

Jan Harms und Georg Wendl

# Analyse von Kapazitätsreserven bei automatischen Melksystemen

Aufgrund des hohen Investitionsbedarfs automatischer Melksysteme ist die Ausschöpfung der technischen Kapazität von großer Bedeutung für deren Wirtschaftlichkeit. Basierend auf einem theoretischen Ansatz, kombiniert mit Ergebnissen von Praxisbetrieben und Zeitmessungen auf Versuchsbetrieben, wurde ein mathematisches Modell entwickelt, um die Kapazität abzuschätzen. Es kann dabei helfen, Schwachpunkte eines bestimmten Systems oder eines Betriebs zu detektieren. Darüber hinaus bietet es die Möglichkeit, die Auswirkungen bestimmter Verbesserungen im Vorfeld abzuschätzen. Beides ist von großer Bedeutung für die Entscheidungen des Landwirts und kann dazu beitragen, Kapazitätsreserven freizusetzen.

## Schlüsselwörter

Automatische Melksysteme, Kapazität

## Keywords

Automatic milking, capacity

## Abstract

Harms, Jan and Wendl, Georg

## Analysis of Capacity Reserves in Automatic Milking Systems

Landtechnik 64 (2009), no. 6, pp. 432-435, 3 figures, 3 tables, 4 references

Automatic milking is an expensive technology. Therefore the full exploitation of the technical system capacity is necessary for economical reasons. Based on a theoretical approach combined with results of practical farms and time measurements on experimental farms a mathematical model was created to predict the system capacity. The developed model can help to detect weakpoints of a certain system or a certain farm. Furthermore it offers a possibility to pre-estimate the effects of different improvements on system capacity. Both is essential for the farmer's decisions and might help to release capacity reserves.

■ Obwohl die Ausnutzung der Kapazität automatischer Melksysteme aus wirtschaftlicher Sicht von großer Bedeutung ist, ist dem Landwirt häufig nicht ausreichend bekannt, über welche Kapazitätsreserven sein System verfügt und wie er diese aus-

schöpfen kann (**Abbildung 1**). In der Literatur sind Angaben zu den Auswirkungen einzelner Parameter auf die Kapazität [3] oder auch komplexe Modelle zur Kapazitätsberechnung [2; 1; 4] zu finden. Bisher ist es für den Landwirt jedoch schwierig abzuschätzen, wie sich Änderungen im Management des Systems, bei der Technik oder bei tierbezogenen Parametern in Summe auf die Kapazität seines Melksystems auswirken. Darüber hinaus fehlt ein Werkzeug, mit dem der eigene Betrieb objektiv mit anderen verglichen werden kann (Benchmarking), um diesen dadurch zu optimieren.

## Zielsetzung

Ziel der Untersuchung war es, ein Modell zu erstellen, welches auf einfach zu erhebenden Daten beruht, und damit die Zusammenhänge zwischen Veränderungen dieser Daten und

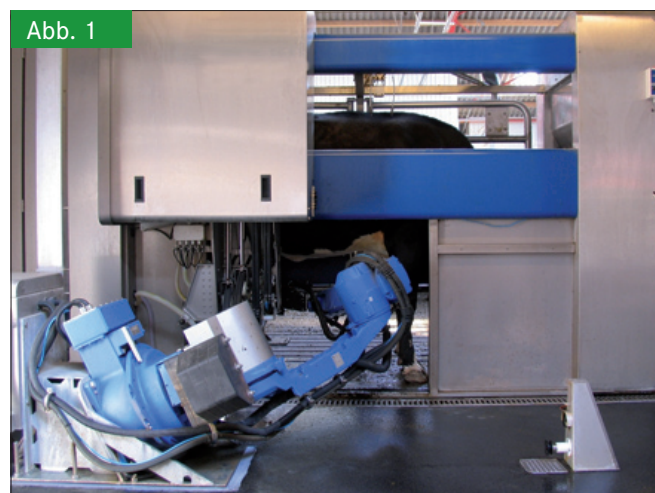


Abb. 1

Automatische Melksysteme sind teuer in der Anschaffung und sollten deshalb optimal ausgelastet werden. Foto: LfL

Fig. 1: Automatic milking is an expensive technology. Therefore the full exploitation of the technical system capacity is necessary for economical reasons.

Tab. 1

Parameter des Kapazitätsmodells

Table 1: Parameter of the capacity model

Gruppe Group	Parameter Parameter	Einheit Unit	Ursprung Origin	
Tier Animal	MY	Milchleistung je Kuh (305 Tage) Average milk yield per cow (305 days)	kg	Datenbank Database
	MF	Durchschnittlicher Milchfluss Average milk flow	kg/min	Datenbank Database
Technik Technics	TCM	Dauer einer Hauptreinigung Duration of a system main cleaning	min	Datenbank Database
	TS	Vorbereitung, Ansetzen, Dippen preparation, attachment, dipping	sec	Datenbank Database
	TCB	Dauer Tankreinigung Time for cleaning the bulk tank	min	def. Wert * def. value *
Management Management	FM	Melkfrequenz Milking frequency	n/Kuh • d n/cow • d	Datenbank Database
	FV	Frequenz zusätzlicher Besuche Frequency of additional visits	n/Kuh • d n/cow • d	Datenbank Database
	NCM	Anzahl Hauptreinigungen Number of main cleanings)	n/Tag n/day	Datenbank Database
	TL	Dauer Verlassen der Melkbox Time needed to leave the milking box	min	def. Wert * def. value *
	TE	Dauer Betreten der Melkbox Time needed to enter the milking box	min	def. Wert * def. value *
	SU	Auslastung des Systems System utilisation	%	def. Wert * def. value *

\* auf Grundlage von gemessenen Werten an einem oder mehreren Systemen  
\* based on measured values on one or more systems

der Systemleistung aufzuzeigen. Darüber hinaus sollte mit der Visualisierung der Daten für den Landwirt eine einfache Möglichkeit geschaffen werden, seinen Betrieb mit anderen zu vergleichen.

### Material und Methoden

Das Modell zur Abschätzung der Kapazität beruht auf den in **Tabelle 1** aufgeführten Parametern. Diese wurden in tierbezogene, managementbezogene und technische Parameter unterteilt. Da das Modell nur auf einfach (automatisch) zu erfassenden Daten beruhen sollte, wurden einige Werte in Versuchen ermittelt und dann als definierte Parameter in das Modell aufgenommen. Die Werte bleiben jedoch durch den Anwender veränderbar. Die Auslastung des Systems wurde als Variable in das Modell aufgenommen, um hier einen Maximalwert definieren zu können (z.B. um Probleme mit rangniederen Tieren zu reduzieren). In der Regel ist dieser Wert durch den Landwirt am System abrufbar. Die Systemleistung wurde als jährlich ermolene Milchmenge, Anzahl

Tab. 2

Ursprüngliches und verbessertes Szenario

Table 2: Initial and improved scenario

Gruppe group	Parameter* Parameter* (siehe/see Tab. 1)	Einheit Unit	Szenario / Scenario	
			ursprünglich initial	verbessert improved
Tier Animal	MY	kg	9 000	+500
	MF	kg/min	2,0	+0,2
Technik Technics	TCM	min	25	-5
	TS	sec	150	-30
	TCB	min	20	-5
Management Management	FM	n/cow • d	2,7	-0,2
	FV	n/cow • d	1,0	-0,1
	NCM	n/day	2,0	-1
	TL	sec	15	-5
	TE	sec	25	-5
	SU	%	85	+5

Tab. 3

Kalkulierte Effekte des verbesserten Szenarios

Table 3: Calculated effects of the improved scenario

Gruppe / Group	Systemleistung [kg Milch / Jahr] System performance [kg milk / year]	
	Ursprüngl. Szenario Initial scenario	Verb. Szenario Improved scenario
Tier / Animal	100 %	+ 8,2 %
Technik / Technics	100 %	+ 7,1 %
Management		
ohne SU / excl. SU	100 %	+ 7,8 %
mit SU / incl. SU		+ 14,4 %

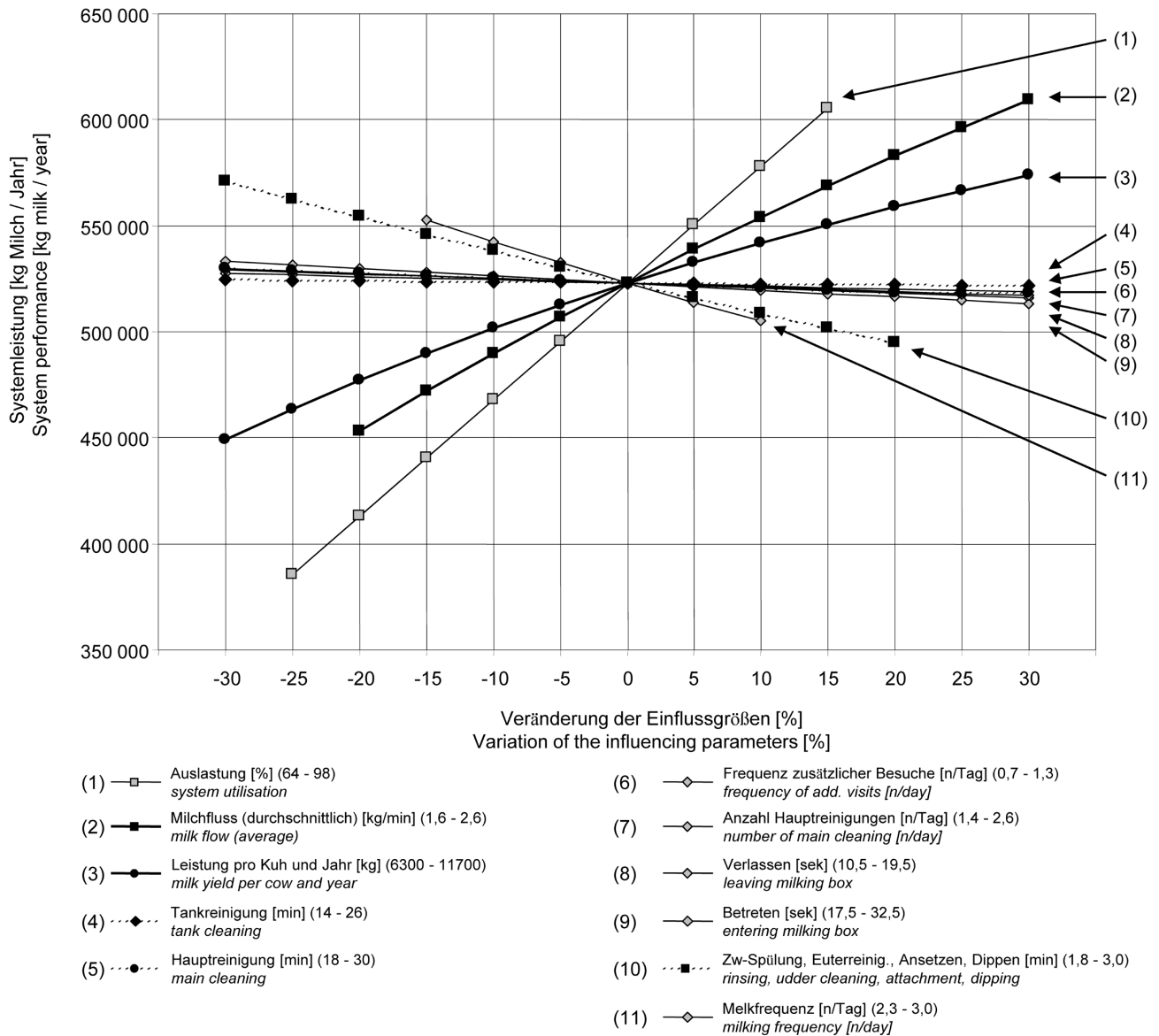
Melkungen/Besuche pro Tag oder als maximal mögliche Herdengröße berechnet. Die ermolene Milchmenge pro System und Jahr (MYS) wurde anhand der **Gleichung (1)** bestimmt. Ähnliche Gleichungen wurden verwendet, um die maximal mögliche Herdengröße oder die Anzahl der möglichen Melkungen zu ermitteln.

$$MYS = \frac{24h \cdot 60 \cdot SU - (TCM \cdot NCM) - TCB}{\left[ \left( \frac{MY}{305} \right) / FM \right] / MF + TS + TL + TE} \cdot FM + [(TL + TE) \cdot FV] \cdot MY \quad (Gl. 1)$$

In einem ersten Schritt wurde jeder Parameter, bezogen auf das ursprüngliche Szenario, einzeln zwischen -70 % und +130 % variiert.

Im zweiten Schritt wurden die Effekte von definierten Änderungen für jede Gruppe berechnet. Bei der Berechnung wurden jeweils nur die Parameter einer Gruppe verändert, während die Parameter der übrigen Gruppen konstant gehalten wurden. Die Höhe der Änderungen wurde dabei für jeden

Abb. 2



Einfluss veränderter Einflussgrößen auf die Systemleistung  
 Fig. 1: Influence of changes in system parameters on system performance

Parameter mit dem Ziel definiert, ein möglichst realistisches, verbessertes Szenario zu erreichen. In **Tabelle 2** sind die Parameter des ursprünglichen und des verbesserten Szenarios zusammengestellt.

**Ergebnisse**

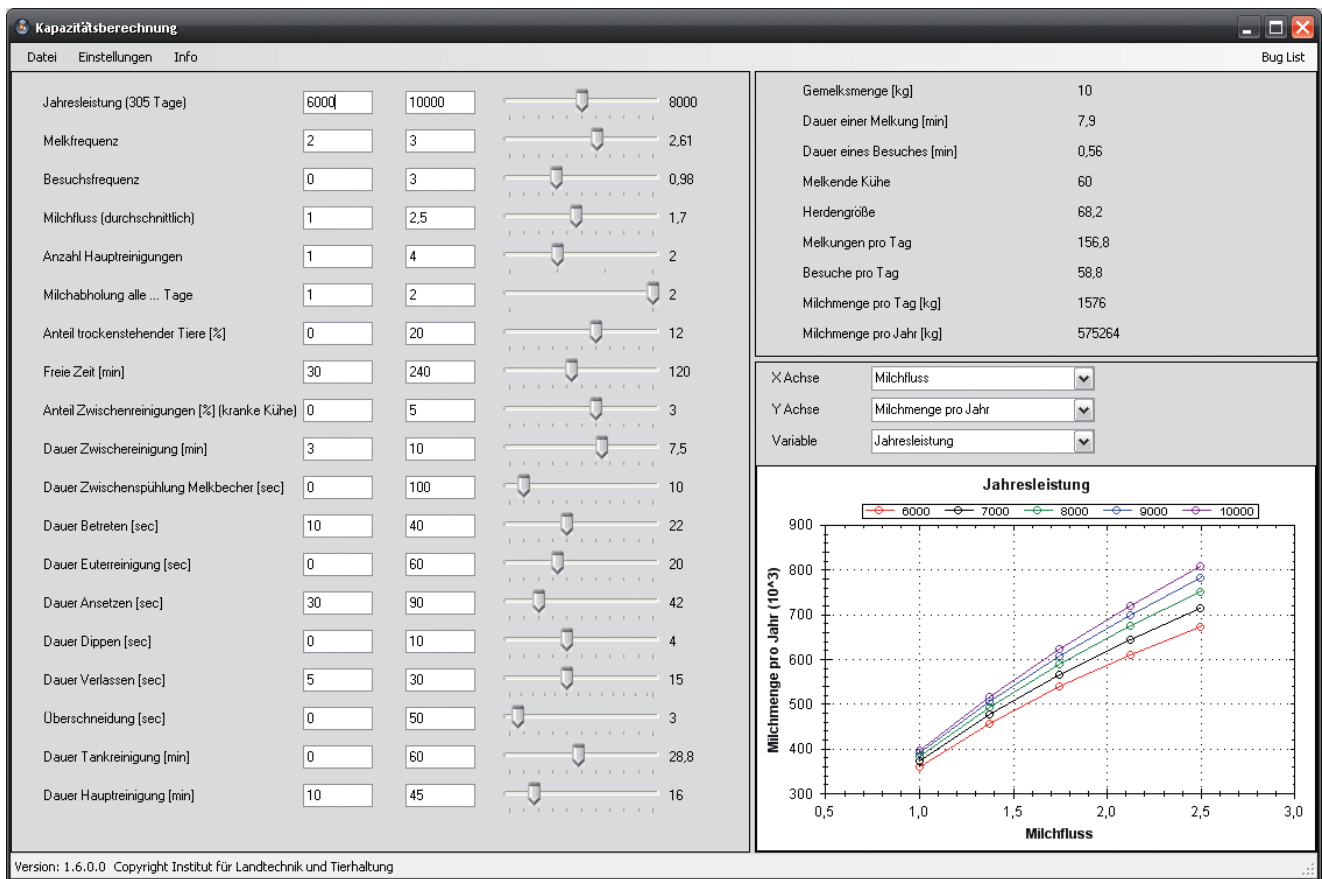
Es konnte gezeigt werden, dass insbesondere die Auslastung, der Milchfluss und die Milchleistung der Tiere einen hohen Einfluss auf die Systemkapazität haben (**Abbildung 2**). Dagegen sind von Verbesserungen einzelner technischer Parameter nur geringe Effekte zu erwarten. So erhöhte sich die rechnerisch zu ermelkende Milchmenge nur um 1,8 %, wenn die Ansetzdauer um 10 Sekunden reduziert wurde. Das Modell zeigte auch, dass – bei Annahme kurzfristig reali-

sierbarer Größenordnungen für Verbesserungsmöglichkeiten – alle technischen Parameter in Summe (**Tabelle 2**) einen ebenso großen Einfluss auf die Systemleistung hatten wie jeweils die tier- und managementbezogenen Parameter (**Tabelle 3**).

Gerade beim wichtigen Parameter Milchfluss wurde bei dieser Analyse aber auch deutlich, dass durch das viertelbezogene Melken eine Vergleichbarkeit mit dem im konventionellen Melksystem bestimmten Milchfluss nicht eindeutig gegeben ist. Insbesondere ein stark verzögertes Ansetzen einzelner Melkbecher kann das Ergebnis für bestimmte Tiere erheblich beeinflussen.

Der Vergleich mit den Daten der Praxisbetriebe zeigte, dass das Modell in der Lage ist, die Situation auf den Betrieben sinnvoll abzubilden. Die Analyse ergab dabei große Unterschiede

Abb. 3



Programm zur Kapazitätsberechnung  
 Fig. 2: Software for capacity calculation

in der Nutzung der Systeme und auch in der freien Kapazität der Anlagen. So wurden lediglich in 2 der 8 befragten Betriebe mehr als 60 Tiere je Melkbox gemolken, bei freien Kapazitäten von etwa 2 bzw. 3,75 h. Eine Analyse der übrigen Betriebe ergab bei aktuell 4 bis 9 h freier Kapazität teilweise erhebliche Defizite im Milchfluss, aber auch in einer angepassten Melkfrequenz zur Erreichung des genannten Ziels von mehr als 60 melkenden Tieren je Melkbox.

In solchen Fällen ermöglicht das für die Beratung entwickelte Programm zur Kapazitätsanalyse (**Abbildung 3**) Landwirten und Beratern die rechnerischen Auswirkungen der Änderung einzelner oder mehrerer Parameter zu bestimmen, sodass gezielte betriebsindividuellen Verbesserungsmöglichkeiten erarbeitet werden können.

### Schlussfolgerungen

Das hier vorgestellte Modell bietet die Möglichkeit, Unterschiede in der Kapazität von automatischen Melksystemen auf verschiedenen Betrieben zu erklären oder Schwachpunkte herauszuarbeiten. Darüber hinaus ermöglicht es, Auswirkungen von geplanten Veränderungen im Vorfeld abzuschätzen und so die Entscheidungen des Landwirts zu unterstützen. Beide Punkte eröffnen dem Landwirt neue Möglichkeiten, die Kapazität

seines Systems und damit auch die Wirtschaftlichkeit zu erhöhen. In Zukunft soll das Modell um Parameter für mehrere Melkboxen und einzelne Tiere bzw. Untergruppen der Herde erweitert werden, um so deren Einfluss auf die Kapazität besser sichtbar zu machen.

### Literatur

- [1] Dzidic, A.; Halachmi, I. and Lukac Havranek, J.: Prediction of milking robot utilization. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 66 (2001) (3), pp. 137-143
- [2] Schick, M.; Volet, M.-R. and Kaufmann, R.: Modelling of Time Requirements and Milking Capacity in Automatic Milking Systems with One or Two Milking Stalls. *Robotic Milking, Proc. Intl. Symp. held in Lelystad, 2000*, pp. 32-37
- [3] Koning C.J.A.M. de and Ouweltjes, W.: Maximising the milking capacity of an automatic milking system. *Robotic Milking, Proc. Intl. Symp. held in Lelystad, 2000*, pp. 38-46
- [4] Sonck, B.R. and Donkers, J.H.W.: The milking capacity of a milking robot. *J. Agr. Eng. Res.* 62 (1995), pp. 25-38

### Autoren

**Dr. Jan Harms** ist Leiter der Arbeitsgruppe „Milchgewinnung und Prozesstechnik“ am Institut für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Prof.-Dürwaechter-Platz 2, 85586 Poing-Grub, E-Mail: Jan.Harms@LfL.bayern.de

**Dr. Georg Wendl** ist Leiter des Instituts für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, E-Mail: Georg.Wendl@LfL.bayern.de