

März 1975 / 19  
Herausgegeben von der  
Eidgenössischen Forschungsanstalt für Milchwirtschaft  
CH-3097 Liebefeld  
Direktor: Prof. Dr. B. Blanc

## Milchleitungen aus Kunststoff für den Milchtransport im Gelände

Von P. Ritter und H. Stettler

### 1. Einleitung

Aus verschiedenen Gründen kann es wünschbar sein, die auf den Alpen oder in Berglagen des Unterlandes produzierte Milch ins Tal zu bringen und dort zu verarbeiten oder aber dem Konsum zuzuführen. Bis in die Fünfzigerjahre boten sich jedoch hiezu nur beschränkte Möglichkeiten, sei es weil im Alpgebiet Fahrwege fehlten oder Strassen im Winter insbesondere für motorisierten Transport nicht in Frage kamen, sei es weil die Transportkosten nicht tragbar waren. Erst als die modernen Kunststoffe, namentlich das Polyäthylen, zu günstigen Preisen auf dem Markt erschienen, bot sich eine ganz neuartige Lösung solcher Probleme an. Dieses Material erweist sich als gegenüber Milch indifferent, ist schwer benetzbar und daher für die Reinigung günstig und eignet sich wegen seiner Biegsamkeit auch für die Anwendung im Gelände. Im Jahre 1955 nahm man in Oesterreich (Mittersill) erste Versuche auf, solche Polyäthylenröhren zur Beförderung von Milch ab der Alp ins Tal einzusetzen. Dabei wurde die Leitung einfach auf den Boden gelegt, zu Ende der Alpzeit wieder aufgerollt und über den Winter magaziniert. Das Ergebnis dieser Versuche war so vielversprechend, dass bereits 1956 im Kanton Wallis erste Versuche mit 4 Leitungen aufgenommen wurden. Inzwischen sind die Probleme des Milchtransportes in Kunststoffleitungen bearbeitet und ist sehr viel von der anfänglichen Skepsis abgebaut worden. Jedenfalls findet man

heute weit über 200 solche Milchleitungen in Betrieb, im Wallis allein ca. 250 km, ferner im Alpgebiet der Kantone Graubünden, St. Gallen, Tessin, Nidwalden und Bern. Mit ungefähr 25 dieser Leitungen wird im Winter die Milch von Bergdörfern, wo man früher selbständig fabriziert hatte, in eine grössere Molkerei zur zentralen Verarbeitung transportiert. 2 Emmentalerkäsereien verkäsen seit vielen Jahren mit sehr gutem Erfolg Milch, die aus Rationalisierungsgründen mit einer solchen Milchleitung aus einer Sammelstelle zugeführt wird und jüngst wurde eine gleichartige Leitung für eine Greyerzermolkerei in Betrieb genommen. In einem Falle verläuft im gleichen Graben sogar eine separate Schottenleitung, mit welcher den Bauern auf dem Berg oben die Schotte zurückgeliefert wird.

Die Zahl der Milchleitungen dürfte im Alpgebiet in dem Ausmasse weiterhin zunehmen, als der Mangel an Alppersonal sich verschärft wird. Deshalb wird man gezwungen sein, soweit Topographie und Besitzverhältnisse dies ermöglichen, jeweils viele Einzelmilchen in eine gemeinsame, zweckmässig eingerichtete Fabrikationsstelle abzuleiten, für welche man denn auch eher einen tüchtigen Alpkäser finden wird, der eine gute Käsequalität sicherzustellen vermag.

Für das Hügelland des Unterlandes dagegen muss es eigentlich überraschen, dass man die realisierbaren Vorteile der Milchleitung bis heute nicht in einem grösseren Umfange eingesetzt hat, um Rationalisierungs-

probleme bei der Milchverwertung erfolgreicher zu lösen. Die anfänglich noch angebrachten Vorbehalte wegen eventueller grundsätzlicher Auswirkungen des Milchtransportes in Kunststoffleitungen auf die Milchqualität haben sich angesichts der nun über lange Zeit hinweg erreichten ausgezeichneten Käsequalität als überholt erwiesen. Man wird in absehbarer Zeit die Milchleitung immer mehr als willkommenes Hilfsmittel erkennen, um in der Hügellandregion bei stark verstreuten Siedlungen und abgelegenen Weilern die Milch in eine zentrale Verwertungsstelle hinunterzuleiten. Angesichts des Personalmangels können sich die Produzenten auf diese Weise lange, beschwerliche oder im Winter kaum benützbare Anfahrwege ersparen. Immer mehr auch wird man sich aus Kostengründen mit dem Gedanken der Milchleitung auseinandersetzen müssen, wenn in der Hügellandregion Kleinkäsereien mit veralteter Betriebseinrichtung aufgegeben werden müssen und die Milch zur weiteren Verwertung talwärts in grössere Betriebe zu führen ist. Im folgenden soll deshalb zuhanden der Praxis der Stand des heutigen Wissens über Einrichtung und Betrieb von Milchleitungen aus Kunststoff dargelegt werden.

### 2. Voraussetzungen für den Einsatz von Milchleitungen

Bevor an die nähere Planung einer Milchleitung herangetreten wird, ist gründlich zu prüfen, ob die betriebswirtschaftlichen Erwägungen wirklich für den Transport der Milch von der nähern Umgebung des Ortes

ihrer Gewinnung weg sprechen. Wenn ja, so ist zu prüfen, ob sie wirklich für die Milchleitung sprechen, oder aber z. B. wegen der relativ kurzen Alpnutzungszeit eher für eine andere Transportzeit. Sodann ist abzuklären, ob Distanz und namentlich die topographischen Verhältnisse den Bau einer Leitung überhaupt zulassen.

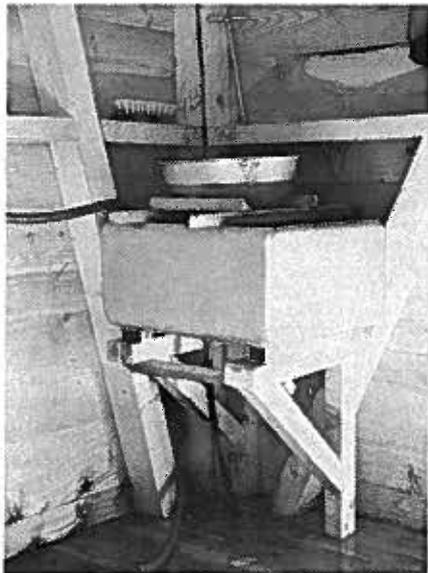


Abb. 1  
Einfache Abgangsstation einer Milchleitung im Alpengebiet

## 2.1. Betriebswirtschaftliche Erwägungen

— Bei einer **Alpverbesserung** mag es sich unter Umständen durchaus lohnen, eine Käserei mit zugehörigen Käsekellern auf der Alp neu zu erstellen resp. ein vorhandenes Gebäude zu renovieren oder auszubauen. Vielleicht aber erweist es sich als rationeller, und das ist häufig der Fall, die Milch mehrerer Alpen oder Stafel in eine zentrale Verarbeitungsstelle (Alpkäserei) in tieferer Lage zu leiten oder aber die Alpmilch in die bestehende, gut ausgebauten Dorfsennerei hinunter zu nehmen. Auf letztgenannte Weise lassen sich die sonst sommersüber stillgelegten Einrichtungen 3—4 Monate länger benutzen. Damit können Amortisation und Unterhalt der Alpkäserei eingespart werden und je nach Umständen besteht, wie die Erfahrung zeigt, oft bessere Gewähr für eine befriedigende Qualität der Produkte. In Touristengebieten kommt hinzu, dass, sofern dies den Interessenten als opportun erscheint, dank der Milchleitung das ganze Dorf samt den Feriengästen mit selbstproduzierter Milch versorgt werden kann. So fällt die teure Haltung von Heimkühen und der eben-

falls teure Antransport von Fernmilch in das Bergdorf dahin. Eine solche Milchverwertung kommt allerdings nur dort in Frage, wo für den einzelnen Tierbesitzer nicht der eigene Käse als Alpnutzen im Vordergrund steht.

— **In abgelegenen und vor allem im Winter schwer zugänglichen Weilern** mit mehreren Milchproduzenten besteht vielerorts immer noch Eigenverwertung der Milch, indem zentrifugiert, der Rahm zu Tale geliefert und die Magermilch in den eigenen Betrieben verfüttert wird. In solchen Fällen kann es bei entsprechender Milchmenge unter Umständen bedeutend wirtschaftlicher sein, die Milch mittels Leitung in eine Käserei oder Sammelstelle abzuführen.

— **Bei Betriebseinstellung in veralteten, zu kleinen Käsereien des Hügel- und Berggebietes** zumindest der Siloverbotszone lohnt es sich genau zu prüfen, wie bereits in der Einleitung erwähnt, ob nicht die Milchleitung das weitaus wirtschaftlichste und arbeitstechnisch zweckmässigste Transportmittel sei, um die Milch zur Verarbeitung in eine günstig gelegene, aufnahmefähige Nachbarkäserei zu verbringen. Sehr oft ist dies tatsächlich der Fall, unbestritten jedenfalls dort, wo man die Leitung in der Zwischenzeit (tags- und nachtsüber) noch benützen kann, um in reichlicher Menge billiges Quellwasser in eine Käserei zu holen, die einer teuren Wasserversorgung angeschlossen ist.

— Hinsichtlich der **Kosten** von Milchleitungen ist es für uns schwierig, nachträglich eindeutige Abrechnungen einsehen zu können und an vergleichenden Kostenvoranschlägen im Alpengebiet wird oft nur so lange gearbeitet, bis man sicher ist, dass mit der Milchleitung der Transport der Milch deutlich billiger zu stehen kommt als mit jeder andern möglichen Transportart. Tatsächlich ist die Kostensituation meist günstig, besonders wenn die Grabarbeiten zum Verlegen der Leitung im «Gemeinwerk» vorgenommen werden; ferner sind im Vergleich zum Strassentransport die Betriebskosten minim. Der Laufmeter Leitung unverlegt kostet je nach Kaliber zwischen Fr. 1.50 und Fr. 5.00, Verbindungsstücke montiert ca. Fr. 50.—. In einem konkreten Falle des Alpengebietes zeigte sich im Vergleich zum Transport mit der Milchleitung und nach Abzug der Subventionen, dass die Belastung pro Liter Milch durch Abtransport mit dem Jeep verdoppelt und bei Verkäsen auf der Alp (ohne die Fabrikationskosten zu rechnen) verdreifacht worden wäre. Von weitreichender Bedeutung scheint uns auch die Möglichkeit, durch Einsatz der Milchleitung eine wirtschaftlich interessante Milchverwertung (z. B. vermarktungsfähiger Käse) zu erzielen, wie sie ohne diesen «Kunstgriff» der Milchableitung aus verschiedensten Gründen nie realisierbar gewesen wäre. So ist von den Leitungen, die anfangs der Sechzigerjahre in Betrieb waren, bekannt,



Abb. 2  
Verlegen eines Leitungsabschnittes auf einer Alp

dass sie zu Verbesserungen im Milcherlös zwischen 2 und 20 Rp. pro kg Milch führten. Bei den heutigen Baukosten und Arbeitslöhnen dürften die Ergebnisse wohl noch deutlicher ausfallen, weil die dezentralisierte Milchverwertung durch diese ausserordentlich belastet wird. Gemeinsame Milchverwertung an einem einzigen Ort bedingt aber fast in jedem Fall den Milchtransport und da, wo die Anlage einer Milchleitung aus Kunststoff möglich ist, stellt diese auch heute die billigste und die Qualität der Milch am meisten schonende Transportmöglichkeit dar, dies wohl nicht nur im Alpengebiet, sondern ebenso im Unterland.

## 2.2. Distanz und topographische Verhältnisse

2.2.1 Die **Länge** der Leitung soll nicht mehr als 10 km betragen, weil sonst mit dieser Transportart denn doch zu viel Zeit verstreichen würde.

2.2.2 Ideal ist ein Gelände, in welchem die Milchleitung mit möglichst gleichmässigem **Gefälle** verlaufen kann. Wie die Erfahrung zeigt, ist es aber auch möglich, mit den Milchleitungen flache Strecken von mehreren Kilometern (z. B. auch in Wasserstollen) und Gegensteigungen bis zu 50 m zu überwinden. Den dabei auftretenden höhern Drucken kann mit entsprechender Wandstärke der Rohre begegnet werden.

2.2.3 Der **Höhenunterschied** zwischen der Berg- und der Talstation scheint keinen Beschränkungen unterworfen zu sein, indem z. B. auch bei 1500 m nie irgendwelche Nachteile festzustellen waren. Die Fliessgeschwindigkeit verbleibt in relativ engen Grenzen.

2.2.4 Mit Milchleitungen sollte man möglichst wenig Felspartien, Schluchten und Bäche durchqueren müssen. Wird die Leitung nur im Sommer verwendet, so sind solche Ueberquerungen unter bestimmten Bedingungen möglich.

2.2.5 Bei ganzjährig verwendeten Leitungen muss die Möglichkeit bestehen, sie in frostsichere Tiefe in den Boden zu verlegen. Von dieser unumgänglichen Bedingung darf nur abgewichen werden für Teilstücke, bei denen in der Nähe ein Stromanschluss vorhanden ist, um die Leitung elektrisch zu beheizen.

2.2.6 Bei Milchleitungen im Alpengebiet mit **sehr wenig Gefälle** am Anfang der Leitung (unter 20%) muss in der Bergstation unbedingt elektrischer Strom oder eine andere An-

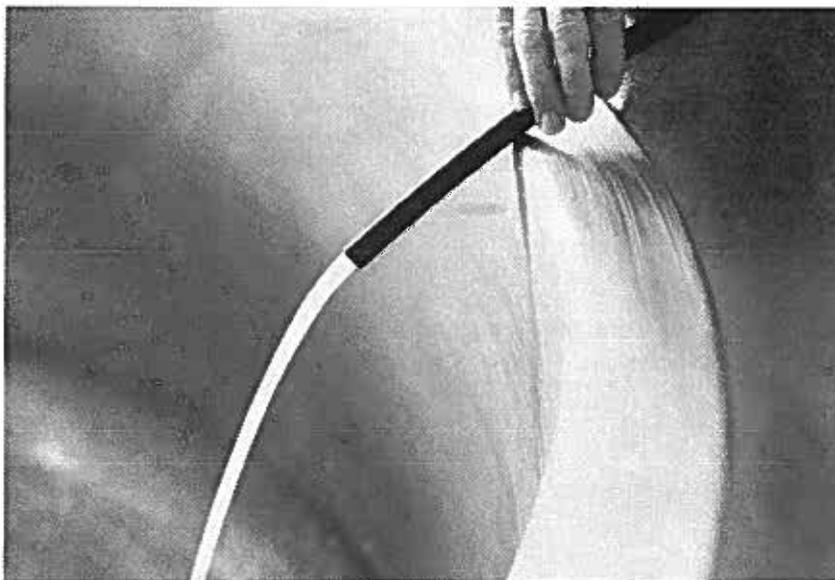


Abb. 3

Ende einer nur sommersüber verwendeten Alpleitung geringen Kalibers. Die Milch fliesst auffallend ruhig aus

triebsmöglichkeit vorhanden sein, um die Leitung beschicken zu können.

2.2.7 Oben bei der Abgangsstelle muss in jedem Falle genügend Wasser von Trinkwasserqualität und mit einem Druck von 3—4 atü verfügbar sein. Es wird zur Reinigung der Leitung gebraucht, aber je nach Anlage auch für das Stossen der Milch über weitgehend horizontale Stellen oder gar Gegensteigungen.

## 3. Technische Empfehlungen für den Bau von Milchleitungen

### 3.1. Das Leitungsmaterial

3.1.1 Die Kunststoffleitungen bestehen aus **Hart-Polyaethylen**, das durch Russeinlagerung geschwärzt ist und es ist allein diesem Material mit der speziell glatten Innenfläche zu verdanken, dass Milchtransport durch Röhren über so grosse Distanzen und Höhenunterschiede überhaupt möglich ist. Polyäthylen ist hydrophob, d. h. wird von Wasser, Milch etc. nicht benetzt. Deshalb gibt es während des Fliessens der Milch auch bei starkem Gefälle (bis 100%) nur sehr geringe Turbulenz und nach Ende des Durchflusses bleiben die Milchreste in Form von Perlen zurück, die allein schon durch das Spülwasser recht gut entfernt werden. Mäusefrass kommt bei Polyäthylen praktisch nicht vor und ist nur bei einem Falle bekannt, wo die Leitung unglücklicherweise mitten durch das Gangsystem einer Mäusesippe angelegt worden war.

3.1.2 Für das **Leitungskaliber** ist vor allem die pro Mal zu transportierende

Milchmenge und die zur Verfügung stehende Zeit von Bedeutung, wobei die Durchflussmenge auch vom Leitungsgefälle wesentlich beeinflusst wird. Eigene Erfahrungen bestehen für Kaliber bis 33 mm, mit Durchflussmengen bis ca. 60 Liter pro Minute. Die neue Leitung im Greyerzerfabrikationsgebiet arbeitet störungsfrei mit etwas grösserem Kaliber. Für Leitungen mit Nennmass 1.5 Zoll und mehr fehlt noch ein praktisches Beispiel, um beweisen zu können, dass unter solchen Gegebenheiten in der Milch keineswegs bedeutend stärkere Turbulenz mit Ausbutterungserscheinungen zu erwarten ist.

Die Fliessgeschwindigkeit erweist sich als überraschend einheitlich und variiert für die gebräuchlichen Kaliber je nach Gefälle zwischen 80 und 120 cm pro Sekunde. Entsprechend werden 1000 m Leitung in ungefähr 20—14 Minuten durchflossen. In jedem Falle muss das Kaliber auf der ganzen Länge der Leitung gleich gross bleiben (Reinigung, Druckverhältnisse).

3.1.3 Die **Wandstärke** der Milchleitung wird nach den zu erwartenden maximalen Drucken gewählt. Die Herstellerfirmen sind in der Lage, gestützt auf Profilaufnahmen des Leitungsverlaufes die notwendige Wanddicke zu bezeichnen. Die normale Wanddicke bei erheblichem Gefälle ist auf einen Nenndruck von 10 atü ausgelegt. Doch kann für Leitungen mit wenig Gefälle, wie sie mehrheitlich im Unterland denkbar sind, auch ein Nenndruck von nur 6 atü genügen. Zuzufolge der deswegen geringe-

ren Wandstärke ergibt sich dann ein etwas grösserer Innendurchmesser der Leitung und übrigens auch eine entsprechende Verbilligung des Rohres.

3.1.4 Als **Hersteller von Milchleitungen** aus Hartpolyaethylen sind bekannt:

- «Rollmaplast» / Rollmaplast AG, 4553 Subingen
- «Somoflex» / SOMO, rue des Caroubiers 7, 1211 Genève 24
- «Symalen» / Symalit AG, Lenzhard, 5600 Lenzburg

### Angaben zum Abschätzen von Leistungen und Zeitbedarf beim Milchtransport mit Leitungen

(zu verstehen als nur sehr approximative Berechnungen zur ungefähren Bereichsabgrenzung)

Zollmass Leitung	Nenndruck atü	Ø aussen m/m	Ø innen m/m	100 m Leitung fassen ca. Liter	bei Fließgeschw. ind. cm/sec	1 000 m Leitung gefüllt in Min.	Ausfluss Liter pro Minute	Ausfluss Liter pro Stunde	Ausfl. Zeit für 1 000 L in Minuten	Trennkugeln Ø m/m
1/2 "	10	20	16.0	20	80 120	20 14	9.6 14.4	570 860	104 69	30
3/4 "	10	25	20.4	32	80 120	20 14	15.6 23.5	930 1 500	64 42	35
1 "	10	32	26.2	54	80 120	20 14	25.9 38.9	1 550 2 330	39 25	45
1 1/4 "	6	40	35.4	98	80 120	20 14	47.0 70.5	2 820 4 230	21 14	50
1 1/4 "	10	40	32.8	84	80 120	20 14	40.5 60.7	2 430 3 640	24 16	50
1 1/2 "	6	50	44.4	155	(80)? (120)?	20 14	74.3 111.4	4 450 6 680	13 9	55
1 1/2 "	10	50	41.0	131	(80)? (120)?	20 14	63.3 95.0	3 800 5 700	15 10	50

3.1.5 Die Leitung wird mit Vorteil in **Abschnitte von 400—500 m Länge** aufgeteilt, wobei die Zusammenschlüsse so zu wählen sind, dass sie in ein günstiges, d. h. zugängliches Geländestück zu liegen kommen. Damit könnte im unwahrscheinlichen Falle irgendwelcher Panne sehr rasch der Störungsherd eruiert werden. Bei jeder Verbindung zweier Leitungsteile wird ein **Kontrollschacht** gesetzt, bestehend aus einer weiten Zementröhre, mit einem Wasserabfluss an der Unterkante und mit einem Zement- oder Gussdeckel verschlossen. Bei Winterbetrieb ist der Kontrollschacht mit Stroh und Laub zu füllen, damit die Milch im freiliegenden, den Schacht durchquerenden Leitungstück nicht einfriert. Bei Leitungen mit einer Gegensteigung muss am tiefsten Punkt der Leitung ein Kontrollschacht vorgesehen werden, um hier bei Stilllegung die Leitung öffnen, kontrollieren und entwässern zu können.

3.1.6 Die **Kupplungsstücke** (Racords) an den zu verbindenden Leitungsenden müssen so angefertigt

sein, dass die Leitung ohne spezielle Dichtung fugenlos und einwandfrei dichtend zusammengeschlossen wird. Die Milch soll nur mit Polyäthylen in Berührung kommen. Ferner dürfen keine Absätze, Fugen oder Einkerbungen entstehen, bei welchen sich Milchreste festsetzen könnten, die mit der Schwammgummikugel als einziger mechanisch wirkender Reinigungshilfe nicht mehr zu entfernen wären. Dadurch würde bakteriologisch beurteilt die Leitung inernert kurzer Zeit und oft sogar unwiderruflich unbrauchbar. Im gekuppelten Uebergang dürfen auch keine Einengungen des Leitungsquerschnittes entstehen, damit der Durchlauf der Kugeln in keiner Weise gestört wird. Die beiden Flanschseiten müssen somit äusserst sorgfältig plangeschliffen sein, um ohne Ritzen aufeinanderzupassen. Flachdichtende Kupplungen mit Verschraubungen aus Polyamid von +GF+ (Art. «KUV», speziell für Milchleitungen) haben sich sehr gut bewährt. Gegenwärtig sind sie nur noch bei der Firma Industrie- und Bauplastic AG, Brig/Sierre vorrätig.

### 3.2 Verlauf der Milchleitung im Gelände

Die Leitung soll ein möglichst gleichmässiges Gefälle aufweisen, soweit sich dies verwirklichen lässt. Sie soll deshalb den Ein- und Ausbuchtungen des Geländes folgen, damit Gegensteigungen, wenn nur irgendwie möglich, vermieden oder zumindest auf das Unumgängliche beschränkt werden können. Beim Queren von Bächen ist es ratsam, die Leitung unter dem Bach hindurch zu führen und sie dabei in eine Zementröhre oder galvanisierte Eisenröhre zu legen. Bei Wildbächen gleich wie bei unwegsamem Tobeln muss die Leitung an einem gespannten Stahlkabel hoch genug überführt werden (vergl. 3.4).

Beim Kreuzen von Alp- und Forstwegen oder von eigentlichen Strassen ist die Milchleitung möglichst tief zu verlegen und namentlich mit Zementröhren, Zoresisen oder galvanisierten Eisenröhren vor zu hohem örtlichen Aussendruck oder vor allfälliger Beschädigung (Pickel usw.) zu schützen.

### 3.3 Der Leitungsraben

Grundsätzlich ist die Milchleitung in einen Graben zu verlegen, was sie vor Tritt, Steinschlag und weitem Beschädigungen, insbesondere aber vor Sonnenbestrahlung resp. Frost bewahrt. Verzicht auf das Eingraben könnte höchstens in der Bergregion mit felsigen Stellen in Betracht gezogen werden, sofern es sich um Sommerleitungen handelt.

Die Grabensohle muss möglichst flach und ohne Mulden verlaufen und frei sein von herausragenden Steinen. Vor dem Einlegen der Leitung wird die Sohle mit feinem Aushubmaterial oder im Unterland vorzugsweise mit dem dort leichter erhältlichen Sand ausgeebnet. Beim Einlegen der Leitung wird man darauf achten, dass sie in möglichst langgestrecktem Hin und Her verläuft, damit die durch Temperaturwechsel bedingten Längenunterschiede ausgeglichen werden können. Ein zu enges Zick-zack ist dagegen zu vermeiden, weil es zu einer Schlagwirkung auf die fließende Milch Anlass gibt, was zu übermässiger Turbulenz und Ausbutterungserscheinungen führt. Die in den Graben gelegte Milchleitung zusammen mit dem Telefonkabel wird dann mit einer Schicht feinerem Material resp. mit Sand zugedeckt. Beim weitem Zuschütten des Grabens sind Steine, welche nahe an die Leitung zu lie-

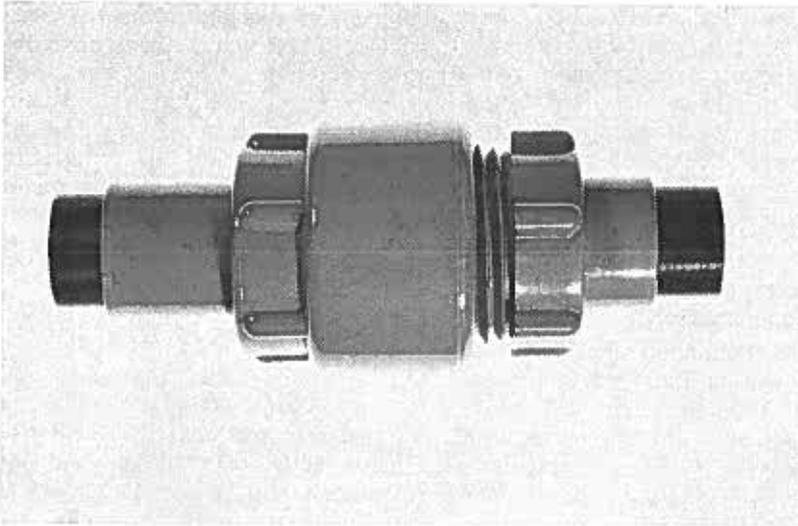


Abb. 4  
Verschraubte Spezialkupplung (+GF+) für Milchleitungen



Abb. 6  
Verlauf von Milchleitung und Telefonkabel in einem wegen Sommerbetrieb nur wenig tiefen Graben

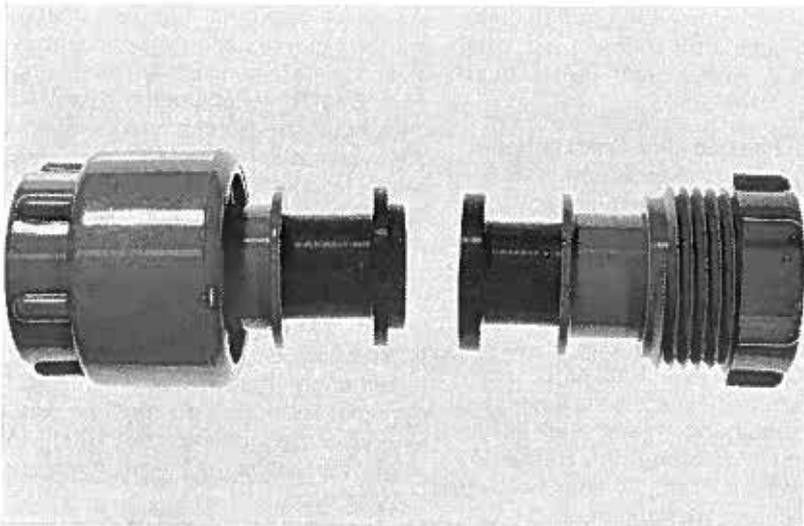


Abb. 5  
Genau aufeinander passende Endstücke der schwarzgefärbten Milchleitung, die von den umgebenden beweglichen Teilen der Kupplung beim Verschrauben dichtend angepresst werden

gen kommen, zu entfernen oder möglichst flach zu legen, um einen Kantendruck der Steine auf die Leitung zu vermeiden. Für Sommerleitungen genügen 30—40 cm Grabentiefe. Ganzjährig im Betrieb stehende Leitungen müssen dagegen in frostsichere Tiefen verlegt werden, d. h. je nach Gegend in 80—120 cm tiefe Gräben.

### 3.4. Spezialfälle des Leitungsbaues

3.4.1 Durchquert die Leitung ein Rutschgebiet oder einen Lawinengang, so kann es von Vorteil sein, die Leitung oberflächlich zu verlegen und jeweils für den Winter zu demontieren. Andernfalls ist die **Leitung**

**an Stahlkabeln aufzuhängen.** Dabei sind die Kabel so stark zu spannen, dass sie mit der Milchleitung belastet möglichst wenig Durchhang aufweisen. Die Briden sind am Polyäthylenrohr gut zu befestigen, aber ohne in die Leitung einzuschneiden und diese zu verletzen. Der **Bridenabstand** darf nicht mehr als 40 cm betragen, damit ein Durchhängen der Leitung zwischen den Briden vermieden wird, was wegen der Schlagwirkung in der vorbeifließenden Milch das Ausbuttern begünstigen würde. Der Ausgleich der unterschiedlichen Wärmeausdehnung von Stahl und Polyäthylen wird ermöglicht, indem die Briden auf dem Stahlkabel gleiten können.

3.4.2 **Freiliegende Leitungsabschnitte** sind bei Sommerleitungen vor Sonnenbestrahlung zu schützen, was durch genügende Beschattung erfolgen kann, falls der betreffende Leitungsabschnitt bei Alpabfahrt demontiert wird. Bei permanenten Leitungen bleibt nichts anderes übrig, als solche Abschnitte mit wetterbeständigem Material sorgfältig zu isolieren. Bei Leitungen, die auch im Winter im Betrieb stehen, kommen in Hinblick auf die Frostgefahr (Verstopfung) nur dort freiliegende oder -hängende Abschnitte in Frage, wo sich ein Stromanschluss in der Nähe befindet um eine **Heizung** installieren zu können, d. h. besonders am Anfangs- oder Endpunkt der Leitung. Solche Leitungsstücke werden mit einem elektrischen Heizdraht umwickelt und darüber gut isoliert. Es genügt, wenn damit bei kältesten Wintertemperaturen die Leitung auf einige Grade oberhalb des Gefrierpunktes erwärmt werden kann. Eine solche Installation ist relativ billig. Als Hersteller sind uns die Drahtwerke Altdorf bekannt.

3.4.3 Bei **Felspartien**, denen nicht ausgewichen werden kann, muss die Leitung geschützt und fixiert werden. Bei kürzern Ueberquerungen vermögen galvanisierte Eisenröhren zu genügen. Längere und gefährdete Abschnitte verlegt man dagegen in Zoresen und beide werden mit in den Fels einzementierten Hacken fixiert.

3.4.4 Führt die Milchleitung durch einen längern **Stollen**, so werden an

der Stollenwand mit möglichst gleichmässigem Gefälle verlaufende Zoresen befestigt und die Leitung eingelegt. Dieser Kanal kann in der Regel offen gelassen werden, ohne die obere Hälfte zu montieren. Ein Gleiten der Leitung lässt sich verhüten, indem sie ca. alle 20 m mit Briden am Zoresen befestigt wird.

### 3.5. Ausrüstungen für den Betrieb der Milchleitung

#### 3.5.1 Telefonverbindung

Für den Betrieb einer Milchleitung muss unbedingt die Möglichkeit einer telefonischen Verständigung zwischen Abgangs- und Ankunftsstelle der Milch vorhanden sein. Die Benützung des PTT-Netzes hat sich dabei in keiner Weise bewährt, weil es immer wieder vorkommt, dass die Leitungen besetzt sind und deswegen eine Verständigung im kritischen Moment verunmöglicht sein kann. Auch eignet sich das automatische Netz nicht zur Durchgabe von vereinbarten, einfachen Klingelzeichen oder Summtönen und ist deswegen im Betrieb in der Regel zu schwerfällig.

Mittels **Privattelefon**, für welches der PTT eine geringe Konzessionsgebühr zu entrichten ist, kann eine einfache, zweckmässige Verbindung hergestellt werden. Parallel zur Milchleitung wird ein zweiadriges, mit Polyäthylen oder ähnlichem sehr gut isoliertes Telefonkabel in den Graben gelegt resp. in Rohre usw. eingezogen. An beiden Enden wird ein einfaches, im Handel in verschiedenen Ausführungen erhältliches Batterietelefon angeschlossen. Bei Wechsel auf einen untern Stofel, wobei der obere Teil der Milchleitung abgehängt und ausser Betrieb gesetzt wird, kann an der nunmehrigen Bergstation im dortigen Kontrollschacht die vorbeiführende Telefonleitung angezapft werden. Nach vorsichtigem Entfernen kleiner Teile der Isolation an zwei voneinander etwas entfernten Stellen schliesst man dort den Apparat mit geeigneten Klemmen an; nach Wegnahme des Apparates sind diese Stellen wieder sorgfältig mit Isolierband abzusichern, damit die Verbindung zwischen den beiden Endstationen nicht gestört wird.

In jüngster Zeit sind in der technischen Entwicklung von **Funkgeräten** zu tragbaren Preisen auffallende Fortschritte erzielt worden. Obschon eigene Erfahrung fehlt, wäre es denkbar, dass bei günstigen topographischen Verhältnissen im Berggebiet

auch eine Funkverbindung ihren Zweck recht gut erfüllen könnte. Empfang oder Senden wäre dann aber nur zu den vereinbarten Zeiten möglich, d. h. nach oben oder nach unten ausser dieser Zeiten wie beim Telefon kämen hier wegen des Batterieverschleisses wohl kaum in Frage.

#### 3.5.2 Wasseranschluss in der Abgangsstation

Auch bei Leitungen im Alpgebiet bleibt es wie im Unterland unabdingbar, die Abgangsstation mit genügend und einwandfreiem Wasser mit mindestens 4—6 atü zu versehen. Die Installation ist so zu wählen, dass z. B. mit einem kurzen Schlauchstück sowohl direkt an die Milchleitung (Hahnen) angeschlossen als auch das Milchbassin mit Wasser gefüllt werden kann. In jedem Falle muss Heisswasser zur Verfügung stehen, um im Bassin das Reinigungs- und Entkeimungsmittel auflösen zu können, sei es aus einem Boiler oder von einer Feuerstelle.

#### 3.5.3 Milchbassin und Dreiweghahn

In der Abgangsstation muss ein Milchbassin mit einem einfachen Abschlusshahn vorhanden sein, das vor dem Ablassen genügend Milch aufnehmen kann um mit aller Sicherheit zu gewährleisten, dass die Leitung während des Ablassens immer voll Milch fliesst. Einsaugen von Luft würde die Gefahr von Ausbutterungserscheinungen mit sich bringen. Eine Vertiefung im Bassinboden rund um den Auslauf herum trägt deshalb wesentlich dazu bei, dass die Leitung bis zuletzt voll und ohne Luftansaugen läuft. An dieses Bassin, gegebenenfalls an die nachgeschaltete Pumpe ist ein Dreiweg-

hahn anzuschliessen. Dieser ermöglicht, während des Melkens oder der Milchannahme, d. h. während des Auffüllens des Milchbassins schon Wasser in die Leitung zu geben oder im richtigen Moment und ohne Luftansaugen die Schwammgummikugeln abzuschicken. Der Dreiweghahn wird sodann direkt mit der Milchleitung verschraubt.

#### 3.5.4 Milchpumpe

Mit Ausnahme von Milchleitungen mit durchwegs starkem Gefälle im Alpgebiet (mindestens 20%) ist der Einsatz einer Milchpumpe bei der Abgangsstation jeder Leitung als Normalfall zu betrachten. Um die Milch, das Spülwasser und die Reinigungslösung sowie auch die Trennschwammgummikugeln auf den Weg zu schicken, wird die Milchpumpe unerlässlich. Bei Fehlen von elektrischem Strom kann auch ein Antrieb mit Verbrennungsmotor oder Turbine in Frage kommen. Es ist eine unter dem Begriff «Milchpumpe» im Handel erhältliche Pumpe zu verwenden. Sie wird zwischen Bassin und Dreiweghahn montiert und zwar so, dass vom Bassin her bis zum Anschluss an die Milchleitung die Milch möglichst horizontal verläuft, ohne dass irgendwelche aufsteigenden Rohrbogen zwischengeschaltet werden. In solchen Bogen würde sich Luft ansammeln, die von der Milch mitgerissen wird und zu mechanischer Ueberbeanspruchung der Milch infolge Turbulenz, d. h. zu Ausbutterung führt.

#### 3.5.5 Schwammgummikugeln

Solange bei Leitungen im Berggebiet mit starkem Gefälle der Schwamm-

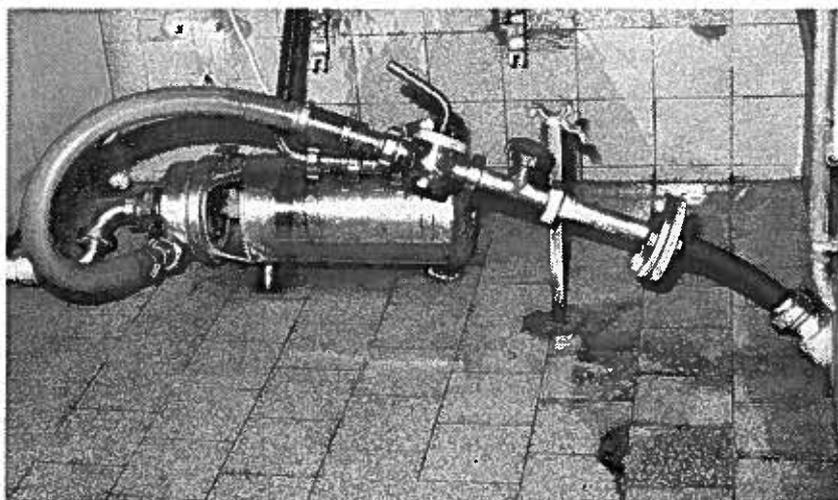
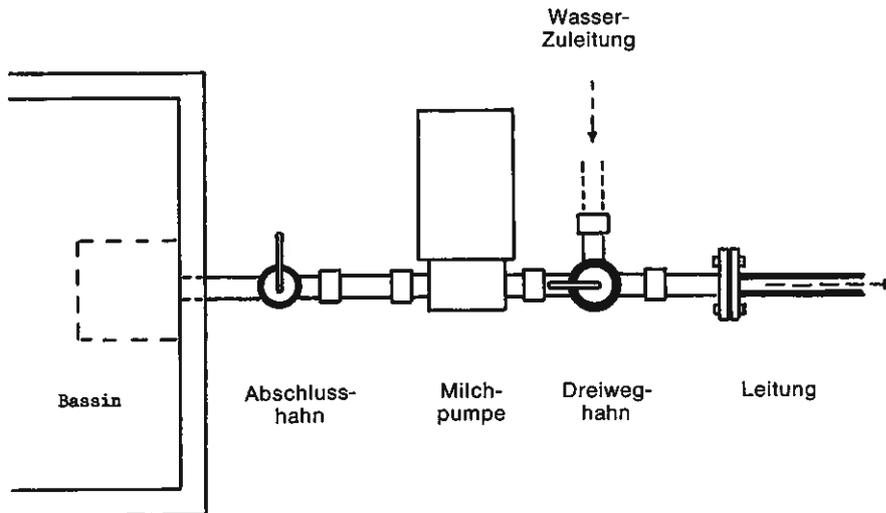


Abb. 7  
Einfache Abgangsstation in einer stillgelegten Käserei. Beim Dreiweghahnen besondere Anschlussstutzen zum Einführen der Schwammgummikugeln



Notwendige Installationen in einer Abgangsstation mit Ganzjahresbetrieb

gummikugel nur die Aufgabe zuge-dacht ist, die chemische Reinigung durch Reiben an der Innenfläche der Leitung mechanisch zu unterstützen, genügen Reinigungskugeln mit einem Durchmesser, der 5—6 mm grösser ist als das Kaliber der Leitung. Sie können sehr gut selber zugeschnitten werden.

Bei den **Trennkugeln** dagegen, die beim Transport der Milch mithelfen, d. h. in der Leitung die Milch vom Wasser zuverlässig zu trennen haben, muss der Durchmesser so gewählt werden, dass in der Leitung die Schwamm-poren zusammengedrückt werden. Die Gefahr eines Durchtritts von Flüssigkeit auf die andere Seite der Trennkugel muss und kann bei Wahl des richtigen Materials und Durchmessers ausgeschlossen werden. Eine Wässerung der Milch unterbleibt tatsächlich. Wesentlich sind somit eine gleichmässig kugelige Form und ein genügender Mehrdurchmesser gegenüber dem Leitungskaliber. Die entsprechenden Angaben befinden sich in der weiter vorne stehenden Tabelle. Der Schwammgummi soll von mittlerer Weichheit sein und kleine bis mittlere Porengrösse aufweisen. Solche Kugeln werden auch in der Getränkeindustrie verwendet und sind daher in Kellereifachgeschäften erhältlich. Es empfiehlt sich die Anschaffung von mindestens 6 Serien zu 5 Kugeln, d. h. 30 Stück, damit in der Bergstation immer genügend Kugeln gereinigt zur Verfügung stehen. Bei Auftreten von Abnützerscheinungen sind sie frühzeitig durch neue zu ersetzen. Eine Gefahr des Steckenbleibens von Kugeln in der Leitung besteht nicht, solange die Kupplungen vorschriftsgemäss

konstruiert sind, d. h. keine querschnittsverengenden innere Kanten aufweisen.

### 3.5.6 Ankunftsstation

Das freie Ende der Leitung darf unter keinen Umständen mit einem Hahnen oder einer andern Absperrvorrichtung versehen werden, weil dies die Gefahr eines Platzens der Leitung bei zu hohem momentanen Druckanstieg heraufbeschwören müsste. Die Polyäthylenrohre sind normalerweise für einen Nenndruck von 6 oder 10 atü angelegt. In der Ankunftsstation ist deshalb das freie Ende der Milchleitung so beweglich vorzusehen, dass einerseits die ankommende Milch entweder in einen Lagerbehälter, in Kannen oder in das Käsekessi resp. den Fertiger, andererseits das Spülwasser und die Reinigungslösung ohne alles zu ver-

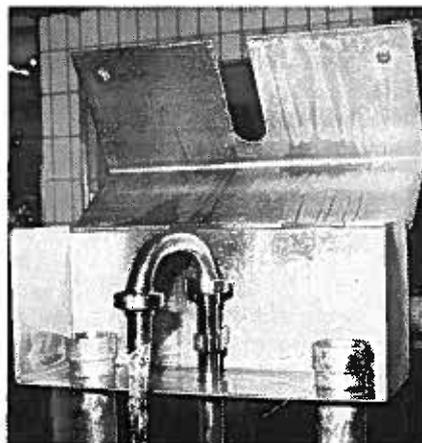


Abb. 8

Ankunftsstation einer Milchleitung, die in der Zwischenzeit dem Wassertransport dient. Das Kunststoffrohr endet mit geflanschem Uebergang im Kellergeschoss. Rechts ist der Ablauf ins Bassin der Hauswasseranlage sichtbar, links der Ablauf in die Kanalisation

spritzen in einen nahen Ablauf geleitet werden können.

### 3.5.7 Grundsätzliches zur Reinigung

Charakteristisch für den Milchtransport in Kunststoffröhren, welche im Boden verlegt sind, ist die Tatsache der Abkühlung der Milch auf Bodentemperatur schon nach kurzer Laufzeit. Das Innere der Leitung wirkt als riesiger Oberflächenkühler. Diesem Vorteil steht der Nachteil gegenüber, dass auch Reinigung und Entkeimung stets im Temperaturbereich von 10°C und weniger stattfinden müssen und deswegen in den Möglichkeiten etwas eingeschränkt sind. Reinigung und Entkeimung sind somit nur auf chemischem Wege möglich. Besonders unerwünscht sind diesbezüglich Ausbutterungen des Milchfettes, die das Innere der Leitung mit einer wegen der Kälte zähhaftenden fettigen Schicht verschmieren. Die äusseren Poren der Schwammgummikugeln erscheinen nun mit «Butter» verstopft am Auslauf der Leitung. Es braucht in der Folge geduldiges, stundenlanges Durchpumpen von Reinigungslösung, um die Leitung wieder sauber zu kriegen. Aus diesem Grunde muss peinlich alles vermieden werden, was zu übermässiger Turbulenz der Milch führt. Man wird somit den Lufteintritt resp. das Luftansaugen auf das unumgängliche Minimum zu beschränken suchen.

Folgeschwer wird stets auch ein unbemerktes fahrlässiges Unterschreiten der Gebrauchskonzentration des kombinierten Reinigungs- und Entkeimungsmittels sein, oder die irrtümliche Verwendung eines falschen Mittels, was meist erst zum Vorschein kommt, wenn die Milch in Geruch oder Geschmack auffallend verändert ist. Bei Leitungen im Berggebiet, die nur während kurzer Monate im Betrieb stehen, ist unbedingt darauf zu achten, dass man bei Alpabfahrt nicht vergisst, nach dem letzten Milchablass die Leitung gründlich zu reinigen. Es würden dadurch Ablagerungen entstehen, die im nächsten Frühjahr mit den normalen Reinigungsmöglichkeiten kaum mehr zu entfernen sind.

### 3.5.8 Unterhalt der Leitung

Einwandfrei verlegte Leitungen mit sorgfältig angefertigten Kupplungen verlangen in der Regel, sofern sie vorschriftsgemäss betrieben und namentlich gereinigt werden, keinerlei speziellen Unterhalt. Unterhaltskosten fallen somit nicht an, aber es dürfte wie allgemein üblich aus

grundsätzlichen Erwägungen vor-  
sichtig sein, dennoch in den Berechnungen einen Betrag für Unvorhergesehenes einzusetzen.

#### 4. Betrieb und Reinigung der Milchleitung

Es wird hier für die Abgangsstation von folgendem Installationskonzept ausgegangen: Milchbassin mit einfachem Hahn — daran angeschlossen eine Milchpumpe — daran angeschlossen ein Dreiweghahn — daran angeschlossen die Kunststoffleitung. Bei Fällen im Berggebiet, wo die Leitung auch ohne Pumpe beschickt werden kann und der Dreiweghahn direkt an den Abschlusshahn des Bassins angeschlossen ist sowie bei noch einfacheren Installationen sind die Einzelheiten der Anleitung sinngemäss anwendbar.

##### 4.1. Milchbehandlung vor dem Ablassen

4.1.1 Es ist von Vorteil, die Milch nach jeder Melkzeit sofort abzulassen und so die Abendmilch durch den Leitungstransport bereits ohne weiteren Aufwand gekühlt am Ankunftsart zu lagern.

4.1.2 Wird die Milch nur morgens zu Tale gelassen, so ist oben das Abendgemelk gekühlt im Milchbassin aufzubewahren. Um die Bildung einer Rahmschicht zu verhindern, sollte die Milch über Nacht mit einem Rührwerk mit ausgesprochen niedriger Tourenzahl in Bewegung gehalten werden. Bei den in der Milchleitung herrschenden tiefen Temperaturen vermögen Rahmfetzen am Kunststoff anzusetzen, was die Reinigung zumindest nicht vereinfacht. Das Morgenmelk wird ungekühlt zur Abendmilch ins Bassin gegeben, während die Bassinmilch bereits abläuft.

##### 4.2. Ablassen der Milch

4.2.1 Mit dem Ablassen darf erst begonnen werden, wenn Gewähr dafür besteht, dass die Milchleitung ununterbrochen voll Milch wird laufen können. Das Einsaugen von Luft durch den Sog im Bassinauslauf muss mit aller Sorgfalt vermieden oder doch auf ein unumgängliches Minimum reduziert werden (Turbulenz, Ausbutterungserscheinungen!)

##### 4.2.2 Wasser vor der Milch

Vor dem Milchablassen wird während 5—10 Minuten Wasser durch den Dreiweghahn in die Milchleitung einlaufen gelassen. In Fällen ohne Milchpumpe ermöglicht gleichzeitig

der Sog dieser Wassersäule den Start der 1. Schwammgummikugel.

##### 4.2.3 Milch

Nun ist die 1. Schwammgummikugel in den Dreiweghahn einzuführen. Sobald man den Dreiweghahn auf Milchablass stellt und gleichzeitig die Pumpe einschaltet, wird die Trennkugel von der Milch vor sich her gestossen. Diese 1. Kugel trennt die Milch vom vorher abgelassenen Wasser und stösst alle noch in der Leitung, besonders in durchhängenden Partien befindlichen Wasserreste aus. In Fällen ohne Pumpe, bei welchen sich die Leitung jeweils von selbst entleert, braucht es diese Kugel nicht.

##### 4.2.4 Wasser nach der Milch

Sofort auf die Milch folgt nun die 2. Schwammgummikugel zur Trennung der Milch vom nachfolgenden Wasser, wobei peinlich zu vermeiden ist, dass zwischen Milch und 2. Kugel eine Luftblase entsteht (Turbulenz!). Im Dreiweghahn wird zu diesem Zwecke beim Wasseranschluss die Kugel vorher eingeführt. Sobald im Ablauf des Milchbassins das Luftnachsaugen einsetzt, wird unverzüglich der Hahn auf Wasserdurchlauf gedreht und dadurch kann nun die Kugel unmittelbar der Milch folgen. Bei einfacheren selbst auslaufenden Anlagen im Berggebiet wird die Kugel vom Innern des Bassins her in den Ausfluss eingeführt und sofort mit fließendem Wasser (in Abfluss eingesteckter Schlauch) nachgedrückt. Oder aber man schraubt rasch die Leitung vom Bassin ab, gibt die Kugel in die Leitung und verschraubt unverzüglich mit dem Wasseranschluss. Die Leitung soll stets ganz voll Wasser laufen. Dieses Wasser nach der Milch bewirkt ein Vorspülen der Leitung, was unerlässlich ist um die Wirkungskraft des nachfolgenden Reinigungs- und Entkeimungsmittels nicht zu beeinträchtigen. Gleichzeitig wird durch die Wassersäule die Milch über eventuelle flache Stücke oder eine Gegensteigung befördert. Deshalb soll die Leitung dabei voll Wasser laufen und der Wasserablass soll ungefähr 15 Minuten dauern.

##### 4.3. Reinigung und Entkeimung der Milchleitung

4.3.1 Während das Vorspülwasser (4.2.4) läuft, wird das Milchbassin mit der Pumpe von Dreiweghahn und Milchleitung getrennt und mit vorher bereitgestelltem temperiertem Wasser und einer Bürste gründlich ge-

reinigt. Das Waschwasser lässt man durch die Pumpe hindurch auf den Boden wegfließen und schliesst dann das Bassin incl. Pumpe wieder mit dem Dreiweghahn und der Milchleitung zusammen.

4.3.2 Nun wird im Milchbassin die Reinigungs- und Entkeimungslösung zubereitet. 100 Liter Lösung sind als Minimum zu betrachten. Bei grosskalibrigen Leitungen sind mindestens 150 Liter notwendig. Die Lösung muss 0.5%ig sein, d. h. in 100 Liter Warmwasser von ca. 40° C sind 500 Gramm Substanz aufzulösen. Bei kaltem Wasser dauert das Auflösen viel länger. Als kombinierte Reinigungs- und Entkeimungsmittel sind für Kunststoff-Milchleitungen nur folgende Produkte geeignet und zugelassen:

- |               |                |
|---------------|----------------|
| — Alfamin     | — Parco-combi  |
| — Blahavit    | — P3-z-spezial |
| — Calgonit D  | — Silavit 42   |
| — Neomoscan M |                |

4.3.3 Sobald sich das Mittel vollständig aufgelöst hat, wird durch Benetzen der Wände mittels der Bürste zunächst das Milchbassin selbst entkeimt. Dann wird der Wasseranschluss vom Dreiweghahn getrennt, in die Oeffnung des Hahnens die 3. Schwammgummikugel eingeführt und durch anschliessendes Drehen dieses Hahnens die Reinigungs- und Entkeimungslösung aus dem Bassin durch die jetzt eingeschaltete Pumpe hindurch — nun mit der Kugel voran — in die Milchleitung gedrückt.

4.3.4 Sobald ungefähr die Hälfte der Lösung abgelassen ist, wird kurz unterbrochen, um durch die Oeffnung des Dreiweghahnens die 4. Schwammgummikugel in die Leitung zu geben. Befindet sich die ganze Lösung in der Milchleitung, so wird der Dreiweghahn wiederum auf Wasserzulauf gestellt, durch die Oeffnung noch die 5. Schwammgummikugel eingeführt und diese mit dem Druck des erneut an den Dreiweghahn angeschlossenen Wassers in die Leitung befördert. Das Wasser lässt man noch solange weiterlaufen, bis von unten her der Austritt der fünften und letzten Kugel aus dem Leitungsende gemeldet wird. Bis zum nächsten Milchablassen bleibt jetzt die Leitung auch bergseits offen, sofern sie nicht in der Zwischenzeit zur Wasserversorgung verwendet wird.

In Fällen des Berggebietes, in welchen die Reinigungs- und Entkeimungslösung ohne Pumpe und Wasserdruck von selbst abläuft, können die Rückstände der Lösung zur Ver-

längerung und Verstärkung der Wirkung ohne weiteres in der Leitung belassen werden. Spätestens 2 Stunden vor dem nächsten Milchablassen müssen sie dann aber durch Lauflassen von mindestens 200 Liter Wasser unter Zusatz von 2 Kugeln gründlich weggespült werden.

4.3.5 Nun sind noch Milchbassin und Pumpe vom Dreiweghahn mit Leitung zu trennen und mit Wasser gründlich nachzuspülen, die Pumpe dabei im Durchlauf.

4.3.6 Wöchentlich einmal müssen Pumpe und Dreiweghahn zerlegt und

die einzelnen Bestandteile incl. Pumpegehäuse mit Bürste und Entkeimungslösung gemäss Punkt 4.3.2 gründlich von Hand gereinigt werden. Anschliessend ist mit sauberem Wasser nachzuspülen.

#### 4.4. Behandlung der Schwammgummikugeln

4.4.1 Der Reinigung und besonders Entkeimung der Schwammgummikugeln ist aus naheliegenden Gründen grosse Aufmerksamkeit zu schenken. Selbst wo Heisswasser und

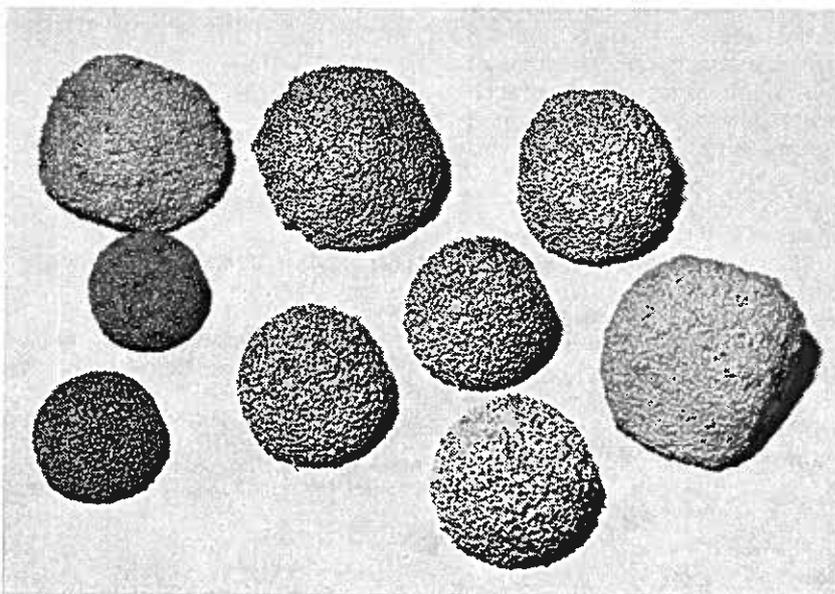


Abb. 9  
Schwammgummikugeln, die beiden kleinen aus dem Kellereifachgeschäft, die übrigen aus der Eigenfabrikation

Dampf zur Verfügung stehen, dürfte es aus praktischen Gründen und zur Schonung des Materials zweckmässiger sein, ein chemisches Mittel und natürlich soweit möglich warmes Wasser (Temperatur nach Gebrauchsanweisung) zu verwenden.

4.4.2 Nach Ankunft am Ende der Milchleitung sind die betreffenden Kugeln zunächst in warmem Wasser durch mehrmaliges Ausdrücken von innerlichen Milchresten bestmöglich zu befreien.

4.4.3 Danach werden sie in einem Gefäss mit warmer, in der Regel 0.5%iger Lösung des auch zur Reinigung und Entkeimung der Milchleitung verwendeten chemischen Produktes (Punkt 4.3.2) nochmals durch mehrmaliges Ausdrücken gründlich gereinigt und entkeimt. Diese Lösung ist jeweils nach wenigen Tagen zu erneuern. Mit Vorteil werden sodann die Kugeln bis zu

ihrem Abtransport nach oben noch einige Tage lang in einem zweiten Gefäss mit sauberer Reinigungs- und Entkeimungslösung aufbewahrt. Auch diese Lösung ist von Zeit zu Zeit zu erneuern.

4.4.4 Nach dem endgültigen Herausnehmen der Kugeln aus der Lösung müssen sie in sauberem Wasser wiederum durch mehrmaliges Ausdrücken auch im Innern von den Resten des chemischen Produktes befreit werden. Dann können sie unmittelbar neu verwendet oder getrocknet werden.

#### 4.5. Behandlung der Milchleitung vor und nach längerem Nichtgebrauch (Alpgebiet)

4.5.1 Nach dem letzten Milchablassen zu Ende der Alpzeit ist die Leitung wie unter Punkt 4.3. angegeben gründlich zu reinigen und zu entkeimen. Das obere Ende ist nun ohne Abschluss zu belassen und es darf

auch kein Wasser mehr einlaufen können. Handelt es sich um eine Leitung mit Gegensteigung, so ist anschliessend an der tiefsten Stelle die Verbindung zu lösen, damit alles noch vorhandene Wasser auslaufen kann. Anderntags kann die Kupplung wieder zusammengeschraubt werden.

4.5.2 Vor dem ersten Milchablassen nach der Alpauffahrt vergewissert man sich bei Leitungen mit Gegensteigung, dass die Leitung an ihrer tiefsten Stelle tatsächlich richtig zusammengeschraubt wurde. Nun wird sie vor dem ersten Gebrauch wie unter Punkt 4.3. angegeben gründlich gereinigt. Angezeigt ist es, hiezu 200 Liter Reinigungslösung und 5 Kugeln zu verwenden.

#### 5. Einflüsse der Kunststoff-Milchleitung auf Qualität und Verwertbarkeit der Milch

Die Frage einer eventuellen Beeinflussung der Qualität der Milch durch den Leitungstransport stellte sich von allem Anfang an und ist in zahlreichen und jahrelangen Versuchen und Untersuchungen stets im Vordergrund des Interesses gestanden. Besondere Aufmerksamkeit fanden dabei die **Turbulenz** in der über so weite Distanzen fliessenden Milch und deren eventuellen Folgen, wie man sie sich unschwer zum Vorneherein vorstellen konnte. Bekanntlich erwies sich dann aber in der Folge diese Turbulenz wegen der begrenzten Fließgeschwindigkeit der Milch im Normalfall als viel geringer als erwartet. Auswirkungen von Bedeutung ergaben sich stets nur bei Sonderfällen, wenn aus Nachlässigkeit oder wegen Konstruktionsmängeln zu viel Luft in die Milchleitung geriet und dort in der Milch mehr oder weniger den heftigen, bei Wasserleitungen wohl bekannten Effekt auszulösen vermochte. Die Folge davon waren unerwünschte Ausbutterungserscheinungen. Im Normalfall allerdings konnte immerhin eine ganz geringfügig verminderte **Aufnahmefähigkeit der Milch** festgestellt werden, die auf den Homogenisationseffekt der Turbulenz und sicher auch auf die gründliche Abkühlung der Milch zurückzuführen sein dürfte. Nach mehrstündiger Lagerung der Milch indessen war der Unterschied bald weitgehend wieder ausgeglichen. Bezüglich Labfähigkeit zeigten sich überhaupt keine Einflüsse der Leitung.

In bakteriologischer Hinsicht verhält sich die Milchleitung nicht anders als alles Milchgeschirr. Ist sie richtig konstruiert und einwandfrei gereinigt und entkeimt, so erfährt die Milch keine zusätzliche Infektion und die Keimzahl der transportierten Milch bleibt praktisch unverändert. Schäden an der Leitung, wie fehlerhafte Lötstellen oder Flanschen, wo innerlich Milchresten ansetzen können, haben natürlich sehr ärgerliche Folgen auf Keimzahl sowie Geruch und Geschmack der Milch; dies bestätigt wie wichtig es ist, solche Arbeiten fachmännisch ausführen zu lassen. Verhängnisvoll haben sich Einzelfälle erwiesen, wo von aussen her (z. B. Pickelschlag) die Leitung Löcher erhielt, die begreiflicherweise lange Zeit unter der Erdoberfläche unentdeckt blieben. Beim Ablassen der Milch tritt an solchen Stellen wegen des Druckes Milch ins Erdreich aus, wo sich ein Infektionsherd mit aus dieser Erde stammenden Buttersäurebakterien bildet. Sobald dann in der Leitung ein gewisser Sog entsteht, wird von jenem Saft eingesogen und die Folge davon besteht in einer verheerenden Blähstörung, welche die gesamte Käseproduktion von Wochen oder Monaten erfassen kann. Hier erhellt der

Vorteil einer genügenden Grabentiefe beim Verlegen der Leitung und auch der Vorteil der relativ kurzen Leitungsabschnitte, die in derartigen Situationen ein rasches Herausfinden des Ortes der Störung erleichtern. Abgesehen von solchen Einzelfällen wurden nicht nur bei Walliser-Raclettekäse, Bündner und Berner Alpkäse die denkbar besten Erfahrungen mit der Milchleitung gemacht; namentlich auch gerade bei Emmentalerkäse ist der Nachweis gelungen, ebenfalls Spitzenqualität über lange Zeit hin produzieren zu können. Der Käser muss sich jedoch dabei bewusst sein — und dies dürfte den Ausschlag geben —, dass ihm die Leitung eine rasch und konsequent gekühlte Milch liefert, die er je nach Käsesorte durch gezielte Vorreifung zur Verarbeitung fachmännisch vorbereiten muss.

Abschliessend sei nochmals festgehalten, dass nach heutigem Stand der Kenntnis und Erfahrungen die Milchleitung aus Hartpolyaethylen ohne Bedenken für den Transport von Milch aller Verwendungszwecke dienen kann, vorausgesetzt sie wird nach Anleitung und Vorschrift gebaut, unterhalten, gereinigt und entkeimt.

#### Literatur:

- Ritter, P., Schweiz. Milchzeitung (1957) (Wissenschaftl. Beilage Nr. 50 u. 51).
- Ritter, P., Alpw. Monatsblätter «Die Blaue» (1957) Nr. 5, 162—178
- Ritter, P., Schweiz. Milchzeitung (1960) Nr. 27
- Ritter, P., Techn. Rundschau (1960) Nr. 4, 49—51
- Ritter, P., St. Galler Bauer (1961) Nr. 49, 1391—1405
- Ritter, P., Schweiz. Zeitschrift für Vermessung, Photometrie und Kulturtechnik, Nr. 7 u. 8, 1973
- Strebel, E., Alpw. Monatsblätter «Die Blaue» (1956) Nr. 7, 247—256
- Strebel, E., Alpw. Monatsblätter «Die Blaue» (1960) Nr. 10, 479—488
- Zellinger, A. u. Bojkov, E., Milchwissenschaftliche Berichte 7/1 (1957)
- Zellinger, A. u. Bojkov, E., Die Bodenkultur (1957), 10, 265—278
- Eidg. Zentralstelle mKBD Liebefeld, Dokumentation mKBD Nr. 13, Dezember 1970 (Betriebs- und Reinigungsvorschrift für Kunststoff-Milchleitungen)