

## Zur Reinigung der Milchsammelleitung mit Hilfe einer 2-Phasen-Strömung

Dr.-Ing. A. Graßhoff (Vortragender) und Prof. Dr. D. J. Reinemann, Institut für Verfahrenstechnik der Bundesanstalt für Milchforschung Kiel, Postfach 6069, 24121 Kiel, und Dept. Agricult. Engineering, University of Wisconsin/Madison (USA), 460 Henry Mall, Madison WI 53706, USA.

Die Milchsammelleitung in Melkanlagen ist wegen ihrer speziellen Aufgaben (Transport der Milch vom Melkgeschirr zum Milchabscheider im freien Gefälle allein mit Hilfe der Schwerkraft ohne Fluten des Leitungsquerschnitts, Heranführen des für den Melkvorgang erforderlichen Unterdrucks an das Melkgeschirr) größer zu dimensionieren als produktführende Rohrleitungen, z. B. in lebensmitteltechnischen Anlagen oder auch in der Molkerei. Bei dem Bestreben, die Betriebskosten für das täglich mindestens einmal erforderliche Reinigen der Milchsammelleitung zu reduzieren, bietet sich die konsequente Applikation einer Mehrphasen-Gas/Flüssigkeits-Strömung unter Ausnutzung des mit der Melkvakuumanlage erzielbaren Unterdrucks als gangbarer Weg an. Es ist bekannt, daß eine Gas/Flüssigkeits-Strömung unter bestimmten Voraussetzungen „Pfropfen“ (im englischen Sprachraum Slugs) ausbildet, die bei Beaufschlagung des gesamten Rohrquerschnitts mit großer Geschwindigkeit durch das Rohrleitungssystem wandern. Aufgrund ihrer hohen Geschwindigkeit besitzen diese Slugs erhebliche Mengen an kinetischer Energie, die auf verhältnismäßig kleine Abschnitte des Strömungssystems konzentriert sind. Dieser Überschuß an kinetischer Energie könnte beim Reinigen als Komponente „Mechanik“ in Form von Wandreibungsverlusten nutzbar gemacht werden.

Nach einer zunächst theoretischen Modellbetrachtung für das Verhalten der Slug-Strömung in einer horizontalen Rohrleitung wurden in praktischen Versuchen mit einer 75 m langen Rohrschleife der Nennweite 73 mm die physikalischen Grunddaten für das Zustandekommen und Aufrechterhalten der Slug-Strömung ermittelt, wobei als Triebkraft für die Slugs der mit der vorhandenen Vakuumanlage der Melkeinrichtung erzielbare Unterdruck benutzt wurde (Abb.). Durch Installieren geeigneter, ortsveränderlicher Meßstellen innerhalb der Rohrschleife wurden die lokale Slug-Länge (1 bis 7 m), dessen Wanderungsgeschwindigkeit (5 bis 17 m/s) und die lokalen Wandschubspannungen (50 bis 250 N/m<sup>2</sup>) gemessen. Zusätzlich wurden Reinigungsversuche an inwändig mit Butterfett beschichteten Rohrelementen mit anschließender Ermittlung der durch die Slug-Strömung nicht entfernten Restfettmengen durchgeführt. In den Versuchen konnten die Volumina der Reinigungslösungen bei einem Gesamtvolumen des zu reinigenden Rohrleitungssystem von 450 l auf jeweils ca. 125 l reduziert werden, was gegenüber der konventionellen Zirkulationsreinigung mit Totalflutung des Reinigungskreislaufs eine erhebliche Einsparung an zu entsorgenden Reinigungschemikalien und an Energiekosten bedeutet.

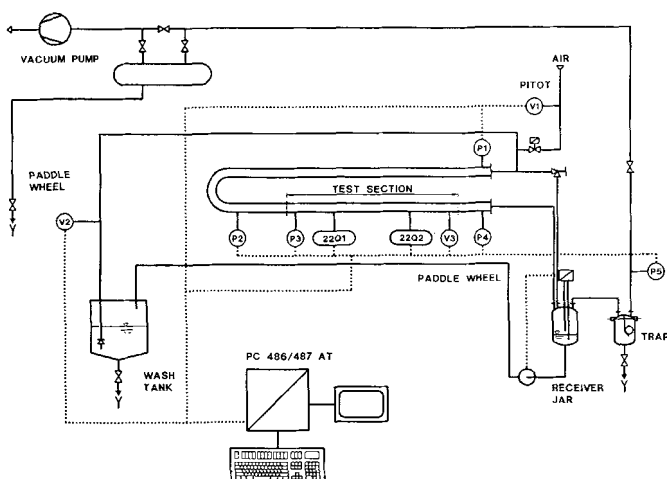


Abb. Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus zur Ermittlung der strömungsphysikalischen Daten der 2-Phasen-Strömung.