

dem Zitzenwaschwasser abgeleitet. Die Melkende-Bestimmung und die Zitzenpflege verlaufen analog zu den bereits existierenden technischen Lösungen in konventionellen Melkanlagen. Die Unzulänglichkeiten bei der Mastitiserkennung und die unzureichende Übereinstimmung mit den gesetzlichen Vorgaben waren die Gründe, für AMS-Betriebe gesonderte Prüfkriterien zu erlassen (Tab. 14).

Tab. 14: Maßnahmen bei Überschreitung verschiedener Eutergesundheitsindikatoren in AMS-Betrieben

Kategorie	Relativer Anteil der Kühe mit Gemelkszellzahlen >250.000 pro ml	Tankmilchzellzahl *	Maßnahmen
I	unter 30%	unter den Richtwerten	nicht erforderlich
II	unter 30%	über den Richtwerten	Kontrolle aller verdächtigen Kühe** : <ul style="list-style-type: none"> • Sekretbeurteilung • CMT-Test
III	über 30%	unter den Richtwerten	Kontrolle aller verdächtigen Kühe und zyto-bakteriologische Untersuchung dieser Kühe
IV	über 30%	über den Richtwerten	Kontrolle aller Kühe der Herde und zyto-bakteriologische Untersuchung

* Richtwert: arithmetisches Mittel aus 2 Untersuchungen < 300.000 Zellen pro ml und bei keiner Probe mehr als 400.000 Zellen pro ml; ** Gemelkszellzahl > 250.000 pro ml

Quelle: Hamann et al. (2000)

2.3 Milchqualität (M. Spohr)

2.3.1 Zellgehalt

Der Gehalt somatischer Zellen in der Anlieferungsmilch der Molkerei (Tankzellzahl) ist ein Indikator für die Häufigkeit subklinischer Mastitiden in der Herde (Grenzwert laut Milch-Güte-Verordnung: 400.000 Zellen/ml Milch). Der Einfluss der Herdengröße und die eingeschränkte Beziehung zur Häufigkeit klinischer Mastitiden begrenzen allerdings die Verwendung der Tankzellzahl als diagnostisches Kriterium. Die Folgen vermehrter Mastitiden und damit von erhöhten Zellgehalten wirken sich nachhaltig auf die Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion und die technologische Wertigkeit und Vermarktungsfähigkeit der Rohmilch aus. Die entzündlichen Reaktionen im Euter zerstören milchbildendes Gewebe. Entzündliche Prozesse im Euter verändern die Zusammensetzung der Milch und die technologische Wertigkeit nachhaltig (Tab. 15). Als Normalbereich ist ein Zellgehalt von unter 100.000 pro ml Viertelanfangsgemelk anzusehen.

Tab. 15: Mastitisbedingte Veränderungen von Milch und Milchprodukten

Produkt	Veränderungen
Rohmilch	ranziger Geschmack
Pasteurisierte Milch	Hitzedenaturierung des Molkenproteins; geschmackliche Abweichungen
Käse	reduzierte Starteraktivität; verzögerte Gerinnungszeit; mangelhafte Bruchfestigkeit; niedrige Käseausbeute
Butter	geringeres Aroma; Oxidationsgeschmack Hemmung der Diacetyl-Produktion; längere Butterungszeit

Quelle: Munro et al. 1984

2.3.2 Keimgehalt

Die in der Tankmilch nachgewiesenen Mikroorganismen stammen zum geringen Teil aus dem Euter (sekretorisch), zum überwiegenden Teil jedoch aus der Melkanlage und von der äußeren Zitzenhaut (postsekretorisch). Mengenmäßig spielt der sekretorische Keimgehalt (Mastitiserreger und Besiedler des Strichkanals) eine unbedeutende Rolle, wenngleich immer wieder Berichte über erhöhte Tankkeimzahlen aufgrund von *Strep. agalactiae*-Infektionen erscheinen. Problematischer sind Strichkanalbesiedlungen mit Staphylokokken. Der postsekretorische Anteil der Tankkeimzahl stammt zum überwiegenden Teil aus der Melkanlage, weder Schmutzbakterien von der äußeren Zitzenhaut, noch Bakterien aus der Luft sind in der Lage, die Tankkeimzahl nennenswert zu erhöhen. Neben der Keimzahl kann die Art der in der Milch enthaltenen Keime die weitere Milchverarbeitung stören (Verderbniserreger) oder als Krankheitserreger den Konsumenten schädigen. Von besonderer Bedeutung als Verderbniserreger sind Clostridien, da ihre hitzeresistenten Sporen bei der Schnittkäse-Herstellung zur Spätblähung oder Weißfäule führen (Tab. 16).

Tab. 16: Verderbniserreger: ihre Schädigung und Bekämpfungsmöglichkeiten

Erreger	Schadwirkung	Bekämpfungsmöglichkeit
<i>Clostridium tyrobutyricum</i>	Spätblähung im Schnittkäse	Verzicht auf Silage intensive Melkhygiene
<i>Clostridium sporogenes</i>	Weißfäule des Schnittkäse	
Bazillen (z.B. <i>Bacillus cereus</i>)	Süßgerinnung in pasteurisierter Milch und Schlagsahne	intensive Melkhygiene
Kältetolerante Keime (z.B. <i>Pseudomonas</i> , <i>Achromobacter</i> , <i>Flavobacterium</i> <i>Enterobacteriaceae</i>)	Minderung der Qualität und Haltbarkeit durch Proteasen und Lipasen	intensive Reinigung und Desinfektion der milchberührenden Oberflächen

Die aerob wachsenden Bazillen reduzieren die Haltbarkeit pasteurisierter Milch, während eine Vielzahl von Bakterien durch ihre hitzestabilen Enzyme (Proteasen, Lipasen) Geschmacksveränderungen und kurze Haltbarkeitszeiten provozieren. Gegenmaßnahmen, die die Zahl der Verderbniserreger reduzieren, konzentrieren sich in erster Linie auf die gründliche Reinigung und Desinfektion aller milchberührenden Oberflächen. Zusätzlich ist eine intensive Melkhygiene und, im Fall der Clostridien, die Einschränkung oder der vollständige Verzicht der Silagefütterung erforderlich (Tab. 16). Krankheitskeime, die durch die Milch auf Menschen übertragen werden können, werden in der Regel durch die zwingend durchzuführende Erhitzung der Milch abgetötet. Eine Gefährdung des Konsumenten besteht nur bei nicht ausreichend kontrollierten Rohmilchprodukten oder thermostabilen Staphylokokken-Enterotoxinen. Letztere werden jedoch durch den Verdünnungsprozess in der Molke-ri unbedeutend.

Zur Gewinnung keimarmer Milch müssen alle milchberührenden Oberflächen ausreichend gereinigt und desinfiziert werden. Hierfür sind spezielle Reinigungsautomaten verfügbar. Für die optimale Wirkung der Reinigungs- und Desinfektionsmittel muss eine Temperatur von mindestens 40 °C über etwa 15 Minuten an jedem Ort der Melkanlage gewährleistet sein. Reinigungs- und Desinfektionsmittel müssen eine gute Benetzung der Oberfläche ermöglichen, ein hohes Schmutztragevermögen und eine gute Dispersionswirkung aufweisen. Sie sollten nicht korrosiv, gut zu lagern und leicht zu handhaben sein. Zur Beseitigung organischen Materials sind alkalische Reinigungsmittel geeignet, mineralische Ablagerungen werden durch Säuren entfernt. Für die Desinfektion der gereinigten Oberfläche stehen chlorhaltige Produkte, Sauerstoff-abspaltende Präparate, quartäre Ammoniumverbindungen und Ampholytseifen zu Verfügung. Um die Vermehrung von Keimen in der ermolkene Milch zu vermeiden, muss sie in kurzer Zeit unter die von der Milchverordnung vorgeschriebene Lagerungstemperatur (8 bzw. 6 °C) herabgekühlt werden.

2.3.3 Hemmstoffe

Substanzen, die in der Lage sind, Mikroorganismen (z.B. Säuerungskulturen) in ihrem Wachstum zu hemmen, nennt man Hemmstoffe. Hierunter verbergen sich in erster Linie Antibiotika und Sulfonamide, in geringerem Umfang sind körpereigene Enzymsysteme und Desinfektionsmittelreste nachweisbar. Antibiotikaresten in Milch stellen ein gesundheitliches Risiko für den Verbraucher dar und verursachen technologische Probleme bei der Herstellung fermentierter Milchprodukte. Die gesundheitlichen Risiken basieren nicht so sehr auf der direkten toxischen Schädigung (z.B. Chloramphenicol) sondern vielmehr auf der Entwicklung von Antibiotika-Resistenzen bei Mikroorganismen und der möglichen Auslösung von Allergien bei sensibilisierten Personen.

In milchverarbeitenden Betrieben wirken sich bereits Spuren von Hemmstoffen auf die Stoffwechselaktivität vieler eingesetzter Starterkulturen negativ aus. Die häufigste Ursache für den Nachweis von Hemmstoffen in Milch stellt die Verschleppung von antibiotikahaltiger Milch mit Melkzeugen und Melkutensilien dar. Wenn behandelte Kühe nicht gesondert zum Schluss gemolken werden, besteht die Gefahr, dass nach dem Melken einer behandelten Kuh Hemmstoffhaltige Milchreste in den Schläuchen und dem Sammelstück verbleiben. Ähnliche Konsequenzen hat das Überlaufen oder Umkippen des zwischengeschalteten, zum Auffangen der kontaminierten Milch eingesetzten Melkeimers. Auch plötzliche Lufteinbrüche können Milchreste in die Melkanlage mitreißen. Die Nichteinhaltung der vorgeschriebenen Wartezeiten nach Antibiotika-Behandlung ist eine weitere Ursache. In der Mehrzahl der Fälle wird die Milch von behandelten Kühen irrtümlich vor Ablauf der Wartezeit abgeliefert. Die Separierung der mit Antibiotika behandelten Kühe von der laktierenden Herde und das separate Melken zum Ende der Melkzeit sind die wichtigsten Maßnahmen zur Vermeidung von Hemmstoff-positiven Befunden (Tab. 17).

Tab. 17: Maßnahmen zur Vermeidung von Antibiotika-Rückständen in Milch

Identifikation behandelter Kühe	<ul style="list-style-type: none"> • Fußbänder • deutliche Farbzeichnung • Sperrvermerk im Herden-Managementprogramm • Information der Melkpersonen
Separierung der behandelten Kühe	<ul style="list-style-type: none"> • Behandlungsgruppen bilden • als letzte Gruppe melken • Trockensteher unmittelbar nach Antibiotikagabe aus der laktierenden Herde entfernen
Vermeidung der Verschleppung	<ul style="list-style-type: none"> • beim Melken der Behandlungsgruppe Milchdruckleitung vom Milchtank abkoppeln • ausreichend große, möglichst transparente Melkeimer verwenden • Vakuumversorgung der Melkeimer nicht über Melkleitung sondern über separate Vakuumentleitung bewerkstelligen • Recorder sind nicht geeignet (Undichtigkeiten, schlecht zu reinigen) • nach dem Melken intensive Spülung aller milch-berührenden Teile durchführen
Ordnungsgemäßer Antibiotikaeinsatz	<ul style="list-style-type: none"> • Einhaltung der Herstellerangaben (Dosierung, Anwendungsart, -dauer) • Hemmstofftest vor Beginn der Milchablieferung durchführen • Hemmstoffkontrolle aller Zukaufstiere • ausreichende Aufzeichnung über Art, Dauer und Umfang des Antibiotikaeinsatzes.

Die zur Feststellung von Hemmstoffen durchgeführten Testsysteme sind in den vergangenen Jahren deutlich verfeinert worden. Daher reagieren Gemelksproben mit einem hohen Anteil körpereigener Enzymsysteme (Lactenine) häufiger falsch positiv. So entsteht irrtümlicherweise der Eindruck, dass eine verlängerte Ausscheidungszeit für Antibiotika vorliegt.

2.3.4 Gefrierpunkt

Die in der Milch gelösten Salze (Mineralstoffe/Salze des Intermediärstoffwechsels) und der Milchzucker reduzieren den Gefrierpunkt auf etwa $-0,525$ °C. Eine Erhöhung dieses Wertes gilt als Nachweis von Fremdwasser. Milch, deren Gefrierpunkt höher als $-0,515$ °C ist, ist nicht verkehrsfähig. Die häufigste Ursache für Gefrierpunkterhöhungen in der Tankmilch liegt in der Verschleppung von Restwasser aus der Melkanlage in den Milchtank. Bei einem Fremdwassergehalt von mehr als 2 % ist mit einer Überschreitung des Grenzwertes zu rechnen. Darüber hinaus sind die individuellen Unterschiede im Gefrierpunkt der Gemelke sehr ausgeprägt ($-0,500$ bis $-0,555$ °C). Diese Unterschiede werden durch die Mischung aller Gemelke überwiegend ausgeglichen. Neben der Rasse beeinflusst die Melkzeit, der Laktationsabschnitt und das Alter der Kuh den Gefrierpunkt. Fütterungs- und Stoffwechsellibbalancen (z.B. subklinische Ketosen) scheinen den Gefrierpunkt ebenfalls zu erhöhen. Maßnahmen zur Vermeidung von Fremdwasser in der Tankmilch erstrecken sich auf eine effektive Entfernung von Nachspülwasser aus der Anlage durch die Gewährleistung eines optimalen Gefälles der Melkleitungen, den Einbau selbstentwässernder Ventile im Bereich der Milchpumpe und des Milchtanks und der Austrocknung der Melkeinheiten durch Einsaugen von Luft. Der Eintrag von Fremdwasser wird vermieden, wenn die Melkanlagenreinigung nur starten kann, wenn die Milchdruckleitung vom Lagertank abgekoppelt ist und die in der Steigleitung nach der Milchförderpumpe befindliche Restmilchmenge nicht durch Nachgießen von Wasser abgepumpt wird. Das Eintauchen von Melkzeugen in ein Wasser- oder Desinfektionsbad bei laufender Melkanlage ist problematisch, da die Absperreinrichtung der Melkeinheit undicht sein kann.

2.4 Technische Überwachung von Melkanlagen (M. Hubal)

Eutererkrankungen sind in der Milchproduktion für hohe wirtschaftliche Verluste verantwortlich. Die Ursachen für Eutererkrankungen sind vielfältig; neben der Haltung oder Fütterung spielt der Melkvorgang eine weitere Rolle. Wie schon im Kapitel 2.2 gezeigt, hat der Melkvorgang sowohl Einfluss auf die Übertragung von Erregern als auch auf die Beschaffenheit der Zitze, welche unter anderem mit ihren Mechanismen dafür sorgt, dass möglichst keine Erreger in das Innere des Euters gelangen. Ziel angepasster und optimal funktionierender Melktechnik ist, diese natürlichen Mechanismen durch zügigen, schonenden und vollständigen Milchentzug zu erhalten. Daher ist es unumgänglich, die technische Überwachung von Melkanlagen regelmäßig durchzuführen. Dies sind einerseits Kontrollen durch den Benutzer selbst, andererseits umfangreiche Überprüfungen durch Fachpersonal.

In jedem Bundesland gibt es spezialisierte Einrichtungen, die Überprüfungen von Melkanlagen vornehmen. Dies sind z.B. das Fachpersonal von Landwirtschaftskammern sowie die Eutergesundheitsdienste. Sie überprüfen einerseits die normgerechte Installation von neu installierten Melkanlagen und andererseits die ordnungsgemäße Funktion bestehender Melkanlagen.

Im Folgenden sollen die Überprüfung von Melkanlagen sowie auftretende Mängel beschrieben werden, um dem Betreiber Hilfestellung zu geben, seine Melkanlage selbst und mit Hilfe von Fachpersonal in optimalem Zustand zu halten.

Grundlage der Melkanlagenüberprüfung – DIN/ISO 5707 und 6690

Für die Arbeitsweise und Funktion einer Melkanlage hat man sich auf eine Festlegung von Mindestanforderungen geeinigt, die an jeder Melkanlage nachgeprüft werden können. Natürlich gibt es darüber hinaus gehende Melkanlagenüberprüfungen; aber die Überprüfung nach technischem Regelwerk, den DIN ISO Normen, gilt für alle Melkanlagen verbindlich. Die von der Internationalen Organisation für Normung erstellten und von den nationalen Organisationen anerkannten Normen basieren auf Mindestanforderungen und gelten in ihrer Fassung vom Frühjahr 1998 für alle danach neu installierten Melkanlagen. Eine DIN ISO Prüfung benötigt ca. 3 Stunden bei bis zu 10 Melkeinheiten und bis zu 6 Stunden bei 20 bis 30 Melkeinheiten. Die Kosten für die Überprüfung von Melkanlagen belaufen sich bei einer Vollkostenrechnung (Fahrt-, Personal-, Gerätekosten) auf ca. 80 bis 100 Euro je Prüfunde. Eine Melkanlage, die der DIN ISO Prüfung nicht standhält, zieht nicht zwangsläufig eine rapide Verschlechterung der Eutergesundheit oder der Melkleistung nach sich, die Mängel erhöhen jedoch das Risiko dafür.

DIN/ISO Prüfprotokoll: Bei der Überprüfung einer Melkanlage werden verschiedene Daten erfasst und in ein Datenblatt übertragen. Dieses Datenblatt – das DIN/ISO Protokoll – kann bei verschiedenen Organisationen unterschiedlich aussehen, beinhaltet im Wesentlichen jedoch dasselbe. Ein Beispiel ist nachfolgend aufgezeigt (vgl. Blatt 1 in diesem Abschnitt):

Protokoll über die Milcherzeugerberatung in Niedersachsen - Qualitätssicherungsprogramm Milcherzeugung -

Blatt 1

Betrieb: _____	Betr.Schl.: _____
OT, Str., Nr.: _____	Ber.Bez.Nr.: _____
Wohnort: _____	Molkerei-Nr.: _____
Grund der Beratung _____	Liefer-Nr. _____
Melkort: Stall(1) - Weide(2) _____	Herdengröße _____

Allgemeine Angaben

Messpunkte vorhanden ("Leer" = in Ordnung, X = nicht i.O.)		Material HLL(KU o. VZ) _____	Material LL (KU o. VZ) _____
1 A1	<input type="checkbox"/>	Fabrikat (1 - 10)	HLL Länge in m _____
2 A2	<input type="checkbox"/>	Art (1 - 4; T,F,S)	HLL Ø mm Soll _____ Ist _____
3 Vm	<input type="checkbox"/>	System (1 - 5)	Luftleit. Länge/m _____
4 Vr	<input type="checkbox"/>	Bed. Personen	LL Ø mm Soll _____ Ist _____
5 Vp	<input type="checkbox"/>	Kuhzahl lakt.	Zusatzgeräte _____
6 Pe	<input type="checkbox"/>	n Melkzeuge	Nenn-Betriebsvak. kPa _____
Messungen	ME A1 Mp	kPa	Luftdruck in mbar _____
7 Anlagenvak.	N N -		
8 Vakuumbhöhe nahe Anlagenvakuummeter			
9 Genauigkeit des Anlagenvakuummeters			zulässig 1,0 kPa (Zeile 7 zu 8)
10 V-Melksystem	N N Vm		
11 Betriebsvak.	J N Vm		
12 Empfindlichkeit der Regeleinheit			zulässig 1,0 kPa (Zeile 10 zu 11)
13 Betriebsvak. RE	J N Vr		
14 Betriebsvak. RE minus 2 kPa (für Z.21 u. 24)			
15 Betriebsvak. VP	J N Vp		
16 Meßvak. an Vm	J J Vm		(Zeile 11 - 2 kPa)
17 Meßvak. an RE	J J Vr		Vakuumbabfall Milchabscheider/Regeleinheit _____
18 Meßvak. an VP	J J Vp		Vakuumbabfall Milchabscheider/Vakuumpumpe _____
19 Vakuumbhöhe im Pulsraum			Vakuumbabfall Milchabscheider/hö.Vakuum b-Phase _____

7 Anlagenvak.	N	N	-				
8 Vakuumbhöhe nahe Anlagenvakuummeter							
9 Genauigkeit des Anlagenvakuummeters							zulässig 1,0 kPa (Zeile 7 zu 8)
10 V-Melksystem	N	N	Vm				
11 Betriebsvak.	J	N	Vm				
12 Empfindlichkeit der Regeleinheit							zulässig 1,0 kPa (Zeile 10 zu 11)
13 Betriebsvak. RE	J	N	Vr				
14 Betriebsvak. RE minus 2 kPa (für Z.21 u. 24)							
15 Betriebsvak. VP	J	N	Vp				
16 Meßvak. an Vm	J	J	Vm				(Zeile 11 - 2 kPa)
17 Meßvak. an RE	J	J	Vr				Vakuumbabfall Milchabscheider/Regeleinheit _____
18 Meßvak. an VP	J	J	Vp				Vakuumbabfall Milchabscheider/Vakuumpumpe _____
19 Vakuumbhöhe im Pulsraum							Vakuumbabfall Milchabscheider/hö.Vakuum b-Phase _____

	ME	RE	Mp	LE	V-höhe	kPa	Luft l/min	
20 Res.durchfluss	J	J	Vm	A1	Z. 16 (.....)			Soll: Melken: _____ Reinigen: _____
21 Ldf. mit RE	J	J	Vr	A1	Z. 14 (.....)			
22 Manueller Rdf.	J	N	Vm	A1	Z. 16 (.....)			
23 Regelverlust	< 10 % von Z. 22 o. 35 l/min				(Z.22 - Z.20)			max: _____
24 Ldf. ohne RE	J	N	Vr	A1	Z. 14 (.....)			
25 Leckluft RE	< 5 % von Z. 22 o. 35 l/min				(Z.24 - Z.21)			max: _____
26 Ldf. mit ME	J	N	Vr od Vp	A2	Z13oZ15 (.....)			
27 Ldf. ohne ME	N	N	Vr od Vp	A2	Z13oZ15 (.....)			
28 Luftverbrauch Melkeinheiten (35 l/min je ME)					(Z.27 - Z.26)			
29 Ldf. ohne ML	N	N	Vr od Vp	A2	Z13oZ15 (.....)			
30 Leckluft ML	10 l/min + 2 l/min/Anschluss				(Z.29 - Z.27)			max: _____
31 Ldf. ohne Ls.	N	N	Vp	VP	Z. 15 (.....)			
32 Leckluft Ls.	< 5 % von Zeile 31				(Z.31 - Z. 29)			max: _____
33 Ldf. Vakuump.	N	N	Vp	VP	50 kPa			Bedarf: _____ Herstellerangabe: _____

Melkeinheiten

34 Pulsartotyp(1-3,M-S) , Pulsierung, Wechselt./Gleicht. Pulszahl

35 Pulsverhältnis S:E : Lufterlaß an MZ (1 bis 3)

Prüfung		Beratungsaussagen ("Leer" = in-Ordnung, X = nicht i. O.)	
36 Pulsatoren Anzahl		Vakuumbhöhe	
37 Lufterlass am MZ	(4 - 10l/min.)	Vakuumbventil	
38 Absperrventil (1;2)	(max. 2l/min.)	Dichtheit Melk- / Luftsystern	
39 Melkvakuum		Querschnitte LL und/oder ML	
40 Niedrigvakuum		Einbau Luft- und/oder Melkleit.	
41 Schaltpunkt		Pulsatoren	
42 Verzögerungszeit		Lufterlass am MZ	
43 Ldf. langer Milchschlauch bei Absenkung um 5 kPa		Gummiteile	
44 Vakuumbanschlüsse (n = ...)		Vakuumbanschlüsse	
45 Milchhähne (n = ...)		Milchhähne	
46 Staudruck an Pe		R + D der Anlage	
		Vakuumpumpenleistung	
		Kundendienst (N; J)	

Ort, Datum..... Unterschrift: Berater/Landwirt.....

Entscheidend für den Betreiber der Melkanlage ist dabei nicht, dieses Protokoll technisch erschöpfend zu ergründen, sondern festgestellte Fehler durch Fachpersonal beseitigen zu lassen bzw. Verbesserungsmöglichkeiten kritisch zu durchleuchten und umzusetzen.

Im Protokoll werden zunächst erfasst:

- Fabrikat und Art der Melkanlage
- Anzahl der Bedienungspersonen beim Melken
- Anzahl der Melkzeuge
- Länge und Durchmesser der Leitungen (Beim Durchmesser: Ist und Soll)
- Art der Zusatzeinrichtungen, wie z.B. automatische Melkzeugabnahme
- Nenn-Betriebsvakuum, Reinigungsvakuum und atmosphärischer Luftdruck

Anschließend werden Daten zu Vakuumhöhen ermittelt. Hier kann der Betreiber erkennen, ob zulässige Abweichungen überschritten werden und bei Überschreitungen den Fachmann zur Abhilfe konsultieren. Die Daten geben Auskunft über die Funktion des Manometers (Zeile 9), der Regeleinheit (Zeile 12) sowie der Auslegung der Vakuumleitungen (Zeile 17-19).

Danach werden mittels Luftdurchflussmessungen Reservekapazität, Regelverlust, Leckluft der Regeleinheit sowie Dichtigkeit der Melk- und Vakuumleitungen geprüft. Der Reserve-durchfluss lässt sich anhand von Tabellen jeweils für das Melken und Reinigen der Anlage bestimmen. Der jeweils höhere Wert ist ausschlaggebend. Hier kann der Betreiber anhand des Sollwertes erkennen, ob seine Melkanlage den Anforderungen genügt (Zeile 20). Der Regelverlust beschreibt den Zusammenhang zwischen der Dimensionierung der Hauptvakuumleitung und der daraus resultierenden Funktion der Regeleinheit, welche natürlich auch davon abhängt, wo diese montiert ist. Bei Überschreitung des Grenzwertes ist die ordnungsgemäße Funktion der Vakuumregelung eingeschränkt (Zeile 23). Die Leckluft der Regeleinheit (Zeile 25) gibt Auskunft über mögliche Verunreinigung oder Beschädigung des Regelventils.

Die Zeilen (26 bis 28 im oben gezeigten Protokoll) zeigen den Luftverbrauch der Melkeinheiten an (nicht gefordert laut DIN/ISO) und erlauben beim Vergleich mit den Herstellerangaben Rückschlüsse über evtl. Fehlfunktionen luftverbrauchender Teile, wie z.B. Pulsatoren.

Jetzt folgt die Dichtigkeitsprüfung der Anlagenabschnitte Melksystem und Luftsystem. Auch hier lassen sich die Grenzwerte mit den Messwerten vergleichen und somit Undichtigkeiten aufdecken. Diese führen zu unnötigem Leistungsverlust und Eindringen von Schmutz in das Leitungssystem (Zeile 29 bis 32). Abschließend wird die Leistung der Vakuumpumpe (Luftdurchfluss bei 50 kPa) festgestellt (Zeile 33). Diese kann mit der Herstellerangabe sowie mit dem tatsächlich erforderlichen Bedarf verglichen werden. Ein anderer wesentlicher Teil der Anlagenüberprüfung ist die Messung der Pulsatoren. Diese Messung wird in der Regel gesondert dokumentiert, da die Messergebnisse für das Protokoll zu umfangreich sind. Die Funktion sowie eine typische Pulsgrafik sind in Kapitel 2 (Melktechnik) erklärt. Fehlerhafte Pulsatoren sind sofort zu reparieren, da sie direkt die Zitzengummibewegung beim Melken beeinflussen.

Im unteren Teil des Protokolls (Zeile 36-46) werden noch einige optionale Messungen und schließlich kurze Beratungsaussagen getätigt. Der Lufteinlass am Melkzeug, welcher den Abtransport der Milch bewirkt, wird ebenso ermittelt wie die Funktionstüchtigkeit des Absperrventils. Der Luftdurchfluss am langen Milchschauch, welcher vom Hersteller melkanlagenspezifisch angegeben wird, ist für die Vakuumversorgung am Melkzeug und den Abtransport der Milch mit entscheidend (Zeile 43). Punkte wie das Niedrigvakuum, Schalterpunkt und Verzögerungszeit sind Hersteller- und Anlagenspezifisch und sollten somit den Herstellerangaben entsprechen. Hier gibt es jedoch auch Einflussgrößen, die durch die Melkbarkeit der Herde bestimmt werden und in einem gewissen Spielraum einstellbar sind.

Die Beratungsaussagen sind kurz abgefasst und sollten durch ein abschließendes Gespräch mit der Prüfperson ergänzt werden.

Fehlerhäufigkeiten in Melkanlagen

Die Erwartung, dass eine neu montierte Melkanlage auch zwangsläufig fehlerlos und funktionstüchtig ist, trifft leider immer nicht zu, wie langjährige Erfahrungen belegen. Neben dem Einbau defekter Bauteile und der mangelhaften Abstimmung der Bauteile zueinander stehen Montagefehler im Vordergrund. Die LWK Hannover hat seit 1998 vertraglich festgelegte Vereinbarungen mit den maßgeblichen Melkanlagenherstellern auf dem deutschen Markt, die eine Melkanlagenprüfung nach DIN ISO Standard vorsieht. Die Ergebnisse der Melkanlagenüberprüfungen der letzten Jahre belegen einen konstant hohen Anteil von Anlagen, die nicht DIN ISO gerecht sind. Dieser Anteil reduzierte sich zwar bis zum Jahr 2002 auf ca. 30 % der geprüften Anlagen, er stieg in den beiden letzten Jahren jedoch wieder auf ca. 50 % an. Dieser hohe Anteil ist verwunderlich, da sowohl in der Werbung als auch in den Verkaufsgesprächen und Kaufverträgen eine DIN ISO gerechte Melkanlage zugesichert wird. Bei festgestellten Mängeln ist die gekaufte Ware als mangelhaft einzustufen. Um Schwierigkeiten in diesem Bereich zu vermeiden, sollten Landwirte sich beim Kauf einer Melkanlage die Funktion entsprechend den Anforderungen der DIN ISO zusichern und die Hersteller dies durch eine Prüfung entsprechend belegen lassen. Für die Durchführung der DIN ISO Prüfung sollte zweckmäßigerweise eine neutrale, fachkundige Organisation beauftragt werden.

Ergebnisse der Melkanlagenüberprüfungen

Im Folgenden werden beispielhaft die Ergebnisse der Neuanlagenprüfungen im Gebiet der LWK Hannover von 1998 - 2004 dargestellt.

Vakuumpumpe: Neu montierte Melkanlagen mit nicht ausreichender Vakuumpumpenleistung wurden in 13 % der Fälle festgestellt. In den meisten Fällen reichte die Leistung zum Melken aus, war jedoch für die Reinigung der Anlage oder für den Betrieb mit Geräten der Milchleistungsprüfung zu gering. Eine deutlich zu hohe Leistung der Vakuumpumpe wurde auch in einigen Fällen festgestellt, was zum einen zu erhöhten Energiekosten und zu mehr Lärmbelastung führt, zum anderen das Leitungssystem überfordert, so dass es zu Problemen bei der Regelung des Vakuums kommt.

Vakuumentil: Nicht DIN ISO gerechte Vakuumentile waren in 12 % der Anlagen feststellbar. Die Ursachen hierfür waren verschieden und konzentrierten sich zum einen auf technische Defekte innerhalb der Regelventile (herstellerbedingt) oder auf eine fehlerhafte, das heißt den Vorschriften des Herstellers widersprechenden Montage, die zu einer Einschränkung in der Regelgenauigkeit und Leckluft führt. Erschwerend für die Montage war, dass die firmenspezifischen Angaben oft aufgrund baulicher Gegebenheiten nicht eingehalten werden konnten.

Vakuuleitung: Die Vakuuleitung muss so konzipiert sein, dass sie die Leistungsfähigkeit der Vakuumpumpe so wenig wie möglich behindert. Dies geschieht durch einen ausreichend großen Innendurchmesser und einen möglichst geradlinigen und kurzen Verlauf. Der daraus resultierende Strömungswiderstand ist die Voraussetzung dafür, dass in die Melkanlage eindringende Luft innerhalb kürzester Zeit abgesaugt werden kann, um das Melkvakuum stabil zu halten. Als Maß für den Strömungswiderstand der Vakuuleitung ist der messbare Vakuumabfall von der Pumpe über das Regelventil bis zum Milchabscheider zu werten. Im Kammergebiet Hannover wurden 12 % der Anlagen aufgrund von Mängeln in der Dimensionierung der Vakuuleitung beanstandet. In den letzten Jahren wurde zusätzlich beobachtet, dass die Vakuuleitungen häufig montagebedingt nicht dicht sind. Dies ist auf den Umstieg von Stahlleitungen auf Kunststoff und die Verarbeitungstechnik (Kleben) zurückzuführen, sowie (fallweise) die unsachgemäße Installation vor Ort. Auch die steigende Anzahl der an die Vakuuleitung angeschlossenen Komponenten (Abnahmeautomatik, Pulsatoren, Torsteuerungen etc.) erhöht das Risiko von Undichtigkeiten. Dieser Fehler betraf 20 % der überprüften Anlagen.

Prüfstützen und Messpunkte: Prüfstützen sind nicht nur für die Kontrolle der neu installierten Melkanlage erforderlich, sondern für jede weitere jährliche Kontrolle der Melkanlage unerlässlich. Ohne diese Messpunkte ist eine Bewertung der Leistungsfähigkeit der Anlage und eine zielgerichtete Fehlersuche nicht möglich. Die DIN ISO gibt präzise Anweisungen

über Anzahl, Art und Position dieser Messpunkte. Trotzdem fehlen diese Messpunkte häufig oder sind am falschen Platz gesetzt. Dies traf zwar nur bei ca. 3 % der Anlagen zu, ist aber de Facto häufiger der Fall, da die Messpunkte oft erst auf Anweisung des Prüfers gesetzt wurden und dies dann nicht in die Fehlerstatistik aufgenommen wurde.

Melkleitung: Die Bewertung der Melkleitung basiert auf mehreren Einflussgrößen. Ziel ist ein gleichmäßiger Milchfluss in der Melkleitung, der eine kontinuierliche und stabile Vakuumversorgung der Melkeinheiten ermöglicht. Beeinflusst wird dies durch die Anzahl der Melkeinheiten je Melkleitungsstrang, den Durchmesser der Melkleitung sowie das Gefälle. Weiterhin spielen die Melkarbeit (Luftleinbrüche, Ansetzintervall) sowie die Melkbarkeit (Höhe des Milchflusses) eine Rolle. Fehler im Bereich der Melkleitungsdimensionierung sind mit 3 % eher gering. Häufiger wurden Fehler in der gleichmäßigen Verlegung des Gefälles sowie in der Dichtigkeit der Melkleitung gefunden

Melkeinheiten: Die DIN ISO Norm schreibt für die Melkzeuge eine ausreichende Abdichtung von Absperreinrichtungen sowie einen definierten Lufteinlass im Sammelstück vor. Fehler in diesem Bereich traten nur noch selten auf (4 %). Für die Erhaltung des korrekten Lufteinlasses am Sammelstück ist im laufenden Betrieb der Landwirt selbst verantwortlich, indem er die Öffnung regelmäßig zu kontrollieren bzw. zu reinigen hat, da es sonst zu Abflussstörungen der Milch kommt.

Pulsation: Pulsationsmängel waren in den geprüften Melkanlagen mit 1 % relativ selten zu finden, da die heutigen elektronischen Pulsatoren als zuverlässig gelten. Lediglich Einstellungsmängel oder montagebedingte Störungen durch Späne führen hier bisweilen zu Beanstandungen.

Montagequalität: Bei der Durchführung der Melkanlagenprüfung hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn ein Mitarbeiter der Montagefirma während der Messung anwesend war. Durch die Zusammenarbeit während der Prüfung konnten messtechnische Zusammenhänge abgeklärt und dadurch einzelne Montagemängel nachhaltig vermieden werden.

Technische Überprüfung während des Melkens

Zur technischen Überprüfung von Melkanlagen während des Melkens lassen sich im Wesentlichen Geräte zur Aufzeichnung von Drücken (Vakuummessgeräte mit entsprechender Auflösung) und von Milchflüssen (Lactocorder) einsetzen.

Vakuumverlauf im Sitzengummikopf: Vakuumverläufe im Sitzengummikopf bedürfen einer Aufzeichnungsrate wie beim Messen der Pulsation, da hier die Änderungen in gleicher Weise verlaufen. Das Vakuum im Sitzengummikopf sollte bei herkömmlichen Melkverfahren bis zum Abfallen des Hauptmilchflusses möglichst niedrig sein (ca. unter 10 bis unter 5 kPa) bei möglichst geringen Schwankungen. Dies deutet dann auf einen guten Sitz des Sitzengummis hin. Ebenfalls kann das Kopfvakuum durch die Qualität der Anrüstung und nasse Zitzenhaut beeinflusst werden.

Vakuumschwankungen im kurzen Milchschauch: Vakuumschwankungen im kurzen Milchschauch sollten mit einer Aufzeichnungsrate von mindestens 170 Hz gemessen werden (DIN/ISO 6690, in Vorbereitung). Hier gibt es Hinweise, dass Schwankungen über 10 kPa bei Wechseltakt bzw. über 15 kPa bei Gleichtakt zu einem erhöhten Infektionsrisiko führen können. Dies kann zu Rückspray von Milchteilchen mitsamt Erregern in die Zitze führen. Bei zu hohen Vakuumschwankungen in diesem Bereich sollte das Melkzeug auf die Kapazität des Sammelstücks und den Durchmesser der kurzen Milchschräuche hin überprüft werden.

Vakuumschwankungen in der Melkleitung: Vakuumschwankungen in der Melkleitung sollten mit einer Aufzeichnungsrate von mindestens 48 Hz gemessen werden (DIN/ISO 6690, in Vorbereitung). Die DIN/ISO 5707 gibt vor, dass in der Melkleitung die Vakuumschwankungen 2 kPa nicht überschreiten sollten. Wird dieser Grenzwert überschritten, sollte die Melkleitung auf Gefälle (mögl. 2 %) und auf ihren Durchmesser hin überprüft werden. Werte hierfür sind in der DIN/ISO 5707 angegeben.

Milchflusskurven: Zur Aufzeichnung von Milchflusskurven wird mittlerweile weltweit der Lactocorder als anerkanntes Gerät eingesetzt. Außer der Milchleistungsprüfung und Milchflusskurven zur Beurteilung der Melkarbeit lassen sich auch Nachmelkautomatik und Abnahmeautomatik mit diesem Gerät kontrollieren. Dabei sollte nicht außer Acht gelassen werden, dass das Gerät unter bestimmten Bedingungen selbst einen Einfluss auf die genannten Geräte ausüben kann. Sind jedoch die Abnahmezeitpunkte aller Geräte gleichmäßig bei einem bestimmten Milchfluss, der je nach Herde unter 200-250 ml/Minute liegen sollte, so kann bei gutem Ausmelkgrad mit hoher Sicherheit von ordnungsgemäßer Funktion ausgegangen werden. Dies kann ebenso auf das Einsetzen der Nachmelkfunktion bei ca. 800 ml/Minute angewandt werden.

Eigenkontrolle und Wartung durch den Betreiber

Auch bei regelmäßiger Kontrolle der Melkanlage durch Fachpersonal gibt es gewichtige Punkte, die der Betreiber der Melkanlage selbst sicherzustellen hat. Dazu zählen unter anderem:

- tägliche Kontrolle der Vakuumhöhe am Betriebsvakuummeter
- täglich Ölstand der Ölversorgung der Vakuumpumpe kontrollieren
- Sichtprüfung der Melkzeuge und Schläuche bei jedem Melken
- regelmäßiges Reinigen des Regelventils nach Bedienungsanleitung
- regelmäßiges Austauschen der Zitzengummi nach Herstellerangabe

3 Genetik und Züchtung (W. Brade)

3.1 Zoologische Klassifizierung und Domestikation

Rinder bilden eine Unterfamilie innerhalb der großen Familie der Hornträger. Man kann klar zwischen Büffel-Arten und Nicht-Büffelarten differenzieren (Tab. 18).

Tab. 18: Chromosomenzahlen einiger Haus- und Wildrinder

Art	Chromosomenzahl
Hausrind, einschl. Zebu [<i>Bos primigenius</i> f. dom.]	60
Hausyak [<i>Bos mutus</i> f. grunniens]	60
Bali(haus)rind [<i>Bos javanicus</i> f. domestica]	60
Gayal [<i>Bos gaurus</i> f. frontalis]	58
Hausbüffel/Flussbüffel [<i>Bubalus bubalis</i>]	50
Afrik. Wildbüffel [<i>Syncerus caffer</i>]	52
Amerikanischer Bison	60

Hinsichtlich der Einordnung der verschiedenen Wild- und Hausrinderarten in das zoologische System werden nicht immer einheitliche Auffassungen vertreten. Bereits vor mehr als 10 Jahren wurde belegt, dass Wisente mit dem Yak näher verwandt sind als beide mit dem Ur (*Bos primigenius*). Wenn allerdings der Yak der Gattung *Bos* zugeordnet wird, gehören folglich auch Amerikanische Bison und Wisent dazu. Schließlich ergeben sowohl die Verpaarung Hausrind-Bulle x Yak-Kuh als auch die Verpaarung Hausrind-Bulle x Bison-Kuh lebensfähige Nachkommen, wobei in beiden Fällen nur die weiblichen Tiere fruchtbar sind. Demgegenüber sind Kreuzungen zwischen Hausrind und Büffel (*Bubalus*, *Syncerus*) bisher nicht gelungen. Die phylogenetischen Beziehungen zwischen verschiedenen Nicht-Büffel-Rinderarten sind nachfolgend gegeben (Abb. 8):