

# Automatische Melksysteme

## Verfahren – Kosten – Bewertung

KTBL-Schrift 497



## Autoren

Die Autoren sind Mitglieder der KTBL-Arbeitsgruppe „Automatische Melksysteme“:

Prof. Dr. C. Fuchs | Hochschule Neubrandenburg, Neubrandenburg

A. Fübbecke | Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Oldenburg

Dr. J. Harms (Vorsitzender) | Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Poing

Dr. W. Hartmann (Geschäftsführer) | Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt

Dr. A. Häußermann | Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel

R. Kaufmann | Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen (Schweiz)

Dr. F. Reinecke | Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Oldenburg

Dr. S. Rose-Meierhöfer | Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V., Potsdam

Dr. W. Wolter | Regierungspräsidium Gießen, Wetzlar

Dr. M. Zähner | Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen (Schweiz)

## Unter Mitwirkung von

W. Achilles | Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt

M. Röstel | Landeskontrollverband Schleswig-Holstein e.V., Kiel

Dr. K. Kuwan | VIT Verden, Verden

Die Schrift wurde vom KTBL und den Autoren nach bestem Wissen und Gewissen nach dem derzeitigen Wissensstand zusammengestellt. Das KTBL bzw. die Autoren übernehmen jedoch keinerlei Haftung für die bereitgestellten Informationen, deren Aktualität, inhaltliche Richtigkeit, Vollständigkeit oder Qualität.

### Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie.

Detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

© 2013

### Herausgeber und Vertrieb

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)

Bartningstraße 49 | 64289 Darmstadt

Telefon +49 6151 7001-0 | Fax +49 6151 7001-123 | E-Mail: [ktbl@ktbl.de](mailto:ktbl@ktbl.de)

[vertrieb@ktbl.de](mailto:vertrieb@ktbl.de) | Telefon Vertrieb +49 6151 7001-189

[www.ktbl.de](http://www.ktbl.de)

Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung von Texten und Bildern, auch auszugsweise, ist ohne Zustimmung des KTBL urheberrechtswidrig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigung, Übersetzung, Mikroverfilmung sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Herausgegeben mit Förderung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

### Redaktion

W. Achilles, Dr. W. Hartmann | KTBL

### Lektorat

M. Pikart-Müller | KTBL

### Titelfoto

©Werkfoto DeLaval

### Druck und Bindung

Druckerei Silber Druck oHG | Niestetal

Printed in Germany

ISBN 978-3-941583-78-8

## Vorwort

Das automatische Melken gehört zu den bedeutendsten Entwicklungen der landtechnischen Geschichte. Die Entwicklung einer Technik, die Kühe automatisch melkt, galt lange als Utopie: Von vielen Milchviehhaltern sehnsüchtig erwartet, wenn es um den Wunsch nach flexibleren Arbeitszeiten oder die Einsparung von Arbeit geht; von Einzelnen aber auch kritisch betrachtet, die im täglichen Kontakt mit dem Tier beim Melken eine wesentliche Grundlage tiergerechter Milchviehhaltung sehen.

Bei der Einführung technischer Neuheiten entflammt häufig zwischen Befürwortern und Skeptikern ein Widerstreit über den Sinn und Nutzen der Technik. Dies war auch bei den automatischen Melksystemen der Fall. Anfängliche „Kinderkrankheiten“ und mangelnde Erfahrungen verzögerten die Einführung in die Praxis. Dennoch hat sich diese Form des Melkens in der Praxis – neben der herkömmlichen Melktechnik – etabliert und heute einen festen Platz gefunden.

Die Leistung der Entwickler muss vor diesem Hintergrund anerkannt werden. Den Ingenieuren ist es gelungen, Hochtechnologie für den Einsatz in Ställen fit zu machen. Hervorzuheben sind aber auch die zahlreichen Praktiker, Berater und Wissenschaftler, die an den Erfolg des automatischen Melkens geglaubt haben. Der Fortschritt erfolgt nicht allein durch die Entwicklung einer neuen Technik, sondern durch die Integration dieser Technik in die Praxis.

Die Schrift greift das Thema der KTBL-Schrift 395 „Automatische Melksysteme“ aus dem Jahr 2000 auf. Darüber hinaus beinhaltet sie Praxiserfahrungen mit automatischen Melksystemen, wie sie schon 2005 im gleichnamigen KTBL-Heft 424 thematisiert wurden. Im Vergleich zu den beiden Produkten dokumentieren die Autoren den enormen Wissenszuwachs.

Tierhalter, Berater und Veterinäre erhalten eine Übersicht über die am Markt angebotene Technik, die Wechselwirkungen zwischen Tier und Technik, über die Anforderungen an das Stallkonzept und der Wirtschaftlichkeit des Melksystems.

Allen, die an der Erarbeitung der Schrift beteiligt waren – insbesondere den Autoren, Mitgliedern der Arbeitsgruppe und den Firmen, die Informationen zu ihren Produkten zur Verfügung gestellt haben – sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Kuratorium für Technik und Bauwesen  
in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)

DR. HEINRICH DE BAËY-ERNSTEN  
Hauptgeschäftsführer

## Inhalt

1	Einleitung.....	9
2	Beschreibung automatischer Melksysteme .....	11
2.1	Verbreitung automatischer Melksysteme .....	11
2.2	Anlagentypen .....	12
2.3	Bestandteile der Melkbox.....	14
2.4	Funktionsprinzip .....	14
2.5	Technische Details automatischer Melksysteme verschiedener Hersteller.....	15
2.6	Einordnung automatischer Melksysteme in den Stall.....	22
2.7	Systemleistung .....	23
3	Milchkühlung und -lagerung.....	27
3.1	Gesetzliche Anforderungen .....	27
3.2	Kühlsysteme und -behälter.....	28
3.3	Milchlagerraum .....	33
4	Hygieneanforderungen, Eutergesundheit, Milchqualität .....	35
4.1	Baulich-technische Empfehlungen .....	35
4.2	Eutergesundheit.....	36
4.2.1	Einflussfaktoren auf die Eutergesundheit.....	37
4.2.2	Kontrolle der Eutergesundheit – Erkennung von Eutergesundheitsstörungen.....	38
4.2.3	Maßnahmen zur Vorbeugung von Eutergesundheitsstörungen.....	41
4.2.4	Behandlung.....	44
4.3	Rechtliche Rahmenbedingungen.....	45
4.3.1	Hygienevorschriften der EU für Lebensmittel tierischen Ursprungs.....	45
4.3.2	Maßnahmenkatalog .....	47
5	Leistungskontrolle .....	51
6	Wechselwirkung Tier und Technik .....	54
6.1	Anforderungen an das Tier.....	54
6.2	Mobilität der Tiere .....	56
6.3	Tierverhalten.....	57
6.3.1	Stressbelastung.....	57
6.3.2	Einfluss der Rangordnung .....	58
6.4	Fütterung in der Melkbox.....	59

<b>7</b>	<b>Kuhumtrieb</b> .....	<b>61</b>
7.1	Kuhumtriebsformen .....	61
7.2	Freier Tierumtrieb .....	64
7.3	Einfach gelenkter Umtrieb mit Umtriebsrichtung „Liegen → Fressen“ .....	65
7.4	Tierindividuell gelenkter Umtrieb mit Umtriebsrichtung „Liegen → Fressen“ .....	66
7.5	Gelenkter Umtrieb mit Umtriebsrichtung „Fressen → Liegen“ .....	68
7.6	Kombination mit Weidegang.....	69
<b>8</b>	<b>Gebäudelayout und Planungsgrundsätze</b> .....	<b>71</b>
8.1	Gebäudehülle.....	71
8.2	Melkroboter und Stall .....	72
8.3	Gebäudelayout von Laufställen mit Liegeboxen .....	78
8.4	Kuhkomfort.....	86
8.5	Melkboxen auf der Weide.....	95
<b>9</b>	<b>Verfahrensabläufe und Arbeitszeitbedarf</b> .....	<b>96</b>
9.1	Was ändert sich durch ein automatisches Melksystem? .....	96
9.2	Umstellung auf ein automatisches Melksystem .....	96
9.3	Inbetriebnahme .....	98
9.4	Regelabläufe .....	101
9.5	Einstellungen der Anlagen .....	107
9.6	Behandlung von Tieren.....	109
9.7	Eingliederung von Färsen und Kühen.....	110
9.8	Vorzeitiges Trockenstellen .....	110
9.9	Maßnahmen bei Störfällen .....	111
9.10	Arbeitszeitbedarf.....	111
<b>10</b>	<b>Betriebswirtschaftliche Bewertung</b> .....	<b>113</b>
10.1	Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion – Wer investiert heute noch in einen Milchviehstall? .....	113
10.2	Betriebsstoffbedarf.....	117
10.3	Arbeits- und Gebäudekosten für AMS in Abhängigkeit von der Bestandsgröße.....	120
10.4	Vergleich der Arbeits- und Gebäudekosten von AMS und konventionellen Melksystemen.....	121
10.5	Leistungssteigerung durch häufigeres Melken im AMS.....	123
10.6	Vergleich der Wirtschaftlichkeit in Abhängigkeit von der Lohnhöhe.....	125
10.7	Mindestgrößen für Milchleistung und Milchpreis zur Erreichung der Gewinnschwelle.....	127
10.8	Kostenvergleich der AMS untereinander.....	128
10.9	Fazit.....	130

<b>11</b>	<b>Schlussbetrachtung – Stand der Technik und Entwicklungstendenzen</b> .....	<b>131</b>
11.1	Automatische Melksysteme auf dem Vormarsch .....	131
11.2	Sensortechnik, wichtiger Bestandteil automatischer Melksysteme .....	131
11.3	Wirtschaftlichkeit – teuer, aber arbeitssparend.....	133
11.4	Herausforderung Stallplanung .....	133
11.5	Automatisierung geht weiter.....	134
11.6	Ausblick .....	135
<b>12</b>	<b>Planungstipps</b> .....	<b>136</b>
<b>13</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>139</b>
<b>Anhang</b>		
	Anhang 1 – Begriffsdefinitionen .....	144
	Anhang 2 – DIN ISO 20966:2008-04 Automatische Melksysteme – Anforderungen und Prüfung.....	148
	Anhang 3 – Maßnahmenkatalog .....	150
	Anhang 4 – Formular für die Anzeige der Installation eines AMV .....	154
	Anschriften der Autoren.....	155
	KTBL-Veröffentlichungen .....	156
	aid-Veröffentlichungen.....	160



### 2.6 Einordnung automatischer Melksysteme in den Stall

Automatisches Melksystem bedeutet: Der Melkroboter, das Kernelement, wird als integrierter Bestandteil eines ganzen Systems „Automatisches Melken“ betrachtet. Die damit verbundenen Erwartungen – Arbeitseinsparung und wirtschaftlicher Betrieb – können nur erreicht werden, wenn eine optimale Integration in die jeweilige Stallsituation sowie in das Fütterungs- und Herdenmanagement erfolgt.

Dabei gruppieren sich um die Melkbox mit dem Melkroboter je nach Ausbaustandard diverse funktionale Elemente (Abb. 7). Beim Zugang sind dies der Vorwartebereich und je nach Umtriebsform evtl. Selektionseinrichtungen, die der Vorselektion der Tiere dienen (elektronische Zugangstore, Einwegtore, Selektionstore). Im Ausgangsbereich gibt es Nachselektionseinrichtungen für die individuelle Steuerung der Kuh nach dem Melken (Behandlungs- oder Abkalbeboxen, Zutrittstore zur Fütterung). Bei einigen Umtriebsformen wie „Feed First“ sind weitere Selektionseinrichtungen zwischen Liege- und Fressbereich angeordnet. Der Vorwarte- und Nachselektionsbereich sowie die Melktechnik benötigen eine Zuordnung zu einem PC-Arbeitsplatz und zur Milchlagerung. Für Letztere ist auch die Wegführung für den Milchabholdienst zu berücksichtigen.

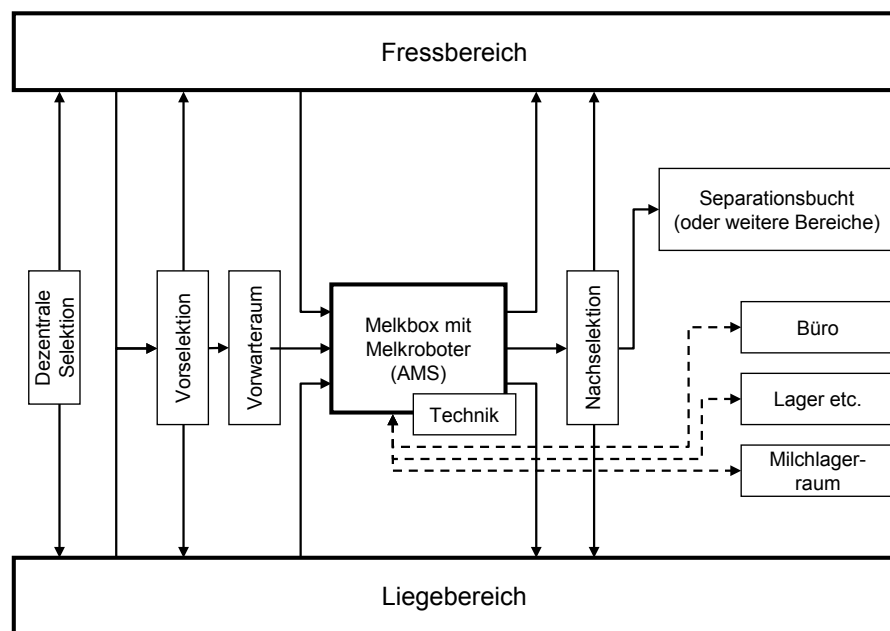


Abb. 7: Einordnung des AMS in das Betriebssystem (Grafik: HARMS)

Das Baukonzept, die Trennung von Liege- und Fressbereich und der Aufwand für zusätzliche Steuerungselemente, wie Einwegtore, werden entscheidend von der Art des Kuhverkehrs bestimmt. Bei freiem Kuhverkehr sind keine oder wenige Steuerungselemente notwendig, bei gelenkten Umtriebsformen sind diese systembedingt vorzusehen.

### 2.7 Systemleistung

Zur Bestimmung der Leistung oder Kapazität automatischer Melksysteme können unterschiedliche Kenngrößen herangezogen werden, die jedoch auch zu unterschiedlichen Bewertungen der Leistung führen. So wird in der Praxis häufig die mögliche Anzahl zu melkender Kühe – zu unterscheiden von der Herdengröße – oder auch die Anzahl möglicher Melkungen zur Bewertung herangezogen. Beide Größen geben jedoch nicht wieder, wie viel Milch letztendlich mit einem System gemolken werden kann.

Die Wirtschaftlichkeit eines automatischen Melksystems hängt von den Kosten des Milchentzugs ab und verbessert sich mit steigender Systemleistung. Das entscheidende Maß ist die Milchmenge, die jährlich gemolken werden kann. Mit Einboxanlagen können unter günstigen Bedingungen bis zu 750 000 kg gemolken werden, was ca. 2 000 kg Milch je Tag entspricht. Bei extrem leistungsfähigen Tieren oder fehlender Belastung der Anlage durch kranke Tiere und damit verbundenen Reinigungsvorgängen sind auch höhere Werte möglich. In Abhängigkeit von dem Leistungsniveau des Betriebes ergeben sich daraus 55 bis 70 Kühe je Box. Folgerichtig ist das Betriebswachstum nur in entsprechenden Schritten möglich (Tab. 6).

Tab. 6: Systemleistungen von automatischen Melksystemen

System	Einheit	Einboxanlage	Mehrboxenlagen		
			2 Boxen	3 Boxen	4 Boxen
Melkungen	n/d	130–180	270–330	360–440	430–520
Zu melkende Kühe je Anlage	n	55–70	100–120	130–160	160–190
Herdengröße	n	65–80	110–140	150–190	180–220
Milchmenge pro Jahr	x 1 000 kg	570–690	1 030–1 260	1 390–1 700	1 650–2 010

Die Milchmenge eines Systems hängt sehr stark von der Melkbarkeit der Kühe, der Jahresleistung und der gewünschten oder erreichten Melkfrequenz ab. Darüber hinaus spielen die Frequenz zusätzlicher Besuche, die Dauer eines Ansetzvorgangs sowie die Anzahl und Dauer der Reinigungen eine Rolle. Zwar sind Roboter theoretisch 24 Stunden einsetzbar, die tatsächliche Melkzeit reduziert sich jedoch um mehrere Stunden in Abhängigkeit von Fehlbesuchen, Systemzeiten usw. Heutige Melkroboter sollten täglich 21,5 Stunden für den Tierverkehr zur Verfügung stehen (DLG 2010).

Automatische Melksysteme sollen von den Tieren freiwillig betreten und verlassen werden. Um dies zu gewährleisten, ist bei allen Berechnungen zu bedenken, dass ein automatisches Melksystem nicht zu 100 % ausgelastet wird. Im laufenden Betrieb werden sich immer Verzögerungen einstellen bzw. sollten gewisse zeitliche Freiräume für die Tiere erhalten bleiben. Damit auch rangniedere Tiere regelmäßig Zugang zum System finden, sollte die maximale Auslastung bei ca. 90 % der rechnerischen Auslastung liegen und bei ungünstigen baulichen Voraussetzungen, Weidegang o.Ä., deutlich niedriger. Kurzfristige Auslastungen über 95 % sind möglich.

Diese Zusammenhänge werden in Abbildung 8 grafisch dargestellt. Die Berechnung gilt für Einboxanlagen mit einer jährlichen Systemleistung von 525 000 kg Milch, welche als Referenz 100 % Systemleistung entspricht.

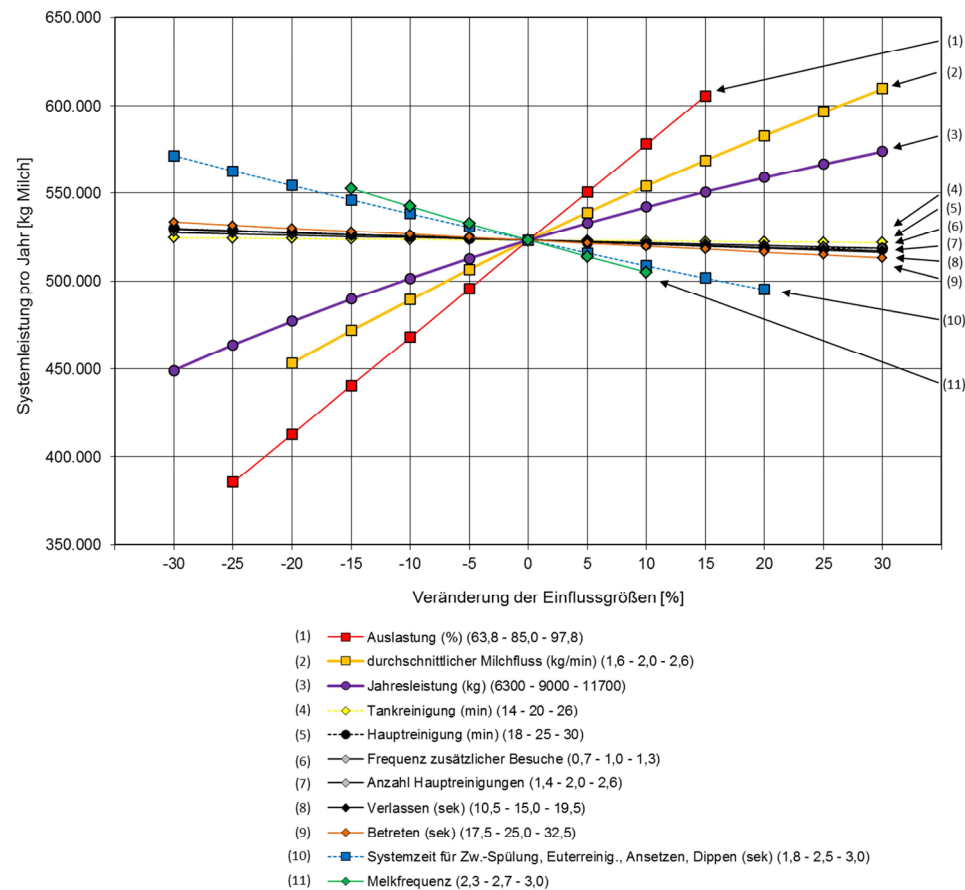


Abb. 8: Höhe der Systemleistung bei sich verändernden Einflussgrößen (HARMS 2010)

Die Abbildung veranschaulicht, dass die Systemleistung mit der Auslastung des Roboters, dem Milchfluss und der jährlichen Milchleistung der Kühe ansteigt. Die Bedeutung der Einflussfaktoren entspricht der Reihenfolge ihrer Nennung. Nur mit einer hohen Auslastung lässt sich die maximale Systemleistung erreichen, und kein anderer Faktor wirkt sich bei einer Änderung so stark auf die Systemleistung aus. Dies trifft sowohl im positiven wie auch im negativen Fall zu.

Neben den drei genannten Einflussfaktoren beeinflussen auch die Systemzeiten, z. B. für Zwischenspülungen, und die Melkfrequenz die Leistung des Systems. Der geringe Steigungsgrad und die kurzen Geraden zeigen jedoch, dass der Einfluss im Vergleich zu den drei zuerst genannten Faktoren geringer ist (Abb. 8). Alle anderen aufgeführten Einflussfaktoren wirken sich bei einer Veränderung vergleichsweise wenig auf die Systemleistung aus. Die einzelnen Einflussfaktoren lassen sich unterschiedlich stark beeinflussen und sind zum Teil voneinander abhängig.

In Tabelle 7 wird die Systemleistung einer Einboxanlage in Abhängigkeit der Jahresleistung, des Milchflusses und der Melkfrequenz ausgewiesen (HARMS 2010). Der Vergleich zeigt, dass die Milchmenge und der Milchfluss die entscheidenden Bewertungsmaßstäbe einer Anlage sind. Die Herdengröße oder die Anzahl der zu melkenden Kühe kann nur als eine Hilfsgröße angesehen werden.

Tab. 7: Systemleistung von Einboxanlagen in Abhängigkeit ausgewählter Einflussgrößen am Beispiel von vier Anlagen (HARMS 2010)

Merkmal	Einheit	Jahresleistung [kg Milch/Kuh]			
		7 000	8 000	9 000	10 000
<b>Annahmen</b>					
Auslastung	%	85	85	85	85
Milchfluss	kg/min	2,1	2,1	2,6	2,6
Systemzeit <sup>1)</sup>	s	70	70	70	70
Melkfrequenz	n/d	2,5	2,6	2,7	2,8
<b>Zeit</b>					
Insgesamt	h:mm:ss	20:24:00	20:24:00	20:24:00	20:24:00
Alle Melkungen	h:mm:ss	18:01:05	18:09:48	18:05:14	18:11:57
Alle zusätzlichen Besuche	h:mm:ss	1:32:55	1:24:12	1:28:46	1:22:03
Gemelksmenge	kg	9,2	10,1	10,9	11,7
<b>Systemleistung</b>					
Anzahl zu melkende Kühe	n	69,7	63,2	66,6	61,5
Herdengröße	n	80,1	72,6	76,5	70,7
Melkungen	n/d	174	164	180	172
Zusätzliche Besuche	n/d	139	126	133	123
Milchmenge	kg/d	1 599	1 656	1 965	2 018
	kg/a	583 811	604 597	717 111	736 463

Annahmen: 2 Hauptreinigungen je Tag; Milchabholung alle 2 Tage; 13 % Anteil trockenstehender Kühe; Tankreinigung und Hauptreinigung 10 Minuten; Zeiten Betreten/Verlassen 25/15 s; täglich zwei zusätzliche Besuche.  
<sup>1)</sup>Zwischenspülung, Euterreinigung, Ansetzen, Dippen.