

Physiologische Grundlagen der Milchejektion

Herr Prof. Dr. R. Bruckmaier

Universität Bern, Vetsuisse Fakultät, Abteilung Veterinär-Physiologie

Das optimale Zusammenwirken zwischen der physiologischen Regulation der Milchabgabe bei der Kuh, den Einstellungen der Melkanlage und einer guten Melkroutine gewährleisten eine schonende und vollständige Euterentleerung bei gleichzeitiger Erhaltung der Euter-gesundheit. Da die physiologischen Regelmechanismen beim Tier durch den Menschen nicht veränderbar sind, müssen Melktechnik und Melkroutine entsprechend der Physiologie angepasst werden, um ein optimales Zusammenspiel zwischen Milchabgabe und Milchentzug zu erreichen.

Verfügbarkeit der Milch vor Melkbeginn

Bezüglich ihrer Verfügbarkeit für die Milchabgabe ist die im Euter gespeicherte Milch in zwei Fraktionen einzuteilen: die Zisternenmilch und die Alveolarmilch. Die Zisternenmilch, sammelt sich während der Zwischenmelkzeiten kontinuierlich in den Hohlräumen von Zitze und Drüse sowie in den großen Milchgängen an und ist jederzeit verfügbar. Lediglich der Zitzen-schließmuskel verhindert ihr Abfließen. Ihr Anteil liegt bei den meisten Tieren bei maximal 20 % der gesamten Milchmenge und ist bei älteren Tieren höher als bei jungen. Besonders niedrig ist der Anteil der Zisternenmilch gegen Ende der Laktation und in den ersten 4-5 h nach dem Melken.

Entsprechend ist bei kurzen Melkintervallen, wie sie bei hohen Melkfrequenzen (z.B. viermal täglich) oder in automatischen Melksystemen auftreten können, kaum Zisternenmilch vorhanden. Auch bei zweimaligem täglichen Melken treten aufgrund der üblicherweise un-gleichen Verteilung der Melkintervalle zwischen Morgen- und Abendmelken beim Abend-melken kleinere Zisternenmilchmengen auf.

Die Alveolarmilch, gespeichert in den Drüsenbläschen (Alveolen) und kleinen Milchgängen, kann aufgrund des kleinen Gefäßdurchmessers nicht von selbst abfließen, d.h. sie ist nicht unmittelbar für die Melkmaschine verfügbar. Erst durch die aktive Kontraktion der Alveolen und kleinen Milchgänge wird die Alveolarmilch in die Zisterne gepresst und steht damit ebenfalls für den Milchentzug zur Verfügung. Dieser Vorgang wird als Einschließen der Milch bzw. Milchejektion bezeichnet.

Grundlagen der Milchejektion

Die aktive Verlagerung von Alveolarmilch in die Zisternenhohlräume (Milchejektion) wird durch mechanische Stimulation des Euters (manuell oder maschinell), vor allem im Zitzenbereich, in Form eines Reflexes (Milchejektionsreflex) ausgelöst. Dabei sind die Ansprüche der Kuh an Art und Intensität der Stimulation gering; nur mit Schmerzen darf sie nicht verbunden sein. Es ist aber mittlerweile gesichert, dass ein Berührungszreiz an der Zitze zur Auslösung der Milchejektion notwendig ist. Optische und akustische Reize, wie die Wahrnehmung der Melkumgebung oder der Geräusche der Melkmaschine führen nicht zu einer Milchejektion. Ein „Laufenlassen“ von Milch vor dem Melken, kann allerdings durch solche optische und akustische Reize gefördert werden. Dieses Phänomen hat nichts mit Milchejektion zu tun, sondern hängt mit einer Herabsetzung der Schließkraft der Zitzenmuskulatur zusammen, die vom Gehirn aus über das sympathische Nervensystem ausgelöst wird. Das Laufenlassen der Milch tritt vor allem bei Vierteln mit besonders großen Zisternenhohlräumen auf; der hydrostatische Druck ist in diesem Fall besonders hoch. Wenn dann der Tonus einer ohnehin nicht sehr starken Muskulatur um den Strichkanal abnimmt, kann Milch abfließen.

Die Stimulation des Euters von Hand oder durch die Melkmaschine löst einen Nervenreiz aus, der über das Rückenmark zum Hypothalamus geleitet wird. Der Reiz wird dort umgeschaltet auf andere Nerven und zum Hinterlappen der Hypophyse (Neurohypophyse) übertragen. Diese setzt schließlich das Hormon Oxytocin frei, das sich an den Korbzellen der Alveolen anlagert. Deren Kontraktion bewirkt das Auspressen der Alveolarmilch in das Milchgangsystem und in die Zisterne - die Milchejektion.

Die Ansprüche an die Intensität des Stimulus zur Auslösung der Milchejektion sind äußerst gering. Selbst ein nach dem Ansetzen des Melkzeuges nicht pulsierendes Zitzengummi führt zu einer Freisetzung von Oxytocin und Milchejektion. Auch die normale Pulsation des Zitzengummis hat eine ausreichende Stimulationswirkung zur Auslösung der Milchejektion. Bereits ein geringer Anstieg von Oxytocin im Blut ist ausreichend, um eine maximale Milchejektion auszulösen (Schwellenwert).

Die Milchejektion bewirkt einen steilen Anstieg des Druckes in der Zisterne. Mit der Milchejektion vergrößern sich die Zisternenhohlräume, während gleichzeitig das entleerte Drüsengewebe durch den Druckanstieg in der Zisterne zurückgedrängt wird. Mit der Milchejektion findet also eine Umverteilung eines grossen Teiles der Milch statt vom hauptsächlich im oberen Bereich des Euters lokalisierten Drüsengewebe in die Zisternenhohlräume, die sich in der Zitze und unmittelbar darüber befinden. Die Veränderung kann man kaum von aussen sehen, wohl aber beim Berühren des Euters erfühlen. Wenn auch nach einer ausgiebigen

Stimulation die Milch im oben gelegenen Drüsengewebe verbleibt, d.h. eine Störung der Milchejektion vorliegt, spricht man deshalb vom „Aufziehen der Milch“.

Die Dauer einer taktilen Stimulation bis zum Beginn der Milchejektion hängt vom Füllungsgrad des Euters ab. Relativ leere Euter, die auch über wenig Zisternenmilch verfügen, müssen besonders lang stimuliert werden, bis es zur Milchejektion kommt. Relativ leere Euter verfügen auch über wenig Zisternenmilch. Basierend auf der Abhängigkeit von Zisternenmilch und Beginn der Milchejektion von der Euterfüllung hängt auch die optimale Dauer einer Eutervorbereitung bzw. Vorstimulation wesentlich vom Füllungsgrad des Euters ab. Je leerer das Euter, desto mehr wirkt sich eine ausreichende Eutervorbereitung positiv auf die Euterentleerung aus.

Eutervorbereitung und Vorstimulation

Der Anspruch der Vorstimulation ist der Beginn des Transfers von Alveolarmilch in die Zisternenhöhlräume bereits vor Melkbeginn. Dies kann durch manuelle Vorstimulation beschehen, aber auch durch verschiedene spezielle Einstellungen der Melkmaschine, die ein Einwirken des vollen Melkvakuums vor der Milchejektion vermeiden oder ein Abmelken von Milch in grösserem Umfang durch Geschlossenhalten des Zitzengummis vermeiden, während die Stimulationswirkung der Pulsation trotzdem ausgeübt wird.

Bei vollen Eutern dauert es von Stimulationsbeginn bis zum Beginn der Milchejektion 40 bis 50 Sekunden, bei wenig gefüllten Eutern können bis zu 2 Minuten vergehen. Da bei vollen Eutern gleichzeitig relativ viel Zisternenmilch vorhanden ist, reicht in diesem Fall (Anfang der Laktation und lange Zwischenmelkzeit) eine kurze Eutervorbereitung (einschliesslich Zitzenreinigung und Abmelken der ersten Milchstrahlen) von 20 Sekunden. Bei extrem geringer Euterfüllung kann eine Vorstimulation von bis zu 90 Sekunden vorteilhaft sein kann, zumal es in dieser Zeit auch kaum Zisternenmilch gibt, mit der Zeit bis zur Milchejektion überbrückt werden kann, um ein Melken leerer Zitzen zu vermeiden. Allerdings ist in solchen Fällen, meist kurz vor dem Trockenstellen, zu prüfen, ob sich der hohe Zeitaufwand für die Eutervorbereitung bei der zu erwartenden geringen Milchmenge noch lohnt. Die Alternative wäre ein sofortiges Trockenstellen.

Zur Eutervorbereitungsphase zählen zunächst alle taktilen Massnahmen an den Zitzen, die der Kuh keine Schmerzen bereiten, also auch Vormelken und Reinigung der Zitzen. Darüber hinaus ist es nicht notwendig, dass während der Eutervorbereitung durchgehend stimuliert werden muss. Auch eine Kombination von relativ kurzer taktilen Stimulation und einer kurzen Wartezeit bis zur Milchejektion werden hervorragende Melkergebnisse erreicht, teilweise sogar besser, als bei durchgehender Stimulation bis zum Melkbeginn. Ein solches Verfahren ist allerdings ausschließlich bei manueller Eutervorbereitung sinnvoll. Durch die Vorbereitung

mehrerer Kühe bevor diese dann nacheinander angesetzt werden kann eine relativ konstante Wartezeit zwischen taktile Stimulation und ansetzen des Melkzeugs erreicht werden. In der Regel reicht eine taktile Stimulation von 15 bis 30 Sekunden aus, um die Freisetzung von Ocytocin auszulösen und für mindestens eine weitere Minute aufrecht zu erhalten. Während einer an die taktile Stimulation anschliessenden Wartezeit von bis zu 60 Sekunden kann dann die Ejektion erfolgen (abhängig von Laktationsstadium und Euterfüllung, siehe oben). In diesem Zusammenhang ist aber unbedingt davor zu warnen, die Wartezeit zwischen taktile Vorstimulation und Melkbeginn auf über 2 Minuten auszudehnen; in diesem Fall verschlechtern sich die Melkergebnisse aufgrund einer vorübergehenden völligen Unterbrechung des Ejektionsgeschehens.

Die Milchejektion während des gesamten Melkens

Mit der Milchejektion am Melkbeginn kann in der Regel nur etwa die Hälfte der Alveolarmilch in die Zisterne verlagert werden, bevor tatsächlich Milch abgemolken wird. Wir konnten zeigen, dass die Milchejektion während des gesamten Melkvorgangs weiter geht. Deshalb müssen auch die Ocytocinkonzentrationen bis zum Melkende erhöht bleiben, um eine gute Euterentleerung zu erreichen. Die Stimulationswirkung des Melkzeuges, die normalerweise gewährleistet ist, ist also absolut notwendig für den Fortgang der Milchejektion während des Melkens.

In diesem Zusammenhang ist auch die Problematik einer unterbrochenen Milchejektion zu sehen, die auftritt, wenn zwischen Eutervorbereitung (Reinigung, Stimulation) und dem eigentlichen Melkbeginn Wartezeiten von mehr als zwei Minuten auftreten. Wenn die Stimulation beendet wird, fallen die Ocytocinkonzentrationen nach ca. 2 Minuten wieder ab und die Myoepithelzellen erschlaffen wieder. Es dauert dann besonders lang, erneut Ocytocin freizusetzen und die Myoepithelzellen wieder zur Kontraktion zu bringen. Unter solchen Bedingungen kann die Milchabgabe stark gestört und unvollständig sein.

Störungen der Milchejektion und Behandlung mit exogenem Ocytocin

Milchejektionsstörungen treten relativ häufig auf bei erstlaktierenden Kühen unmittelbar nach der Geburt, verschwinden dann aber in vielen Fällen etwa 10 Tage später. Auch bei Veränderungen der Melkroutine oder bei der Umstellung des Haltungssystems (Anbindestall – Laufstall etc.) treten vorübergehend solche Störungen auf. Alle in der Praxis bekannten Milchejektionsstörungen beruhen auf einer reduzierten oder völlig fehlenden Freisetzung von Ocytocin aus der Neurohypophyse. Stresssituationen, die man als Ursache für die Störungen annehmen könnte, sind vielfach nicht offensichtlich. Auch gilt es mittlerweile als gesichert, dass Störungen der Milchejektion nicht von erhöhten peripheren Konzentrationen von

Katecholaminen wie Adrenalin und Noradrenalin ausgelöst werden. Katecholamine erhöhen im Gegenteil sogar die Freisetzung von Oxytocin. Die Jahrzehnte lange Annahme, dass Adrenalin als Gegenspieler des Oxytocins zu sehen ist, ist keinesfalls haltbar. Während die Ursachen für Milchejektionsstörungen nicht offensichtlich sind und offensichtlich nicht immer in der Umwelt zu suchen sind, gelten endogene Opiate im Zentralnervensystem als Mediatoren für deren pathophysiologische Regulation. Aufgrund der offensichtlichen Regulation der Milchejektionsstörungen im Gehirn, gibt es gegenwärtig keine wirkliche Therapie. Lediglich kann das Fehlen der Freisetzung von Oxytocin aus der Hypophyse durch die Injektion exogenen Oxytocins ersetzt werden. Das Oxytocin muss vor jeder Melkung eingesetzt werden; eine Nachhaltigkeit der Behandlung ist nicht gegeben.

Neuere Untersuchungen haben allerdings gezeigt, dass auch die chronische Behandlung mit Oxytocin problematisch ist. Die endogene Freisetzung von Oxytocin wird zwar durch die Behandlung nicht beeinflusst, wohl aber kommt es nach dem Absetzen der Behandlung auch bei normaler endogener Freisetzung zu einer unvollständigen Kontraktion der Myoepithelzellen, d.h. zu einer unvollständigen Euterentleerung. Eine mögliche Alternative zur Injektion von Oxytocin ist eine Stimulation des Genitalbereichs. Das Einblasen von Luft in die Vagina stellt einen deutlich stärkeren Reiz hinsichtlich der Freisetzung von Oxytocin dar als die Euterstimulation. Bei Ejektionsstörungen führt diese Art der Stimulation mit grosser Wahrscheinlichkeit zum Erfolg. Allerdings müssen die räumlichen Voraussetzungen während des Melkens dafür gegeben sein.