

Die Kühlung der Milch beim Erzeuger

Vorschläge für wirtschaftliche Lösungen

Zweck der Milchkühlung ist es, die im frisch ermolkenen Zustand vorhandenen natürlichen Eigenschaften der Milch über möglichst lange Zeit zu erhalten. Wie bekannt sein dürfte, wirkt in den ersten Stunden nach dem Melkprozeß ein Hemmstoff „Lactenin“. Dieser erhält den Gewinnungszustand der Milch und hemmt noch kurze Zeit danach die Lebenstätigkeit (Stoffwechsel und Vermehrung) der auch in sauber ermolkenen Milch vorhandenen Mikroorganismen. Das Keimwachstum in der Rohmilch ist dabei stark von der Milchttemperatur abhängig. Als kritische Temperatur wurden $+ 13^{\circ}\text{C}$ erkannt.

Die Milch sollte deshalb innerhalb längstens zwei Stunden nach ihrer Gewinnung von der Körpertemperatur des Tieres auf wenigstens $+ 12^{\circ}\text{C}$, wenn möglich auf $+ 8^{\circ}\text{C}$, abgekühlt werden.

Eine Kühlung unter $+ 8^{\circ}\text{C}$ ist aus bakteriologischen und wirtschaftlichen Gründen zu vermeiden. Unter anderem wirkt sich eine zu tiefe Kühlung auf die für die weitere Verarbeitung der Milch wichtigen Milchsäurebakterien aus, weiter muß in der Molkerei die Milch für die Separierung wieder auf mindestens $+ 40^{\circ}\text{C}$ erwärmt werden, sonst sinkt die Entrahmungsschärfe der Separatoren und die Fettverluste werden für die Molkerei zu groß. Das bedeutet, daß jede zu tiefe Kühlung beim Erzeuger einen erhöhten Wärmeeaufwand in der Molkerei verlangt.

Nach Untersuchungen von ROEDER [1, 2] wird die Keim-anreicherung unter $+ 10^{\circ}\text{C}$ stark verzögert; bis dahin steigt die Verzögerung nur mäßig an. Unter $+ 8^{\circ}\text{C}$ ist sie besonders stark. Eine stärkere Verzögerung der Säuerung scheint dagegen bereits bei höheren Temperaturen einzutreten. Der Stoffwechsel der Milchsäurebakterien sinkt schon entscheidend bei 12° bis 15°C . So wird bei einer Milch von $+ 30^{\circ}\text{C}$ Lagertemperatur nach 10 Stunden ein Säuregrad von 8°SH , dagegen bei $+ 14^{\circ}\text{C}$ Lagertemperatur derselbe Säuregrad erst nach 54 Stunden erreicht.

Die hygienische Beschaffenheit und die Haltbarkeit der in der Molkerei pasteurisierten Milch hängt im wesentlichen von der Beschaffenheit der Anliefermilch ab. Soll im Endprodukt eine bestimmte Keimzahl nicht überschritten werden, so muß schon die zur Pasteurisierung kommende Rohmilch eine bestimmte begrenzte Ausgangskeimzahl aufweisen.

Wir werden also die Milch beim Erzeuger im Normalfall nicht tiefer kühlen als auf $+ 10$ bis 12°C . Das ist ein Temperatur-sprung von $\sim 25^{\circ}\text{C}$ oder ein Kälteaufwand von ~ 25 kcal je Liter Milch, ohne Betrachtung gewisser Rechnungseinheiten (spez. Wärme usw.).

Dieser Festlegung auf 10 bis 12°C kommt die naturgegebene Feststellung entgegen, daß unser Brunnenwasser, aus Tiefen unter 6 bis 8 m gewonnen, meist über das ganze Jahr eine Temperatur von max. $+ 10^{\circ}\text{C}$ aufweist.

Natürlich kann es beim Erzeuger vorkommen, daß eine kürzere Kühlzeit als zwei Stunden nach dem Melken aus arbeitsorganisatorischen Gründen eingehalten werden soll. Das wäre der Fall, wenn täglich zweimalige Ablieferung gekühlter Milch an die Molkerei vorgenommen wird oder auch die Kühlung der Morgenmilch infolge längerer Transportwege wünschenswert erscheint. Es muß dann dafür gesorgt werden, daß Melk- und Kühlprozeß, ineinandergeschoben, fast gleichzeitig ablaufen. Die günstigsten technischen und organisatorischen Möglich-

keiten bietet hier der Melkstand. In den weitaus meisten Fällen werden heute jedoch nur Mittags- und Abendmilch gekühlt und die Morgenmilch unmittelbar vom Stall ungekühlt zur Ablieferung kommen. Bei geringen Entfernungen zur Molkerei ist dies, wirtschaftlich gesehen, wohl die billigste Lösung für den Erzeuger, wenn man von der täglich zweimaligen Ablieferung oder Abholung der ungekühlten Milch absieht. Vielleicht wird sich eine Änderung ergeben, wenn größere Tankfahrzeuge von den Molkereien zur Abholung eingesetzt werden, was sich wiederum nur lohnt beim Vorhandensein von Milchsammelstellen. Eine solche Sammelstelle wird aber trotz mehrmaliger täglicher Abholung mit Kühleinrichtungen ausgestattet werden müssen.

Ob die Entwicklung beim Erzeuger hier abgeschlossen sein wird, ist noch nicht abzusehen. Ich bin jedenfalls der Überzeugung, daß die Frage der Rückliefermilch entscheidenden Einfluß auf den Weg der Milch von der Kuh zum Milchverarbeiter nehmen wird.

Größe der Kühleinrichtung beim Erzeuger

Die Bemessung einer Kühleinrichtung für den Normalfall ist abhängig von dem spezifischen Kälteaufwand (~ 25 kcal/Liter Milch) und von der größten anfallenden Milchmenge je Melkzeit.

Unsere Beobachtungen im 90er Rinderstall einer LPG zeigten bei einem angenäherten Zeitverhältnis von 1 : 1, daß bei zweimaligem Melken 54% des täglichen Milchanfalls auf die Morgenmilch entfallen. Bei verstärktem, dreimaligem Melken (25% der zu melkenden Kühe) sinkt der Anteil der Morgenmilch an der täglichen Gesamtmenge auf 52%. Der Anteil der Mittagsmilch beträgt hier rund 15%, der der Abendmilch etwa 33% der Gesamtmenge.

Nach einer persönlichen Mitteilung von Prof. COMBERG betragen für Betriebe mit Weidegang die Milchleistungen – gemessen an den Durchschnittswerten aller Abschlüsse – im ersten Quartal 101 bis 106%, im vierten Quartal 99 bis 104%. Die anderen Quartale liegen darunter.

Ähnlich gelagert sind auch die Verhältnisse bei landwirtschaftlichen Betrieben mit Sommerstallfütterung. Es ließ sich bei unseren Beobachtungen an zwei 90er Rinderställen einer LPG feststellen, daß der Milchanfall je Tag und Tier, über das ganze Jahr gesehen, zwei Maxima aufweist, die 10% über dem Durchschnitt liegen, und daß der Stalldurchschnitt je Tag und Tier bei einem Stall die bekannte Richtzahl von 10 l noch nicht erreicht hat, im zweiten Stall als Folge dichter Abkalbungen ein Wert von 11,5 l/Tag und Tier auftritt. In Abzug zu bringen sind etwa 10% der anfallenden Rohmilchmenge für die Kälberaufzucht, da diese die Kühleinrichtungen nicht belastet.

Wenn man mit maximal 6 l zu kühlender Milch je Milchkuh und Melkzeit rechnet, so dürfte unter Beachtung der Entwicklung des Milchviehbestandes der nächsten fünf Jahre eine danach bemessene Kühleinrichtung genügen, wobei durch organisatorische Maßnahmen erreicht werden muß, daß in längstens einer Stunde nach dem Melken auch der Kühlprozeß beendet ist. Für einen 90er Rinderstall, wie er heute in vielen LPG steht oder gebaut wird, bedeutet dies, daß die Kühleinrichtung im kontinuierlichen Betrieb eine Stundenleistung von 500 l Milch gewährleisten muß und, je nach Organisation der Ablieferung, Lagermöglichkeit für 500 bis 1000 l gekühlte oder zu kühlende Milch gegeben ist, wobei nach unserer bisherigen

*) Aus den Arbeiten des Instituts für Landmaschinen- und Traktorenbau, Leipzig (Leiter: Dr.-Ing. E. FOLTIN).

Erfahrung Abend- und Morgenmilch getrennt zu halten wären. Abzuführen sind bei dieser Stundenleistung und Abkühlung auf 10 bis 12° C stündlich rund 12500 kcal.

In Westdeutschland und anderen westlichen Ländern schlägt man vor, die Kühlung der Abendmilch weit unter die + 12° C-Grenze festzusetzen, z. B. auf 4 bis 6° C, um den Kühlprozeß am folgenden Morgen bei Abkühlung der aus Abend- und Morgenmilch entstandenen Mischmilch möglichst schnell durchführen zu können. Als Ablieferungstemperatur an die Molkerei werden 10 bis 12° C, bei längeren Transportwegen entsprechend tiefere Temperaturen gewünscht.

Natürliche Kühlung

Der Aufbau der Kühlanlage ist im wesentlichen eine Frage des möglichen Kühlmittels und seiner Temperatur.

Brunnenwasser in genügender Menge und ausreichend niedriger Temperatur gibt die betriebskostenmäßig billigste Kühlung. Als erste Bedingung ist hier gestellt: Wassertemperatur unter + 10° C, wie sie bei Brunnen- oder Wasserversorgungsanlagen und Entnahme aus Tiefen unterhalb von 6 bis 8 m über das ganze Jahr gegeben ist. Die zweite Forderung ist die genügende Kühlwassermenge.

Nach den Untersuchungen von Prof. PLOCK [3, 4, 5] werden bei der einfachsten Art der Kühlung der Milch in der 20-l-Kanne im fließenden Wasserbad eines Kühlbeckens etwa 15 l Wasser je Liter Milch benötigt. Damit wird in etwa 75 min eine Milchttemperatur erreicht, die 2° C über der angewandten Kühlwassertemperatur liegt. Das sind rd. 7 m³ Kühlwasser bei 500 l Milch anfall je Melkzeit in einer Stunde, wozu noch die entsprechenden Kühlhaltemengen kommen. Man wird also bei Kannenkühlung versuchen, die Kühlzeit zu strecken, da wohl nicht in allen Fällen neben dem sonstigen Wasserverbrauch die genannten Kaltwassermengen zur Verfügung stehen. Der Preis des Kubikmeters Wasser liegt meist unter 0,10 DM und ist ohne entscheidende Bedeutung (0,14 Pf je Liter gekühlter Milch).

Durch Verwendung von Kühlringen mit Kannenberieselung läßt sich das Kühlwasser-Milchverhältnis auf etwa 9 : 1, durch Verwendung von Kannenrührkühlern mit Außenberieselung auf etwa 6 : 1 bringen, wobei das die Kannen berieselnde Wasser vorher über Rührflügel eine Bewegung der Milch auslöst und damit die Kühlwirkung intensiver gestaltet. Die Kosten sinken damit unter 0,1 Pf je Liter gekühlter Milch.

Die Senkung des Wasserverbrauchs läßt in jedem Falle den Einsatz von Kühlringen als gerechtfertigt erscheinen. Der Aufwand von Rührkühlern erscheint dagegen nicht gegeben, insbesondere bei dem rauhen Betrieb auf dem Lande und einer möglichen bakteriologischen Infektion der Milch durch ungenügende Reinigung des Rührwerkes.

Einen weiteren Vorteil haben Kannenkühlbecken und Kannenberieselung. Sie helfen bei der äußeren Säuberung der Milchkannen. Es muß nur die Abführung der Kühlwassermengen in die Kanalisation sichergestellt sein.

Der Platzbedarf für ein Kannenkühlbecken beträgt beim 90er Rinderstall etwa 4 bis 5 m². Es ist damit Kühlung und Kühlhaltung der Mittags- und Abendmilch und in wechselweiser Nutzung auch der Morgenmilch ohne besondere Beaufsichtigung durch den Menschen möglich. Um die Hubarbeit zu vermindern, ist bei Kannenbetrieb der Übergang zu einem ebenerdigen Kühlrost mit Kannenberieselung gegeben. Die Bau- und Anlagekosten hierfür sind klein und die Anlage läßt sich leicht erweitern. Außerdem sind ebenerdige Kühlroste auch in Gebieten mit hohem Grundwasserstand anwendbar.

Den kleinsten Kühlwasseraufwand hat der Oberflächenkühler mit Anschluß an das Druckwassernetz, wie er vom VEB Brauereimaschinenfabrik Halle gebaut wird. Hier ist das Verhältnis Kühlwasser zu Milch rund 2 : 1 und Kühlung auf 3° C über Kühlwassertemperatur gegeben. Bei einem Preis des 500-l-Kühlers von rund 800,— DM (Platzbedarf rund 1 m²,

Kühlfläche 1,6 m²) ist dessen Kostenanteil am Aufwand für die Kühlung gering, gehen doch in Verbindung mit einem 90er Stall jährlich rund 300 000 l Milch darüber. Das bedeutet eine Belastung von etwa 0,05 Pf je Liter Milch, wenn die Kosten nur auf fünf Jahresproduktionen umgelegt würden. Ein Nachteil der Oberflächenrieselkühler ist die mögliche bakteriologische Infektion der Milch bei ungenügender Reinigung des Kühlers. Nachteilig wirkt sich hier also aus, daß bei Kannenbetrieb eine Arbeitskraft zur Beaufsichtigung des Kühlprozesses und zur Reinigung der Anlage notwendig ist, selbst bei Verwendung von Milchhebern, und daß eine Einrichtung zur Kühlhaltung der Kannen und der Platz für das Aufstellen derselben doch noch gebraucht werden. Bei vierstündigem täglichen Arbeitszeitaufwand (morgens und abends je zwei Stunden) und einem Stundenverdienst von 1,00 DM sind dies eine Belastung von 0,4 Pf je Liter gekühlter Milch.

Diese Betrachtung allein sagt schon, daß der Anteil der Lohnkosten entscheidend ist beim Aufbau des Milchkühlprozesses im landwirtschaftlichen Betrieb. Jede Arbeitsstunde in der Milchkette bedeutet in Verbindung mit einem 90er Rinderstall eine Belastung des Liters Milch mit 0,1 Pf und ist gleichwertig einer Investitionsbelastung von 1500,— DM bei fünfjähriger Nutzung.

In diesem Zusammenhang einiges noch zum Frischmilchkühler in runder, geschlossener Form des VEB Blewa Schleiz. Er hat zwar gegenüber dem vorgenannten Oberflächenkühler den Vorteil der geschlossenen Milchführung und vermeidet die Gefahr der Milchinfektion aus der Umgebungsluft. Die Reinigung ist dafür schwieriger. Die Durchflußleistung beträgt auch nur 100 l/h bei der dreifachen Kühlwassermenge und einer Abkühlung der Milch auf 5° C über Kühlwassertemperatur. Wenn auch der Preis im Verhältnis zum Oberflächenkühler niedriger liegt, so dürfte der Arbeitsaufwand für Kühlung und Reinigung doch höher sein. Die Forderung nach Einrichtungen für die Kühlhaltung der Milch in der Kanne bleibt außerdem bestehen. Ich kann mir jedoch denken, daß dieser Kühler in kleineren Betrieben viel stärker angewendet werden könnte, zumal wenn nur geringe Wassermengen zur Verfügung stehen.

Den Abschluß der Entwicklungsreihe bildet das Kühlsammelgefäß, also die Kühlwanne mit Kaltwasserdurchfluß und eingebautem Rührwerk. Sie setzt voraus, daß der Milchtransport in Tankwagen erfolgt und von der Molkerei durchgeführt wird, denn es wäre widersinnig, wollte man die gekühlte Rohmilch, wieder in Kannen abgefüllt, zum Transport bringen. Die Kühlwanne ist unter diesen Voraussetzungen die gegebene Einrichtung für Sammelstellen und Großzeuger. Die Entwicklung ist bei uns noch nicht abgeschlossen. Einen günstigen Kühleffekt, wie er bei Oberflächenkühlern gegeben ist, versucht man bei westdeutschen Erzeugnissen durch Steigerung der Wärmeübergangszahlen auf der Wasser- wie Milchseite zu erreichen, z. B. Einblasen von Luft auf der Wasserseite oder Herunterrieseln der Milch an der Innenwand und Rührwerkeinbau. Die Kühlwannen werden wohl grundsätzlich nur in Verbindung mit künstlicher Kälte eingesetzt werden, ob durch direkte Verdampfung erzeugt oder unter Verwendung von Wasser als Zwischenmittel, sei dahingestellt.

Künstliche Kühlung

In Gebieten mit schlechter Wasserversorgung oder zu hohen Wassertemperaturen, also über + 10° C, selbst nur während bestimmter Jahreszeiten, muß zur künstlichen Kühlung gegriffen werden.

Ich halte bei Kannenbetrieb in beiden Fällen, also bei Wassermangel und bei ungünstigen Wassertemperaturen, die Anordnung eines Wasserspeichers mit etwa der vierfachen Kühlwassermenge im Verhältnis zur stündlich zu kühlenden Milchmenge für zweckmäßig. Die Kannen sollten dabei auf einem Rost über dem Wasserspeicher stehen, dessen Wasserinhalt über eine Pumpe und um die Kannen gelegte Kühlringe umgewälzt wird und in den Speicher zurückfließt. Die stündlich umzuwälzende Wassermenge wird etwa auf das Drei- bis Vierfache der zu kühlenden Milchmenge festzulegen sein. Ob der

Rostebenerdig oder wegen eines zu hohen Grundwasserspiegels und des darunterliegenden Speichers etwas über der Erdoberfläche angeordnet wird, ist nicht entscheidend, handelt es sich doch höchstens um 0,5 m. Zweckmäßig ist in jedem Falle eine Isolierung der Seitenwände und des Bodens des Wasserspeichers.

Der Wärmeentzug wird mit Kälteerzeugern, deren Kühlschlangen im Kühlwasserspeicher angeordnet sind, in direkter Verdampfung zwischen den Melkzeiten erreicht. Die Stundenleistung der Kälteerzeuger ist der Länge der Zwischenmelkzeit anzupassen. Für den 90er Stall genügt eine Kälteleistung von 1500 kcal/h. In etwa acht Stunden ist der Inhalt des Wasserspeichers auf etwa $+1^{\circ}\text{C}$ heruntergekühlt.

Die Leistung der Kältemaschinen kann um etwa 20% höher angesetzt werden, wenn die Verdampfungstemperatur des bei uns meist noch angewandten Kältemittels Chlormethyl auf -5°C festgelegt wird, was bei der hier gewünschten Erzeugung von Eiswasser durch einfache Einstellung des Regelventils erreichbar ist. Die automatische Regelung der Kälteanlage soll über Thermostat erfolgen, wobei zwischen Ein- und Ausschalten eine Temperaturdifferenz von 2°C zugelassen wird.

Nach Erreichen der gewünschten Milchtemperatur von $+12^{\circ}\text{C}$, was nach etwa einer Stunde der Fall sein wird, muß bei Kannenkühlung die Umwälzpumpe abgeschaltet werden (von Hand oder über Zeitschalter). Das Kühlhalten der Kannen kann durch geringfügige weitere Berieselung der Kannen unter Ausnutzung der Verdunstungskühlung vorgenommen werden.

Die Anlage läßt aber auch eine Kühlung der Milch auf niedrigere Temperaturen als $+12^{\circ}\text{C}$ zu, je nach Länge der Kühlwassereinwirkung. Es erhöht sich dann die Laufzeit und damit der Ausnutzungsgrad der Kältemaschine. In letzter Konsequenz kann man bis zur Eisspeicherung an den Verdampferschlangen gehen, um die aus jedem Kilogramm Eis nutzbare Kälte von 80 kcal zu speichern. Notwendig werden in jedem Falle Rührwerke im Wasserspeicher. Es empfiehlt sich allerdings dann, die Leistung der Kältemaschine von Anfang an etwas höher zu legen (etwa 2000 kcal/h).

Es gibt Kälteerzeuger mit luft- oder wassergekühltem Kondensator. Ich halte luftgekühlte Kälteerzeuger in der Landwirtschaft für zweckmäßiger. Wenn auch der Leistungsbedarf der luftgekühlten Aggregate um etwa 10% höher liegt, so ist doch der Betrieb der Anlage einfacher und nicht von der Wasserzufuhr oder von der Aufstellung der Maschine in einem erwärmten Raum abhängig. Die luftgekühlte Maschine kann sogar, mit einem einfachen Schutzdach versehen, im Freien stehen.

Auf eines wäre noch hinzuweisen. Es sollte in jedem Falle Druckwasseranschluß auch bei Verwendung künstlich erzeugten Kühlwassers im Kühlsystem vorgesehen werden, um mindestens im Winter ohne Kälteaggregat mit Brunnenwasser kühlen zu können und die Betriebskosten für die Milchkühlung zu verringern.

Der Leistungsbedarf eines Kälteaggregates mit einer typenmäßigen Stundenleistung von 1500 kcal ist 1,1 kW, der Verbrauch damit im vorliegenden Fall des 90er Stalles ~ 18 kWh/Tag. Hierzu tritt die Leistung der Umwälzpumpe mit etwa 2 kWh/Tag. Bei einem Preis der kW-Stunde von 0,12 DM ergibt sich eine Belastung des Liters künstlich gekühlter Milch mit $\sim 0,3$ Pf Betriebskosten. Hierzu treten die Kapitalkosten aus dem Kühlaggregat mit Verdampferschlange, Umwälzpumpe, Kühlringe usw. in Höhe von etwa 0,2 Pf/Liter bei Umlage auf eine fünfjährige Produktion. Die anteiligen Lohnkosten sind gering, da der gesamte Kühlprozeß automatisch abläuft. Die Gesamtbelastung durch den Kühlprozeß ergibt damit etwa 0,6 Pf je Liter Milch.

Natürlich lassen sich auch die bereits genannten Oberflächekühler mit ihrem geringen Kühlwasserverbrauch durch künstlich gekühltes Wasser betreiben. Die Kühlwasserspeicher könnten hier etwas kleiner gehalten werden und Aufstellung der Kühler auf dem Speicher mit kurzen Wasserwegen wäre

möglich. Nur treten die schon oben skizzierten Nachteile (Lohnbelastung) auf.

Es sind wiederholt Flächenkühler mit Tiefkühlabteil in LPG eingebaut worden unter Einsatz von Kälteaggregaten mit Leistungen bis 10000 kcal/h und direkter Verdampfung des Kühlmittels. Diese Anlagen verlangen in jedem Fall eine Wasservorkühlung der Milch, deren Wirkung von der Menge und der Temperatur des zufließenden Wassers abhängig und bei schlechten Wasserverhältnissen schwankend ist. Die Tiefkühlung gibt dagegen einen konstanten Wert, gerechnet von der erreichten Wasservorkühlung aus, da keine Kältespeicherung möglich ist. Das ist für die Landwirtschaft nicht zweckmäßig. Der Ausnutzungsgrad derartiger Einrichtungen ist gering und die installierte elektrische Leistung wesentlich höher. Die direkte Verdampfung im Tiefkühlabteil hat weiter den Nachteil, daß Unterbrechungen in der Milchzufuhr Eisansatz an den Kühlrohren hervorrufen und dadurch Gefahr der Milchverwässerung besteht, abgesehen von möglichen Kühlmitteldurchbrüchen am Tiefkühlabteil. Die Möglichkeit zur Kühlung der Milch ist auch nicht gegeben. Hinzu kommen die bereits vorher aufgezeigte Frage der Lohnkosten beim Kühlprozeß und die etwa doppelt so hohen Kapitalkosten. Die Energiekosten würden dagegen etwas niedriger liegen. Ich halte die Verwendung von Milchtiefkühlern in der Landwirtschaft nicht für zweckmäßig. Die oben dargestellte Anlage (Kühlwasserspeicher mit kleinem Kälteaggregat und Kühlringen) ist bei Kannenbetrieb einfacher, billiger und ausbaufähiger.

Auch die Verwendung von Kühlsolen an Stelle von Kühlwasser mit der Möglichkeit einer größeren Kältespeicherung auf kleinerem Raum ist der Landwirtschaft nicht zu empfehlen. Eine von Fachleuten regelmäßig durchzuführende Überwachung der Kühlsole ist nicht zu vermeiden, wenn die Anlagen einwandfrei bleiben sollen. Die Gefahr des Sauerwerdens, von Zerstörungen der Metallteile, Verstopfungen usw. ist nach Untersuchungen sehr groß [6].

Auf eine Frage sei noch im Zusammenhang mit dem Einsatz künstlicher Kälte beim Milcherzeuger eingegangen: die Kühlung der Milchlagerräume. Als Richtwert zur Kühlung von Kühlräumen auf 10 bis 16°C sind etwa 200 kcal/m³ und Tag erforderlich [7]. Das sind bei einem Raum von 50 m³ etwa 400 kcal/h. Dazu wären Kälteerzeuger mit wesentlich kleineren Leistungen notwendig gegenüber denen für die Eiswassererzeugung. Eine Kombination zweier verschiedener Aufgaben in einem Kälteerzeuger (Milch- und Fleischkühlung, Milchkühlung und Eiserzeugung) ist unzulässig, da eine Verschlechterung des Wirkungsgrades der Kälteerzeuger eintritt. Ich halte den Bau isolierter Kühlräume für die Milchlagerung beim Erzeuger nicht für notwendig, da einmal die Baukosten hoch liegen, zum anderen die Temperatur in den Lagerräumen durch ihre Lage und durch den in ihnen durchgeführten Kühlprozeß selbst in den Sommermonaten niedriger als die Außentemperatur sein wird. Zum anderen ist die Berieselung der Milchbehälter ein einfacheres Mittel zur Kühlung der Milch über Nacht. Außerdem ist die Einstrahlung abhängig von der Größe der Milchlagerbehälter und ihrer äußeren Beschaffenheit. Diese werden wohl im Zuge der Entwicklung für die Lösung der Kühlhaltungsfrage günstiger werden.

Die Umstellung beim Milcherzeuger vom Kannen- auf den Tankbetrieb bringt auch Wandlungen im Aufbau und Ablauf des Kühlprozesses. Die damit zusammenhängenden Fragen seien einem späteren Bericht vorbehalten.

Zusammenfassung

Grundsätzlich kann folgendes festgestellt werden:

1. Im Normalfall genügt eine Kühlung der Milch durch den Erzeuger auf $+12^{\circ}\text{C}$. Sie soll längstens zwei Stunden nach der Gewinnung vorgenommen sein.
2. Für einen 90er Rinderstall ist die Milchkühlanlage auf eine Leistung von 500 l/h zu bemessen. Sie bietet dann genügend Reserve, um Spitzenbelastungen und sogar einen zweiten 90er Stall zu bedienen.

(Schluß auf Seite 220)

Der Elektrozug mit Schleppkabel wird in der Landwirtschaft zweckentsprechend angewendet. Neben dem E-Zug ist auf Bild 19 eine Kabeltrommel für den Motorgreifer zu erkennen.

Technische Daten:

Volltor-Kran	
Länge	18 m
Höhe	12 m
Kragarm	5 m
Motorgreifer (EKM)	
Inhalt	1,25 m ³
Eigengewicht	1200 kg
E-Motor	4 kW

Der verhältnis mäßig große Greiferinhalt bringt eine hohe Ladeleistung. Das Verfahren des Krans erfolgt hier mittels Handkurbel, ein elektrischer Antrieb kann eingeführt werden.

Trotz gewisser Vorteile bei Sonderfällen sollte man jedoch vor einer Neuanschaffung überlegen, ob die Wirtschaftlichkeit gewährleistet ist und ein transportabler Kran nicht vorzuziehen ist.

6 Wahl von Dungverladegeräten

Es gibt kein Schema, für welche Betriebe welcher Dungkran oder welches Dungverladegerät am wirtschaftlichsten ist. Entsprechend der Betriebsgröße und Lage der Gebäude wird man die verschiedensten Ausführungen benutzen.

Für einen Großbetrieb wie LPG und VEG ist ein vollmechanischer Dungkran vorzuziehen. Sind in einer LPG mehrere kleinere Gehöfte in verschiedenen Ortsteilen, so können zwei oder drei halbmechanische Dungverladegeräte mit selbsttätigem Greifer angeschafft werden, die kostenmäßig nicht höher liegen als die vorgenannten vollmechanischen Kräne.

Bei der Wahl eines Dungverladegerätes soll man auch die Perspektive des Betriebes beachten sowie erwägen, für welche Arbeiten und mit welchen Greifervarianten auch andere Ladearbeiten durchgeführt werden können.

Für den Kleinbetrieb stehen ebenfalls stationäre sowie transportable Dungkräne zur Verfügung, d. h., es werden die Geräte unter Punkt 2 Verwendung finden. Für unsere MTS sind selbstfahrende Dungverladegeräte zu empfehlen.

7 Bedienung und Ausbildung

Die Leistung eines Gerätes hängt in hohem Maße von einem qualifizierten Bedienungspersonal ab, das möglichst wenig ausgewechselt werden sollte. Bei halbmechanischen Geräten genügt im allgemeinen eine ausführliche Bedienungsanleitung mit dem Hinweis auf die erforderlichen Sicherheitsbestimmungen für Hebezeuge sowie Arbeitsschutzbestimmungen.

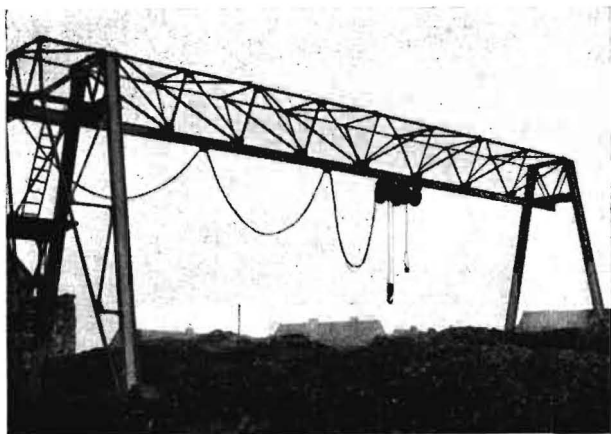


Bild 19. Volltor-Kran LPG Steuden

Bei Einsatz von Dungkränen nach Punkt 3 „Vollmechanische Dungkräne“ ist ein Befähigungsnachweis erforderlich. Die Ausbildung von Spezialisten erfolgt durch die MTS in Zusammenarbeit mit den Herstellerbetrieben nach den Richt-

linien der MTS. So wie die MTS die Genossenschaftsbauern ausbildet, muß auch die Ausbildung in den VEG erfolgen.

8 Zusatzeinrichtungen

Es ist vorteilhaft, die Dungverladegeräte durch Zusatzeinrichtungen und Greifervarianten, wie Muldengreifer für Schüttgüter, Greifer für Hackfrüchte, Rauhfutter und Siloentnahme zu ergänzen. Es ist anzustreben, den jetzigen wassergekühlten Dieselmotor durch einen luftgekühlten Motor zu ersetzen. Der hydraulische Antrieb müßte bei Schwenkladern und vollmechanischen Dungkränen mehr Beachtung finden.

Vor allem muß die Entwicklung des hydraulischen Schwenkladers mit seinen Varianten forciert und als Universalgerät für die Landwirtschaft herausgebildet werden.

9 Zusammenfassung

Die vorliegende Abhandlung soll den Lesern die Entwicklung vom einfachen stationären Dungkran bis zum selbstfahrenden Universalgerät zeigen und einen Überblick über den heutigen Stand der Technik auf diesem Gebiet geben.

Die landwirtschaftlichen Betriebe sollen Anregungen bekommen, welche Geräte für sie am geeignetsten sind.

An Hand der beschriebenen Dungkräne lassen sich vier Gruppen unterscheiden:

1. Transportable Dungverladegeräte mit selbsttätigem Greifer (halbmechanisch),
2. transportable Dungverladegeräte mit selbsttätigem Greifer (elektrisch – vollmechanisch),
3. selbstfahrende Universalgeräte mit selbsttätigem Greifer (Dieselantrieb – vollmechanisch),
4. hydraulische Schwenklader als Anhängergeräte.

Das selbsttätige Greifen und die Einmannbedienung sind die wichtigsten Voraussetzungen für technisch vollkommene Dungkräne.

A 2685

Schluß von Seite 199

3. Bei Vorhandensein von genügend Kaltwasser mit günstiger Temperatur zu jeder Jahreszeit (bis max. + 10° C) ist der Kühlung mit Leitungswasser der Vorzug zu geben und die Verwendung von Kälteanlagen nicht erforderlich.
4. Besteht Mangel an Kaltwasser oder genügt dessen Temperatur nicht der Forderung von max. + 10° C zu gewissen Jahreszeiten, so ist im Milchkühlraum ein isolierter Kühlwasserspeicher vorzusehen, dessen Inhalt über eine luftgekühlte Kältemaschine geringer Leistung zwischen den Melkzeiten auf 1 bis 3° C automatisch geregelt herunterzukühlen ist. Gegebenenfalls kann zusätzlich Eisspeicherung an den Verdampferschlangen vorgesehen werden.
5. Bei Kannenbetrieb ist die wirtschaftlichste Kühlung diejenige auf ebenerdigen Kühlrosten mit um den Kannenhals gelegten Kühlringen, sowohl bei Verwendung von natürlichem Kaltwasser als auch bei künstlich gekühltem Eiswasser. Der Einsatz von Oberflächenkühlern zeigt bei Kannenbetrieb etwas größeren Arbeitsaufwand.
6. Kühlsammelgefäße (Kühlwannen) setzen Abfuhr der Milch mit Tanks voraus.
7. Die Verwendung von Kühlsole, Milchtiefkühlern mit Kältemaschinen großer Leistung ohne Kältespeicherung und der Bau von isolierten Kühlräumen sind in landwirtschaftlichen Betrieben zu vermeiden.

Literatur

- [1] ROEDER: Grundzüge der Milchwirtschaft und des Molkereiwesens. Verlag Paul Parey, Hamburg/Berlin (1954).
- [2] ROEDER: Studien über die Veränderungen der Milch nach dem Melken. Milchwissenschaft (1952) H. 10, S. 327.
- [3] PLOCK/HANSEN: Milchkühlung auf dem Bauernhof. Verlag Karl Mann, Hildesheim.
- [4] PLOCK/HANSEN: Milchkühlung. Landtechnik (1953) H. 17, S. 594.
- [5] Kolloquium über „Die Kühlung der Anlieferungsmilch auf dem Bauernhof und in den Sammelstellen“. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte, Sonderheft 1955, S. 163.
- [6] MOHR/WORTMANN: Das Kühlsoleproblem in der Milchwirtschaft. Deutsche Molkereizeitung Kempten 75 (1954) S. 696.
- [7] WÄLZHOLZ: Rationelle Energiewirtschaft in Molkereien. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte (1955) H. 2, S. 173. A 2695