten Milchviehherde notwendig ist und u. U. eine komplette Bestandssanierung erfolgen muss (Petermann et al., 2000).

- Euteranatomie. Nach Lely (2002) bereiten unterschiedlich geformte Euter und ungünstig positionierte Zitzen dem Laser des Astronaut keine Schwierigkeiten. Bei der Entscheidung für einen Roboter ist laut Lely eine Selektion nach Kriterien der Euterform und Zitzenstellung kaum notwendig. Die in Tabelle 14 angegebenen Anteile von durch anatomische Euterabweichungen roboteruntauglichen Kühen an Herden, wurden direkt nach der Umstellung auf das AMS festgestellt (Lotthammer, 2001; Förster et al., 1998; Graff, 1997; Schön et al., 1997). Nach dem Handbuch für den Astronaut (Lely, 1999) muss das Euter der Kuh sowie auch die Kuh selbst (Länge und Breite) bestimmten Anforderungen gerecht werden. Das betrifft bezüglich des Euters folgende Punkte:

- die Zitzenachse darf $\leq 30^\circ$ von der Senkrechten abweichen,
- der Abstand der Hinterzitzen voneinander muss mindestens 3 cm betragen,
- die Vorderzitzen minimal 12,5 cm und maximal 30 cm voneinander entfernt
- die Zitzendicke darf minimal 1,5 cm bis maximal 3,5 cm betragen,
- der Längenunterschied innerhalb eines Zitzenpaares darf nicht größer als 3 cm sein,
- der Boden-Zitzen-Abstand muss ≥ 35 cm sein,
- die Hinterzitzen müssen mehr als 3 cm den tiefsten Punkt des Euterbodens überragen,
- die Vorderzitzen müssen mindestens 7 cm vor den Hinterzitzen stehen,
- das Euter muss frei von Nebenstrichen und Beulen sowie starken Verschmutzungen und Haaren sein.

Tab. 14: Prozentualer, roboteruntauglicher Anteil der Herde bezüglich Euterform und Zitzenstellung sowie anderer anatomische Ursachen

Literaturquelle	Abgangsanteil (%)	Ursachenangabe
Lotthammer (2001)	13,9	Euterform, Zitzenabstand (eng)
Lind et al. (2000)	4 bis 10	-
Fübbeker und Kowalewsky (2000)	5,8 bis 24,4	Euter zu tief / hoch, Stufeneuter, Striche zu eng/weit, Zitzenstellung, Referenzzitze nicht gefunden, Panik in der Melkbox
Förster et al. (1998)	9,4	Euterform: tiefhängende Euter, eng stehende Zitzen, überlange Zitzen und Doppelzitzen
Schleitzer (1997a)	5 bis 15	Euterform, Zitzengröße, tiefhängende Euter
Graff (1997)	5	tiefhängende Euter
Schön et al. (1997)	ca. 10	tiefhängende Euter, extreme Stufeneuter
Rossing (1994)	5 bis 15	Euterform, Zitzenabstände

Nach der Prüfung durch die DLG (2000) konnten diese Angaben weitestgehend durch Ansetzerfolge des Roboters bestätigt werden. Zusätzlich wird jedoch darauf hingewiesen, dass sehr kurze und auch dunkle Striche sowie unruhiges Stehen der Kuh den Ansetzerfolg mindern.

2.2.2.5. Betrachtung der Wirtschaftlichkeit

Je Kilogramm Milch sind 3,1 bis 4,5 €Cents höhere Kosten für das Melken mit dem Melkroboter gegenüber dem Melken mit einem FGM zu veranschlagen (Kowalewsky und Fübbeker, 2000). Nach Mandersloot (1999), Chef der Abteilung Betriebswirtschaft der Versuchsstation für Rindviehhaltung Lelystad (PR), rechnet sich der Kauf eines Roboters nicht. Zur Erzeugung von einem Kilogramm Milch

wurde ein Mehraufwand von 5 €Cents gegenüber dem FGM ermittelt (60 Kühe - Lotthammer, 2001). Die Höhe der von den Firmen versprochenen Arbeitszeiteinsparung ist meist nicht realisierbar (Jagtenberg, 1999). Mit einem AMS kann der Arbeitsaufwand um 30 % reduziert werden. Wenn auf dem Betrieb jedoch die Tiergesundheit, das Management oder die Technik nicht stimmen, kann auch eine zusätzliche Arbeitbelastung auftreten. In einem solchen Betrieb wurde ein um 29 % höherer Arbeitsaufwand ermittelt. Deshalb sollte die Herde vor der Umstellung auf "Robotertauglichkeit" selektiert werden. Darunter fällt die unbedingte Merzung von Kühen mit schlechten Eutern, mangelnder Klauengesundheit und Spaltenliegern (Artmann, 1999b). Ein Effekt der Arbeitszeiteinsparung konnte nach Schwarzer (2000) nicht festgestellt werden. Es kam nur zu einer Umstrukturierung der tatsächlichen Tätigkeiten mit dem Ziel der Verbesserung der Eutergesundheit durch Managementintensivierung. Eine Minimierung des Arbeitszeitaufwandes trat in einer Untersuchung von Lotthammer (2001) 10 bis 12 Monate nach Einführung des Systems ein. Jedoch waren die ersten Monate durch den nahezu sechsfachen Arbeitsaufwand gekennzeichnet.

2.2.2.6. Rechtliche Situation

Die Vorschriften für eine gute Herstellungspraxis im Milcherzeugerbetrieb sind nach Reichmuth und Knapstein (1999) in den Anlagen 1 bis 4 zur Milchverordnung sowie im Allgemeinen Hygienekodex (Richtlinie der EG-Kommission Nr. 89/362/EWG) aufgeführt. Sie sollen für gesundheitliche Unbedenklichkeit, hygienische Wertigkeit und hohe Produktqualität der Milch sorgen. Eine Reihe dieser Vorschriften kann beim Betreiben eines AMS nicht eingehalten werden. Die Autoren heben folgende Vorschriften hervor:

a) Milch-VO, Anlage 1, zu §3 Abs. 1, §18, Abs. 1 - Anforderungen an den Tierbestand. Danach dürfen die Kühe nicht an einer erkennbaren Entzündung des Euters oder der Haut des Euters leiden. Sie dürfen am Euter keine Wunden aufweisen, die die Milch verunreinigen könnten. ⇒ Im Falle der Nichterfüllung besteht ein Straftatbestand gemäß §26 Abs. 1, Nr. 7. Knapstein et al. (2000a) weiterhin: Es besteht die Gefahr, dass die Absonderung von erkrankten Tieren nicht konsequent durchgeführt wird, da beim AMS abgesonderte Tiere zusätzlichen Arbeitsaufwand für

das Treiben zum Melkstand oder gegebenenfalls die Installation separater Melkvorrichtungen erfordern.

b) Milch-VO, Anlage 2, zu §3, Abs. 1 - Anforderungen an Erzeugerbetriebe. Hiernach ist in manchen Betrieben die ausreichende Trennung von Stall und Melkplatz in Frage gestellt.

c) Milch-VO, Anlage 3, zu §3, Abs. 1 - Anforderungen an das Melken, das Behandeln der Milch und an Stallarbeiten im Erzeugerbetrieb sowie an die damit befaßten Personen. Das Euter soll vor dem Beginn des Melkens zur Lebensmittelgewinnung sauber sein. Die Personen, die Melken, haben die ersten Milchstrahlen aus jeder Zitze gesondert zu melken, um sich durch die Prüfung des Aussehens von der einwandfreien Beschaffenheit der Milch zu überzeugen. Tiere, die keine einwandfreie Milch geben und solche, die nach Anlage 1, Nr. 1.3 von der übrigen Herde getrennt wurden, sind gesondert und nach den anderen zu melken. Nach dem Gebrauch müssen die in Anlage 2 Nr. 4 genannten Geräte und Gegenstände gereinigt, desinfiziert und mit Wasser von Trinkwasserqualität gespült werden.

Als Kernstück einer Übergangslösung für die Nutzung von AMS, bis neue technische Lösungen verfügbar sind, wurde auf Initiative der für die Lebensmittelüberwachung zuständigen Ländervertreter in Deutschland von einer Arbeitsgruppe am Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) ein Maßnahmenkatalog entwickelt, in dem spezielle Anforderungen für AMS-Betriebe formuliert sind. Die Anforderungen sollen die Einhaltung der Ziele der Milch-VO gewährleisten (Knapstein et al., 2000a). Eine gesetzliche Verankerung für die Umsetzung fehlt jedoch noch (Bräunig, 2001).

2.2.3. Technisch-technologische Bereiche als Prädispositionen für Eutergesundheitsstörungen und Mängel in der Milchqualität

2.2.3.1. Melkhygiene

Die beim Milchentzug allgemeingültigen Einflußfaktoren auf die Eutergesundheit (Tabelle 3), werden bezüglich AMS nach bisherigen Erkenntnissen in der Literatur folgendermaßen bewertet.

2.2.3.1.1. Zwischenspülung, Zwischendesinfektion, Hygienemaßnahmen

Generell ist zu beachten, dass sich beim Einsatz von Melkrobotern Fehler jeglicher Art an einer einzigen Melkeinheit bei jedem Melken auf 50 und mehr Kühe auswirken können (Worstorff, 2000). Es besteht die Gefahr der Übertragung von euteradaptierten, ansteckenden Erregern von Kuh zu Kuh durch Einrichtungen zur Euterreinigung und durch die Melkbecher des AMS, da alle Kühe täglich mehrfach mit einem einzigen Melkzeug in Kontakt kommen. Eine wirksame Zwischendesinfektion der Reinigungsrollen und der Melkbecher nach jeder Kuh ist zwingend notwendig. Bei den derzeit auf dem Markt befindlichen AMS ist die Effektivität der Zwischenreinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen nicht immer gewährleistet. Es werden zum Teil keine Angaben über geeignete Substanzen und Konzentrationen gemacht. Häufig werden auch Mittel eingesetzt, die für diese Anwendung nicht geprüft sind. Untersuchungen von Petermann et al. (2000) zeigen, dass Neuinfektionen auch bei einem geringen Keimdruck nicht sicher durch das AMS vorgebeugt wird. Hygienemaßnahmen waren hier: Desinfektion der Euterreinigungsbürsten, Zwischenreinigung der Melkbecher mit Wasser und Zitendesinfektion nach dem Melken. Nach einer Bestandssanierung (70 Kühe) hinsichtlich *St. aureus* bis auf ein letztes, infiziertes Tier, wurden bei einer erneuten Untersuchung nach 3 Monaten 5 Neuinfektionen festgestellt. Ähnliche Ergebnisse wurden in diesem Bestand bezüglich umweltassoziierter Erreger ermittelt (Petermann et al., 2000). Die Zwischendesinfektionen der Reinigungsbürsten verschiedener Anbieter (Lely, Westfalia) bringen aus mikrobiologischer Sicht keine befriedigenden Ergebnisse (Labohm, 2000). Im Lely Astronaut ist eine ausreichende Reinigungswirkung gegeben. Bei der zwischen den Melkungen erfolgenden Zwischenspülung mit Wasser werden die Zitzengummiköpfe mit überspült. Eine Keimreduktion konnte nach der Reinigung im Zitzengummischicht durch Tupferproben festgestellt werden. Bei dem Einsatz von einer Peressigsäurezwischendesinfektion konnten bei Konzentrationsmessungen Schwankungen zwischen 0,3 bis 0,5 % Desinfektionsmittel an den Zitzenbechern festgestellt werden. Die Wasserverteilung beim Reinigen der Bürstenrollen erfolgt gleichmäßig auf beide Rollen. In Richtung Antriebsseite nahm die Menge jedoch deutlich ab. Der Antriebsblock wird nicht erreicht. Hier bilden sich Schmutzränder, die nur manuell beseitigt werden können. Tupferproben haben gezeigt, dass die Reinigungsrollen nicht in jedem Fall keimarm

sind. Bei dem Einsatz von einer Zwischendesinfektion mit Peressigsäure konnten Konzentrationen dieser von 0,15 bis 0,25 % an den Reinigungsrollen festgestellt werden. Eingestellt war eine Konzentration von 0,25 % (DLG-Prüfbericht 4916, 2000). Petermann et al. (2000) konnten in einem Bestand nach Merzung chronisch-euterkranker Kühe und dauerhafter Verbesserung der Umweltbedingungen (Fütterung, Liegeboxenhygiene) eine Zunahme von mit Umwelterregern infizierten Vierteln von 18,9 % auf über 30 % innerhalb von drei Monaten feststellen. Da sich die Autoren die Verschlechterung nicht durch Umweltfaktoren erklären konnten, suchten sie nach möglichen Problembereichen, die aus dem Umgang mit dem AMS resultieren. Folgende defizitäre Punkte wurden benannt (Petermann et al., 2000):

- Unzureichende Reinigung der Euter und Zitzen. Insbesondere ist die Reinigung der Zitzenkuppe bei den meisten Systemen nicht ausreichend. Die Reinigungsintensität wird nicht an den Verschmutzungsgrad des Euters angepaßt (ähnliches berichtet Labohm, 2000).
- Die Reinigung erfolgt feucht bzw. nass. Es ist nicht sichergestellt, dass vor dem Ansetzen der Melkbecher die Zitzen trocken sind.
- Die Reinigung der Zitzen erfolgt vor dem Abmelken des Vorgemelkes oder gleichzeitig, so dass die gegebenenfalls keimreiche erste Milch aus der Zitzenzisterne mit der Milch der Drüsenzisterne vermischt wird.
- Rekontamination bereits gereinigter Zitzen ist bisher nicht bei allen Systemen sicher ausgeschlossen.
- Nach dem Abfallen/ Abtreten von Melkbechern werden diese ohne Zwischenreinigung, d.h. verschmutzt wieder angesetzt.
- Die Schaltschwellen für die milchflussgesteuerte Melkbecherabnahme sind bei einigen Fabrikaten noch zu niedrig eingestellt, so dass es vereinzelt zu überlangen Blindmelkzeiten auf Viertelebene kommen kann.
- Die höchsten Milchflüsse liegen mit $> 1 \text{ kg / min}$ in Vergleich zu konventionellem Melken hoch, was auf ein zu hoch eingestelltes zitzenendiges Vakuum hindeuten könnte (entsprechend DLG-Prüfbericht 4916, 2000).
- Die unregelmäßigen Melkzeiten mit zum Teil überlangen Zwischenmelkzeiten und einer stark schwankenden Milchmenge pro Gemelk führen zu einer unphysiologischen Belastung des Eutergewebes.

Weitere Stressfaktoren müssen wegen des Einflusses auf die Immunabwehr in Betracht gezogen werden: Vorenthaltung von Futter und Wasser bei gelenktem Kuhverkehr, Gedränge im Eingangsbereich des Melkautomaten, Überbelegung durch Anstreben der Auslastungsgrenze (Petermann et al., 2000). Der Raum auf der Kontrollseite des Roboters wird durch Ausstoßen des Vorgemelks verschmutzt. Hierzu wird vom Hersteller die Bereitstellung eines gefliesten Bodens mit 2 bis 4 % Gefälle empfohlen oder zu dem Einbau einer zusätzlichen Auffangwanne geraten. Verschmutzungen des Standplatzes in der Melkbox werden durch den Rost im Fußboden nur geringfügig gemindert. Die Kuhstandfläche wird standardmäßig nach dem Melken nicht maschinell gereinigt. Eine Spülvorrichtung wird jedoch vom Hersteller angeboten (DLG-Prüfbericht 4916, 2000).

2.2.3.1.2. Anrüsteffekt und Ansetzdauer der Zitzenbecher

Dieser wird beim Lely-Astronaut als ausreichend und beim Leonardo von Westfalia als gut angesehen (Labohm, 2000). Es wird weiterhin bei einer Untersuchung zum automatischen Melken darauf verwiesen, dass bei kurzen Melkintervallen und bei Kühen in der Spätlaktation, eine längere Zeit zur Stimulation benötigt wird, als bei Kühen mit langem Intervall bzw. in der frühen Laktation. Die Zitzenreinigung mit Bürsten über 60 Sekunden war in der Lage, Oxytozin freizusetzen und die Milchejektion zu induzieren. Verzögertes Ansetzen der Melkbecher (jeder 20 Sekunden oder jeder 60 Sekunden) führte nicht zur Reduktion der Oxytozinfreisetzung, aber die totale Unterbrechung der Zitzenstimulation für 2 Minuten von der Vorstimulation bis zum Melkbeginn resultierte in einem kurzen Abfall der Oxytozinkonzentration und in einer erhöhten Residualmilchmenge. Ein einzelner Melkbecher ist bei verzögertem Ansetzen der anderen Melkbecher in der Lage, so zu stimulieren, dass eine entsprechende Oxytozinfreisetzung erhalten bleibt und eine maximale Milchejektion erfolgt (Bruckmaier et al., 2001). Es wird angenommen, dass es eine große Anzahl von Faktoren in der Umgebung der Melkbox gibt, die von Melkung zu Melkung variieren und ein negativer Effekt dieser nicht auszuschließen ist (Lind et al., 2000). Bei einer Wartezeit von drei Minuten und mehr zwischen Zitzenreinigung und dem Ansetzen der Melkbecher wurden signifikant höhere Milchflußraten gemessen als bei kürzerer Wartezeit, jedoch war die Residualmilch bei > 2 Minuten Ansetzverzögerung signifikant höher als bei kürzerer Verzögerungszeit (Ipema et al., 1997). Kritisch eingeschätzt werden die teilweise zu

langen Wartezeiten bis zum Ansetzen der Zitzenbecher bei dem System von Westfalia (> 3 Minuten - Labohm, 2000). Das Reinigen der Zitzen nahm beim Lely Roboter 0,65 Minuten in Anspruch. Das Ansetzen aller Melkbecher dauerte von 0,45 Minuten bis zu 2,00 Minuten. Durchschnittlich waren dies 0,73 Minuten (Schleitzer, 1997a).

2.2.3.1.3. Hygienebetrachtung der Fehlversuche

Die Ergebnisse über den Anteil abgebrochener Melkversuche liegt zwischen 1 bis 4 % (Wendl et al., 1999; Förster, 1998; Ipema et al., 1997; Schleitzer, 1997a; Schön et al., 1997). Bei den Melkrobotern, die die Reinigung nur für die Zitzen vorsehen, stellen fehlgeleitete Ansetzversuche mit Ansaugen von Zitzenbechern an die Euterhaut ein zusätzliches Verunreinigungsrisiko dar (Reichmuth und Knapstein, 1999). Fehlversuche treten bei manchen Kühen gerade am Anfang der Laktation bei Euterödemen auf (Wendl et al., 1998). In einer Untersuchung wurde als häufigste Ursache für Fehlversuche beim Ansetzen der Melkbecher bei Kühen mit drei und mehr Kalbungen der extreme Abstand zwischen den Vorderzitzen ermittelt. Für Erstkalbinnen war die häufigste Ursache der extrem geringe Abstand zwischen den Hinterzitzen (Miller et al., 1995). Probleme wurden besonders bei starker Euterbehaarung und bei enger Zitzenstellung ermittelt (Lotthammer, 2001). Der Einfluß eines Melkfehlers beim automatischen Melken wurde von Stefanowska et al. (2000) untersucht. Die 60 % der Fälle von anschließendem Milchauslaufen bei den betreffenden Kühen zeigen, dass Melkfehlersuche von einem erhöhten Mastitisrisiko begleitet sein können (siehe 2.1.2.3.3.).

2.2.3.1.4. Hauptreinigung

Zur Reinigung und Desinfektion in AMS werden vor allem die Zirkulationsreinigung und die Kochendwasserreinigung eingesetzt. In Mehrboxenanlagen wird ausschließlich die Zirkulationsreinigung und in Einboxenanlagen überwiegend die Kochendwasserreinigung verwendet (Ordolff, 2000). Temperaturmessungen bei der Hauptreinigung haben gezeigt, dass zwischen den Druckluftreinigungsintervallen im Abstand von ca. 0,3 min ausreichend hohe Temperaturen erreicht werden (Maximalwerte: Zitzenbecher 97°C, Milchsammelbehälter 87°C und Ende Milchleitung 78°C - DLG-Prüfbericht 4916, 2000).

2.2.3.1.5. Zitzendesinfektion nach dem Melken

Beim Sprühvorgang (Dauer 4 s) wird aus einer auf dem Melkarm befindlichen Düse das Dippmittel in Richtung Euter gesprüht. Tierindividuelle Eutermerkmale werden dabei nicht berücksichtigt. Es gelangen ca. 0,45 bis 0,75 ml (P 3 cide plus) an alle vier Zitzen. Das entspricht jedoch nur ca. 5 bis 8 % der insgesamt versprühten Mittelmenge. Beim sorgfältigen Handdippen wird mit einem Verbrauch von ca. 5 ml gerechnet. Beim vorliegenden Spraydippen wird eine Tropfenbildung an der Zitzenspitze ab einer mittleren Dosierung (Puls > 50 %) überwiegend erzielt. Sprühschatten verbleiben vorwiegend an den Zitzenaußenflächen. Der Dippmittelverbrauch ist mit durchschnittlich 12 g/Melkung hoch (DLG-Prüfbericht 4916, 2000). Die Erfahrungen am AMS zeigen, dass die Einrichtungen zur Zitzendesinfektion verbessert werden sollten. Die Zitzendesinfektion erfolgt zum Teil zu spät nach der Abnahme des Melkbeckers. Die Benetzung der Zitze durch die Sprüheinrichtungen ist trotz des sehr hohen Verbrauchs an Dippmittel unvollständig (Petermann et al., 2000).

2.2.3.1.6. Fremdwasser und Hemmstoffe

Reinigungs-, Desinfektions- und Spülzeiten werden so kurz wie möglich gehalten, um die Verfügbarkeit und damit die Kapazität des Melksystems möglichst wenig zu beeinträchtigen. Besondere Ablauf- und Trocknungszeiten sind nicht vorgesehen. Im laufenden Betrieb erforderliche Zwischenreinigungen von Melkzeug und Milchsammelbehältern, insbesondere nach dem Melken von Kühen mit nicht verkehrsfähiger Milch (Eutererkrankungen, medikamentelle Behandlungen, Kolostralmilch u.a.), bergen ein zusätzliches Risiko von Wasserbeimengungen zur Milch. Lange Milchwege und eine Vielzahl von Ventilen, die entsprechend der verschiedenen Prozesse gesteuert werden, stellen in Bezug auf die Reinigungsmöglichkeiten bzw. durch Fehlsteuerungen besondere Risikofaktoren dar. Als mögliche Folgen werden hierbei neben dem Fremdwasser Erhöhung der Keimgehalte und Beimengungen von Hemmstoffen genannt (Reichmuth und Knappstein, 1999).

2.2.3.1.7. Nachgemelk

Bei Versuchen zur Simulation automatischer Melkverfahren mit \emptyset 5 Melkzeiten/ Kuh/ Tag wurden Nachgemelke von \emptyset 0,16 kg/ Gemelk gefunden. Die Menge des Nachgemelkes nahm mit dem Melkintervall zu (Nuber, 1989). In einem Vergleichsversuch AMS (VMS) zu konventionellem Melken lag kein Unterschied im Ausmelkgrad vor (Svennersten-Sjaunja et al., 2000). Nach Melkungen mit dem Lely - Astronaut lagen 38,1 % der Restgemelke über 600 ml. Hierin und in häufig verlängerten ZMZ (ca. 30 % > 12h) wird die Ursache für das in der AMS-Herde signifikant häufigere Vorkommen (13 %) des Dreistrichigwerdens durch Trockenstellen im Gegensatz zu der parallel untersuchten FGM-Herde (0 %) gesehen (Lotthammer und Steeb, 2000). Bei der Prüfung durch die DLG konnten nach Melkungen am Lely-Astronaut durchschnittlich 238 Gramm Nachgemelk/Kuh ermittelt werden. Die Einzelwerte schwanken jedoch stark (DLG-Prüfbericht 4916, 2000).

2.2.3.2. Zwischenmelkzeit

Die Kühe sollen den Melkroboter freiwillig aufsuchen. Nicht alle Kühe zeigen jedoch die erforderliche Regelmäßigkeit (Artmann, 1994). Das häufigere Melken kann positive sowie auch negative Effekte hervorrufen. Durch das häufigere Melken wird der Zitzenkanal öfter gespült und die kürzere ZMZ sorgt für einen kürzeren Zeitraum, in dem sich die Bakterien im Euter vermehren können. Jedoch ist die Verteilung der ZMZ zwischen den Kühen und jeder einzelnen Kuh nicht gleichmäßig (zwischen 5 und 18 Stunden). Die kurze ZMZ läßt wenig Zeit zur Erholung des Zitzengewebes, und eine lange ZMZ ermöglicht eingedrungenen Bakterien eine lange Zeit zur Vermehrung (Lind et al., 2000). Kontinuierlich kurze Melkintervalle und lange Melkdauer können zu irreversiblen chronischen Veränderungen des Zitzengewebes führen und so einen negativen Effekt auf die Eutergesundheit ausüben (Hamann und Osteras, 1994). Bei viermal täglichem Melken wurde eine signifikant höhere Anzahl von „ausgestülpten“ und erodierten Zitzen als bei Kühen mit zweimal täglicher Melkung gefunden. Diese traten besonders bei Kühen in der Spätlaktation auf (Ipema und Benders, 1992). Die Ergebnisse von Ipema und Benders konnten auf die Melkdauer zurückgeführt werden (De Koning, 1996). Eine Mindest-ZMZ von fünf

Stunden wird empfohlen, da bei einer ZMZ von 4 bis 5 Stunden ein physiologisch höherer Zellgehalt vorliegt und gehäuft Veränderungen des Zitengewebes beobachtet wurden. Die Begrenzung auf eine Mindest-ZMZ ist beim Lely-Astronaut durch eine Zulassungsformel geregelt, in die unter anderem die Besuchshäufigkeit der restlichen Herde eingeht. Andere Hersteller bieten Einstellmöglichkeiten allein über eine Mindest-ZMZ (Lanser, 2000). Bei Simulationsstudien über 25 Tage zeigte sich, dass unter konventionellen Melkbedingungen bei einer Melkfrequenz von durchschnittlich 3,9/Kuh/Tag eine ansteigende Tendenz von Zitzenverfärbungen nach dem Melken und ein vermehrtes Treten der Kühe in Richtung Melkgeschirr zu verzeichnen war (Nuber, 1989). Abwehrbewegungen in Form von Trippeln und Treten wurden bei fast 40 % bzw. 20 % der Kühe festgestellt. Das Treten erfolgt überwiegend zum Melkende, insbesondere, wenn nur noch ein Viertel gemolken wird (DLG-Prüfbericht 4916, 2000). Mit Hilfe von Ultraschalluntersuchungen konnte festgestellt werden, dass die Zitzenendenbreite und die Zitzenkanallänge nach der Melkung bei 43 kPa mehr als 8 Stunden benötigen, um zum Ausgangswert vor dem Melken zurückzukehren (Neijenhuis et al., 2001). Zur mechanischen Schonung der Zitzen eignet sich nach Ordolff (1993) die Begrenzung von Melkfrequenz und Melkdauer. In einer Untersuchung wurde festgestellt, dass nach Anwendung eines mit Überdruckpulsierung (in der „d-Phase“ 35 kPa über atmosphärischem Druck im Pulsraum) versehenen Melksystems (50 kPa) die Zitzendurchmesser und die Gewebefestigkeit der Zitze signifikant geringere Werte zeigten als nach Anwendung eines konventionellen Melksystems (50 kPa) (Hamann et al., 2001). Problematischer stellt sich die Begrenzung auf eine maximale ZMZ und die Einstellung einer Regelmäßigkeit der Roboterbesuche dar (Lanser, 2000). Kein AMV bietet die Möglichkeit, ohne einen, die arbeitswirtschaftlichen Vorteile des Systems zu Nichte machenden Einsatz des Landwirtes, weitgehend konstante Melkintervalle zu erreichen (Labohm, 2000). Eine überlange ZMZ (> 12 h) ist für Eutergesundheitsstörungen mitverantwortlich. Es zeigt sich, dass der Anteil Kühe mit mehr als 200.000 Zellen / ml mit steigender ZMZ zunimmt (Lotthammer und Steeb, 2000). Nach Barth (2001) wird dieser Sachverhalt dadurch hervorgerufen, dass Kühe mit Mastitiden eine geringere Milchleistung haben, dadurch von dem Managementsystem des Roboters später zugelassen werden und dadurch längere ZMZ haben. Die Zellzahl

bakteriologisch positiver Viertel steigt bei mehr als acht Stunden ZMZ im Gegensatz zu bakteriologisch negativen Vierteln stärker an (Spohr, 2000).

2.2.3.3. Diagnostik

2.2.3.3.1. Elektrische Leitfähigkeit

Mit der derzeitigen Sensortechnik ist keine Erkennung sinnfälliger veränderter Milch im AMS möglich (Petermann et al., 2000). In-line Messung der elektrischen Leitfähigkeit allein, in automatischen wie auch in konventionellen Anlagen, ist zur Erkennung mastitiskranker Viertel nicht zuverlässig (Lind et al., 2000). Selbst klinische Fälle konnten nur in weniger als der Hälfte der Fälle erkannt werden (Reichmuth et al., 1998). Bei Untersuchungen zur Aussagesicherheit der elektrischen Leitfähigkeit bezüglich aktueller, visueller Abweichungen des Vorgemelkes an einem Lely-Astronaut wurde von Trilk und Münch (2001) eine Sensitivität von 70,3 % und eine Spezifität von 93,3 % ermittelt. Der Anteil der Warnhinweise ohne visuell feststellbare Rohmilchveränderung lag bei 54,2 %. Lotthammer (2001) gibt an, dass am Tage der Diagnose einer akuten klinischen Mastitis 24,3 % der Viertel durch den Roboter (Astronaut), mit Hilfe eines Hinweises (Alarm) durch Abweichungen der elektrischen Leitfähigkeit, diagnostiziert wurden. Bei 10,5 % der gesunden Viertel wurde falsch positiver Alarm durch die Leitfähigkeit gegeben. Da es nach Reichmuth und Knappstein (1999) keine ausreichend strenge Beziehung zwischen der Leitfähigkeit und dem Auftreten sinnfälliger Veränderungen gibt, würde ein bedienerunabhängiges Verwerfen von Milch mit abweichender Leitfähigkeit zu einer wirtschaftlich kaum vertretbar hohen Anzahl von Aussonderungen nicht veränderter (falsch positiver) Gemelke führen. Der nicht unerhebliche Untersuchungsaufwand für trotz Warnung letztlich als unauffällig festgestellte Tiere, wird sehr bald als unpraktikabel hohe Belastung empfunden. Andererseits treten immer wieder sinnfällige Milchveränderungen auf, denen kein Warnhinweis vorausging. Nach Angabe von Justesen und Rasmussen (2000) berichteten Landwirte, die an einem Selbstüberwachungsprogramm für Eutergesundheit teilnahmen, dass bei der täglichen Überprüfung der Alarmliste die falsch positiven Befunde ein größeres Problem waren als die falsch negativen. Krömker und Hamann (2000) konnten bei Alarmeinstellungen der elektrischen Leitfähigkeit (gemessen im Hauptgemelk) von

einem Grenzwert von 6,5 mS/cm und einer Differenz von 15 % zwischen den Vierteln bezüglich der Übereinstimmung mit der Mastitisdefinition der DVG von 1994 eine Sensitivität von 8,9 % und eine Spezifität von 99,4 % zeigen. Die Autoren halten die alleinige Beurteilung der Eutergesundheit nach elektrischer Leitfähigkeit auch nach Simulation anderer Meßszenarien für äußerst fragwürdig. Schlüsen und Bauer (1992) sehen Probleme beim Einsatz von Sensoren zur Messung der Leitfähigkeit in der Praxis, da in ihren Messungen kontinuierliche Akkuratess und Stabilität nicht erreicht werden konnten. Dieses führen sie auf Partikel aus der Milch zurück, die an der Elektrode hafteten.

2.2.3.3.2. Milk Quality Control-System (MQC)

Im Rahmen der Prüfung des Roboters "Lely Astronaut" durch die DLG (2000) konnten bezüglich der Meßempfindlichkeit des Farbsensors „MQC“ unter Laborbedingungen erste Ergebnisse ermittelt werden. Milch mit Blutbeimengungen > 1 ‰ wurden vom MQC sicher erkannt, jedoch Proben mit stark sinnfälliger veränderter Milch nicht.

2.2.3.3.3. Regelmäßiger Erhalt von Informationen über die Eutergesundheit

Hamann und Krömker (2000) schlagen aufgrund der Diagnostiksituation an Robotern vor, in regelmäßigen Abständen eine klinische Untersuchung der Euter sämtlicher Tiere eines Bestandes vorzunehmen. Ein besonderes Problem stellt in den AMV-Betrieben nach Hamann (1999) die Entnahme der Viertelgemelksproben dar. Nach Labohm (1999) ist eine herdenweise Entnahme von Viertelanstangselksproben für die zytobakteriologische Untersuchung bei den meisten Systemen nur unter großen Schwierigkeiten bei stark erhöhtem Arbeitszeitaufwand möglich. Der bei den derzeitigen Systemen noch notwendige hohe Aufwand für eine fortlaufende Eutergesundheitsüberwachung kann in der Praxis oftmals nicht im erforderlichen Umfang geleistet werden, ohne dass die arbeitswirtschaftlichen Vorteile des AMS teilweise wieder zunichte gemacht werden. Nach Lotthammer (2001) muss das Problem der Kontrolle der Eutergesundheit aus milchhygienischen Gründen bzw. aus Gründen des Verbraucherschutzes technisch gegebenenfalls anders gelöst werden. Bei der Bewertung der beim automatischen Melken erhobenen Zellzahl, muss ein starker Einfluß der ZMZ beachtet werden, um eine Falschklassifizierung des Gesundheitsstatus von Eutervierteln zu vermeiden (Hamann, 2001). Dieser

Zusammenhang wird auch in einer Untersuchung von Hamann und Gyodi (2000) bestätigt. Danach hat das Gemelk von Kühen nach einer ZMZ von 4 Stunden einen signifikant höheren Zellgehalt als das Gemelk dieser Kühe nach 12 Stunden ZMZ.

2.2.3.3.4. Hinzuziehung anderer Parameter

Häufig wird in der Literatur das Hinzuziehen von weiteren Parametern von Kuh oder Milch empfohlen. Weiterhin werden folgende Werte zur Zeit in den AMS angeboten: Milchmenge, Melkdauer und Milchflußrate, entweder pro Euter oder pro Viertel. Ein Sensor für die Milchttemperatur wird optional angeboten. Weitere Daten wie Uhrzeit der Melkung, Besuche der Melkbox und abgerufene Kraftfuttermenge werden erhoben. Kombinationen mit einer Kuhaktivitätsmessung sind vorhanden. Diese Parameter sind noch nicht hinreichend evaluiert im Hinblick auf Eutergesundheitsüberwachung (Lind et al., 2000). Hamann und Krömker (2000) empfehlen, die Milchmengenleistungsentwicklung des Einzeltieres als Schlüsselparameter für die Entwicklung der Eutergesundheit in die Betrachtung mit einzubeziehen. Krömker et al. (2001) ermittelten bei der kombinierten Bewertung von EL und Viertelgemelksmenge unter speziellen Auswertungskriterien das beste Diagnostikergebnis für die subklinische Mastitis mit einer Sensitivität von 67,1 % und einer Spezifität von 76,0 %, jedoch konnte bei alleiniger Bewertung der Abweichung der Viertelgemelksmenge um 10 % eine Sensitivität von 68,6 und eine Spezifität von 72,2 % ermittelt werden. Nach Petermann et al. (2000) behelfen sich die Hersteller zur Zeit mit der Einbeziehung wenig spezifischer Verhaltens- und Produktionsparameter wie Tieraktivität, Besuchsfrequenz, Futteraufnahme, Milchmenge und Milchbildungsrate. Klinische Mastitiden werden auch nach Einbeziehung der obengenannten Parameter nicht ausreichend genau signalisiert. Die Verknüpfung von sensorisch gemessenen Parametern wie elektrischer Leitfähigkeit, Milchttemperatur und Milchmenge zur Mastitisdetektion über die sogenannte „fuzzy logic“ ist von De Mol und Woldt (2001) bereits erfolgreich vorgenommen worden. Eine Praxiserprobung steht jedoch noch aus. Als zukunftsweisend werden die Ermittlung von N-Acetylglucosaminidase und die fotooptische Untersuchung des Zellgehaltes betrachtet (DLZ, 2000). Von Barth (2001) wird die weitere Erprobung der Infrarot-Thermographie zur Erkennung akuter, klinischer Mastitiden empfohlen. Von Tsenkova et al. (2000) wird an der Verwendung der Nah-Infrarot-Spektroskopie zur Überwachung von Eutergesundheit und Milchqualität geforscht.