

**Prof. Dr.-Ing. B. Lammen, Prof. Dr.-Ing. R.-G. Schmidt, Prof. Dr.-Ing. M. Jänecke,
Dipl.-Ing. N. Popic, Dipl.-Ing. M.-C. Voicu**

Energieeffiziente Regelung für den tiergerechten Betrieb von Melkanlagen mit neuartigen Pumpentypen

(2006-2008)

Kooperationspartner: **Labor für Regelungstechnik (Prof. Lammen)
Labor für Stromrichtertechnik (Prof. Jänecke)
WestfaliaSurge GmbH, Bönen**

Finanzierung: **AGIP**

An moderne, automatische Melkanlagen werden hohe Ansprüche gestellt. So muss das rhythmisch pulsierende Vakuum strenge Anforderungen hinsichtlich der Tiergesundheit und Melkwilligkeit der Kuh erfüllen. Tiere, Bedienpersonal und Umwelt sollen möglichst gering durch Lärm, mechanische Vibrationen und Emissionen belastet werden. Gleichzeitig wird der energieeffiziente Betrieb der Melkanlage immer wichtiger.

Die gegenwärtig eingesetzte Technik zur Vakuumerzeugung und -regelung über ein Belüftungsventil (Servoventil) ist unbefriedigend. Störungen durch Leckagen (z. B. beim Ansetzen oder Abtreten der Melkbecher) werden nur unzureichend geregelt. Dies wirkt sich negativ auf die Vakuumqualität aus und belastet die Tiere. Die zur Vakuumerzeugung eingesetzten Pumpen und Antriebe arbeiten dabei nicht energieeffizient mit unnötig hoher Leistung.

Das Projektteam der FH Osnabrück und der Industriepartner WestfaliaSurge GmbH arbeiten an neuen Lösungen. Durch den Einsatz innovativer Pumpen- und Antriebstechnik in Verbindung mit modernen regelungstechnischen Verfahren wird eine deutliche Verbesserung der Energieeffizienz und der Vakuumqualität angestrebt. Es wurde ein Versuchsstand (Abb. 1) aufgebaut, mit dem neue, berührungslos, verschleißfrei und schmiermittelfrei arbeitende Pumpentypen (z. B. Seitenkanalverdichter) für die Vakuumerzeugung getestet und mit den gängigen Techniken verglichen werden können.

Gleichzeitig wird an neuen Regelungsverfahren mit Stelleingriffen über den Frequenzumrichter des Pumpenmotors gearbeitet. Auch Möglichkeiten zur Verbesserung des Störverhaltens, z. B. durch Nutzung zusätzlicher Messsignale – wie Vakuumsensoren oder Pulsationssignal – werden untersucht.

Das Projektteam setzt moderne, simulationsgestützte Entwicklungswerkzeuge ein. Unter MATLAB/SIMULINK wurde ein Simulationsmodell der kompletten Melkanlage mit der Vakuumstrecke, der Pumpe und dem Motor sowie dem Frequenzumrichter aufgebaut. Besonderer Aufwand war für die Modellbildung der Vakuumstrecke notwendig. Dabei wurde von den grundlegenden strömungsmechanischen Gleichungen für die Massenkonservierung, die Impulserhaltung und die Energieerhaltung ausgegangen. Die Ortsabhängigkeit der sich ergebenden partiellen Differentialgleichungen für den Druck, die Temperatur und die Strömungsgeschwindigkeit der Luft in der Melkanlage wurde durch Diskretisierung und Einführung von Differenzenquotienten angenähert. Das Drehzahl / Drehmoment-Verhalten der Antriebe und der geförderte Massenstrom bei verschiedenen Anlagenkonfigurationen kann in der Simulation durch Kennfelder berücksichtigt werden.

Die Simulation ermöglicht es, Regelungsverfahren unabhängig vom Zugriff auf die reale Anlage in verschiedenen Konfigurationen und Betriebsbedingungen zu testen. In Anlehnung an die Entwicklungsmethodik der Mechatronik wird ein Rapid Control Prototyping System

aufgebaut, welches nach der Simulation den schnellen Funktionsnachweis des Regelungsverfahrens auch an der realen Versuchsanlage ermöglicht. Neben der prinzipiellen Optimierung der Regelung hinsichtlich einer tiergerechten Vakuumqualität und eines effizienten Energieeinsatzes ist es ebenfalls Zielsetzung des Projektes, simulationsgestützte Vorgaben für die Einstellung der Regelung im praktischen Betrieb bei verschiedenen Anlagenkonfigurationen zu ermöglichen.



Abb. 1: Die Versuchsanlage