

Zoltan Gobor, Heiner Link, Martin Kühberger und Jan Harms

# Konzept und Realisierung eines Melklabors

Das Konzept und die Entwicklung des Melklabors am Institut für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft werden in diesem Beitrag dargestellt. Mithilfe des Melklabors sollen aktuelle Fragestellungen auf dem Gebiet der Melktechnik unter standardisierten Bedingungen bearbeitet werden. Außerdem können melk- bzw. messtechnische Zusammenhänge bei Schulungen für Beratungskräfte anschaulich dargestellt werden. Vorteile des neugestalteten Melklabors sind u.a. der modulare und flexible Aufbau, die selbstentwickelte benutzerfreundliche Softwarelösung und die Kompatibilität mit dem DIN ISO 6690 Standard.

## Schlüsselwörter

Melklabor, Vakuummessungen, Versuchstechnik, PC-basierte Datenerfassung

## Keywords

Milking laboratory, vacuum measurement, experimental technology, PC-based data acquisition

## Abstract

Gobor, Zoltan; Link, Heiner; Kühberger, Martin and Harms, Jan

## Concept and implementation of a milking laboratory

Landtechnik 68(4), pp. 269–272, 3 figures, 1 reference

The concept and development of the milking laboratory at the Institute for Agricultural Engineering and Animal Husbandry of the Bavarian State Research Center for Agriculture are presented in this paper. The milking laboratory is designed to enable study under standardised conditions of current questions relating to milking technology. It also allows more graphic demonstration of milking and measurement technologies for the training of advisory staff. Advantages of the redesigned milking laboratory are its modularity and internally created user-friendly software as well as its compatibility with the DIN ISO 6690 standard.

■ Am Institut für Landtechnik und Tierhaltung (ILT) werden u. a. praxisorientierte Fragestellungen auf dem Gebiet der Melktechnik bzw. der Milchgewinnung wissenschaftlich bearbeitet und für die Beratung und Weiterbildung aufbereitet. Die Ausle-

gung und Konzeption einer Versuchsanlage (Melklabor) muss eine flexible Anpassung der verwendeten Messtechnik ermöglichen, um neue Fragestellungen zur fortschreitenden Entwicklung der Melktechnik zu untersuchen. Neue Fragestellungen ergeben sich durch den Einsatz neuer Techniken wie z.B. automatische Melksysteme, viertelspezifische Melkverfahren und weiteren Techniken, die die Vakuumverhältnisse unter der Zitzenspitze beeinflussen (elektronische Milchmengenmessgeräte neuerer Bauart, Kopfbelüftung des Sitzgummis usw.).

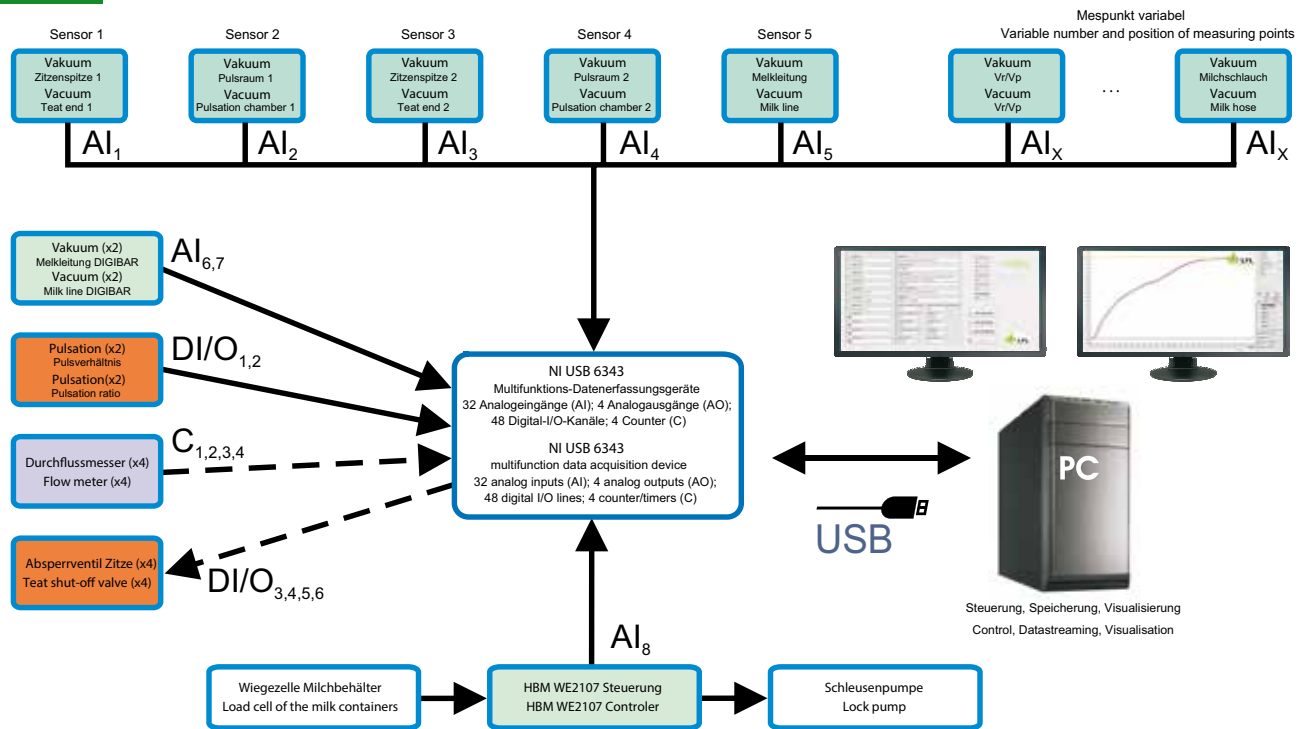
Eine weitere Aufgabe der in dem Melklabor eingesetzten Messtechnik ist die Evaluierung von Messaufbauten zur Überprüfung der Melktechnik in den Praxisbetrieben. So muss beispielsweise die Genauigkeit und Aussagefähigkeit der Messergebnisse von alternativen Messpunkten bzw. Messverfahren evaluiert werden, z.B. die Pulsationsmessung mittels Nadeln, die im Pulsschlauch eingestochen werden.

## Anforderungen an die Ausstattung und Infrastruktur des Melklabors

Um verschiedene Fragestellungen mit hinreichender Genauigkeit bearbeiten zu können, wurden folgende Anforderungen an die eingesetzte Versuchs- und Messtechnik berücksichtigt:

- Die Anordnung der Bauteile sollte Messungen unter verschiedenen simulierten Bedingungen ermöglichen (z. B. hoch- und tiefverlegte Melkleitungen).
- Der Aufbau sowohl der melktechnischen Komponenten als auch der Messtechnik sollte möglichst variabel sein, sodass eine nachträgliche Integration von Zusatzsystemen möglich wird.
- Die Datenerfassung soll mit einer Abtastrate von bis zu 5 000 Hz möglich sein.
- Die kontinuierliche Messung des herrschenden Durchflusses soll möglich sein, da die Vakuumverhältnisse unter der Zitzenspitze direkt vom aktuellen Flüssigkeitsdurchsatz abhängig sind.

Abb. 1



Datenerfassungs- und Steuerungskonzept des Melklabors (— realisiert; - - - Versuchsstadium)

Fig. 1: Concept of the milking laboratory with integrated sensors and data acquisition system (— implemented; - - - under testing)

- Das Aufzeichnen der Vakuumbedingungen bzw. -verläufe an verschiedenen Stellen des Melksystems soll exakt, zeitgleich und mit einer hohen Auflösung möglich sein.
- Die erfassten Messwerte müssen für eine spätere Auswertung abgespeichert werden.

Die Anforderungen an die technischen Details, wie z. B. die Gestaltung der verwendeten Kunstzitzen und die messtechnische Ausstattung des Melklabors, orientieren sich an den Vorgaben der geltenden DIN ISO 6690:2010-04 [1]. Darüber hinaus wurden Messszenarien mit variablen Abtastraten und Längen definiert, um bei extremen Vakuumchwankungen bzw. -spitzen, wie sie etwa bei Lufteinbruch an einem Zitzengummi auftreten, exakte Ergebnisse zu erhalten.

Unter Berücksichtigung der oben genannten Anforderungen wurde in den Jahren 2011 bis 2012 an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft ein Melklabor konzipiert, aufgebaut und in Betrieb genommen.

### Material und Methoden

Das im Melklabor integrierte PC-gestützte Messsystem (National Instruments, NI USB 6343) basiert auf einer multifunktionalen Datenerfassung und ermöglicht die gleichzeitige Aufzeichnung von 16 Analog-, 48 Digital- und 4 Zählereingängen, mit einer Abtastrate bis zu 500 kS/s ( $S = \text{Sample}$ , alle parallelen Ereignisse bzw. Zustände). Die Softwarelösung für die Datenerfassung an der melktechnischen Versuchswand wurde mit LabVIEW Developer Suite von National Instruments realisiert

und an die speziellen Anforderungen angepasst. Ziel war es, die Versuchsberichte automatisch zu erstellen und die Messergebnisse parallel zur Datenerfassung grafisch darzustellen.

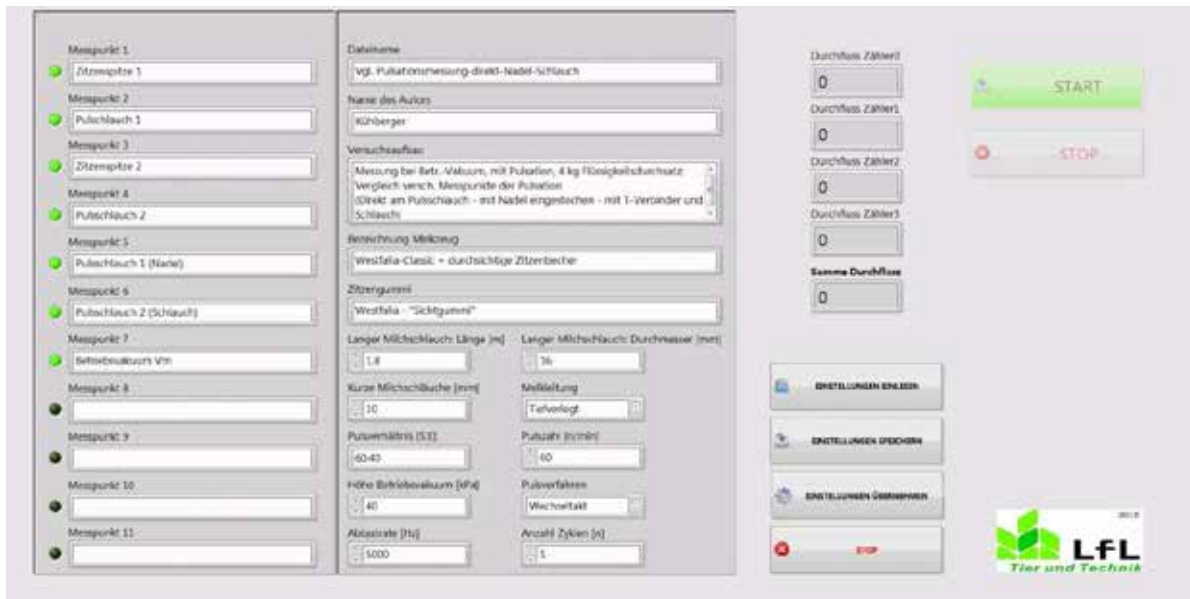
Die Softwarelösung wurde entsprechend der Multi-Core-Architektur des für die Datenerfassung verwendeten Desktop-Rechners optimiert, und ermöglicht die gleichzeitige Erfassung von bis zu sieben Vakuumwerten (Vakuumverhältnissen) mithilfe des Drucksensors Keller PR-25 und einem Vakuumwert (Vakuumverhältnis) mithilfe des Drucksensors Keller PR-9. Alle verwendeten Drucksensoren können flexibel in den Zitzenmodellen oder in den Milch- bzw. Pulsschläuchen eingesetzt werden.

Weiterhin ist es möglich, zwei Vakuumwerte mithilfe des Drucksensors HBM PE 350 in der Vakuumleitung, das Gewicht des Milchbehälters sowie drei Pulsatorsignale mit einer Frequenz bis zu 5 kHz zu erfassen. Derzeit wird der Gesamtdurchfluss nur über die Anzeige eines Schwebekörper-Messgerätes kontrolliert, eine direkte Messung des Durchflusses pro Zitze befindet sich im Versuchsstadium. Das Konzept des im Melklabor eingebauten Messsystems zeigt **Abbildung 1**.

### Ergebnisse

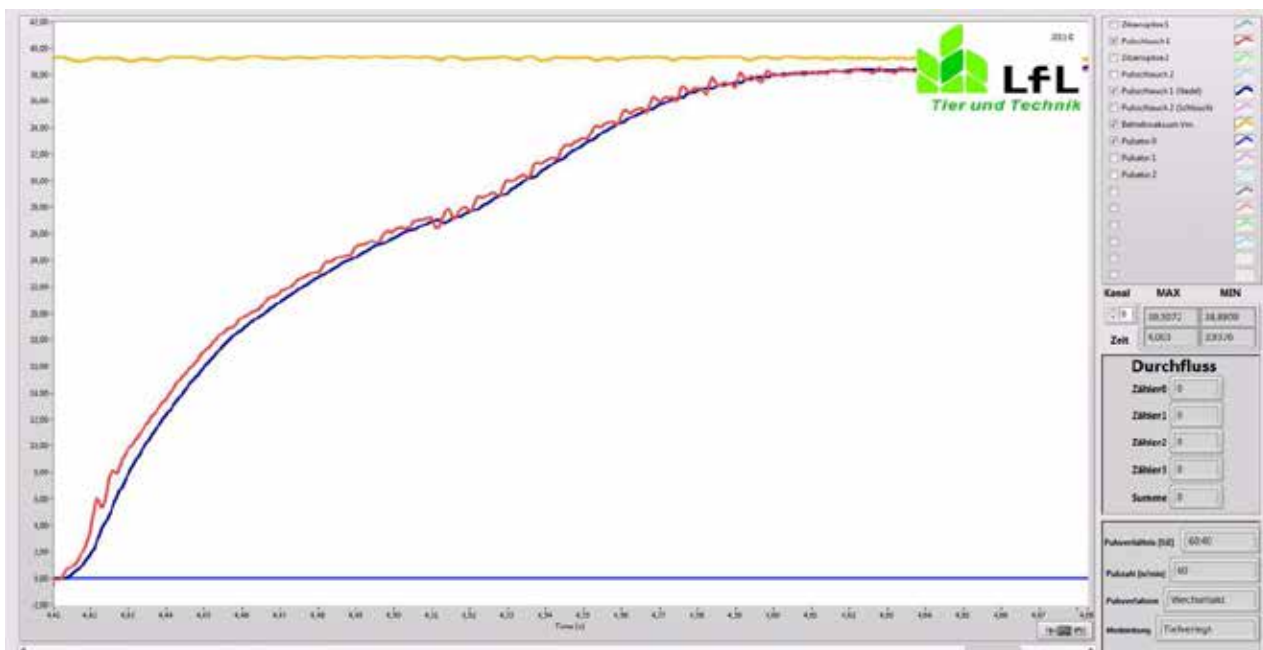
Da das Melklabor am ILT auch genutzt wird, um im Rahmen von Schulungen Zusammenhänge in der Melktechnik oder Messabläufe zu erläutern, wurde auf die anschauliche Darstellung der Messdaten besonders Wert gelegt. Zu diesem Zweck werden die Messdaten zeitgleich mit der Messung auf einem zweiten 28"-Bildschirm grafisch dargestellt. (**Abbildung 2** und

Abb. 2



Bildschirmansicht der Bedienoberfläche der Datenerfassungssoftware  
 Fig. 2: Screenshot of the graphical user interface of the data acquisition software

Abb. 3



Ergebnisse einer Beispielmessung (Gelb - Betriebsvakuum; Rot - Messpunkt im kurzen Pulsschlauch; Blau - Messung über Nadel und Schlauch (Innen-Ø 4 mm, 30 cm lang))  
 Fig. 3: Results of an example measurement (yellow - operating vacuum; red - measuring point within the short pulse tube; blue - measurement with needle and tube (inside diameter Ø 4 mm, 30 cm long))

**Abbildung 3).** Mit der Bedienoberfläche der Software können alle wichtigen Messparameter festgelegt werden. Die Parameter, die eine bestimmte Messanordnung beschreiben, können gespeichert und bei einer Wiederholung aus der gespeicherten Datei wieder eingelesen werden.

Nach der Parametrierung werden die Einstellungen übernommen und die Messung gestartet. Im Rahmen der Parametereingabe besteht die Möglichkeit, die Messung mit einer definierten Anzahl von Zyklen durchzuführen. Alternativ kann eine Messung so lange durchgeführt werden, bis der Prüfungs-

verantwortliche die Messung manuell beendet. Während der Messung werden die Messdaten in Blöcken im TDMS-Format (herstellerspezifischer Datenstrom) gespeichert und grafisch dargestellt. Die Beispielmessung verdeutlicht Dämpfungseffekte bei der Messung der a-Phase der Pulskurve (**Abbildung 3**, Vergleich der blauen und roten Vakuumkurve), verursacht durch unterschiedliche Messpunkte bzw. Messaufbauten. Die Messung erfolgt standardmäßig über 5 Pulszyklen. Die Abtastrate der Vakuumsensoren betrug 5 kHz.

Wie die Darstellung der a-Phase im Zeitraum von 0,23 Sekunden zeigt, werden Schwankungen des Pulsraumvakuums aufgrund des Dämpfungseffektes von größeren Volumina der verwendeten Messkomponenten oder durch den kleineren Durchlass der verwendeten Nadel wesentlich vermindert bzw. sie können nicht mehr gemessen werden (**Abbildung 3**).

Die Erfassung des Milch- bzw. Wasserdurchflusses wurde bis jetzt noch nicht realisiert, da noch keine geeignete Sensorlösung gefunden wurde. Das Hauptproblem besteht darin, den schwankenden Durchfluss eines Melkvorganges exakt wiederzugeben und gleichzeitig den erzeugten Druckabfall so gering zu halten, dass der angestrebte maximale Gesamtdurchfluss von 10 l/min dennoch erreicht wird. Bisher wurden vier Sensoren von drei unterschiedlichen Herstellern während eines Melkvorganges getestet, wobei die aufsummierten Durchflussmengen mit den Gewichten des aufgefangenen Wassers verglichen wurden. Der Druckabfall an den Durchflusssensoren war nur bei einem der Sensoren zu groß, bei den anderen akzeptabel. Bei allen Systemen ist jedoch der erzielte Wert umso ungenauer, je höher die Schwankungen des Durchflusses sind. Dabei wurden Abweichungen von über 10 % festgestellt.

### Schlussfolgerungen

Durch den Einsatz von neuartiger Hard- und Software wurde am Institut für Landtechnik ein Melklabor konzipiert und realisiert. Das neugestaltete System entspricht den Vorgaben nach

DIN ISO 6690 Norm [1]. Um zukünftig die Druckverhältnisse unter der Zitzenspitze auch über den gesamten Melkvorgang simulieren zu können, wird derzeit daran gearbeitet, den Flüssigkeitsdurchsatz je Zitze über entsprechende Ventile zu steuern.

Mithilfe der beschriebenen Technik können neue Melksysteme bzw. Bauteile bezüglich ihrer Auswirkungen auf die Vakuumverhältnisse unter der Zitzenspitze exakt beurteilt werden. Messverfahren, die in der Praxis zur Beurteilung der Melktechnik eingesetzt werden, können unter standardisierten Bedingungen bezüglich der Exaktheit der aufgezeichneten Ergebnisse evaluiert werden.

Die Beurteilung der Messergebnisse ermöglicht die Weiterentwicklung der entsprechenden Messverfahren und Normen. Gleichzeitig können bei Schulungsmaßnahmen für Berater die melktechnischen Zusammenhänge anhand des Melklabors anschaulich demonstriert und dargestellt werden.

### Literatur

- [1] DIN ISO 6690:2010-04 (2010): Melkanlagen - Mechanische Prüfungen (ISO 6690:2007)

### Autoren

**Dr.-Ing. Zoltan Gobor** ist Leiter der Arbeitsgruppen „Maschinenbau und Konstruktion“ und „Sonderkulturen und Feldgemüsebau“,

**Dipl. Ing. (FH) Heiner Link** ist Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe „Mess-, Steuer- und Regeltechnik“ des Arbeitsbereichs Mechatronik am Institut für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Vöttinger Str. 36, 85354 Freising; E-Mail: zoltan.gobor@lfl.bayern.de

**Dipl. Ing. (FH) Martin Kühberger** ist Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe „Milchgewinnung und Prozesstechnik“ und **Dr. Jan Harms** ist Leiter der Arbeitsgruppe „Milchgewinnung und Prozesstechnik“ am Institut für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Prof.-Dürrwächter-Platz 2, 85586 Poing-Grub

### Danksagung

Die Autoren danken den beteiligten Mitarbeitern des Instituts für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft und des Lehrstuhls für Agrarsystemtechnik der Technischen Universität München für die gute Zusammenarbeit.