

## **Anhang 4**

zum Branchenstandard "Installation und Service von Melkanlagen", Juni 23

# **Richtlinien über die Installation von Melkanlagen**

## **1. Gegenstand**

Der Branchenstandard "Installation und Service von Melkanlagen" schreibt vor, dass die Melkanlagen nach den Richtlinien des Branchenstandards zu installieren sind. Diese Richtlinien stützen sich auf die ISO-Normen 5707 (Melkanlagen: Konstruktion und Leistung) und 3918 (Melkanlagen: Begriffe) und die Agroscope-Empfehlungen für das Messen und Beurteilen der Mechanik in der Zirkulations-Reinigung von Rohrmelkanlagen in Anbindeställen und Melkständen. Die zugrundeliegenden ISO-Normen gelten uneingeschränkt, ebenso wie ihre deutschsprachigen Versionen (DIN-ISO 5707, DIN-ISO 3918).

Diese Richtlinien gelten für alle Arten von Melkanlagen (geringfügige Ausnahmen können für einzelne Arten von Melkanlagen konstruktionsbedingt bestehen). Nach ISO-Norm 3918 sind Melkanlagen definiert als "vollständige Einrichtungen zum Melken, üblicherweise bestehend aus Vakuumsystem, Pulssystem, Milchsysteem, einer oder mehreren Melkeinheiten und weiteren Bauteilen". Dies schliesst Eimermelkanlagen, Kannenmelkanlagen, Rohrmelkanlagen, Messbehältermelkanlagen und automatische Melkanlagen (Definitionen siehe Anhang 1 dieser Richtlinien) ein.

## **Für automatische Melkanlagen gilt zusätzlich Anhang 6 des Branchenstandards.**

Diese Richtlinien geben die Minimalanforderungen vor. Den Firmen ist es freigestellt, höhere bzw. strengere Anforderungen für ihren Gebrauch aufzustellen.

## **2. Zielsetzung**

Einwandfrei installierte und funktionierende Melkanlagen sind eine der Voraussetzungen für fachgerechtes und tierfreundliches Melken.

Die Richtlinien sollen helfen, vermeidbare Installationsmängel zu verhindern und damit einen Beitrag zur Qualitätssicherung bei der Milchproduktion zu leisten.

## **3. Werkstoffe (ISO 5707)**

- Dürfen die Milch nicht negativ beeinflussen.
- Alle mit Vakuum beaufschlagten Bauteile müssen einem Vakuum von 90 kPa ohne bleibende Verformung standhalten.

Alle Werkstoffe, die mit Milch oder Reinigungslösungen in Berührung kommen, müssen den höchsten auftretenden Temperaturen standhalten und sowohl gegenüber MilCHFett als auch gegenüber Reinigungs- und Desinfektionslösungen beständig sein.

## 4. Vakuumsystem

### 4.1. Luftleitung (Vakuumleitung)

Für die Luftleitung sind Werkstoffe zu verwenden, die den Anforderungen unter Punkt 3 entsprechen. Im Übrigen gelten folgende Anforderungen:

- Leitungen fest montiert und nicht durchhängend.
- Leitungssystem möglichst kurz und selbst entwässernd (automatische Entwässerung).
- Luftleitungen müssen für die Reinigung mit Spülhähnen, abnehmbaren Stopfen oder Kapfen ausgerüstet sein. Für Ringleitungen wird empfohlen, ein Absperrventil mit beidseitigen Spülhähnen einzubauen.
- Gefälle auf dem ganzen Leitungssystem mindestens 0,5 %.
- Keine Verengungen im Leitungssystem vom Leitungsende Richtung Vakuumpumpe hergesehen.
- Richtungsänderungen nur mit Bögen (Mindestradius der Mittellinie 45 mm), nicht mit Winkeln.
- Reibehähne müssen Endanschlüge aufweisen.
- Die Luftleitung muss mit Messpunkten (Anschlusspunkten) für das Luftdurchflussmessgerät und für die Vakuummessung (siehe Abb. 1 und 2, Anhang 3) ausgerüstet sein.
- Der Innendurchmesser muss mindestens den Tabellen 1 und 2, Anhang 4, entsprechen.

### 4.2. Vakuumpumpen

Die Vakuumpumpe muss allen betriebsbedingten Anforderungen (Melken und Reinigen) der Melkanlage und anderer Einrichtungen, die entweder ständig oder nur teilweise während des Melkens arbeiten und einen Luftbedarf verursachen, genügen.

Zusätzlich zu den betriebsbedingten Anforderungen soll die Vakuumpumpe über einen ausreichenden Luftdurchfluss verfügen, so dass ein Vakuumabfall an oder in der Nähe des Milchabscheiders 2 kPa während des normalen Melkens, einschliesslich Ansetzen und Abnehmen des Melkzeuges, nicht übersteigt.

Die beim Betriebsvakuum gemessene minimale Vakuumpumpenleistung ist der Tabelle 3 im Anhang 4 zu entnehmen. Der Luftverbrauch für die Reinigung ist inbegriffen.

Um den Anforderungen von Höhenlagen über 300 m zu genügen, muss eine Vakuumpumpe mit erhöhtem Luftdurchfluss eingebaut werden. Da sich die Firmenangaben für die Vakuumpumpen in der Regel auf die Leistung auf Meereshöhe beziehen, muss bei der Bestimmung der minimal erforderlichen Leistung zusätzlich die Höhenlage des Betriebes mit einbezogen werden.

### 4.3. Regeleinheit (Regelventil)

Die Regeleinheit muss fest und entsprechend den Vorgaben des Herstellers montiert werden.

Bei Rohrmelkanlagen muss der Steueranschluss der Regeleinheit zwischen Vakuumtank und Milchabscheider oder im Milchabscheider liegen.

#### **4.4. Vakuummeter (Messeinheit in kPa, Genauigkeitsklasse min. 1.6)**

Das Vakuummeter muss entsprechend den Angaben des Herstellers zwischen Regeleinheit und der ersten Melkeinheit der Anlage und an einer während des Melkens gut ablesbaren Stelle montiert werden.

Ein Vakuummeter sollte von der Stelle aus abgelesen werden können, an der die Anlage in Gang gesetzt wird. Gegebenenfalls sind mehrere Vakuummeter erforderlich.

### **5. Anforderungen an das milchführende Leitungssystem und die Spülleitungen**

#### **5.1 Allgemein**

- Lebensmitteltauglichkeit der Werkstoffe, welche direkt oder indirekt (Spülleitung) mit Milch in Berührung kommen.
- Einfache Reinigungsmöglichkeit aller milchberührten Teile mit dem installierten Reinigungssystem.
- Einfache Entwässerungsmöglichkeit aller Teile des Melksystems.
- Gute Zugänglichkeit der wartungs- und kontrollbedürftigen Anlagenteile.
- Bei Rohrmelkanlagen muss die Spülleitung nach dem Melkzeug den gleichen Rohrdurchmesser wie die Melkleitung aufweisen.
- Es muss eine einfache Möglichkeit für die Trennung der Melk- und Spülleitung von der Vakuumversorgung vorhanden sein.

#### **5.2 Verlegung der Melkleitung**

Die Melkleitung liefert das Melkvakuum und dient gleichzeitig dem Milchtransport.

Installationsmängel können sowohl das Melken als auch die Milchqualität beeinträchtigen. Die Installation ist deshalb fachgerecht zu planen und sorgfältig auszuführen.

- Leitung möglichst kurz, stauungsfreie Einmündung der Leitungsenden in den Milchabscheider.
- Verlegung unter Putz ist unzulässig.
- Leitungen fest montiert und nicht durchhängend.
- Leitungen nur aus nicht rostendem Stahl oder hitzebeständigem Glas.
- Wanddicke nicht rostender Stahl mindestens 1 mm, Rohrenden entgratet, maximale Rauheit  $Ra = 2,5 \mu\text{m}$ . Die Kontrolle der Innenseite der Melkleitung muss möglich sein.
- Wanddicke hitzebeständiges Glas mindestens 2 mm. Die Rohrenden müssen plangeschnitten werden.
- Milchleitungen dürfen weder Erweiterungen noch Verjüngungen aufweisen, die den Milchfluss oder die Entwässerung behindern können.

- Kontinuierliches, gleichmässiges Leitungsgefälle in Richtung Milchabscheider von mindestens 0,5 % (wenn möglich 1 %).
- Im Anbindestall muss die Melkleitung als Ringleitung verlegt sein, die einen geschlossenen Kreislauf mit zwei Anschlüssen ohne Querschnittverengung am Milchabscheider bildet.
- Bei hoch verlegten Melkleitungen darf sich die Mittellinie nicht höher als 2 m über dem Standplatz der Kühe befinden.
- Einrichtungen, die das Vakuum behindern oder reduzieren können (zum Beispiel Filter), dürfen nicht verwendet werden.

### **5.3 Innendurchmesser Melkleitung**

Der Innendurchmesser der Melkleitung muss so bemessen sein, dass der Vakuumabfall zwischen Milchabscheider und jeder anderen Stelle der Melkleitung nicht mehr als 2 kPa beträgt, wenn alle Einheiten bei dem vorgesehenen Durchfluss für Milch und Luft arbeiten.

Die Richtwerte für den Mindestdurchmesser können den Tabellen 4, 5 und 6 in Anhang 4 entnommen werden, sofern das Gefälle, der Milchfluss, das Ansetzintervall sowie der kurzzeitige Lufteintritt den angegebenen Werten entsprechen. Wird beim Anhängen unsorgfältig gearbeitet, werden Sammelstücke ohne automatische Absperrventile verwendet, oder ist der mittlere Spitzen-Milchfluss höher oder das Ansetzintervall kürzer oder das Gefälle grösser, so ist die Leitungsdimension nach ISO 5707 zu berechnen.

### **5.4 Lufteinlass in Melkleitung beim Melken**

- Nur über Melkeinheiten und zusätzlich, wenn für die Funktion eines Milchmengenmessgerätes erforderlich.
- Maximale Leitungsleckage:
  - Rohrmelkanlage im Anbindestall 10 l/min plus zusätzlich 1 l/min pro Milchhahn.
  - Rohrmelkanlage im Melkstand 10 l/min plus zusätzlich 2 l/min pro Melkzeug.

### **5.5 Melkanschlüsse (Milchhähne)**

- Anschlussbohrung in der oberen Hälfte der Melkleitung.
- Bohrung mindestens 14 mm.

### **5.6 Rohrverbindungen**

- Gummiteile nie direkt mit Gummiteilen verbinden.
- Die Rohrverbindung muss fest und dicht sein.
- Schraub-, -manchetten- und Clampkupplungen verwenden oder verschweissen. Die Schweissnaht darf eine maximale Rauheit von  $Ra = 16 \mu\text{m}$  aufweisen.

### **5.7 Schwenkbrücken**

- Schwenkbrücke im Gefälle der Melkleitung montieren.

- Alle Rohrleitungsteile müssen den gleichen Innendurchmesser wie die Melkleitung aufweisen.

### **5.8 Filtration**

Mit Filterstrumpf in Druckleitung.

### **5.9 Messbehälter**

- Feste Montage.
- Nutzvolumen mindestens 23 l, transparent.
- Anschlüsse so, dass Milch nicht in Vakuumsystem gelangen kann.
- Minimaler Innendurchmesser des Auslasses 18 mm und des Einlasses (Anschluss-Stutzen langer Milchschauch) 14 mm.

### **5.10 Überlaufsicherung (Sicherheitsabscheider)**

- Bei Rohrmelkanlagen muss eine Überlaufsicherung (Sicherheitsabscheider) als Verbindung zwischen dem Milchabscheider und dem Vakuumsystem vorhanden sein.
- Verunreinigungen müssen durch Verwendung von durchsichtigen Flächen erkannt werden können.
- Muss mit einer durch Flüssigkeitsniveau wirkende Vakuumabspernung und einer Einrichtung zur Entwässerung ausgerüstet sein.
- Volumen mindestens 3 Liter.
- Möglichst nahe am Milchabscheider.

### **5.11 Milchabscheider**

- Nutzvolumen mindestens 18 Liter.
- Einlauf so, dass übermässige Schaumbildung vermieden wird.
- Innenseite auf Sauberkeit hin überprüfbar.

### **5.12 Milchschleusenpumpe**

- Durch die Milchmenge im Milchabscheider gesteuert.
- Vollständige Entleerungsmöglichkeit.

## **6. Reinigung**

### **6.1 Voraussetzungen**

Die Überprüfung des Reinigungs- und Desinfektionssystems muss entsprechend den Spezifikationen des Lieferanten möglich sein. Bei jedem durchgeführten Reinigungs- und Desinfektionsverfahren wird erwartet, dass

- mit Milch in Berührung gekommene Oberflächen sichtbar frei von Rückständen und Ablagerungen sind;

- Oberflächen frei von unerwünschten Rückständen von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln sind;
- die Anzahl von lebensfähigen Bakterien auf ein annehmbares Mass reduziert wird;
- die Luftleitungen mit Spülhähnen, abnehmbaren Stopfen oder Kappen ausgerüstet sind; Ringleitungen müssen mit einem Ventil oder anderen Einrichtungen ausgerüstet sein, um die Fliessrichtung steuern und sicherstellen zu können, dass die Anlage bei der Reinigung vollständig gespült wird;
- vollständige Entleerungsmöglichkeit der gesamten Anlage besteht.

## **6.2 Reinigungsverfahren**

### **6.2.1 Im Kreislauf**

Die installierende Melktechnikfirma teilt dem Milchproduzenten markenspezifisch und der Melkanlage entsprechend schriftlich mit:

- Wassermenge für Vor-, Haupt- und Nachspülen.
- Die Dosierung des Reinigungs- und Desinfektionsmittels.
- Mindesttemperaturen der Lösungen beim Reinigungs- und Desinfektionsvorgang entsprechend den Angaben des Reinigungsmittelherstellers. Wenn keine Angaben des Herstellers vorliegen, dann muss die Temperatur der Lösung am Anfang des Hauptspülens 80°C betragen.

Während des Hauptspülens muss die Temperatur der Reinigungslösung in allen Melkanlagen eine Temperatur von 60°C im Rücklauf einmalig überschreiten und mindestens 50 °C am Ende des Hauptspülens betragen. Für Anlagen, mit denen Milch zur Herstellung von Rohmilchkäse gewonnen wird, muss die Temperatur der Reinigungslösung im Rücklauf während mindestens 3 Minuten des Hauptspülens 60°C überschreiten. Für diese Anlagen wird zusätzlich empfohlen, dass die Temperatur der Reinigungslösung bis zum Ende des Hauptspülens mindestens 60 °C beträgt.

Die erforderliche Reinigungsmechanik wird mit Wasserpfropfen erreicht. Zur Reinigung von Rohrleitungen mit Wasserpfropfen ist eine Geschwindigkeit von 7 bis 10 m/s anzustreben.

Die Zirkulation soll mind. 8 Min. dauern, und es sollen sich mind. 2 Pfropfen/Min. mit einer Länge von 1.5 – 3 m bilden.

### **6.2.2 Kochendwasser-Säurereinigung (BWAC)**

Der Lieferant stellt markenspezifisch und der Melkanlage entsprechend ein:

- die Wassermenge,
- die Dosierung der Säurelösung (es ist nur Sulfaminsäure zugelassen),
- die Einwirkungszeit der Säurelösung von drei Minuten,
- die Wassertemperatur während der letzten drei Minuten auf 76 °C.

Die Dosierung der Säurelösung soll während der ersten 2 Min. erfolgen.

Ein erhöhter Luftdurchfluss der Vakuumpumpe ist markenspezifisch zu berücksichtigen.

Nach entsprechender Evaluierung durch Agroscope und SLV können auch weitere Reinigungsverfahren zugelassen werden.

## **7. Weitere Voraussetzungen**

Es wird vorausgesetzt, dass sämtliche funktionellen Teile der Melkanlage nach der ISO-Norm 5707 konstruiert und installiert werden.

Im Kopfbereich der Tiere und des Melkers soll der Lärm die Werte von 70 dB(A) und die Vibrationen am Gerüst des Melkstandes die Werte von  $0,3 \text{ m/s}^2$  nicht übersteigen. Diese Werte können nur erreicht werden bei geeigneter baulicher Infrastruktur.

## **8. Einführung und Anleitungen**

Die installierende Melktechnikfirma hat den Milchproduzenten gründlich in die Bedienung und Wartung der Melkanlage einzuführen. Sie hat zudem eine schriftliche Anleitung für den Betrieb, die Reinigung, die Entkeimung, die Entwässerung und die Wartung der Anlage an den Milchproduzenten abzugeben.

Bei der Inbetriebnahme der Melkanlage muss die installierende Melktechnikfirma kontrollieren, ob die Anlage einwandfrei funktioniert. Dafür sind die nach Branchenstandard vorgeschriebenen Prüfungen vorzunehmen und auf dem offiziellen Serviceblatt (Anhang 7 des Branchenstandards) zu dokumentieren und dem Abnahmeprotokoll anzuhängen. Im Kaufvertrag hat der Verkäufer dem Milchproduzenten zu bestätigen, dass die zu installierende Melkanlage die ISO-Norm 5707 und die Richtlinien über die Installation der Melkanlagen erfüllt.

Der Milchproduzent soll gewährleisten, dass vor der Inbetriebnahme der Melkanlage der Potenzialausgleich durch einen Elektriker nach den Weisungen des Eidgenössischen Starkstrominspektorates (ESTI) installiert, gemessen und protokolliert wird. Die installierende Melktechnikfirma soll auf diese Notwendigkeit hinweisen. Der SINA-Sicherheitsnachweis ist durch den Elektrounternehmer zu erstellen, und dem Melktechniklieferanten vorzuweisen.

## Anhang 1

### Allgemeine Begriffe (ISO 3918)

1. **Melkanlage:** "Vollständige Einrichtung zum melken, üblicherweise bestehend aus Vakuumsystem, Pulssystem, Milchsystem, einer oder mehreren Melkeinheiten und weiteren Bauteilen".
  - a. **Eimermelkanlage:** Melkanlage, in der die Milch von einem oder zwei Melkzeugen in einen tragbaren Melkeimer fließt, der mit dem Vakuumsystem verbunden ist.
  - b. **Kannenmelkanlage:** Anlage ähnlich der Eimermelkanlage, die jedoch mehr als zwei Melkzeuge haben darf und die eine tragbaren Transportkanne oder einen tragbaren Milchbehälter hat, in der/dem die Milch von mehreren Tieren gesammelt und gelagert werden kann.
  - c. **Rohrmelkanlage:** Melkanlage, in der die Milch vom Melkzeug in eine Melkleitung fließt
  - d. **Messbehältermelkanlage:** Melkanlage, in der die Milch vom Melkzeug in einen über die Melkvakuumleitung mit Vakuum versorgten Messbehälter fließt und während der Melkung des jeweiligen Tieres im Messbehälter verbleibt.
  - e. **automatische Melkanlage:** Melkanlage für die bedienungslose Melkung von identifizierten Tieren.
2. **Melkeinheit:** Satz von Bauteilen einer Melkanlage, der zum Melken eines einzelnen Tieres erforderlich ist und der in einer Anlage mehrfach vorhanden sein kann, so dass mehr als ein Tier gleichzeitig gemolken werden kann.
3. **Leitung:** Starre Rohrleitung (zum Beispiel Stahl, Glas oder formbeständiger Kunststoff), die ein fester Bestandteil der Anlage ist.
4. **Schlauch:** Biegsame Leitung (zum Beispiel Gummi oder nicht formstabiler Kunststoff, der auch zum Teil aus einer formstabilen Rohrleitung bestehen kann).
5. **Stromaufwärts:** entgegengesetzt zur Fliessrichtung.
6. **Stromabwärts:** in Fliessrichtung.

## Anhang 2

### Rohrleitungssystem (ISO 3918)

1. **Luftleitung** (vormals Vakuumleitung): Jede Rohrleitung, die - üblicherweise aber nicht notwendigerweise - ausschliesslich für Luft mit einem Druck unterhalb des atmosphärischen Druckes benutzt wird (zum Beispiel Hauptluftleitung, Pulsatorluftleitung).
2. **Melkvakuumleitung**: Die Leitung liefert das Vakuum für die Melkeinheiten und kann ebenfalls Teil des Reinigungskreislaufes sein.
3. **Melkleitung**: Leitung, die während des Melkens Milch und Luft führt und die doppelte Aufgabe hat, das Melkvakuum zu liefern und die Milch zum Milchabscheider zu leiten.
4. **Milchtransportleitung im Melkstand**: Leitung, in der Milch unter Vakuum vom Messbehälter oder dem langen Milchschauch zum Milchabscheider oder Milchsammelbehälter fliesst.
5. **Milchdruckleitung**: Leitung, in der Milch von einer Milchscheulenpumpe zu einem Sammel- oder Lagerbehälter fliesst.
6. **Überlaufsicherung** (vormals Sicherheitsabscheider): Behälter zwischen Milchsystem und Luftsystem, der den Übertritt von Flüssigkeiten oder anderen Verunreinigungen von dem einen in das andere System begrenzt.
7. **Milchabscheider**: Behälter, der die Milch von einer oder mehreren Melkleitungen oder Milchtransportleitungen aufnimmt und sie an eine Milchscheule, eine Milchscheulenpumpe oder einen Sammelbehälter unter Vakuum weiterleitet.
8. **Milchscheule**: Vorrichtung zum Ausschleusen der Milch aus dem Vakuum in atmosphärischen Druck.
9. **Milchscheulenpumpe**: Pumpe zum Ausschleusen der Milch aus dem Vakuum in atmosphärischen Druck.
10. **Messbehälter**: Skalierter Behälter, der das Gemelk eines Tieres aufnimmt und eine Mengemessung ermöglicht.
11. **Milchmengemessgerät**: Einrichtung zwischen Melkzeug und Melkleitung zum Messen des Gemelkes eines Tieres.

12. **Spülleitung:** Leitung, die während des Reinigungsprozesses Reinigungs- und Desinfektionslösungen vom Spülbehälter oder Wasserehitzer zu den Zitzenbecher-Spülvorrichtungen, der Melkleitung oder der Melkvakuumleitung führt.
  
13. **Strang:** Eine Stranglänge ist die Länge zwischen dem letzten Melkhahn und Milchabscheider.

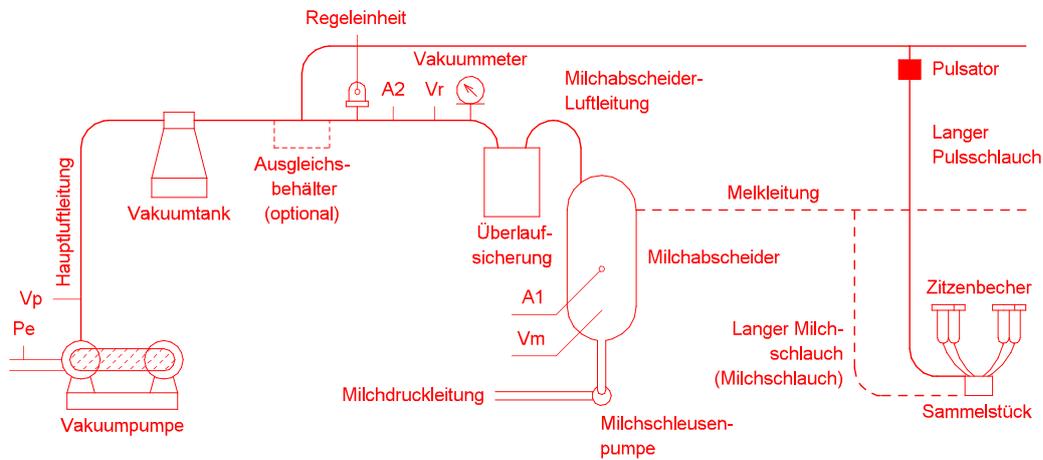
## Anhang 3

### Einbau von Messstellen

Die in den Abbildungen 1 und 2 schematisch dargestellten Beispiele von Melkanlagen und den zugehörigen Messstellen dienen ausschliesslich der Begriffserläuterung der Messpunkte und Komponenten. Rückschlüsse bezüglich der Gestaltung von Melkanlagen sind weder zulässig noch möglich. Für die Montage von Melkanlagen sind die Montageanleitungen der Herstellerfirmen bindend.

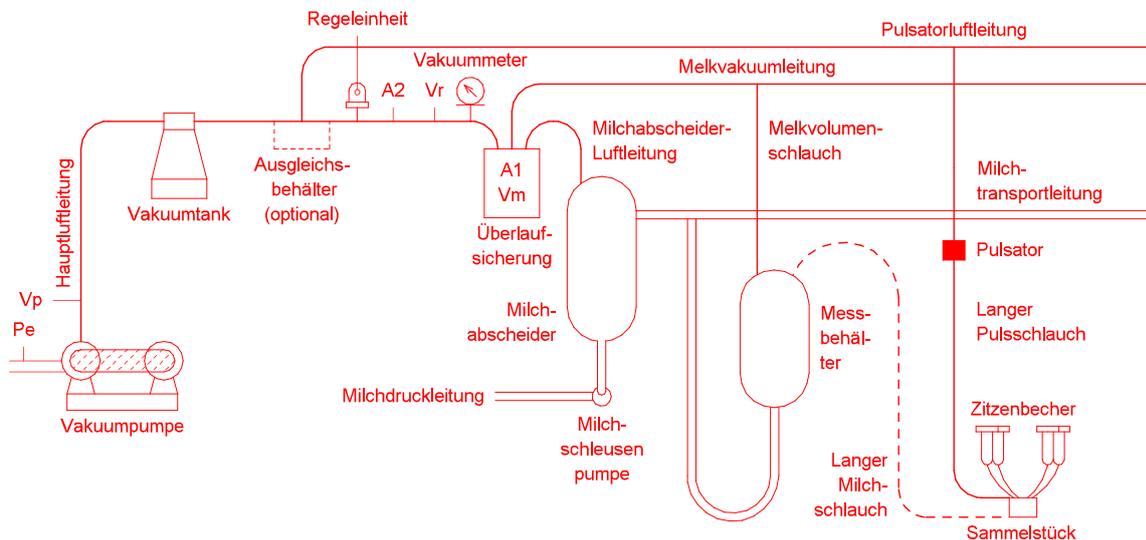
### Folgende Messstellen sind vorzusehen:

- Luftdurchfluss-Messstellen:
  - A1: Im oder beim Milchabscheider
  - A2: Auf Hauptluftleitung
  
- Messpunkte Vakuumhöhe:
  - Vm: Im oder beim Milchabscheider
  - Vp: Hauptleitung 5 Rohrdurchmesser oberhalb des VP-Anschlusses
  - Vr: Hauptleitung nahe beim Sensor des Regelventils
  
- Messpunkt Staudruck:
  - Pe: In der Abluftleitung der Vakuumpumpe



- A1, A2      Anschlussstelle für das Luftdurchflussmessgerät  
 Vm, Vr, Vp    Anschlussstelle für die Vakuummessung  
 Pe          Anschlussstelle für die Messung des Staudruckes in der Abluftleitung

Abb. 1: Beispiel der Anordnung von Messpunkten für eine Rohrmelkanlage



- A1, A2      Anschlussstelle für das Luftdurchflussmessgerät  
 Vm, Vr, Vp    Anschlussstelle für die Vakuummessung  
 Pe          Anschlussstelle für die Messung des Staudruckes in der Abluftleitung

Abb. 2: Beispiel der Anordnung von Messpunkten für eine Messbehältermelkanlage

## Anhang 4

**Tabelle 1. Mindest-Innendurchmesser (mm) der Hauptluftleitung in Abhängigkeit der Länge und des Luftdurchflusses**

L <sup>1)</sup> m	Luftdurchfluss in der Hauptluftleitung (l/min)																				
	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2500	3000
10	24	28	31	34	37	39	41	43	45	47	49	51	52	53	54	56	57	59	60	65	70
15	25	29	33	36	39	41	43	45	47	49	51	53	54	56	57	59	60	62	63	68	73
20	26	30	34	37	40	42	45	47	49	51	53	55	56	58	59	61	62	64	65	71	76
25	27	31	35	38	41	44	46	49	51	53	55	57	58	60	61	63	64	66	67	73	78
30	27	32	36	39	42	45	47	50	52	54	56	58	59	61	63	65	66	67	68	75	80
40		33	38	41	44	47	50	52	54	56	58	60	62	64	65	67	69	70	72	78	84
50		35	39	43	46	49	51	54	56	58	60	62	64	66	68	70	71	73	74	81	87

1) Länge der Hauptluftleitung in Meter inklusive sieben Bogen und ein T-Stück.

**Tabelle 2. Innendurchmesser (mm) der Pulsator-Luftleitung (im Ring verlegt) in Abhängigkeit der Länge und des Luftdurchflusses**

L <sup>1)</sup> m	Luftdurchfluss Pulsator-Luftleitung (l/min)						
	≤ 200	250	300	350	400	450	500
≤40	27	27	27	27	28	30	31
60	27	27	27	29	31	32	32
80	27	27	29	31	32	34	35
100	27	28	30	32	34	35	37
120	27	29	31	33	35	37	38
140	28	30	32	34	36	38	39
160	29	31	33	35	37	39	40
180	29	31	34	36	38	40	41
200	30	32	35	37	39	40	42

1) Gesamte Länge in Meter inklusive sechs Bogen.

Für die Berechnung des Luftdurchflusses können pro Pulsator 25 bis 50 l/min zu Grunde gelegt werden.

**Der Luftverbrauch der an der Pulsatorleitung angeschlossenen Abnahmezylinder, Torzylinder usw. ist dazuzuzählen.**

**Tabelle 3. Minimale, effektiv gemessene Vakuumpumpenleistung inklusive Luftverbrauch für die Reinigung (l/min)**

Innen- durch- messer der Melk- leitung mm	Anzahl Melkeinheiten											
	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20
48	480*	505*	570	650	730	890	1050	1160	1270	-	-	-
50	520*	545*	570	650	730	890	1050	1160	1270	1380	-	-
60	730	755*	780*	805*	830*	890	1050	1160	1270	1380	1490	1600
66	-	-	920*	945*	970*	1020*	1070*	1160	1270	1380	1490	1600
73	-	-	-	-	1155*	1205*	1255*	1305*	1355*	1405*	1490	1600
98	-	-	-	-	-	-	-	2110*	2160*	2210*	2260*	2310*

- 1) Bei Melkzeugen ohne automatisches Absperrventil sind zu den obigen Leistungen 200 l/min dazuzuzählen.
- 2) Zum berechneten Luftverbrauch für das Melken ist der effektive Verbrauch für Zusatzausrüstungen wie Abnahme- und Torzylinder usw. dazuzuzählen.
- 3) Bei den mit \* bezeichneten Werten in der obigen Tabelle wird die minimale Pumpenleistung durch den erhöhten Luftverbrauch für die Reinigung bestimmt.
- 4) Vereinfachte Formel für die Berechnung des Luftverbrauches für das Melken: (n = Anzahl Melkzeuge)  
 $n = 2-10: 250 + 80n$   
 $n = >10: 1050 + 55(n-10).$

**Tabelle 4. Innendurchmesser (mm) der Melk-Ringleitung einer Rohrmelkanlage im Anbindestall in Abhängigkeit der Leitungslänge und der Anzahl Melkeinheiten  
(Annahme: Leitungsgefälle 0,5 %, Ansetzintervall 50 Sekunden, Milchflussrate 4 l/min)**

Leitungslänge pro Strang m	Anzahl Melkeinheiten						
	2	3	4	5	6	7	8
≤ 12	38	38	38	50	50	60	60
≤ 18	38	38	50	50	50	60	60
≤ 28	38	50	50	50	50	60	60
≤ 33	38	50	50	50	60	60	60
≤ 40	38	50	50	60	60	60	60
≤ 50	50	50	60	60	60	60	60
> 50	60	60	60	60	60	60	60

**Tabelle 5. Innendurchmesser in mm der Melk-Ringleitung im Melkstand oder im Anbindestall im Verhältnis zur Anzahl Melkeinheiten pro Strang, Gefälle und Ansetzintervall (Annahme: Ansetzintervall 50, 30, 15 Sekunden, Milchflussrate 4 l/min., Lufteinbruch 100 l/min., = 50 l Lufteinbruch pro Strang)**

Anz. Melkz. pro Strang	Melkleitungs-Gefälle in %											
	0,5			1,0			1,5			2,0		
	50 s 1)	30 s	15 s	50 s	30 s	15 s	50 s	30 s	15 s	50 s	30 s	15 s
2	44	44	50	38	38	44	38	38	38	38	38	38
3	50	50	50	44	44	44	44	44	44	38	38	38
4	50	60	60	50	50	50	44	44	50	44	44	44
5	60	60	60	50	50	50	50	50	50	50	50	50
6	60	60	67	60	60	60	50	50	50	50	50	50
8	60	67	67	60	60	60	60	60	60	50	50	50
10	73	73	73	60	60	67	60	60	60	60	60	60
12	73	73	98	60	67	67	60	60	60	60	60	60

1) Für Rohrmelkanlagen im Anbindestall entsprechen diese Werte Leitungslängen pro Strang zwischen 33 und 40 m (siehe Tabelle 4).

**Tabelle 6. Innendurchmesser in mm der Melk-Stichleitung im Melkstand im Verhältnis zur Anzahl Melkeinheiten pro Strang, Gefälle und Ansetzintervall (Annahme: Ansetzintervall 30, 15 Sekunden, Milchflussrate 4 l/min., Lufteinbruch 100 l/min., = 100 l Lufteinbruch pro Strang)**

Anzahl Melkeinheiten pro Strang	Melkleitungsgefälle in %							
	0,5 %		1 %		1,5 %		2,0 %	
	30 s	15 s	30 s	15 s	30 s	15 s	30 s	15 s
2	∅ 50	∅ 60	∅ 50	∅ 50	∅ 44	∅ 44	∅ 44	∅ 44
3	60	60	50	50	50	50	44	44
4	60	67	60	60	50	50	50	50
5	67	67	60	60	50	60	50	50
6	73	73	60	60	50	60	50	60
8	73	73	67	67	60	60	60	60
10	73	98	67	73	60	67	60	60
12	98	98	73	73	60	67	60	67