

Zu erwähnen bleibt der hohe Gehalt der Kolostralmilch an zelligen Elementen, speziell an Leukozyten. Auch ist - im Falle einer Infektion der Milchdrüse - ein Ausscheiden von Infektionserregern mit der Kolostralmilch möglich.

Die Kolostralmilch darf nicht in den Handel gebracht werden!

Kolostralmilch ist Kälberfutter. Der Gehalt der Kolostralmilch an Immunglobulinen ist der nachgeburtlichen Kälberernährung angepasst. Sie dient der passiven Immunisierung der Neugeborenen. Der Immunglobulingehalt der Kolostralmilch sinkt bereits wenige Stunden p. p. relativ stark ab. Zusätzlich vermindert sich die Durchlässigkeit der Darmschleimhaut der Neugeborenen für die γ -Globuline, so dass die frühestmögliche Kolostralmilchgabe an das neugeborene Kalb als eine der bedeutsamsten Regel der gesunden Kälberaufzucht gelten kann (vgl. Kapitel „Fütterung“).

2.2 Milchgewinnung und Melkhygiene (M. Spohr)

2.2.1 Melktechnik

Aufbau und Funktion der Melkanlage: Die heute gebräuchlichen Melkanlagen entziehen dem Euter die Milch, indem sie einen Unterdruck unter der Zitze produzieren (Abb. 5).

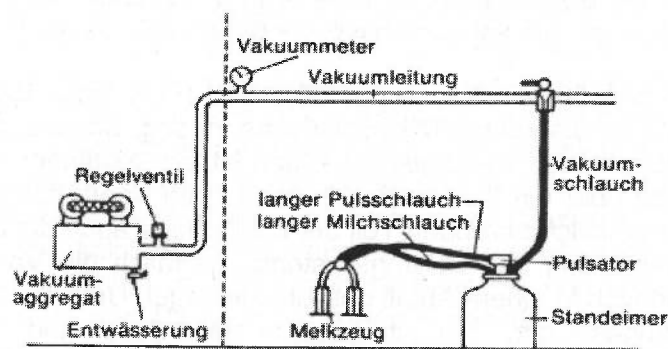


Abb. 5: Schemaskizze für eine Eimermelkanlage

Hierfür ist eine sog. Vakuumpumpe erforderlich, die während des Melkens ständig mehr Luft aus der Melkanlage entfernt, als über Undichtigkeiten und Luft einlassende Bauteile eindringt. Man unterscheidet zwei Bautypen, die ölgeschmierte und die Wasserring-Pumpe. Der von der Vakuumpumpe erzeugte Unterdruck ist deutlich höher, als für das Melken erforderlich und für die Kühe erträglich ist. Daher muss durch ein sog. Regelventil soviel Luft in das Melksystem eingelassen werden, dass der angestrebte Unterdruck (Melkvakuum) erreicht wird. Gleichzeitig können kurzzeitige durch Lufteinbrüche entstehende Vakuumschwankungen durch die Regelung des Ventils ausgeglichen werden, so dass das Melkanlagenvakuum unverändert bleibt (Toleranz ± 1 kPa). Eine Sonderform der ölgeschmierten Vakuumpumpe ist die drehzahlgesteuerte Vakuumpumpe, die auf den variierenden Luftbedarf der Melkanlage durch Änderung der Drehzahl reagiert. Diese Pumpenform ist besonders energiesparend und benötigt kein Regelventil.

Das wesentliche Bauteil der Melkanlage ist das Melkzeug. Ein in einer Metall- oder Plastikbecherhülle eingespannter Gummi- oder Silikonschlauch (Zitzengummi) nimmt die Zitze der Kuh auf und dichtet das Melksystem gegenüber der Kuh ab.

Im so genannten Zitzengummiinnenraum herrscht annähernd konstanter Unterdruck, während in dem Raum zwischen Zitzengummi und Becherhülle (Pulsraum) vom Pulsator gesteuert entweder Melkvakuum oder atmosphärische Luftdruck herrscht. Die Druckverhältnisse der beiden Melkbecherräume bestimmen die Bewegung des Zitzengummis.

Ist der Pulsraum mit der Außenwelt verbunden, faltet sich der Zitzengummischicht aufgrund der Druckdifferenz ein, verschließt den Strichkanal und massiert die Zitzenkuppe (Massagephase). Herrscht der gleiche Unterdruck in den beiden Melkbecherräumen, öffnet sich das Zitzengummi, entlastet die Zitzenkuppe und ermöglicht den Austritt der Milch durch den Strichkanal (Saugphase) (Abb. 6).

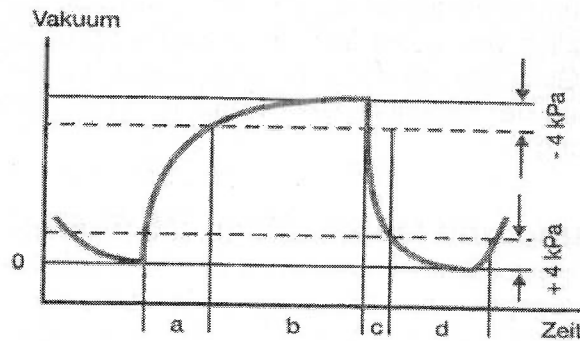


Abb. 6: Verlauf des Unterdrucks im Pulsraum des Zitzenbeckers (Pulskurve)
 a = Entlüftungsphase; b = Vakuumphase; c = Belüftungsphase; d = Druckphase

Die Phasen wechseln sich 50- bis 70-mal pro Minute ab (Pulsfrequenz). Die aus den Zitzen ermolkenen Milch wird über die kurzen Milchschräuche im sog. Sammelstück gesammelt und über den langen Milchschräuch weitergeleitet. Dazu ist ein kontinuierlicher Einstrom von 5 bis 10 l Luft pro Minute über ein kleines Belüftungsloch im Kopfbereich des Sammelstücks erforderlich. Da über den milchführenden Teil der Melkanlage auch die Evakuierung der Luft erfolgt, kann eine Überfüllung des Leitungssystems mit Milch die Vakuumstabilität beeinträchtigen. Dies äußert sich in einem Abfall des zitzenendigen Unterdrucks bei zunehmender Füllung des Melkzeuges, d.h. bei steigendem Milchfluss und größer werdendem Strömungswiderstand des milchabführenden Leitungssystems. Die Höhe des einzustellenden Betriebsvakuums errechnet sich nach dem anzustrebenden durchschnittlichen Unterdruck von etwa 35 bis 40 kPa im Bereich der Zitzenkuppe erhöht um die strömungsbedingten Vakuumverluste.

Die ermolkenen Milch fließt über die Melkleitung zum Milchabscheider. Sie wird durch die Milchförderpumpe gegen den Unterdruck in den Tank gepumpt. Wie bei den übrigen milchführenden Bauteilen gilt auch bei der Melkleitung, dass eine Überfüllung mit Milch die Vakuumstabilität negativ beeinflussen kann. Die Leistungsfähigkeit der Melkleitung ist abhängig von ihrem Gefälle, der Anzahl der angeschlossenen Melkzeuge, der Melkbarkeit der Kühe, der Häufigkeit von Lufteinbrüchen und der Frequenz, mit der die Melkzeuge angesetzt werden.

Einflüsse der Melkmaschine auf das Melkergebnis: Die Melkanlage soll die Milch schonend, vollständig und zügig aus dem Euter ermelken. Dazu muss sich das Melkzeug am Euter festsaugen, so dass während des Melkens keine hörbaren Lufteinbrüche oder gar das vollständige Abfallen des Melkzeuges festzustellen ist. Gleichzeitig dürfen die Zitzen nicht zu weit in den Zitzengummikopf hineingesaugt werden, da sonst der Übergang von der Drüsenzur Zitzenzisterne verlegt und das Ermelken der Milch unmöglich wird.

Von einem schlechten maschinellen Ausmelkgrad spricht man, wenn bei mehr als 20 % der getesteten Viertel mehr als 100 ml Milch von Hand ermelkbar sind. Unter optimalen Bedingungen halten sich an allen Vierteln der Unterdruck im Zitzenbereich und die Zugkraft über die einzelnen Melkbecher die Waage. Kommt das System aus dem Gleichgewicht, ist mit vermehrten Haft- oder Ausmelkproblemen zu rechnen.

Von besonderer Bedeutung für die gleichmäßige Gewichtsverteilung des Melkzeuges an den einzelnen Zitzen ist die Führung des langen Milchschauches. Das Gewicht des Milchgefüllten Schlauches belastet überwiegend die dem Schlauch zugewandten Viertel, während die abgewandten Viertel deutlich geringere Zugwirkungen erfahren. Der Einsatz eines Schlauchhalters (Servicearm) ist daher für die optimale Melkzeugpositionierung erforderlich. Mögliche Ursachen für eine schlechte Melkzeughaftung oder einen schlechten maschinellen Ausmelkgrad sind in Tabelle 9 aufgelistet.

Die Melkgeschwindigkeit einer Kuh richtet sich in erster Linie nach der Melkbarkeit (Widerstand des Strichkanals) und der Melkbereitschaft (Abschnitt 2.2.2). Die optimale Konfiguration des Melkzeuges (Vakuumböhe, Passform des Zitzengummis, Melkzeugpositionierung) ist als weitere wichtige Einflussgröße zu nennen. Den größten technischen Einfluss hat die Pulsation, d.h. die pulsatorgesteuerte Bewegung des Zitzengummischaftes. Eine optimale Melkgeschwindigkeit wird bei einer Saugphasenlänge von 600 bis 700 msek erreicht, dies entspricht einer Zitzengummiöffnungsphase von 50 bis 60 % des gesamten Zyklus. Eine Verlängerung dieser Phase geht zu Lasten der Massage der Zitzenkuppe (optimal 200 bis 300 msek) und würde zu einer vermehrten Ödematisierung des Zitzengewebes führen. Eine Störung der Melkbereitschaft ist, besonders bei Jungtieren, häufig die Folge.

Einflüsse der Melkmaschine auf die Eutergesundheit: Die Melktechnik spielt bei der Entstehung von Mastitiden (Entzündungen des Euters) eine wesentliche Rolle. Sie kann als Überträger von Mastitiserregern von Kuh zu Kuh fungieren, ermöglicht das Eindringen von Erregern in Strichkanal und Zitzenzisterne und kann das Zitzengewebe direkt schädigen. Diese Funktionen beziehen sich in erster Linie auf sog. kuhassoziierte Mastitiserreger (Kapitel „Krankheiten“). Neben der rein mechanischen Übertragung von Mastitiserreger auf die Zitzenhaut besteht die Möglichkeit, dass Bakterien durch Druckgradienten im Zitzengummiinnenraum zur Zitze befördert werden und in den Strichkanal eindringen (Respray). Dies ist der Fall, wenn sich der Zitzengummi öffnet und die dabei entstehende Volumenvergrößerung unter der Zitze nicht durch Luftstrom ausgeglichen wird (z.B. wenn das Melkzeug mit ermolkenen Milch überfüllt ist und der Druckausgleich beeinträchtigt ist). Diese Druckgradienten sind synchron zur Zitzengummibewegung und werden durch Milchfluss, Melkzeugdimensionierung und Pulsatorcharakteristik beeinflusst. Neben verursachen Luft einbrüche unregelmäßige Vakuumschwankungen. Treten regelmäßige und unregelmäßige Schwankungen gegen Ende des Melkaktes gemeinsam auf, ist mit vermehrten Neuinfektionen zu rechnen. Der Verschlussmechanismus des Strichkanals ist eine wesentliche Schutzeinrichtung des Euters. Alle Einflüsse, die diese Funktion beeinträchtigen, erhöhen das Infektionsrisiko. Neben Zitzenverletzungen sind vor allem mechanische Beeinträchtigungen des Zitzengewebes durch das Melkzeug hier zu nennen. Der während des Melkens applizierte Unterdruck fördert die Ansammlung von Flüssigkeit im Zitzengewebe (Ödem), die durch die wiederholte Massage durch den Zitzengummi zurückmassiert werden soll. Eine zu schwache Massagekraft (zu geringe Druckdifferenz im Melkbecher) ist nicht in der Lage, die Ödematisierung zurückzudrängen, während eine zu starke Massagekraft (hohe Druckdifferenz, harter Zitzengummi) zu einer verstärkten Verhornung der Strichkanalauskleidung führt. Bei relativ zu großen Zitzengummiköpfen und dichtem Abschluss zur Zitzenbasis baut sich während des Melkens im Zitzengummi-Kopfbereich ein hoher Unterdruck auf. Dieser beeinträchtigt die Durchblutung des Zitzengewebes und verursacht den Kühen Unwohlsein (= Unruhe beim Melken). Die optimale Einstellung der Pulsation, die Auswahl eines passenden Zitzengummis und die Pflege der Zitzen nach dem Melken sind daher unverzichtbare Bestandteile der Mastitisprophylaxe.

Melkstandformen und Arbeitsproduktivität: Die heute gebräuchlichen Melkanlagen sind Melkstände unterschiedlicher Bauart und Größe. Rohrmelkanlagen und Eimermelkanlagen sind nur noch in älteren Betrieben mit kleineren Herden zu finden; in größeren Beständen sind sie vereinzelt im Abkalbebereich oder Krankenstall installiert. Die gebräuchlichen Melkstandformen teilen sich auf in Einzel- und Gruppenmelkständen. Erstere zeichnen sich dadurch aus, dass die Kühe einzeln den Melkstand betreten und verlassen (Beispiel: Tandem-Melkstand und Melkkarussell). Am weitesten verbreitet sind Gruppenmelkstände,

die sich in der Art der Aufstellung der Kühe zum Melken unterscheiden (steiler und flacher Fischgräten-Melkstand und Side-by-Side-Melkstand).

Die Leistungsfähigkeit eines Melkstandes richtet sich nach der Art und Intensität der durchzuführenden Arbeitsschritte (Tab. 10 u. 11). Um den Melkstand zu betreten, werden etwa 5 bis 10 Sekunden pro Tier veranschlagt. Für die Eutervorbereitung werden 15 bis 30 Sekunden pro Kuh veranschlagt, wobei die Zeit für die Zitzen- und Euterreinigung je nach Verschmutzungsgrad sehr stark variieren. Der Einsatz technischer Stimulationshilfen reduziert den Arbeitsaufwand um etwa 10 Sekunden pro Tier und ist besonders bei Einzelmelkständen sehr effektiv. Die Zeit für die Abnahme des Melkzeuges und die Euterkontrolle ist ähnlich variabel wie die der Eutervorbereitung. Bei Einsatz einer automatischen Melkzeugabnahme werden 5 Sekunden veranschlagt. Mängel im Bereich der Melkzeugpositionierung und daraus folgend im maschinellen Ausmelkgrad sind neben schlechten Angewohnheiten bei der Melkroutine die häufigsten Ursachen für verlängerte Abnahmezeiten. Die Zitzendesinfektion nach dem Melken gehört zu den wesentlichen Maßnahmen zur Erhaltung der Euter-gesundheit. Der vollautomatische Ersatz dieser Tätigkeit ist bislang nicht zufrieden stellend gelöst. Das Austreiben der Tier wird, ähnlich wie das Eintreiben, durch die Gruppengröße, vorhandene Austreibehilfen und ganz besonders durch die Gestaltung des Melkstandaus-ganges beeinflusst. Die Erledigung von Sonderaufgaben (z.B. Mastitistherapie) schlägt nicht nur mit 2 bis 10 Sekunden pro Kuh zu Buche, sondern stört auch den Melkablauf und die Melkroutine. In größeren Herden sollten deshalb Problemtiere in separaten Gruppen gemolken werden (Tab. 11). Unabhängig von der Durchführung der Melkarbeit beeinflusst die Melkdauer pro Tier die Arbeitsleistung von Melkständen ganz erheblich. Sie wird in erster Linie durch die durchschnittliche Melkbarkeit der Herde, die Häufigkeit von Schwermelkern und die Gemelksleistung determiniert. In der Summe aller Einflüsse können Arbeitsleistungen von 34 bis 84 Melkungen pro Arbeitskraft (AK) und Stunde realisiert werden. Es wird ersichtlich, dass die Anzahl der Melkplätze nur einer von mehreren gewichtigen Einflüssen auf die Arbeitsleistung von Melkständen ist.

Tab. 10: Zeitaufwand bei Nutzung verschiedener Melksysteme

Nr.	Melkstand	Bestands- größe	AK	Kühe/h und AK	Zeitaufwand je Kuh und Jahr (AKh)	
					100 Tage 3 x melken 205 Tage 2 x melken	305 Tage 2 x melken
1	Autotandem 2 x 4	60	1	50 bis 60 (55)	15	13
2	FGM 2 x 6	70	1	55 bis 65 (60)	14	12
3	FGM 2 x 10	120	2	50 bis 60 (55)	16	14
4	Side by Side 2 x 12	120	2	55 bis 70 (60)	15	13
5	Karussell 32 Plätze	300	2	90 bis 120 (110)	9	8

Quelle: Brade et al. (1999)

Tab. 8: Ursachen fehlerhafter Melkzeugfunktion

Fehler		Ursachen			Reibung zwischen Zitzenhaut und Zitzengummischicht	Schlechte Passform des Zitzengummis
Schlechte Haftung des Melkzeuges	Vakuummhöhe an der Zitzenkuppe und im Zitzengummikopf	Zu niedrig: <ul style="list-style-type: none"> Anlagenvakuum zu niedrig Strömungsverluste der Melkeinheit zu hoch Luftleinbrüche ins Melkzeug durch Undichtigkeiten oder zu große Zitzengummiöffnungen 			Zu hoch: <ul style="list-style-type: none"> Melkzeug relativ zu schwer Hebelkräfte des langen Milchschlauches bei schlechter Schlauchführung und ungünstiger Euterform (besonders Vorderviertel) 	<ul style="list-style-type: none"> zu große Zitzengummiöffnung breiter Zitzengummikopf
	Zu hoch: <ul style="list-style-type: none"> Anlagenvakuum zu hoch Strömungsverluste der Melkeinheit gering weiter Zitzengummischicht und gute Abdichtung des Zitzengummikopfes 	Zu gering: <ul style="list-style-type: none"> glattes Zitzengummimaterial; Feuchtigkeitsfilm auf der Zitzenhaut; Kuh nichtmelkbereit (schlafte Zitze) 	<ul style="list-style-type: none"> zu große Zitzengummiöffnung weiche Zitzengummilippen 			
Vorzeitiges Klettern der Zitzenbecher / schlechter maschineller Ausmelkgrad	Zu hoch: <ul style="list-style-type: none"> Anlagenvakuum zu hoch Strömungsverluste der Melkeinheit gering weiter Zitzengummischicht und gute Abdichtung des Zitzengummikopfes 			Zu gering: <ul style="list-style-type: none"> Melkzeug relativ zu leicht Hebelkräfte des langen Milchschlauches bei schlechter Schlauch-Führung und ungünstiger Euterform (besonders Hinterviertel) 		

Tab. 9: Verfahren zur bakteriologischen Dekontamination von Melkzeugen

Verfahren	Durchführung	Bemerkung
Spülung	Mit warmem Wasser unter hohem Druck das Melkzeug solange durchspülen, bis die aus den Zitzengummis abfließende Lösung wasserklar ist	Arbeits- und zeitintensiv Nur in Ausnahmefällen praktikabel
Thermische Dekontamination	Eintauchen des Melkzeuges in heißes Wasser (sog. Wecktopf), z.B. 10 sek bei 85 °C	Verbrühungsgefahr Fremdwasser möglich
Chemische Desinfektion	Eintauchen in einen Eimer / eine Wanne	Wasser- und Desinfektionsmittelverbrauch ist sehr variabel; verwendbare Desinfektionsmittel: Peressigsäure, Chloramin T (erwärmt); Fremdwasser möglich
	Einsprühen der Desinfektionslösung in die Zitzengummis Automatische Einrichtungen zur Melkzeugzwischeninfektion (sog. Back flush)	

Tab. 11: Arbeitsschritte beim Melken mit Zeitbedarf und Einflussgrößen

Tätigkeit	Zeitbedarf (sek pro Kuh)	Einflussfaktoren
Eintreiben	5 bis 10	Vorwarte Hof, Nachtreibehilfe, Gruppengröße
Eutervorbereitung	15 bis 30	Verschmutzungsgrad, Arbeitsroutine
Melkzeug ansetzen	8 bis 10	Platzverhältnisse, Melkzeugaufhängung
Melkzeug abnehmen und Euterkontrolle	5 (bis 30)	Maschinelles Nachmelken
Zitzendesinfektion und Pflege	3 bis 5	Sprüher oder Dip-Becher
Austreiben	5 bis 10	Gruppengröße, Austreibehilfe, Gestaltung des Melkstandausgangs
Sonstige Arbeiten	2 bis 10	Melkgruppen, Eutergesundheitsstatus
Summe	43 bis 105	
Melkungen pro AK	34 bis 84 Kühe pro Stunde	

2.2.2 Melkarbeit

Vorgemelksprüfung: „Personen, die melken, haben die ersten Milchstrahlen aus jeder Zitze gesondert zu melken, um sich durch Prüfen des Aussehens von der einwandfreien Beschaffenheit der Milch jeder Kuh zu überzeugen.“ Diese aus der Milchverordnung stammende Vorschrift hat zum Ziel, die Qualität der ermolkenen Milch zu sichern, gleichzeitig dient sie der kontinuierlichen Kontrolle der Eutergesundheit der Milchkühe durch den Melker. Zur Durchführung dieser Aufgabe sind die Verwendung eines Vormelkbeckers und ausreichende Lichtverhältnisse erforderlich. Das Auffinden veränderter Sekrete zieht entsprechende Konsequenzen nach sich: Kühe mit klinischer Mastitis müssen behandelt, ihre Milch muss gesondert ermolken und verworfen werden.

Zum Nachweis subklinischer (d.h. nicht sichtbarer) Mastitiden werden Testverfahren genutzt, die Abweichungen der physiologischen Milchezusammensetzung anzeigen. Der California-Mastitis-Test (CMT) zeigt einen erhöhten Gehalt somatischer Zellen in der Milch durch eine Veränderung der Viskosität und Farbe des Milch-Reagenz-Gemisches an. Die Reaktion reicht von leichter Schlierenbildung (~ 250.000 Zellen pro ml) bis zu einer zähen festen Gallerte (mehrere Millionen Zellen pro ml), die durch die Änderung des Säuregrades der Milch farblich verändert ist. Der Test kann sowohl mit Vor- als auch Nachgemelk durchgeführt werden. Er ist einfach in der Handhabung und mittels mitgelieferter Beispielreaktionen leicht interpretierbar. Der Nutzen sog. Indikatorpapiere ist eingeschränkt, da nur eine Veränderung des pH-Wertes der Milch gemessen wird.

Im Rahmen einer entzündlichen Reaktion des Euters wird die Blut-Euter-Schranke durchlässiger, so dass sich u.a. die Zusammensetzung der Elektrolyte in der Milch verändert und der Na- und Cl-Gehalt erhöht (vgl. Abb. 3). Dies führt zu einer Veränderung der elektrischen Leitfähigkeit der Milch (LF), die als Hinweis für das Vorliegen einer Sekretionsstörung aufgefasst wird. Da sich die Messverfahren des CMT und der LF-Messgeräte unterscheiden, ist die Übereinstimmung beider Verfahren nur mäßig. Um ausreichend sichere Aussagen über das Vorliegen einer Entzündung geben zu können, muss die LF-Messungen im Vorgemelk durchgeführt werden. Ein Vergleich mit den anderen Vierteln der Kuh und ggf. den Werten der Vortage erhöht die Aussagesicherheit. Zahlreiche Faktoren, die nicht mit Entzündungen des Euters in Beziehung stehen, können die LF der Milch beeinflussen. Neben Handgeräten werden auch stationäre, in den Milchstrom fest eingebaute LF-Indikatoren verwendet.

Zitzenreinigung: Das Ziel der Zitzenreinigung besteht darin, vor dem Ansetzen des Melkzeuges eine saubere und trockene Zitzenkuppe zu gewährleisten. Dies dient nicht nur der Erhaltung der Qualität der ermolkenen Milch, sondern ist auch ein wesentlicher Beitrag zur Mastitisprävention. Als Hilfsmittel stehen Einweg- und Mehrwegpräparate zur Verfügung. Während Einwegmaterial von sich aus eine Verschleppung von Schmutzkeimen und Mastitisserregern ausschließt, müssen Mehrweg-Euterlappen vor dem nächsten Einsatz ausreichend dekontaminiert werden.

In kleineren Herden, vorzugsweise in Anbindehaltung, hat sich getrocknete Holzwolle bewährt. Sowohl die Handhabung, als auch die Reinigungsleistung ist zufrieden stellend. Sog. Euterpapier wird i. d. R. bevorzugt. Es wird oft mit Reinigungs- und Desinfektionsmitteln getränkt, um die Reinigungsleistung zu verbessern; eine Desinfektion der Zitzenhaut wird jedoch nicht erzielt. Eutertücher, die aus Baumwolle oder Fliesmaterial bestehen, sind gut in der Handhabung und Reinigungswirkung. Zu ihrer Regeneration werden sie entweder in einer Waschmaschine ausgekocht und trocken geschleudert oder in der aufgefangenen Lauge der Melkmaschinenreinigung eingelegt. Das Ausspülen von Reinigungs- und Desinfektionsmittelresten ist arbeitsaufwendig. Das Unterlassen des Spülganges kann erhebliche Reizungen der Zitzenhaut verursachen; bei stark verschmutzten Tüchern ist ein ausreichender Desinfektionseffekt nicht immer gewährleistet. Das Ausspülen benutzter Eutertücher während des Melkens in speziellen Waschlösungen ist aus hygienischen Gründen abzulehnen. Intensives Anfeuchten des Euters, z.B. bei Verwendung der Euterdusche, sollte nur bei stark verschmutzten Eutern erfolgen und muss die anschließende Nachtrocknung aller angefeuchteten Teile beinhalten. Haftschwierigkeiten des Melkzeuges und eine erhöhte Mastitisgefahr wären andernfalls die Folge.

Erzielung der Melkbereitschaft: Die Gewinnung der Milch setzt die Bereitschaft der Kuh voraus, die Milch aus den Alveolen in die Milchgänge und Zisternen zu pressen. Nur wenn die Milch „eingeschossen“ ist, kann sie die Melkanlage entziehen. Die Herstellung der Melkbereitschaft basiert auf einem neuro-hormonalen Reflexbogen. Sobald Nervenendigungen im Euter, speziell in der Zitze, gereizt werden (Vormelken und Zitzenreinigung durch den Melker, Aktion des Melkzeuges), gelangt diese Information über Nervenbahnen in das Gehirn. Dort wird über die Hirnanhangdrüse das Hormon Oxytozin ausgeschüttet, welches auf dem Blutweg ins Euter gelangt, wo es eine Wirkung entfaltet (Abb. 7).

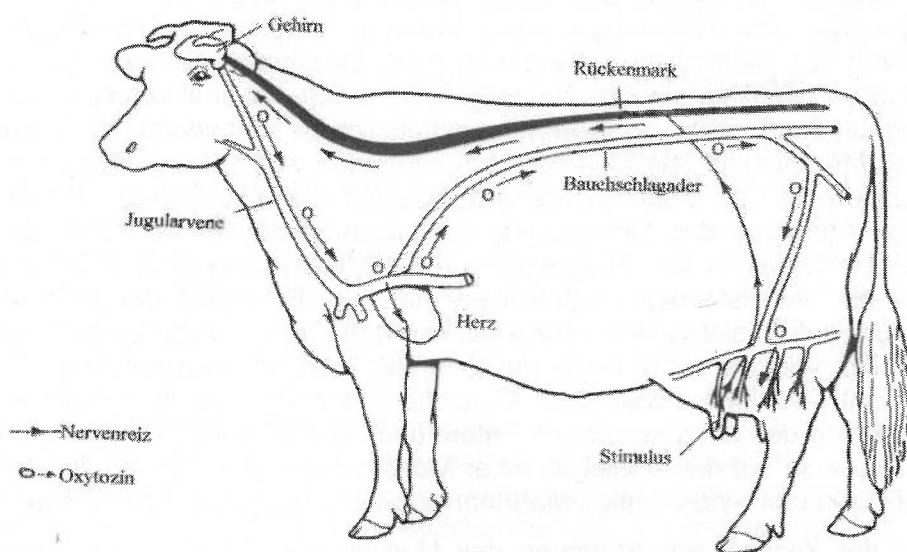


Abb. 7: Neurohormonaler Reflex der Milchejektion (Schmidt et al., 1988, verändert)

Dieser Reflexbogen benötigt etwa 60 Sekunden. Das Hormon verursacht die Kontraktion der sog. Myoepithelien, die die Milchalveolen zusammenzieht und die kleinen Milchgänge erweitert.

Die Dauer der Manipulation an den Zitzen sollte mindestens 30, besser 60 Sekunden betragen, um eine optimale Stimulation herbeizuführen. Wenn die Zitzen sauber sind und für die melkvorbereitenden Arbeiten am Tier deutlich weniger Zeit benötigt wird, ist die Milch noch nicht eingeschossen. Nach Ansetzen des Melkzeuges würden die noch schlaffen Zitzen zu tief in den Zitzengummi eingesaugt (Klettern der Melkbecher) und damit der Übergang von der Drüsen- zur Zitzenzisterne verengt. Die Zisternenmilch ist nicht mehr vollständig ermelkbar. Aus diesem Grund wird bei Gruppenmelkständen zwischen Eutervorbereitung und Melkzeug-Ansetzen eine Pause eingelegt und zwei bzw. drei weitere Kühe vorbereitet. Erst danach wird das Melkzeug an die vorbereiteten und nun melkbereiten Kühe angeschlossen. Da diese Vorgehensweise bei Einzelmelkständen nicht praktikabel ist und eine intensivere Stimulation auch in Gruppenmelkständen sinnvoll erscheint, wurden technische Stimulationshilfen entwickelt. Diese Systeme lassen den Zitzengummi für eine vorgegebene Zeit oder bis zum Überschreiten einer festgelegten Milchflussschwelle auf der Zitze vibrieren oder massieren. Bewerkstelligt wird dies durch eine Absenkung des Pulsvakuums und eine Umkehr des Saugphasenverhältnisses. Vereinzelt wird die Pulsfrequenz reduziert, überwiegend aber deutlich erhöht (120 bis 300 Takte pro Minute).

In den letzten Jahren scheint die Zahl von Milchkühen mit Störungen der Milchhergabe anzusteigen. Überwiegend sind Erstkalbinnen unmittelbar nach der Kalbung betroffen, es betrifft aber auch ältere Kühe. Das sog. Aufziehen der Milch normalisiert sich meistens innerhalb von 2 bis 4 Tagen, kann in Extremfällen jedoch auch über mehrere Monate bestehen bleiben und zum vorzeitigen Versiegen der Milchproduktion der betroffenen Tiere führen. Als Erklärung wird eine Stress-bedingte Blockade der Oxytozin-Wirkung im Euter diskutiert. Diese Möglichkeit scheint jedoch nur von untergeordneter Bedeutung zu sein. Nach bisherigem Kenntnisstand geht man davon aus, dass die Freisetzung von Oxytozin aus der Hypophyse durch Endorphine gehemmt wird. Welche Faktoren die Freisetzung dieser Endorphine fördert, ist bislang nicht bekannt. Es wird jedoch deutlich, dass zur Aufrechterhaltung der Melkbereitschaft die Melkanlage von großer Bedeutung ist.

Euterkontrolle: Nach dem Versiegen des Milchflusses muss das Melkzeug manuell vom Melker oder automatisch durch technische Vorrichtungen vom Euter abgenommen werden. Dazu ist zunächst die Verbindung des Melkzeuges zum unterdruckführenden System zu unterbrechen und durch Einströmen von Luft über das Belüftungsloch des Sammelstücks der zitzenendige Unterdruck langsam abzubauen. Eine Beschleunigung des Druckausgleichs im Melkzeug (Abreißen des Melkzeuges unter Vakuum, Verstopfung des Belüftungsloches) verursacht durch den plötzlichen Lufteinbruch hohe Strömungsgeschwindigkeiten im Melkzeug, die Mastitiserreger auf die Zitzenkuppe und in den Strichkanal verlagern. Der Zeitpunkt der Melkzeugabnahme sollte so gewählt werden, dass spätestens 30 Sekunden nach Versiegen des Milchflusses das Melkzeug abgenommen wird. Eine unnötige Verlängerung des Melkaktes erhöht das Mastitisrisiko und reduziert die Melkleistung des Melksystems. Eine vorzeitige Abnahme des Melkzeuges verschlechtert den maschinellen Ausmelkgrad, der sich in einer Reduktion des Fettgehaltes in der Milch widerspiegelt. Euterkrankte Kühe reagieren auf ein unvollständiges Ausmelken mit einer Erhöhung der Zellzahl und einer Verschlechterung der sichtbaren Krankheitszeichen. Ein ungenügender maschineller Ausmelkgrad liegt vor, wenn bei mehr als 20 % der manuell nachgemolkenen Euterviertel mehr als 100 ml Milch ermelkbar sind. Mögliche Ursachen sind in Tabelle 8 aufgeführt. Durch Beobachtung des ausgemolkenen Euters und Durchführung des Melkergriffes lassen sich weitere Hinweise auf das Vorliegen einer Mastitis gewinnen. Die regelmäßige Kontrolle zum Melkende ist daher eine wichtige Maßnahme zur Erhaltung der Eutergesundheit.

Die Kontrolle der Zitzen nach Abnahme des Melkzeuges gibt Hinweise auf Fehler oder Störungen im Melkakt. Verfärbungen der Zitzenhaut ins rötlich-blaue, Verdickung der Zitzenwandung (Ödem) und ringförmige Verdickungen im Bereich der Zitzenbasis zeugen von einer mangelnden Passform des Zitzengummis und einer nicht ausreichenden Massage

des Zitzengewebes. Das Auftreten sog. Hyperkeratosen (Vorwölbungen und vermehrte Verhornung der Strichkanalmündung) ist zum größten Teil physiologisch und als Anpassungsreaktion auf die Kraffteinwirkung des Zitzengummis auf die Zitzenkuppe zu sehen. Bei verstärkter Belastung durch falsch eingestellte Melktechnik können die Hyperkeratosen deutlich zunehmen und verhornen. Neben Veränderungen der Melkbarkeit sind in erster Linie die schlechtere Säuberung der Zitzenkuppe und die mögliche Ansiedlung von potentiellen Mastitiserregern an der äußeren Strichkanalmündung hervorzuheben, die das Mastitisrisiko erhöhen. Hautdefekte, wie Blasen, Knötchen oder Pusteln sind in der Regel infektiöser Natur. Die Melktechnik fungiert bei diesen Veränderungen lediglich als Vektor bei der Ausbreitung der Infektionserreger innerhalb der Herde (Tab. 12).

Tab. 12: Zitzenkonditionsmängel und mögliche Ursachen

Veränderung	Ursachen
Hyperkeratosen	<ul style="list-style-type: none"> • überwiegend physiologische Anpassungsreaktion • bei stärkerer Verhornung Klemmdruck des Zitzengummis zu hoch (hohe Druckdifferenz, harter Zitzengummi) • Zitzendesinfektionsmittel ohne ausreichenden Pflegemittelanteil
Ringförmige Verdickung der Zitzenbasis	<ul style="list-style-type: none"> • Zitzengummikopfvakuum zu lange zu hoch • relativ zu hoher Zitzengummikopf • Hermetischer Abschluss der Zitzengummilippen
Ödeme und Verfärbungen der Zitze	<ul style="list-style-type: none"> • häufig in Verbindung mit ringförmiger Verdickung der Zitzenbasis • mangelnde Massage des Zitzengummis (zu geringe Druckdifferenz, zu kurze Massagephase)
Bilaterale Abflachung der Zitzenkuppe („Bügefalte“)	<ul style="list-style-type: none"> • Druckdifferenz in der Massagephase zu hoch • Massagephase absolut zu lang
Nasse Zitzen	<ul style="list-style-type: none"> • feuchte Euterreinigung ohne ausreichende Nach-trocknung • intensiver Respray (zur Zitze gerichtete Druckgradienten) • zu schnelle Belüftung des Melkzeuges
Blasen und Hautdefekte	<ul style="list-style-type: none"> • verschiedene Viren
Knoten und Pusteln	<ul style="list-style-type: none"> • Bakterien, speziell Staphylokokken

Zitzenpflege: Die Beurteilung der Zitzenkondition macht deutlich, dass die Zitzen durch den Melkakt mechanisch stark belastet werden. Darüber hinaus bewirken klimatische Faktoren (Kälte, Wind, Feuchtigkeit) eine Aufrauung der Zitzenhaut, die der Ansiedlung von potentiellen Mastitiserregern Vorschub leistet. Pflegemaßnahmen zur Erhaltung der optimalen Zitzenfunktion sind daher erforderlich. Sie unterteilen sich in die eigentliche Zitzenpflege und die Beseitigung der durch den Melkakt übertragenen Mastitiserreger (Desinfektion). Untersuchungen zeigen, dass möglichst beide Maßnahmen zu kombinieren sind. Die zur Verfügung stehenden Präparate beinhalten als Pflegekomponente überwiegend Glycerin oder Lanolin, während die Zahl der eingesetzten Desinfektionsmittel sehr vielfältig ist (Tab. 13).

Tab. 13: Wirksamkeit von Zitzendesinfektionsmitteln
(Ergebnisse verschiedener Studien mit natürlicher und experimenteller Exposition)

Desinfektionsmittel	Reduktion der Neuinfektionsrate (%) verschiedener Mastitiserreger	
	Staph. aureus	Strep. agalactiae (Galt)
Jodophor	58 bis 90	29 bis 67
Hypochlorit	50 bis 96	28 bis 70
Chlorhexidin	67 bis 92	71 bis 78
LDBS	50 bis 82	20 bis 80

Quelle: Hansen et al. (2002)

Die Zitzen werden vorzugsweise in einen mit Dippmittel gefüllten Becher getaucht („gedippt“), um eine vollständige Benetzung der Zitzenkuppe und optimale Wirkung zu gewährleisten. Durch Kapillarkräfte wird ein Teil des Präparates in den Strichkanal eingesaugt. Beim Versprühen des Dippmittels besteht die Gefahr, dass ein Teil des Wirkstoffes die Zitzenkuppe verfehlt. Die für Karussell- und Tandem-Melkstände angebotenen automatischen Dippsprühanlagen arbeiten weniger präzise als ein Melker. Die Treffergenauigkeit ist gering und der Dippmittelverbrauch hoch.

Die Wirkung des Dippmittels auf der Zitzenkuppe erstreckt sich nur auf wenige Stunden nach Applikation. Um sie zu verlängern und einen mechanischen Verschluss der Strichkanalmündung zu erzielen, wurden sog. Barriere-Dipps entwickelt, die auf den Zitzen einen desinfektionsmittelhaltigen, atmungsaktiven Film hinterlassen. Die Wirkung dieser Dippmittel ist abhängig von der Art und Dosierung des eingesetzten Desinfektionsmittels und setzt voraus, dass bis zum Abliegen der Kuh, der Film auf der Zitze angetrocknet ist. Wenn der Film so gestaltet ist, dass er über mehrere Tage auf der Zitzenkuppe verbleibt (z.B. in der Trockenstehphase), dann spricht man von Zitzenversiegeln („Teat Sealer“). Diese Präparate verschließen für etwa drei bis vier Tage die Zitzenkuppe. Zum Schutz vor Neuinfektionen in der Aufeuterungsphase müssen die zurzeit verfügbaren Teat Sealer alle drei bis vier Tage erneut aufgetragen werden.

Automatischen Melksystemen (AMS): Der Melkablauf im AMS beinhaltet alle Einzelschritte, die auch von einem normalen Melker durchgeführt werden, ist jedoch durch technische Hilfen modifiziert und teilweise eingeschränkt. Die Reinigung der Zitzen ist gelöst, eine ggf. erforderliche Reinigung des Euters, wie sie die Milchverordnung vorschreibt, ist weder vom Melkroboter erkennbar, noch durchführbar. Die Zitzenreinigung erfolgt durch den Einsatz von Bürsten oder Reinigungs-Bechern die vornehmlich den Zitzenschaft mechanisch oder durch pulsierende Wasserstrahlen säubern. Eine gezielte Reinigung der Zitzenkuppe ist nicht möglich. Die anschließende Verwendung von Druckluft zur Trocknung der angefeuchteten Zitzen ist nicht immer ausreichend.

Eine visuelle Beurteilung des Vorgemelkes ist zurzeit nicht möglich. Das Erkennen von Sekretionsstörungen erfolgt zurzeit indirekt über die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit. Parallel dazu sind deutliche Reduktionen der Viertel-Milchleistung, häufiger auftretende misslungene Ansetzversuche und eine geringere Besuchsfrequenz des Melkroboters hinweisend für das Vorliegen einer Eutererkrankung. Bildgebende Verfahren zur Analyse des Vorgemelkes sind zurzeit nicht praxistauglich und bedürfen noch weiterer Entwicklung. Verletzungen des Euters können nicht direkt festgestellt werden. Eine unverzügliche Separierung der ermolkenen Milch, wie sie unter konventionellen Melkbedingungen gegeben ist, ist im AMS nicht vorgesehen. Die Separierung eines Gemelkes muss in jedem Einzelfall vom Betriebsleiter nach Feststellung der Erkrankung festgelegt werden. Unter diesen Bedingungen ist das Abliefern der Milch einer Kuh, die „an einer erkennbaren Entzündung des Euters leidet“ (§3 MVO) nicht vollständig zu vermeiden. Das Vorgemelk wird, entsprechend den gesetzlichen Vorschriften, entweder über Ventile gesondert abgeführt oder mit

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 Gemelkzellanahlen >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; ** Gemelkzellzahl > 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