

Arbeitszeitbedarf verschiedener Melkverfahren

Von der Eimermelkanlage zum AMS

Matthias Schick, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon

In der Milchviehhaltung zählen die Melkarbeiten zu den wichtigsten Tätigkeiten im Tagesablauf. Mindestens zweimal täglich ist eine sorgfältige Arbeitserledigung für den wirtschaftlichen Erfolg mitentscheidend.

Ein wesentliches Ziel der landtechnischen Forschung ist es seit der Erfindung der Melkmaschine, die Arbeitsproduktivität zu steigern, die Eutergesundheit zu sichern und die Arbeitsbelastungen zu verringern. Das bedeutet auch im Jahr 2000 noch immer ein enges Zusammenwirken von Mensch, Tier und Technik, um die vorgegebenen Ziele zu erreichen. Dabei zeigt sich, dass der Mensch an der Schnittstelle zwischen Tier und Maschine den wesentlichen Einfluss auf die Arbeitserledigung ausübt – aber immer innerhalb vorgegebener bio-

logischer und technischer Grenzen (verändert nach Eichhorn 1999).

Der Arbeitszeitbedarf für die Melkarbeiten unterliegt – je nach Halteverfahren und eingesetzter Melktechnik – einer sehr grossen Variationsbreite. In Anbindeställen mit Eimer- oder Rohrmelkanlagen liegt der Zeitbedarf je Kuh und Tag zwischen 15 und 5 Minuten. In Laufställen mit Melkständen oder Automatischen Melksystemen sind Arbeitszeiten zwischen 12 und 2 Minuten je Kuh und Tag aufzuwenden. Bei kleineren einseitigen Melkständen mit 4 Melkeinheiten (ME) wird kaum Arbeitszeit gegenüber einer Rohrmelkanlage mit ebenfalls 4 ME eingespart. Die Melkleistungen sind hier nahezu identisch. Für den Melkstand spricht aber auf jeden Fall die realisierbare Arbeitserleichterung.

Literaturübersicht

Von den rund 56 000 Melkanlagen in der Schweiz sind zirka 77% als Eimermelkanlagen ausgelegt. Daneben gibt es zirka 18% Rohrmelkanlagen und 5% Melkstände verschiedenster Bauart.

In der vorhandenen Literatur ist nur wenig aktuelles arbeitswirtschaftliches Datenmaterial über kleinere und einseitige Melkstände vorhanden. Zeitgemässe Zahlen zu Anbindeställen liegen nur von Schleitzer (1995) vor. Er gibt Melkleistungen bei Eimermelkanlagen von 5,3 bis 5,7 Kühen pro Stunde und Melkeinheit (ME) und bei Rohrmelkanlagen von 6 bis 6,8 Kühen pro Stunde und ME an. Weber (1991), Benninger (1992) und Schleitzer (1995) legen in ihren Untersuchungen Daten über die Melkleistungen bei verschiedenen Melkständen vor. Alle Autoren nennen übliche Melkleistungen von 4,5

Fortsetzung Seite 2

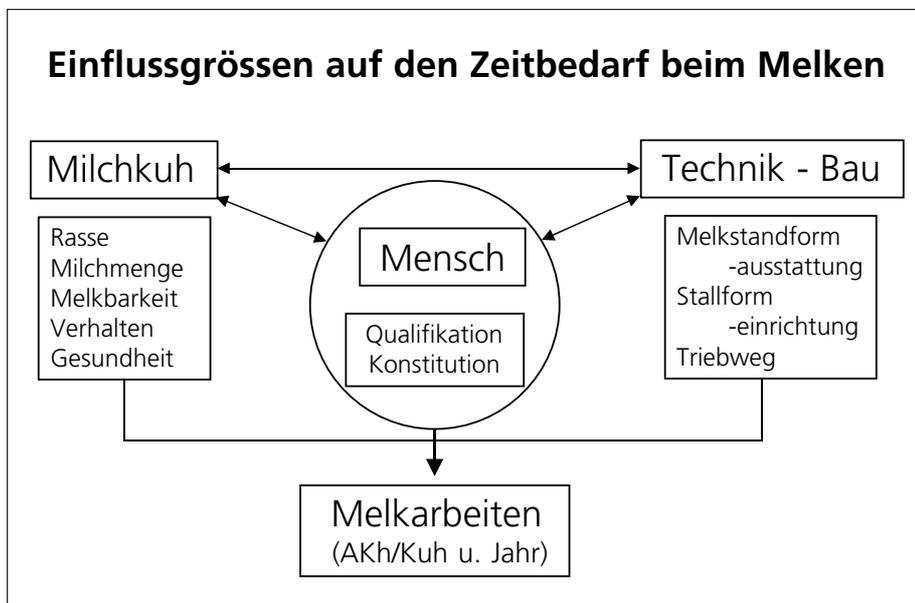


Abb. 1: Der Mensch wirkt mit seiner Qualifikation und seiner Konstitution bestimmend auf die Melkarbeiten ein.

Inhalt	Seite
Literaturübersicht	1
Untersuchte Verfahren und Methodik	2
Arbeitsabläufe beim Melken	3
Gesamtzeitbedarf	6
Melkleistungen von Melkverfahren	11
Schlussfolgerungen	13
Literatur	15

bis 6 gemolkene Kühe pro ME und Stunde in Gruppenmelkständen. Für Einzelmelkstände liegen die Melkleistungen zwischen sechs und acht Kühen pro ME und Stunde. Für einseitige Gruppenmelkstände werden geringere Melkleistungen als für zweiseitige angegeben. Dies wird vor allem auf die längeren Wartezeiten bei solchen Melkverfahren zurückgeführt. Kleinere Gruppenmelkstände ermöglichen grössere Melkleistungen als grosse. So gibt Schleitzer (1995) für den Side by Side-Melkstand 2x10 nur noch 3,4 bis 4,1 gemolkene Kühe pro ME und Stunde an. Obwohl hierbei die einzelne ME relativ schlecht ausgelastet ist, bedeutet dies immerhin eine Melkleistung für den gesamten Melkstand mit 20 ME von 68 bis 82 Kühen pro Stunde.

Über Automatische Melksysteme (AMS) liegt bislang noch wenig aussagekräftiges Datenmaterial vor. Erste arbeitswirtschaftliche Aussagen finden sich bei Sonck (1996), Artmann und Bohlsen (1999) sowie Kowalewsky und Fübbeck (1999). Verfahrenstechnisch ist die Melkbox des AMS zu den Einzelmelkständen zu zählen. Zu erwartende Kapazitäten liegen zwischen 45 und 50 Kühen pro Tag bei Einboxenanlagen (Eichhorn, 1999). Für Zweiboxenanlagen geben Sonck und Donkers, (1995) 70 – 80 zu melkende Kühe an. Arbeitshilfen zum Melken in Anbinde- oder Laufställen werden in der Literatur häufig beschrieben. Erkenntnisse über die Auswirkungen solcher Einrichtungen auf Arbeitszeitbedarf, Melkleistung oder auch Massenumschlag liegen allerdings nicht vor.

Untersuchte Verfahren und Methodik

In dieser Untersuchung erfolgten Zeitmessungen, Einflussgrößenbestimmungen und Modellkalkulationen für die in der Schweiz üblichen Melkverfahren. Eimer- und Rohrmelkanlagen wurden auf sechs Betrieben mit Anbindeställen untersucht. Die Untersuchungen bei Einzel- und Gruppenmelkständen erfolgten auf 16 Betrieben mit Laufställen.

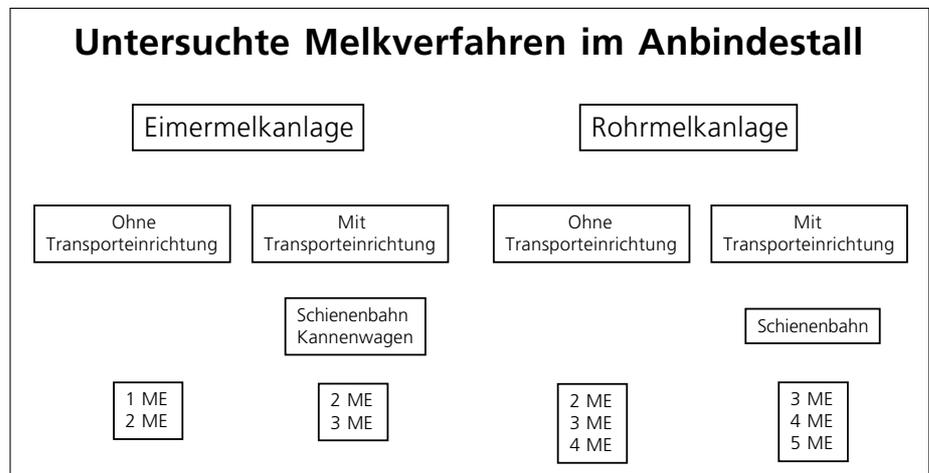


Abb. 2: Die untersuchten Melkverfahren im Anbindestall sind nach dem Milchtransport in Eimer- und Rohrmelkanlagen zu unterscheiden.

Tab. 1: Wesentliche Variablen und Hilfsvariablen, die auf den Zeitbedarf beim Melken einwirken.

Einflussgrösse	Dimension	Bereich (Min. – Max.)	Modell
Zeit für Maschinenhauptgemelk (MHG)	min	5,56 (2,3 – 11)	Alle
Milchmenge pro Melkvorgang	kg	10 (5 – 25)	Alle
Mittleres Minutengemelk	kg/min	1,8 (1,2 – 3,0)	Alle
Wegstrecken	m	(13 – 40)	Alle
Gemolkene Kühe		(12 – 65)	Alle
Anzahl Melkeinheiten (ME)		(1 – 12)	Alle
Anzahl Läger		1 – 3	Anbindestall
Futtertisch zentral/wandständig			Anbindestall
Futtertischbreite	m	3 – 5	Anbindestall
Lägerbreite	m	1,15 (1,10 – 1,40)	Anbindestall
Stalllänge	m	13 – 50	Anbindestall
Anzahl Eimer		1 – 3	Anbindestall
Anzahl Kannen		3 – 10	Alle
Mechanische Hilfsmittel			Alle
Elektronische Hilfsmittel			Alle
Anzahl Plätze im Melkstand		2 – 12	Laufstall
Melkstand einseitig/zweiseitig			Laufstall
Melkstand Voll-/ Halbbestückung			Laufstall
Breite Melkstand	m	0,8 – 1,8	Laufstall
Länge Melkstand	m	1,70 – 10,8	Laufstall
Häufigkeit Melkstand verlassen		6 – 20	Laufstall
Milchtank/Kannentransport			Alle
Entfernung zur Sammelstelle	m	500 – 5000	Alle
Häufigkeit Melken pro Tag		2 – 3	Alle
Wartezeiten beim Melken	min	0 – 5,34	Alle
Anzahl Kontrollgänge pro Tag		10 (5 – 20)	AMS
Anzahl Rechnerkontrollen pro Tag		5 (2 – 20)	AMS
Anzahl Reinigungsvorgänge pro Tag		2 (1 – 4)	AMS
Anzahl Kühe zum Nachtreiben pro Tag		2 (1 – 10)	AMS
Anzahl ME von Hand ansetzen pro Tag		2 (1 – 15)	AMS
Melkhäufigkeit pro Tag		3 (2 – 5)	AMS

Eine Übersicht der untersuchten Melkverfahren im Anbindestall geben die Abbildungen 2 und 3 wieder. Auf zwei weiteren Betrieben mit Laufstallhaltung erfolgten ebenfalls Zeitmessungen bei automatischen Melksystemen mit Einboxenanlagen. Die Ergebnisse dieser Messungen wurden in die Modellkalkulationen integriert, sind aber aufgrund des sehr kleinen Stichprobenumfangs mit Vorsicht zu interpretieren.

Die Zeitmessungen erfolgten mittels Hand-Held-PC und integrierter Zeiterfassungs-Software als dreifache Wiederholung auf jedem Betrieb. Für die weitere Verarbeitung wurde das erfasste Datenmaterial mit problemneutralen Testverfahren untersucht. Bei fehlender Normalverteilung erfolgte eine einseitige logarithmische Transformation als Grundlage für die anschliessende Regressionsrechnung. Die Datengüte wurde bei

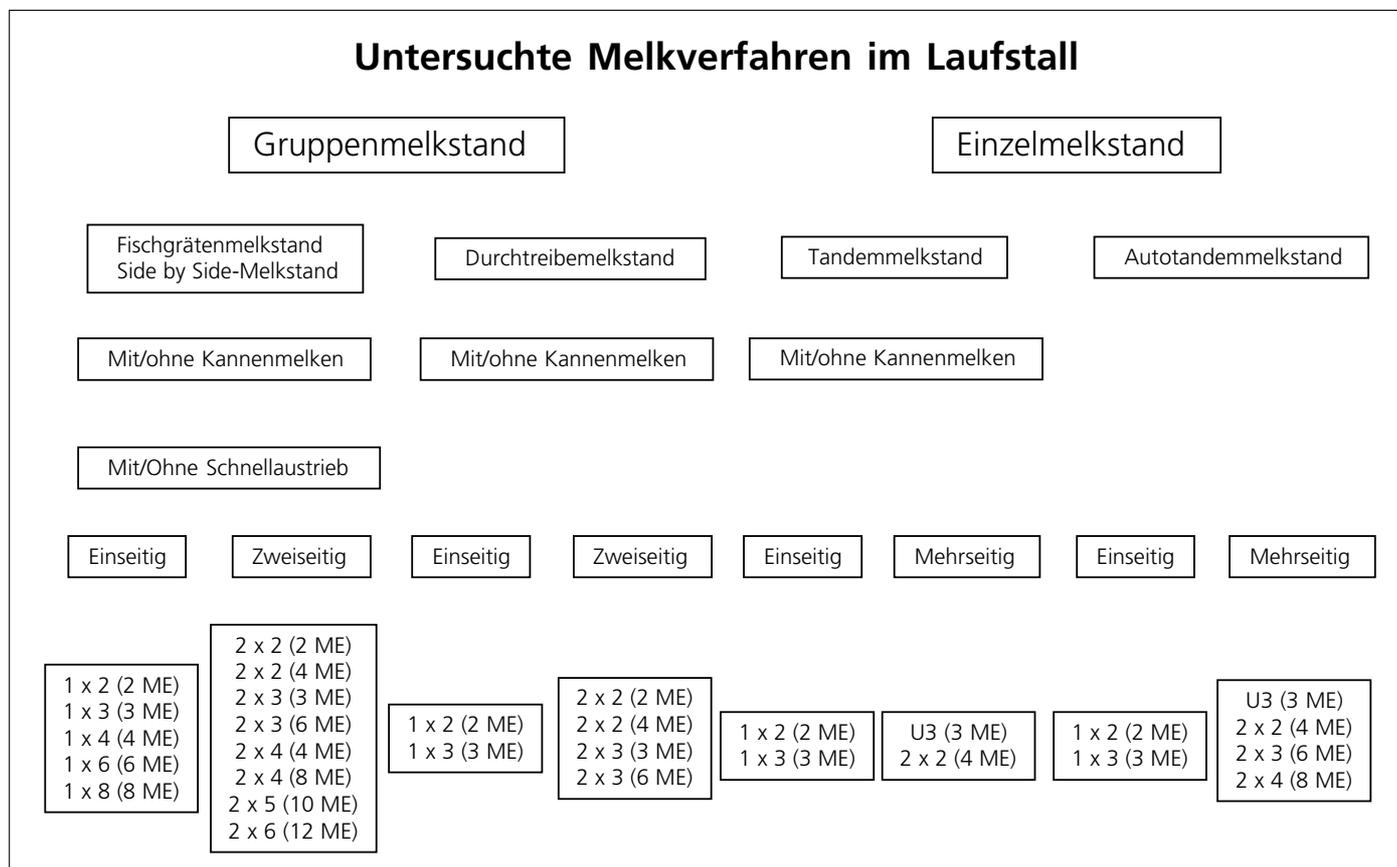


Abb. 3: Im Laufstall wurden Gruppen- und Einzelmelkstände untersucht.

Tab. 2: Routinezeiten beim Melken mit Eimer- und/oder Rohrmelkanlage.

Arbeitsabschnitt	Eimermelkanlage	Rohrmelkanlage
	Angaben in AKmin/Kuh und Melkvorgang	
Euter vorbereiten	0,75	0,75
ME ansetzen	0,20	0,20
ME ausrichten	0,05	0,05
Schlauchhalter einhängen	-	0,10
Maschinell nachmelken	0,40	0,20
ME abhängen	0,08	0,08
ME umhängen	0,08	0,08
Zitzen dippen	0,06	0,06
Gehen mit/ohne Melkeimer	0,25	0,24
Eimer ausleeren	0,10	-
Summe	1,97	1,76

zyklischen Arbeitsabläufen (z.B. Vormelken, ME ansetzen, Zitzen dippen etc.) mittels Epsilon Test statistisch bestimmt. Die eigentliche Planzeiterstellung erfolgte mit einem Modul des an der FAT entwickelten Modellkalkulationssystems PROOF. Mit diesem ist es möglich, sowohl den Arbeitszeitbedarf als auch die Melkleistung für die verschiedensten Melkverfahren zu kalkulieren. Da der Arbeitszeitbedarf immer abhängig von Einflussgrößen (Wegstrecken, Anzahl Kühe, Melkstandgröße, Anzahl ME, Zeit für Maschinenhauptgemelk, usw.) ist, sind die wesentlichen Einflussgrößen im

Modell als Variablen eingesetzt und je nach Bedarf veränderbar. Die wesentlichen Variablen und Hilfsvariablen, die auf den Arbeitszeitbedarf beim Melken einwirken, sind in Tabelle 1 wiedergegeben. In dieser Tabelle ist auch der mögliche Bereich angegeben, innerhalb dessen die Berechnungen vorgenommen werden. Der Arbeitszeitbedarf wird bei der nachfolgenden Ergebnisdarstellung für die einzelnen Melkverfahren als Arbeitszeitbedarf pro gemolkene Kuh und Tag oder als Arbeitszeitbedarf pro Kuh und Jahr ausgegeben. Für ein Haltungsjahr werden hierbei 305 Melktage unterstellt. Die

Melkleistung wird analog zur vorhandenen Literatur in gemolkene Kühen pro Stunde (ohne Vor- und Nacharbeiten) angegeben.

Arbeitsabläufe beim Melken

Die Arbeitsabläufe beim Melken setzen sich zusammen aus *Routinezeiten*, *Rüst- und Reinigungszeiten*, *Wegezeiten* sowie allenfalls anfallenden *Wartezeiten*. Sie sind je nach Haltungs- und Melkverfahren unterschiedlich. Aber auch die betriebliche Arbeitsorganisation und die verwendeten mechanischen und elektrischen Arbeitshilfsmittel sind zu berücksichtigen. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Routinezeiten im Anbindestall.

Routinezeiten

Es wird ersichtlich, dass die wesentlichen Zeitanteile bei der Eutervorbereitung (Vormelken, Euterreinigung und Anrü-

sten) und beim maschinellen Nachmelken zu finden sind. Damit sind auch schon die grössten Einsparungsmöglichkeiten gefunden. Kann zum Beispiel auf die Euterreinigung weitestgehend verzichtet werden (durch genügend Einstreu oder gut eingestellte Steuerungseinrichtungen), so können 0,4 AKmin/Kuh und Tag eingespart werden. Bei Verzicht auf maschinelles Nachmelken lassen sich weitere 0,2 bis 0,4 AKmin/Kuh und Tag sparen, so dass theoretisch Routinezeiten von ca. 1,2 AKmin/Kuh und Tag bei Eimermelkanlagen bzw. 1,0 AKmin/Kuh und Tag bei Rohrmelkanlagen zu erreichen sind. Diese Einsparungsmöglichkeiten sind allerdings – insbesondere bei der Eutervorbereitung – nur mit Vorsicht zu betrachten, da bei der Euterreinigung schon ein Teil der notwendigen Zeit für das notwendige «Euter anrücken» übernommen wird (siehe auch Abb. 4).

Bei den Melkverfahren in Melkständen kommt das Ein- und Auslassen der Kühe in Gruppen (Gruppenmelkstände) oder einzeln (Einzelmelkstände) noch hinzu. Tabelle 3 gibt den Überblick über die anfallenden Routinezeiten bei den verschiedenen Melkstandverfahren.

Auch bei dieser Tabelle wird ersichtlich, dass Einsparungen beim «Euter vorbereiten» geringere Routinezeiten zur Folge haben können. In fast allen Melkstandverfahren ist dies mit Stimulationshilfen bzw. auch schon mit einem Servicearm möglich. Automatische Nachmelkhilfen sind damit ebenfalls kombinierbar. Somit sind weitere Einsparungsmöglichkeiten gegeben. Die automatische ME-Abnahme birgt dagegen kein wesentliches Einsparungspotenzial. Der bei Fischgräten- und Side by Side-Melkstand mögliche frontseitige Schnellaustrieb bringt bei kleinen Melkständen und geringer Bestandesgrösse ebenfalls keine wesentlichen arbeitswirtschaftlichen Vorteile (Nosal und Schick 1995). Vergleicht man in Tabelle 3 den einfach ausgestatteten Reihenmelkstand (Durchtreibmelkstand) mit dem Autotandemmelkstand, so wird deutlich, dass beim Melken in Melkständen der Zeitbedarf für die Routinearbeiten – unabhängig von der Bestandesgrösse – zwischen einer und zwei Minuten variieren kann.

Rüst- und Reinigungszeiten

Rüst- und Reinigungszeiten fallen vor und nach jedem Melkvorgang an. Sie sind weitestgehend unabhängig von der Melkstandgrösse und der Zahl der ge-

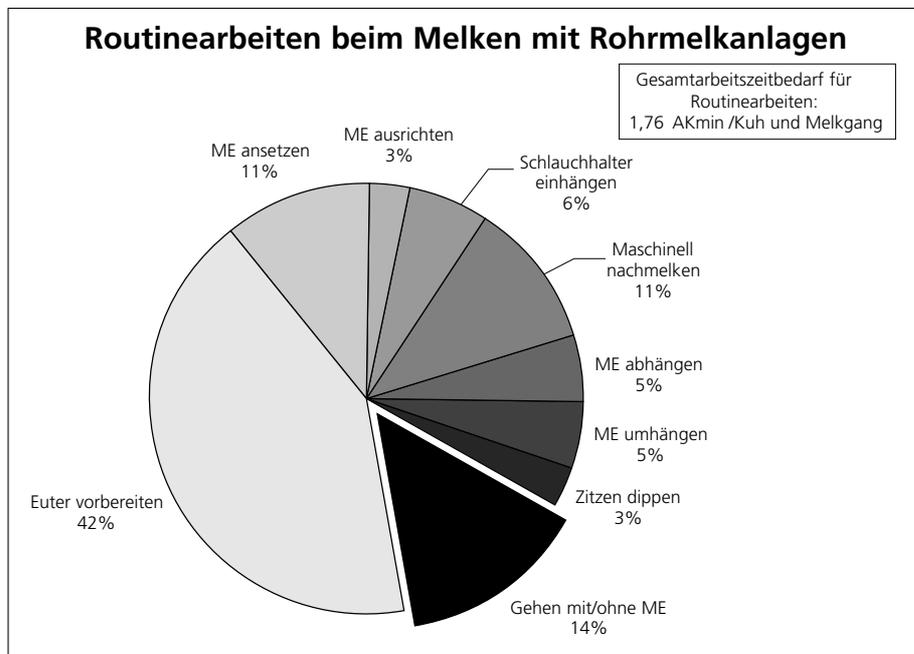


Abb. 4: Die Routinearbeiten beim Melken im Anbindestall mit einer Rohrmelkanlage bestimmen im Wesentlichen den Arbeitsablauf.

Tab. 3: Routinezeiten beim Melken im Einzel- und Gruppenmelkstand.

Arbeitsabschnitt	Gruppenmelkstände			Einzelmelkstände	
	Fischgräten	Side by Side	Reihen	Tandem	Autotandem
Angaben in AKmin/Kuh und Melkvorgang					
Kuh einlassen	0,20	0,21	0,28	0,40	0,10
Euter vorbereiten	0,55	0,55	0,55	0,55	0,30
ME ansetzen	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
ME ausrichten	0,03	0,03	0,03	0,03	-
Maschinell nachmelken	0,20	0,20	0,20	0,20	0,08
ME abnehmen	0,08	0,08	0,08	0,08	-
Euterkontrolle/Dippen	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Kuh auslassen	0,15	0,13	0,18	0,25	-
Gehen im Melkstand	0,21	0,14	0,41	0,13	0,13
Summe	1,7	1,6	2,0	1,9	0,9

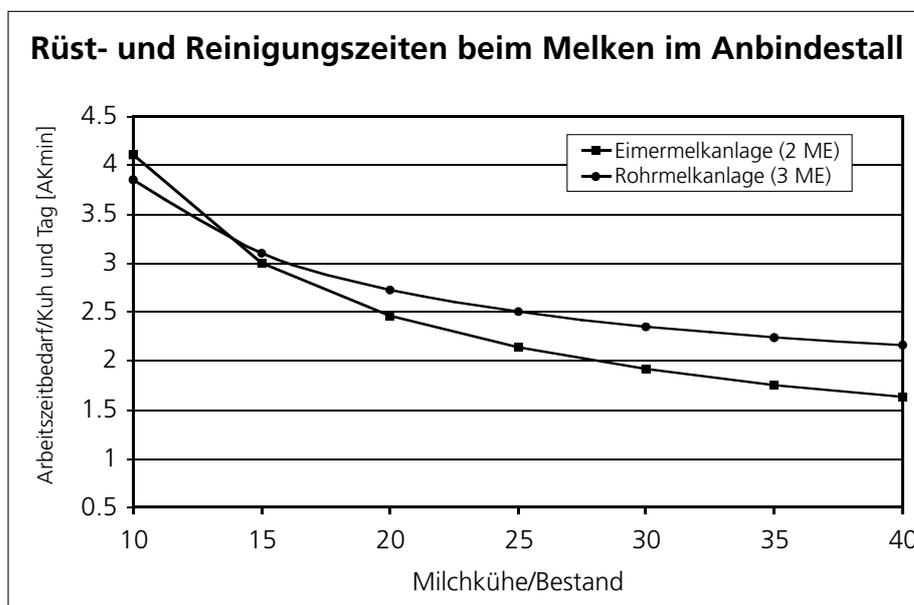


Abb. 5: Rüst- und Reinigungszeiten beeinflussen den Gesamtarbeitszeitbedarf beim Melken und fallen hauptsächlich vor und nach den Melkarbeiten an.

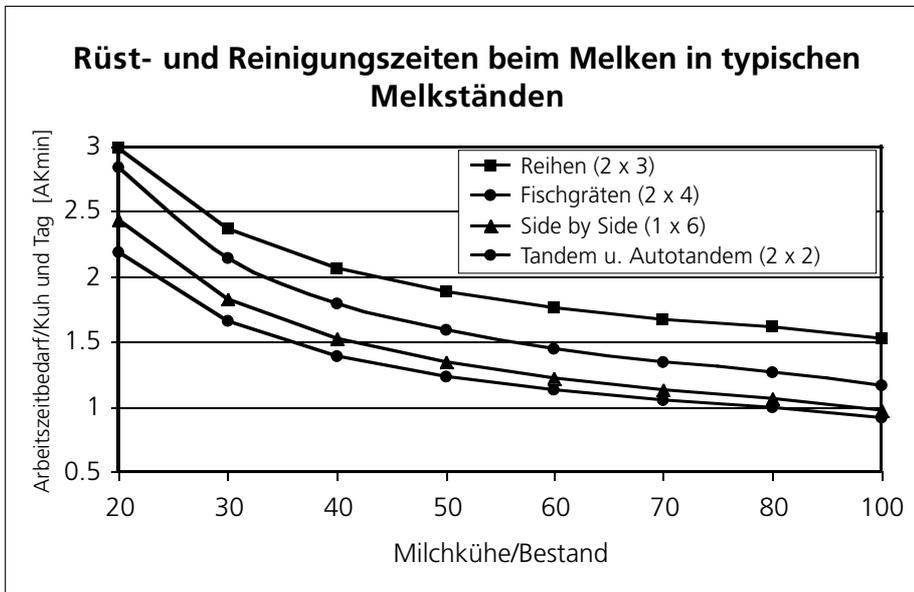


Abb. 6: Im Melkstand hängen die Rüst- und Reinigungszeiten vorwiegend von der Anzahl Melkeinheiten ab.

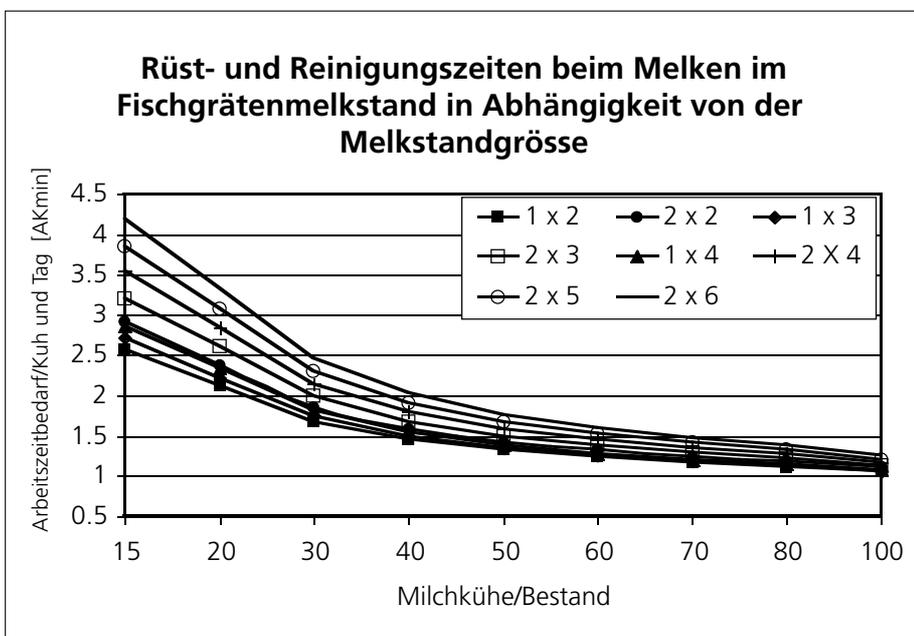


Abb. 7: Im Fischgräten-Melkstand mit verschiedener Ausstattung zeigt sich gut der Degressionseffekt von grossen Beständen auf die Rüst- und Reinigungszeiten.

Tab. 4: Wegstrecken beim Melken in Anbinde- und Laufställen (Angaben je Kuh und Tag)

Melkverfahren	Wegstrecke m	Wegzeit AKmin
Anbindestall Eimermelkanlage (2 ME)	40	0,68
Anbindestall Rohrmelkanlage (3 ME)	38	0,64
Fischgräten (2x4)	24	0,40
Side by Side (1x4)	14	0,24
Tandem (1x2)	28	0,48
Autotandem (2x2)	16	0,28
Autotandem (U3)	13	0,22

molkenen Kühe. Die wesentlichen Arbeitsabschnitte sind «Allgemeine Vor- und Nacharbeiten», «Vorbereiten der Melkeinheiten (ME)», «Filter einsetzen und wieder herausnehmen», «ME reinigen», «ME in Spülbecher einsetzen» «Melkstand reinigen» und «Milchkammer reinigen». In den Abbildungen 5 und 6 wird der Arbeitszeitbedarf für Rüst- und Reinigungsarbeiten in Abhängigkeit vom jeweiligen Melkverfahren aufgezeigt. Die starke Degression verdeutlicht, dass mit zunehmender Anzahl gemolkener Kühe der Zeitbedarf pro Einzeltier relativ stark reduziert wird. So halbiert sich zum Beispiel der Zeitbedarf je Kuh für Rüst- und Reinigungsarbeiten für Eimermelkanlagen beim Übergang von einer Bestandesgrösse von zehn Kühen auf 30 Kühe (siehe Abb. 5). In Melkstandverfahren wird schnell ersichtlich, dass grosse Melkstandtypen mit vielen Melkeinheiten (Vollbestückung) den grössten Zeitbedarf verursachen. Deshalb ist es unbedingt sinnvoll, die Melkstandgrösse der zu melkenden Kuhherde anzupassen. Da der Fischgrätenmelkstand das am weitesten verbreitete Melkstandverfahren in der Schweiz ist, findet sich in Abbildung 7 der Zeitbedarf für dessen verschiedene Bauarten. Auch hier ist wieder eine starke Degression bis zur Bestandesgrösse von 60 Kühen festzustellen. Durch grössere Wartebereiche, die zu reinigen sind und erforderliches Nachtreiben der Kuhgruppen schwächt sich dann allerdings der Effekt ab.

Wegezeiten

Wegezeiten sind mit ihrem Zeitanteil schon in Tabelle 3 aufgeführt; dort allerdings lediglich für die Routinetätigkeiten. Eine Übersicht über sämtliche anfallenden Wegstrecken bei verschiedenen Melkverfahren gibt Tabelle 4. Es wird verdeutlicht, dass die anfallenden Wegstrecken bei Eimer- und Rohrmelkanlagen mit 0,68 bzw 0,64 AKmin je Kuh und Tag am grössten sind. Dies bedeutet in beiden Fällen zum Beispiel für einen Kuhbestand von 20 Kühen, dass beim Melken etwa 13,6 bzw. 12,8 AKmin für das «Gehen» aufzuwenden sind. Pro Kuh und Jahr sind das bei der Eimermelkanlage immerhin mehr als 12 Kilometer. Melkstandverfahren sind bezüglich der zurückzulegenden Wege grundsätzlich als günstig einzustufen: Der Melker geht nicht zur Kuh, sondern die Kuh geht zum Melker. In Gruppenmelkständen zeigt sich hier schnell der Vorteil des Side by

Side-Melkstandes, wo die Kühe parallel zueinander stehen und somit nur 14 m je Kuh und Tag zurückzulegen sind. In Einzelmelkstandverfahren zeigt sich der Einfluss der technischen Ausstattung des Melkstandes sehr gut: Im einfach aufgebauten Tandemmelkstand ohne Servicearm oder sonstige Melkhilfen sind 28 m je Kuh und Tag zurückzulegen, im vollausgestatteten Autotandem dagegen nur 16 m je Kuh und Tag. Im U3-Autotandemmelkstand kann die Wegstrecke sogar auf bis zu 13 m je Kuh und Tag reduziert werden. Im Vergleich zur erwähnten Eimermelkanlage sind dies lediglich noch 4 km je Kuh und Jahr.

Wartezeiten

Wartezeiten fallen beim Melken dann an, wenn der Melker während der Melkarbeiten nicht ausgelastet ist. Dies kommt vor allem dann vor, wenn nur wenige ME zu bedienen sind und wenn lange Maschinenhauptgemelke (MHG) auftreten. Einseitige kleinere Gruppenmelkstände bilden hierbei ein besonderes Problem. So beträgt zum Beispiel bei einem MHG von durchschnittlich 5,6 Minuten der Wartezeitanteil je Melkgruppe im 1x4-Fischgräten- oder Side by Side-Melkstand zirka 4,8 AKmin. In einem gleich ausgestatteten 2x4-Fischgrätenmelkstand beträgt die Wartezeit je Melkgruppe hingegen nur 0,12 Minuten. Das bedeutet, dass die Melkperson hier voll ausgelastet ist. Aus arbeitswirtschaftlicher Sicht sind daher bei einseitigen Melkverfahren Einzelmelkstände wie Tandem- oder Autotandem vorzuziehen, da hier die Wartezeiten auch bei kleineren Melkständen auf ein Minimum zu reduzieren sind.

Werden von der Melkperson zu viele ME bedient, kommt es nicht mehr zu Warte-, sondern zu Blindmelkzeiten. Hier ist nur durch verbesserte technische Ausstattung (Nachmelk-, Abschalt- bzw. Abnahmeautomaten) Abhilfe zu schaffen.

Gesamtzeitbedarf

Für jedes Melkverfahren ist der gesamte Arbeitszeitbedarf je Kuh und Tag bzw. je Kuh und Jahr (305 Melktage) ein entscheidendes Kriterium. Sämtliche in Tabelle 1 beschriebenen Variablen finden hier Einfluss.

Gesamtzeitbedarf für Melkverfahren im Anbindestall

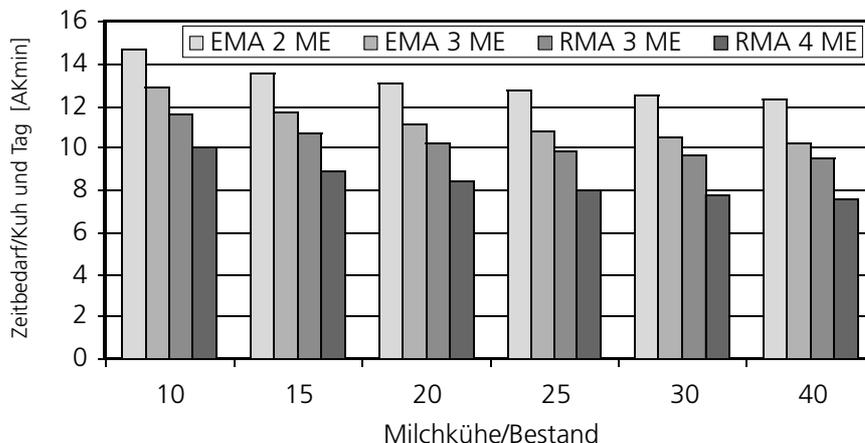


Abb. 8: Der Gesamtzeitbedarf für Melkverfahren im Anbindestall zeigt ein grosses Einsparungspotenzial durch verbesserte technische Ausstattung auf.

Gesamtzeitbedarf für Melkverfahren im Laufstall mit Fischgrätenmelkstand

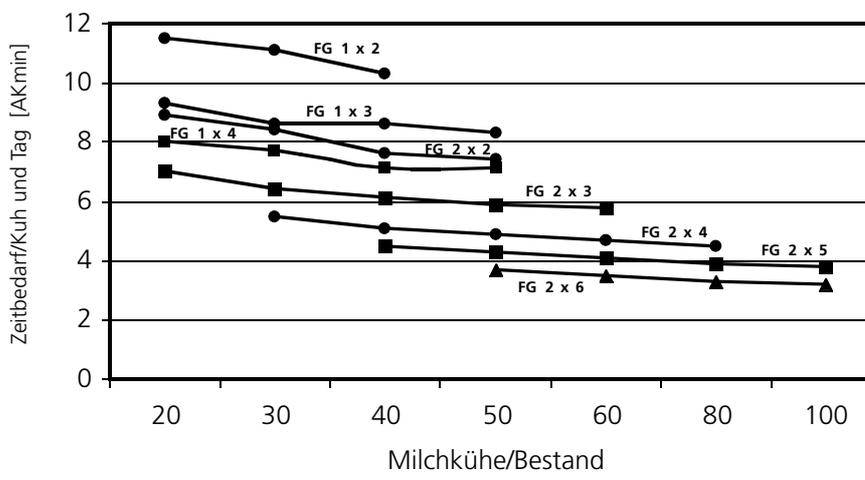


Abb. 9: Im Fischgräten-Melkstand sind in Abhängigkeit von der Ausstattung Einsparungsmöglichkeiten von mehr als acht Minuten je Kuh und Tag möglich.

Anbindestall: Eimer- und Rohrmelkanlagen

In Abbildung 8 ist zunächst der Zeitbedarf bei Eimer- und Rohrmelkanlagen aufgezeigt. Es wird deutlich, dass auch im Anbindestall mit zunehmendem Mechanisierungsgrad – von der Eimermelkanlage (EMA) zur Rohrmelkanlage (RMA) – und auch mit zunehmender Anzahl eingesetzter ME der Zeitaufwand pro Kuh und Tag reduziert werden kann. Dies auch unabhängig von der Bestandesgrösse. Mit einer Eimermelkanlage sind immer zwischen 15 und 10 AKmin je Kuh und Tag aufzuwenden. Mit der Rohr-

melkanlage und 4 ME lässt sich der Zeitbedarf bis auf 5 AKmin je Kuh und Tag reduzieren.

Laufstall: Gruppenmelkstände

Im Laufstall zeigt sich ein ähnliches Bild (siehe Abb. 9). Mit weniger als 4 ME liegt der Zeitbedarf im Fischgrätenmelkstand immer zwischen 7 und 11 AKmin je Kuh und Tag. Durch den höheren Rüst- und Reinigungszeitenanteil für den Melkstand ist also der Zeitbedarf mit 4 ME im Melkstand nicht geringer als mit 4 ME im Anbindestall. Erst bei grösseren Melk-

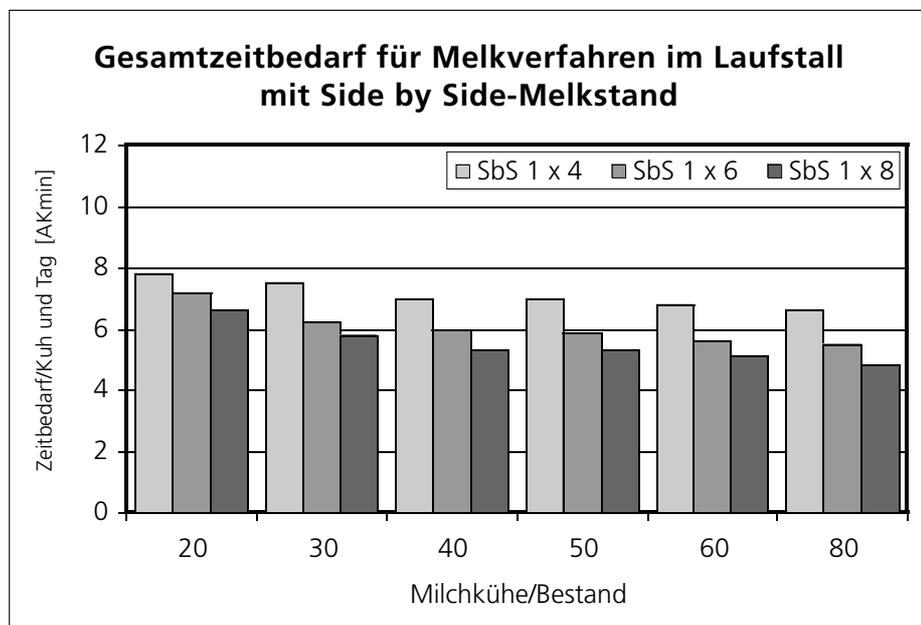


Abb. 10: Im einseitigen Side by Side-Melkstand liegt der Zeitbedarf je Kuh und Tag zwischen fünf und acht Minuten.

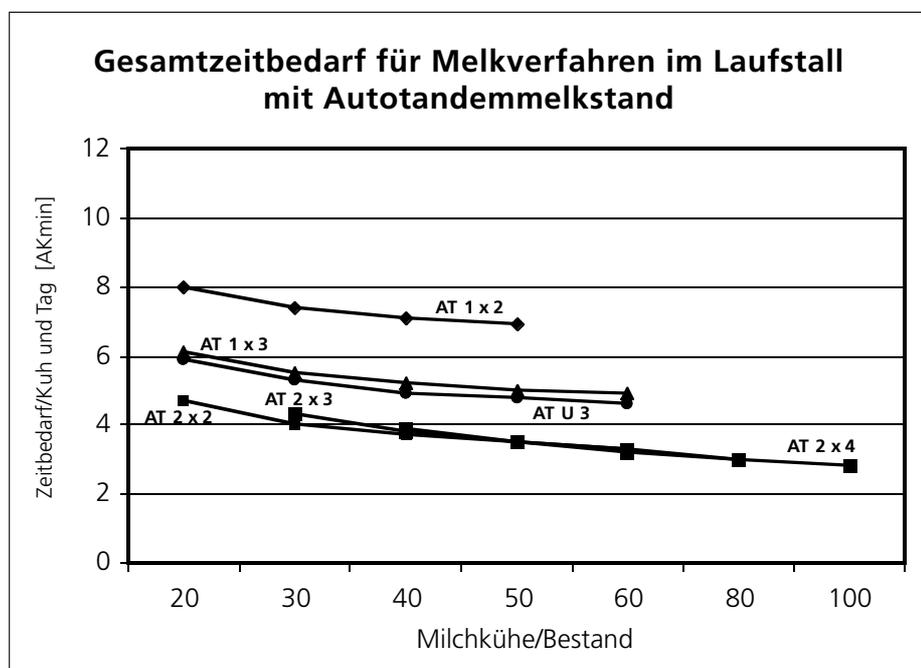


Abb. 11: Der Autotandem-Melkstand bietet als Einzelmelkstand den höchsten Arbeitskomfort und grosse Möglichkeiten, um Arbeitszeit einzusparen.

ständen mit mehr ME pro Arbeitsperson lässt sich der tägliche Zeitbedarf für das Melken reduzieren. Mit 6 ME werden ca. 6 AKmin je Kuh und Tag erreicht. Mit 8 und mehr ME (FG 2x4, FG 2x5, FG 2x6) lassen sich Zeitbedarfswerte von 5,5 bis 3,2 AKmin je Kuh und Tag erreichen. Diese Werte lassen sich allerdings in den grossen Melkständen nur mit zusätzlichen Arbeitshilfen wie Abschalt- und Abnahmeautomatik sowie Servicearm erreichen. Ausserdem muss der reibungslose

Zutrieb für die Tiere gewährleistet werden, da der Melker bei diesen Melkstandtypen vollumfänglich ausgelastet ist. Bei 40 gemolkene Kühen sind in einem 1x4er täglich etwa sieben Minuten je Kuh aufzuwenden. In einem voll ausgestatteten 2x5er lässt sich der Aufwand schon auf 4,5 AKmin je Kuh senken. Dies bedeutet zirka 90 Minuten je Melkzeit inklusive aller Nebentätigkeiten. Eine weitere Reduktion ist durch den Einsatz eines 2x6er-Fischgrätenmelkstandes möglich.

Dieser muss dann aber ebenfalls voll ausgestattet sein, da es andernfalls unweigerlich zu Blindmelken kommt.

Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Betrachtung von Side by Side-Melkständen. Diese sind in der Schweiz üblicherweise als platzsparende einseitige Melkstände aufgebaut. In Abbildung 10 werden deshalb ausschliesslich diese betrachtet. Auch hier zeigt sich wieder, dass mit 4 ME der Zeitbedarf zwischen 8 und 7 AKmin je Kuh und Tag liegt. Eine Reduktion auf 6 AKmin ist mit 6 ME möglich. Wird der Melkstand sogar als 1 x 8er installiert, lassen sich Werte von 6 bis 5 AKmin je Kuh und Tag realisieren. Side by Side-Melkstände werden nahezu ausschliesslich mit frontseitigem Schnellaustrieb installiert, so dass insbesondere der Austrieb der Kuhgruppe schneller als bei jedem anderen Melkverfahren möglich ist. In allen anderen Melkstandverfahren müssen die Kühe nacheinander den Melkstand verlassen. Dies bedeutet, dass der Auslass mit zunehmender Melkstandgrösse länger dauert. Beim frontseitigen Schnellaustrieb können dagegen alle Kühe – unabhängig von der Grösse des Melkstandes – den Melkstand gleichzeitig verlassen.

Das Melken zwischen den Hinterbeinen hindurch erscheint im Side by Side-Melkstand zwar auf Anhieb umständlicher als bei anderen Gruppenmelkstandverfahren. Bei den Zeitmessungen auf den sieben Untersuchungsbetrieben mit Side by Side-Melkständen lag der Zeitbedarf für das Anhängen der ME immer unter 0,22 AKmin je Tier und Vorgang (Mittel: 0,2 AKmin je Tier und Vorgang). Dies ist vergleichbar mit allen anderen Gruppenmelkständen.

Der Durchtreibmelkstand ist ein schmaler Melkstandtyp und wird vorwiegend bei kleineren Beständen eingesetzt. Der Arbeitszeitbedarf ist etwas ungünstiger zu beurteilen als im Fischgrätenmelkstand. Die Ursache hierfür liegt in den grösseren Wegstrecken, die bei diesem Melkverfahren, bei dem die Kühe hintereinander stehen, zurückzulegen sind.

Laufstall: Einzelmelkstände

In Einzelmelkständen ist der Zeitbedarf grundsätzlich niedriger als in Gruppenmelkständen. Abbildung 11 verdeutlicht dies am Melkverfahren «Autotandemmelkstand» (AT). Der Tandemmelkstand in seiner einfachen Form, ohne Automatik, ermöglicht als Einzelmelkstandverfahren schon bei wenigen eingesetzten

Tab. 5: Arbeitszeitbedarf pro Kuh und Tag im Anbindestall ohne/mit Melkhilfen

Melkverfahren Anbindestall		Arbeitszeitbedarf je Kuh und Tag in AKmin											
		10 Kühe			20 Kühe			30 Kühe			40 Kühe		
		Durchschnittliche Tagesmilchleistung in kg											
		18	20	22	18	20	22	18	20	22	18	20	22
Eimermelkanlage (EMA)	2 ME	14,2	14,7	15,2	12,6	13,1	13,5	12,0	12,5	13,0	11,7	12,3	12,7
	3 ME	12,4	12,9	13,4	10,6	11,1	11,6	10,0	10,5	11,0	9,7	10,2	10,7
EMA mit Schienenbahn	2 ME	13,6	14,1	14,6	12,2	12,8	13,2	11,8	12,3	12,8	11,6	12,1	12,6
	3 ME	11,6	12,2	12,6	10,2	10,7	11,2	9,7	10,2	10,7	9,5	10,0	10,5
EMA mit Kannenwagen	2 ME	13,6	14,1	14,6	12,2	12,7	13,2	11,7	12,3	12,7	11,5	12,0	12,5
	3 ME	11,7	12,2	12,7	10,2	10,7	11,2	9,7	10,2	10,7	9,4	9,9	10,4
Rohrmelkanlage (RMA)	2 ME	12,8	13,3	13,8	11,6	12,1	12,5	11,1	11,7	12,1	10,9	11,4	11,9
	3 ME	11,1	11,7	12,1	9,7	10,2	10,7	9,2	9,7	10,2	9,0	9,5	10,0
	4 ME	9,5	10,0	10,5	7,8	8,4	8,8	7,3	7,8	8,3	7,0	7,6	8,0
	5 ME	7,8	8,3	8,8	6,0	6,5	7,0	5,4	5,9	6,4	5,1	5,6	6,1
RMA mit Schienenbahn	3 ME	10,8	11,4	11,8	9,5	10,1	10,5	9,1	9,6	10,1	8,9	9,4	9,9
	4 ME	9,0	9,5	10,0	7,6	8,1	8,6	7,1	7,6	8,1	6,9	7,4	7,9
	5 ME	7,2	7,7	8,2	5,7	6,2	6,7	5,2	5,7	6,1	4,9	5,4	5,9

ME einen niedrigen Arbeitszeitbedarf. Die zurückzulegenden Wegstrecken sind aber – insbesondere bei einseitigen Melkständen dieser Bauart – nicht unerheblich, da sämtliche Arbeitsabschnitte (einlassen, vormelken, reinigen, anrücken, ME anhängen, maschinell nachmelken, ME abhängen, Euterkontrolle und dippen sowie auslassen) für jede Kuh einzeln durchzuführen sind. Dies macht sich insbesondere beim Ein- und Auslassen der Kühe bemerkbar. Durch den Einbau verschiedener Automaten können diese Nachteile beim sogenannten Autotandemmelkstand behoben werden. Dies führt zu einer sehr grossen Arbeitszeitreduktion bei diesem Melkverfahren. Schon mit 3 ME ist der Zeitbedarf auf weniger als 6 AKmin je Kuh und Tag reduzierbar. Mit 4 ME sind schon weniger als 4 AKmin je Kuh und Tag möglich. Dies bedeutet bei 40 Kühen in einem 2x2-Autotandem eine Melkzeit (inkl. Vor- und Nacharbeiten) von lediglich 74 Minuten. Hierbei sind allerdings Managementarbeiten (Listen erstellen und kontrollieren), die sich im Zusammenhang mit stark automatisierten Verfahrensabläufen ergeben, nicht einbezogen. Beim Einsatz von 6 oder mehr ME ist eine Arbeitszeitreduktion bis auf 3 AKmin je Kuh und Tag möglich. Dies bedeutet dann aber beispielsweise für 80 Kühe immer noch einen Zeitbedarf für alle Melkarbeiten von zirka zwei Stunden je Melkzeit. Die einbezogene Spannweite für die Milchleistung von 18 bis 22 kg Tagesgemelk beeinflusst den Arbeitszeitbedarf in Einzelmelkständen nur gering (siehe auch Tab. 6). Erst bei höheren Tagesge-

melken mit deutlich längeren Zeiten für das Maschinenhauptgemelk macht sich hier ein Unterschied bemerkbar.

Bei allen Berechnungen für sämtliche Melkstandverfahren wird von einer Maschinenhauptgemelkszeit von durchschnittlich 5,6 (5,3–5,9) Minuten ausgegangen. Die zu melkende Tagesmilchmenge beträgt durchschnittlich 20 (18–22) kg. Die Tabellen 5 und 6 zeigen als Gesamtübersicht den Arbeitszeitbedarf pro Tier und Tag bei allen untersuchten Melkverfahren in Abhängigkeit von verschiedenen Milchleistungen. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass höhere Milchleistungen nicht unbedingt längere Milchflusszeiten bedeuten, da mit steigender Tagesmilchleistung auch häufig das mittlere Minutengemelk (MMG) ansteigt. Ausserdem haben altmelkende Kühe mit niedriger Tagesmilchmenge häufig ein sehr niedriges MMG und verursachen zusätzlich noch vermehrtes maschinelles Nachgemelk. Eine grundsätzliche Tendenz ist aus unseren Untersuchungen hierzu allerdings nicht abzuleiten, da auch beide Extreme beobachtet wurden: Einerseits wurden Daten auf Betrieben mit hoher Milchleistung und langer Maschinenhauptgemelkzeit und umgekehrt erfasst. Andererseits erfolgten Messungen bei niedrigleistenden Kühen mit ebenfalls langer Maschinenhauptgemelkszeit und umgekehrt.

Anbindestall mit Melkhilfen

Aus Tabelle 5 wird deutlich, dass im Anbindestall sehr rationelles Melken durchführbar ist. Durch den Einsatz einer Schienenbahn oder eines Kannenwagens bei Eimermelkanlagen und damit verbundenes Melken direkt in die Kanne hinein lässt sich zusätzlich Arbeitszeit einsparen. Wesentlicher ist aber hier der ergonomische Vorteil. Es müssen erheblich weniger Massen von Hand gehoben und bewegt werden als ohne diese Hilfsmittel. So lässt sich die von Hand zu tragende Masse beim Einsatz einer Schienenbahn von 60 kg auf 15 kg pro Kuh und Tag reduzieren. Bei der Rohrmelkanlage wirkt sich der Einsatz einer Schienenbahn ebenfalls zeitsparend aus. Vor allem, wenn viele Melkeinheiten gleichzeitig zu bedienen sind, ist der Rationalisierungseffekt gross. Kniebeugen sowie ungünstige Körperpositionen müssen aber weiterhin trotz aller Arbeitshilfsmittel im Anbindestall in Kauf genommen werden.

Laufstall mit/ohne Kannenmelken

Die sehr grosse Variationsbreite im Zeitbedarf für das tägliche Melken im Laufstall verdeutlicht Tabelle 6. Von mehr als 11 Minuten pro Kuh und Tag bei 20 Kühen im einfachen kleinen 1x2er-Fischgräten- oder Reihenmelkstand bis hin zu drei Minuten pro Kuh und Tag im modernen, voll ausgestatteten 2x4er-Autotandemmelkstand bei 80 Kühen ist alles möglich.

Tab. 6: Arbeitszeitbedarf pro Kuh und Tag im Laufstall

Melkverfahren Laufstall Melken in Milchleitung		Arbeitszeitbedarf je Kuh und Tag in AKmin																	
		20 Kühe			30 Kühe			40 Kühe			60 Kühe			80 Kühe			100 Kühe		
		Durchschnittliche Tagesmilchleistung in kg																	
		18	20	22	18	20	22	18	20	22	18	20	22	18	20	22	18	20	22
Fischgrätenmelkstand	1 x 2	11,3	11,5	11,8	10,8	11,1	11,3	10,1	10,3	10,6	9,8	10,1	10,3	9,7	10,0	10,2	9,7	9,9	10,2
	1 x 3	9,1	9,3	9,5	8,4	8,6	8,8	8,4	8,6	8,8	8,0	8,1	8,3	7,9	8,1	8,2	7,9	8,0	8,2
	1 x 4	7,6	8,0	8,1	7,5	7,7	7,8	7,0	7,1	7,3	6,7	6,9	7,0	6,6	6,7	6,9	6,5	6,7	6,8
	2 x 2	8,7	8,9	9,8	8,1	8,4	9,3	7,4	7,6	8,5	7,1	7,3	8,3	7,0	7,2	8,1	6,9	7,1	8,1
	2 x 3	6,9	7,0	7,2	6,2	6,4	6,5	6,0	6,1	6,3	5,6	5,8	5,9	5,5	5,6	5,8	5,4	5,5	5,7
	2 x 4	6,1	6,2	6,3	5,5	5,5	5,6	5,0	5,1	5,2	4,6	4,7	4,8	4,5	4,5	4,7	4,4	4,4	4,6
	2 x 5	5,7	5,7	5,7	5,0	5,0	5,0	4,5	4,5	4,5	4,1	4,1	4,1	3,9	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8
2 x 6	5,5	5,5	5,5	4,5	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0	3,5	3,5	3,5	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	
Side by Side-Melkstand	1 x 4	7,7	7,8	7,9	7,4	7,5	7,6	6,9	7,0	7,2	6,6	6,8	6,9	6,5	6,6	6,8	6,4	6,6	6,7
	1 x 6	6,6	6,7	6,8	5,6	5,7	5,8	5,4	5,5	5,6	5,0	5,1	5,2	5,0	5,1	5,1	4,8	4,9	5,0
	1 x 8	6,1	6,2	6,3	5,2	5,3	5,4	4,8	4,9	4,9	4,5	4,6	4,7	4,3	4,4	4,4	4,2	4,3	4,4
Durchtreibemelkstand (Reihenmelkstand)	1 x 2	11,5	11,8	12,0	11,0	11,3	11,5	10,8	11,1	11,3	10,6	10,9	11,1	10,5	10,8	11,0	10,4	10,7	10,9
	1 x 3	9,5	9,7	9,8	8,8	9,0	9,1	8,7	8,9	9,1	8,3	8,5	8,6	8,2	8,4	8,5	8,2	8,3	8,5
	2 x 2	8,7	8,9	9,2	8,1	8,4	8,6	7,9	8,1	8,4	7,6	7,9	8,1	7,5	7,7	8,0	7,4	7,6	7,9
	2 x 3	6,8	7,0	7,2	6,2	6,4	6,5	5,9	6,1	6,3	5,6	5,7	5,9	5,4	5,6	5,8	5,3	5,5	5,7
Tandemmelkstand	1 x 2	10,6	10,6	10,6	10,2	10,2	10,2	10,0	10,0	10,0	9,7	9,7	9,7	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6
	1 x 3	8,7	8,7	8,7	8,2	8,2	8,2	8,0	8,0	8,0	7,8	7,8	7,8	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6
	U3	8,5	8,5	8,5	8,0	8,0	8,0	7,8	7,8	7,8	7,5	7,5	7,5	7,4	7,4	7,4	7,3	7,3	7,3
	2 x 2	7,1	7,1	7,1	6,6	6,6	6,6	6,3	6,3	6,3	6,0	6,0	6,0	5,9	5,9	5,9	5,8	5,8	5,8
Autotandemmelkstand	1 x 2	8,0	8,0	8,0	7,4	7,4	7,4	7,1	7,1	7,1	6,8	6,8	6,8	6,7	6,7	6,7	6,6	6,6	6,6
	1 x 3	6,1	6,1	6,1	5,5	5,5	5,5	5,1	5,1	5,1	4,9	4,9	4,9	4,7	4,7	4,7	4,6	4,6	4,6
	U3	5,9	5,9	5,9	5,3	5,3	5,3	5,0	5,0	5,0	4,6	4,6	4,6	4,5	4,5	4,5	4,4	4,4	4,4
	2 x 2	4,7	4,7	4,7	4,0	4,0	4,0	3,7	3,7	3,7	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1
	2 x 3	5,3	5,3	5,3	4,3	4,3	4,3	3,8	3,8	3,8	3,3	3,3	3,3	3,0	3,0	3,0	2,8	2,8	2,8
	2 x 4	5,8	5,8	5,8	4,5	4,5	4,5	3,9	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3	3,0	3,0	3,0	2,8	2,8	2,8
AMS	1 x 1	6,2	6,2	6,2	4,1	4,1	4,1	3,1	3,1	3,1	2,1	2,1	2,1						

Tab. 7: Arbeitszeitbedarf beim Melken direkt in die Kanne im Laufstall

Melkverfahren Laufstall Melken in Kanne	Arbeitszeitbedarf je Kuh und Tag in AKmin												
	20 Kühe			30 Kühe			40 Kühe			60 Kühe			
	Durchschnittliche Tagesmilchleistung in kg												
		18	20	22	18	20	22	18	20	22	18	20	22
Fischgrätenmelkstand	1 x 2	12,0	12,3	12,7	11,6	11,9	12,3	10,8	11,1	11,5	10,6	10,9	11,3
	1 x 3	9,9	10,1	10,4	9,2	9,5	9,7	9,2	9,4	9,7	8,7	9,0	9,2
	1 x 4	8,7	8,8	9,1	8,3	8,6	8,8	7,8	8,0	8,2	7,5	7,7	8,0
	2 x 2	9,5	9,7	10,1	8,9	9,3	9,6	8,1	8,4	8,8	7,8	8,2	8,5
	2 x 3	7,7	7,9	8,2	7,0	7,3	7,5	6,7	7,0	7,3	6,4	6,6	6,9
Side by Side-Melkstand	1 x 4	8,5	8,6	8,9	8,1	8,4	8,6	7,6	7,8	8,0	7,4	7,6	7,8
	1 x 6	7,9	8,0	8,2	6,8	7,0	7,2	6,6	6,8	7,0	6,3	6,4	6,6
Durchtreibemelkstand (Reihenmelkstand)	1 x 2	12,3	12,6	13,0	11,8	12,2	12,5	11,6	11,9	12,2	11,4	11,7	12,0
	1 x 3	10,3	10,5	10,8	9,5	9,8	10,1	9,5	9,8	10,0	9,1	9,3	9,6
	2 x 2	9,5	9,8	10,2	8,9	9,3	9,7	8,6	9,0	9,3	8,4	8,7	9,1
	2 x 3	7,7	7,9	8,3	7,0	7,3	7,6	6,7	7,0	7,3	6,4	6,7	7,0
Tandemmelkstand	1 x 2	11,4	11,4	11,4	10,9	10,9	10,9	10,7	10,7	10,7	10,5	10,5	10,5
	1 x 3	9,6	9,6	9,6	9,0	9,0	9,0	8,8	8,8	8,8	8,6	8,6	8,6
	U3	9,3	9,3	9,3	8,8	8,8	8,8	8,5	8,5	8,5	8,3	8,3	8,3
	2 x 2	7,9	7,9	7,9	7,3	7,3	7,3	7,0	7,0	7,0	6,8	6,8	6,8

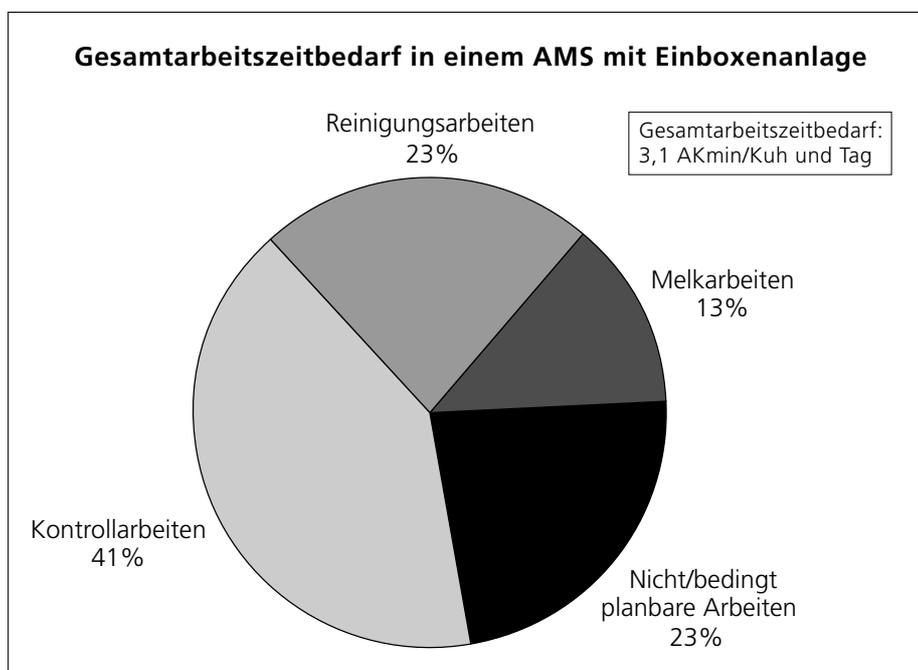


Abb 12: In automatischen Melksystemen sind die anfallenden Arbeiten nicht mehr an feste Tageszeiten gebunden. Dies kann sich positiv auf die betriebliche Arbeitsorganisation auswirken. Nicht zu unterschätzen sind allerdings die anfallenden «nicht bzw. bedingt planbaren Arbeiten», die auch während der Nacht auszuführen sind.

In vielen einseitigen und kleineren Melkständen wird aus Kostengründen häufig direkt in Kannen gemolken. Tabelle 7 zeigt deshalb den Arbeitszeitbedarf für die verbreitetsten Verfahren auf. Verglichen mit Tabelle 6 zeigt sich, dass durch das Kannenmelken recht viel Arbeitszeit beansprucht wird. So muss zum Beispiel in einem Side by Side-Melkstand 1x4 beim Kannenmelken für 20 Kühe täglich

eine Viertelstunde länger als im gleichen Melkstand mit Absauganlage gearbeitet werden. Dies sind pro Bestand und Jahr immerhin mehr als 80 Stunden.

Melkroboter verursacht auch Arbeit

Einen Sonderfall bei der Betrachtung des Arbeitszeitbedarfes je Kuh und Tag stel-

len Automatische Melksysteme (AMS) mit Melkboxen dar. Gehen alle Kühe eines Betriebes selbständig und mehrmals täglich in die Melkbox des AMS, fallen theoretisch keine Routinearbeitszeiten (einlassen, vormelken, anrücken usw.) mehr an. Die tägliche Arbeitszeit besteht dann nur noch aus Kontroll-, Management- und Reinigungsarbeiten (siehe auch Abb. 12). Da aber auf den meisten Betrieben auch Kühe zu melken sind, die nicht selbständig das AMS aufsuchen, oder bei denen die Ansetzautomatik nicht funktionssicher ist, bedeutet dies zusätzlichen Arbeitszeitaufwand. Ebenfalls fallen im Tagesverlauf – manchmal aber auch in der Nacht – nicht oder nur bedingt planbare Tätigkeiten an, die auch zu erledigen sind (z.B. Störungen beheben). In Tabelle 6 ist der Arbeitszeitbedarf für sogenannte Einboxenanlagen mit aufgeführt. Da hierfür lediglich zwei Untersuchungsbetriebe zur Verfügung standen, sind die Daten allerdings noch als vorläufig zu betrachten. Bei den Berechnungen zum AMS wird davon ausgegangen, dass im Tagesdurchschnitt zehn Kontrollgänge zum AMS erfolgen. Vorhandene Listen auf einem Rechner im Stallbüro werden dabei fünfmal kontrolliert. Zwei Kühe müssen jeweils zweimal täglich von Hand angesetzt werden. Die Melkbox des AMS wird im Mittel zweimal täglich von Hand gereinigt. Ebenfalls zweimal täglich wird der Milchfilter gewechselt und die Milchammer gereinigt. Beim AMS Lely erfolgt vier- bis fünfmal täglich während eines Kontroll-

Tab. 8: Melkleistung von verschiedenen Melkverfahren

Melkverfahren/Stalltyp	Melkleistung (Kühe pro Stunde)							
	Anzahl ME							
	2 ME	3 ME	4 ME	5 ME	6 ME	8 ME	10 ME	12 ME
Anbindestall								
Eimermelkanlage (EMA)	14	18						
Rohrmelkanlage (RMA)	14	19	23	28				
Laufstall – Melkstände								
Fischgräten (1x2)	14							
Fischgräten (1x3)		18						
Fischgräten (1x4)			22					
Fischgräten (2x2)	18		28					
Fischgräten (2x3)		25			36-39			
Fischgräten (2x4)			31			43-47		
Fischgräten (2x5)							49-54	
Fischgräten (2x6)								57-65
Side by Side (1x4)			22-24					
Side by Side (1x6)					26-29			
Side by Side (1x8)						30-34		
Durchtreibe (1x2)	14							
Durchtreibe (1x3)		18						
Durchtreibe (2x2)			25					
Durchtreibe (2x3)					33			
Tandem (1x2)	14							
Tandem (1x3)		20						
Tandem (U3)		20						
Tandem (2x2)			30					
Autotandem (1x2)	14							
Autotandem (1x3)		23						
Autotandem (U3)		23						
Autotandem (2x2)			35					
Autotandem (2x3)					51			
Autotandem (2x4)						67		

ganges die Reinigung des Laserkopfes, der für die ordnungsgemäße Zitzenortung zuständig ist. Dieser Reinigungsvorgang ist aber zukünftig sicherlich durch verfahrenstechnische Weiterentwicklung automatisierbar. Die in Tabelle 6 dargestellten Daten verdeutlichen, dass bei ordnungsgemäßer Funktionstüchtigkeit des Melkverfahrens von einem sehr geringen täglichen Arbeitszeitbedarf auszugehen ist. Gegenüber konventionellen Melkverfahren mit z. B. voll ausgestatteten 2x5er Fischgrätenmelkstand lassen sich so ca. 30% Arbeitszeit bei einem Bestand von 40 Kühen einsparen. Nur mit grossen Autotandemmelkständen lassen sich annähernd ähnliche Werte erreichen. Sind allerdings anstelle der be-

schriebenen zwei Kühe schon sechs Kühe von Hand anzusetzen, so müssen bei 40 Milchkühen anstelle der aufgeführten 3,1 schon 4,0 AKmin je Kuh und Tag eingesetzt werden. Dieses Ergebnis lässt sich dann auch schon mit einem 2x6er-Fischgrätenmelkstand oder mit einem 2x2er-Autotandemmelkstand erreichen.

Melkleistungen von Melkverfahren

Der Begriff «Melkleistung» kennzeichnet die sogenannte Arbeitsleistung beim Melken und wird bestimmt durch:

- Länge des Maschinenhauptgemelks (MHG)
- Zeitbedarf für die Routinearbeiten
- Wegezeiten
- evtl. auftretende Wartezeiten

Das Ergebnis ist die Anzahl gemolkener Kühe pro Stunde. Im Gegensatz zum Gesamtarbeitszeitbedarf werden hier die Vor- und Nacharbeiten nicht einbezogen. Vorteilhaft ist diese Berechnungsmethode, um die Leistungsfähigkeit verschiedener Melkverfahren arbeitswirtschaftlich zu vergleichen. Wichtig für den objektiven Vergleich ist allerdings, dass alle Vergleichsparameter, die nicht durch das Melkverfahren vorgegeben sind, als Konstante betrachtet werden. In Tabelle 8 ist



Abb. 13: Im Anbindestall sind beim Einsatz einer Rohrmelkanlage hohe Melkleistungen möglich. Es sind aber viele ungünstige Körperpositionen in Kauf zu nehmen.

die Melkleistung der untersuchten Melkverfahren dargestellt. Dabei wurden für sämtliche Melkverfahren ein Tagesgemelk von 20 kg – dies entspricht einer durchschnittlichen Jahresmilchleistung von zirka 6100 kg – und eine durchschnittliche Maschinenhauptgemelkszeit von 5,6 Minuten vorgegeben. Für die größeren Melkstandtypen wurden variable Melkleistungen angegeben, da dort häufiger auch mechanische und elektro-

nische Hilfsmittel (Servicearm, Nachmelkautomaten, Anrüstautomaten) vorzufinden sind. Die niedrigen Werte entsprechen daher einer Melkstandausstattung ohne diese Hilfsmittel. Bei den höheren Melkleistungen ist von einer Vollausrüstung auszugehen. Beim Durchtreibmelkstand und beim Tandemmelkstand sind solche Hilfsmittel eher selten vorzufinden. Dagegen sind beim Autotandemmelkstand mit Vollausrüstung meist sämtliche Hilfsmittel vorhanden. Die Daten in Tabelle 8 zeigen auf, dass die Melkleistung auch im Anbindestall mit Rohrmelkanlagen und 5 ME ein hohes Niveau von bis zu 28 gemolkenen Kühe pro Stunde erreichen kann (siehe Abb. 13). Höhere Melkleistungen je ME sind nur mit zweiseitigen Gruppenmelkständen oder mit Einzelmelkständen zu realisieren.

Niedrige Melkleistung bei Halbbestückung

Die Melkleistung in Melkständen mit Halbbestückung ist deutlich geringer als in Melkständen, wo jedem Melkplatz eine ME zugeordnet ist. Dennoch sind grössere Melkleistungen als in einseitigen Melkständen möglich, da die anfallenden Wartezeiten schon genutzt werden können, um die nächste Kuhgruppe einzulassen. Bei längeren Wartezeiten und Kühen mit langem Maschinenhauptgemelk besteht dann aber schnell die Gefahr, dass schon Vorbereitungsarbeiten (Vormelken, Euterreinigung, Anrüsten) vorgenommen werden, ohne dass eine ME zur Verfügung steht. Dies kann sich

negativ auf die Milchabgabe auswirken. Deshalb ist hier besonders zu beachten, dass ein Anrüsten der Kuh erst dann erfolgt, wenn eine ME zum Ansetzen zur Verfügung steht.

Steigerung der Melkleistung

Zur Steigerung der Melkleistung gibt es mehrere Möglichkeiten. Die erste besteht in der Erhöhung der Anzahl zu bedienender ME pro Arbeitskraft. Da aber in grösseren Melkständen ein immer grösser werdender Zeiteanteil für die Gruppenwechsel aufzuwenden ist, nimmt die Melkleistung je ME in grösseren Gruppenmelkständen immer mehr ab. Im 2x3er-Fischgrätenmelkstand mit 6 ME können je nach Ausstattung noch 6,5 bis 8,3 Kühe je ME und Stunde gemolken werden. Im 2x6er mit 12 ME sind dagegen «nur» noch 4,8 bis 6,5 Kühe möglich (siehe Abb. 14). Eine sehr effiziente Möglichkeit zur Steigerung der Melkleistung ist der Einsatz von mechanischen und elektronischen Melkhilfen. Kann zum Beispiel durch Einsatz einer Anrüstautomatik auf das manuelle Anrüsten verzichtet werden, lassen sich annähernd 20% der Routinezeiten einsparen. Dies bedeutet im Gruppenmelkstand 2x4 eine Erhöhung der Melkleistung um fast fünf Kühe in der Stunde. Eine solche Steigerung ist allerdings nur in vollausgestatteten zweiseitigen Melkständen möglich. Mechanische und elektronische Hilfsmittel im einseitigen Gruppenmelkstand erleichtern zwar die Arbeit, verlängern aber gleichzeitig die anfallenden Wartezeiten beim Melken (siehe Abb. 15).



Abb. 14: Der Fischgrätenmelkstand kombiniert platzsparende Anordnung, relativ kurze Wege und gute Übersicht über die Euter der Kühe.



Abb. 15: Im Side by Side-Melkstand ist die Übersicht über die Euter nicht optimal. Dafür sind die Wege sehr kurz.

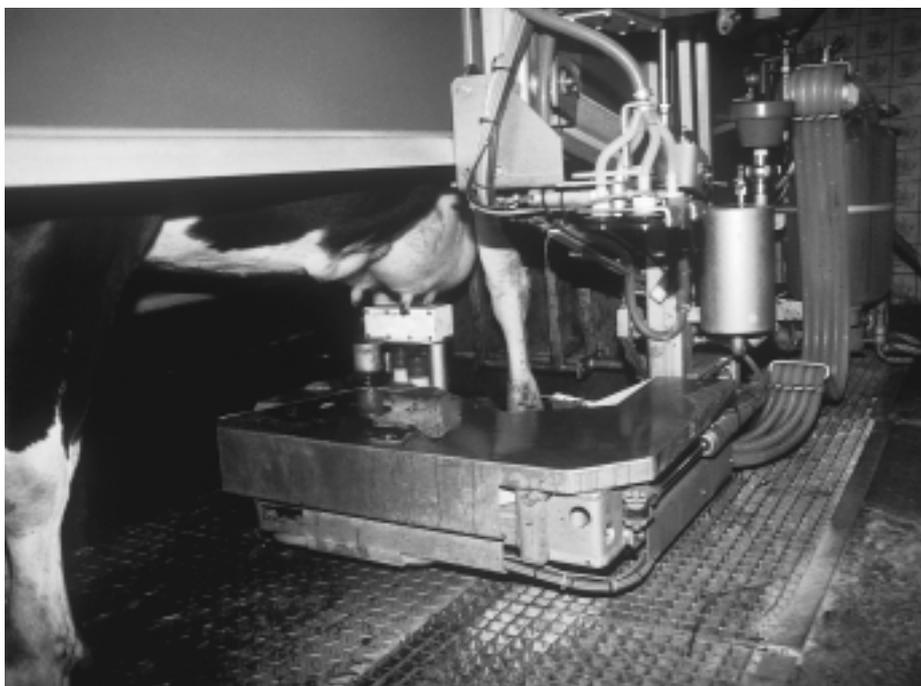


Abb. 16: Die Verweildauer je Kuh und Tag im AMS mit und ohne Melkvorgang bestimmt wesentlich die Melkleistung je Melkbox und Tag.

Sonderfall AMS

Beim AMS ist die Melkleistung je ME und Tag von besonderer Bedeutung, da meist nur eine Melkbox für die gesamte Herde zur Verfügung steht. Das wesentliche Kriterium für die Melkleistung im AMS ist die Verweildauer je Kuh und Tag im AMS mit und ohne Melkvorgang (siehe Abb. 16). Die Verweildauer wiederum wird beeinflusst durch die Maschinenhauptgemelkszeiten, die Routinezeiten des AMS, die Häufigkeit der Passage einer Kuh durch die Melkbox (mit oder ohne Melkberechtigung bzw. mit oder ohne Kraftfutteraufnahme) sowie die Anzahl der erforderlichen Ansetzvorgänge je Gemelk. Eine wesentliche Steigerung ergibt sich aus einer Verkürzung der Maschinenhauptgemelkszeit (Steigerung des Milchflusses) bei gleichbleibender Milchmenge, oder auch einer Verbesserung der Ansetzverlässlichkeit. Durch das Aufstellen einer separaten Kraftfutterstation mit vorgegebener reduzierter Passagehäufigkeit durch das AMS könnte ebenfalls die Melkleistung der Melkbox erhöht werden. Hierbei bleibt aber zu untersuchen, ob die Attraktivität des AMS durch die zweite KF-Station nicht abnimmt und als Konsequenz mehr Kühe nachzutreiben sind. Eine übliche tägliche Melkleistung auf einem schweizerischen Betrieb mit AMS liegt derzeit im Bereich von etwa 48 Kühen für eine Einboxenanlage. Hierbei sind eine hohe Milchleistung von 30 kg

und drei Melkungen je Kuh und Tag bei insgesamt fünf Passagen durch die Melkbox einkalkuliert. Die Ansetzverlässlichkeit wird mit 90% in die Berechnungen einbezogen (siehe Abb. 17).

Schlussfolgerungen

Die untersuchten Melkverfahren für Anbinde- und Laufställe weisen jeweils für sich Vor- und Nachteile auf. Mit zunehmendem Automatisierungsgrad vermindern sich der Zeitbedarf und teilweise auch die Arbeitsbelastung, die Anforderungen an die Arbeitspersonen nehmen aber zu. Tabelle 9 (Seite 14) stellt Vor- und Nachteile der einzelnen Melkverfahren gegenüber und soll damit die Entscheidung für das eine oder andere Melkverfahren erleichtern.

Vor dem Kauf eines neuen Melkverfahrens sollte sich jeder Landwirt über die Vor- und Nachteile seines bestehenden Melkverfahrens sowie über die zu erwartenden Konsequenzen bei der Umstellung auf ein neues Verfahren Gedanken machen. Insbesondere beim Umstellen auf ein Laufstallhaltungssystem und gleichzeitigem Umsteigen auf ein Melkstandverfahren sollten nicht zu grosse Erwartungen in die möglichen Arbeitszeitsparungen gemacht werden. Bei den

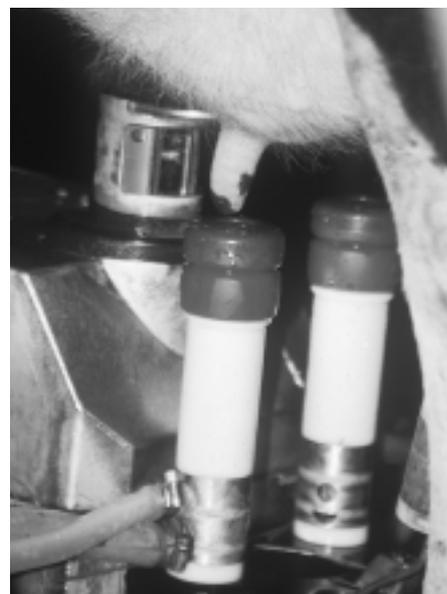


Abb. 17: In Automatischen Melksystemen werden bei voller Funktionstüchtigkeit sämtliche Routinearbeiten automatisch ausgeführt. Dafür besteht ein erheblicher Kontrollaufwand.

in der Schweiz sehr häufigen kleineren einseitigen Melkständen mit 4 ME wird kaum Arbeitszeit gegenüber einer Rohmelkanlage mit ebenfalls 4 ME eingespart. Die Melkleistungen sind nahezu identisch und der Melkstand ist auch noch zweimal täglich zu reinigen. Für den Melkstand als empfehlenswertes Melkverfahren auch bei kleineren Beständen spricht auf jeden Fall aber die realisierbare Arbeiterleichterung. Es fallen nicht mehr täglich bei jeder Kuh Kniebeugen an. Ungünstige Körperhaltungen werden beim Melken in Melkständen ebenfalls deutlich reduziert.

Die Entscheidung für das eine oder andere Melkverfahren oder gar den Einsatz eines AMS muss allerdings jeder Landwirt selber treffen.

Tab. 9: Vor- und Nachteile verschiedener Melkverfahren

Melkverfahren	Vorteile	Nachteile
Anbindestall Eimermelkanlage	Einfachste Bedienung Einfache Arbeitsabläufe	Geringe Melkleistung Hoher Massenumschlag Viele Kniebeugen Ungünstige Arbeitshaltung
Anbindestall Rohrmelkanlage	Einfache Bedienung Einfache Arbeitsabläufe Milchtransport entfällt Hohe Melkleistungen möglich	Viele Kniebeugen Ungünstige Arbeitshaltung
Laufstall Fischgräten-Melkstand	Ausgereifte Bauform (Standard) Grosse Variationsbreite Gute Melkleistung	Langsamste Kuh bestimmt Gruppenwechsel Schnellauslass nur mit hohem Aufwand realisierbar
Laufstall Side by Side-Melkstand	Kurze Wege Gute Melkleistung Geringes Verletzungsrisiko für den Melker Schnellauslass einfach zu integrieren	Langsamste Kuh bestimmt Gruppenwechsel Schlechte Übersicht über Kühe Schlechte Kontrolle der Vorderviertel Melker und ME sind stärker der Verschmutzung durch Kot und Harn ausgesetzt
Laufstall Durchtreibe-Melkstand	Einfache Bauform Gute Übersicht über Kuh und Euter	Langsamste Kuh bestimmt Gruppenwechsel Mittlere Melkleistung Lange Wege
Laufstall Tandemmelkstand	Hohe Melkleistung Gute Übersicht über Kuh und Euter Geringe Anforderungen an Melker Gleichmässiger stressfreier Arbeitsablauf	Hoher Raumbedarf Grosse Euterabstände Lange Wege in grösseren Melkständen
Laufstall Autotandem-Melkstand	Sehr hohe Melkleistung Gute Übersicht über Kuh und Euter Vielfältige Anordnungsmöglichkeiten der Melkbuchten möglich Gleichmässiger stressfreier Arbeitsablauf	Hoher Raumbedarf Lange Wege in grösseren Melkständen Hohe Anforderungen an Melker
Laufstall Automatisches Melksystem	Sehr hohe Melkleistung (pro Tag) Kuh wählt sich «ihre» Melkzeiten aus Entlastung des Tierbetreuers von festen Melkzeiten	Geringer Raumbedarf Sehr hohe Anforderungen an Tierbetreuer «Manager» und an eingesetzte Verfahrenstechnik Vermehrter Stress für den Tierbetreuer durch stetige Unsicherheit «Feuerwehrmanneffekt»

Literatur

BENNINGER, D. (1992): Bauliche Anlagen für Melken und Milchlagerung. In: Bau-Briefe Landwirtschaft, Nr. 33, S. 37–45.

BOHLESEN, W u. R. ARTMANN (1999): Wie viel Arbeitszeit sparen Melkroboter ein? top agrar extra, S. 36–39.

EICHHORN, H. (1999): Landtechnik. 7. Auflage, Verlag E. Ulmer.

ENGELLANDT, Th. u. E. ERNST (1994): Melktechnik im Laufstall. Betriebswirtschaftliche Mitteilungen der LK-Schleswig-Holstein, Nr. 474, S. 15–25.

KOWALEWSKI, H.H. u. A. FÜBBEKER (1999): Ermittlung der Melkleistung, der Kosten und des Arbeitszeitbedarfs bei automatischen Melksystemen. Abschlussbericht KTBL-Arbeitsprogramm «Kalkulationsunterlagen».

NOSAL, D. u. M. SCHICK (1995): Neue Melksysteme. FAT-Berichte Nr. 475, FAT-Tänikon.

ORDOLFF, D. (1992): Melkstandanlagen. KTBL-Arbeitsblatt Nr. 1091.

SCHLEITZER, N. (1995): Melkstände im Kosten- und Leistungsvergleich. DLZ Nr. 6, S. 54–62.

SONCK, B. R. u. H.W.J. DONKERS (1995): The Milking Capacity of a Milking Robot. J.agric. Engng Res. Nr. 62, S. 25–38.

SONCK, B.R. (1996): Labour organisation on robotic milking dairy farms. Dissertation Wageningen Agricultural University.

WEBER, W. (1991): Entwicklungstendenzen im Melkstandbau. In: Vorträge zur Jahrestagung, Landtechnik Weihenstephan, S. 55–62.

Anfragen über das behandelte Thema und über andere landtechnische Probleme sind an die unten aufgeführten Berater für Landtechnik zu richten. Weitere Publikationen und Prüfberichte können direkt bei der FAT (CH-8356 Tänikon) angefordert werden. (Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90).

E-Mail: info@fat.admin.ch, Internet: <http://www.admin.ch/sar/fat>

- ZH** Kramer Eugen, Landw. Schule Strickhof,
8315 Lindau, Telefon 052 354 98 30
Blum Walter, Landw. Schule Strickhof,
8315 Lindau, Telefon 052 354 98 30
- BE** Jutzeler Martin, Inforama Berner Oberland,
3702 Hondrich, Telefon 033 654 95 45
Hügi Kurt, Inforama Seeland,
3232 Ins, Telefon 032 312 91 21
Marti Fritz, Inforama Rütli und Waldhof,
3052 Zollikofen, Telefon 031 910 52 10
Hofmann Hans Ueli, Inforama Schwand,
3110 Münsingen, Telefon 031 720 11 21
- LU** Moser Anton, LBBZ Schüpfheim,
6170 Schüpfheim, Telefon 041 484 25 25
Hodel René, LBBZ, Centralstr. 21,
6210 Sursee, Telefon 041 921 91 91
Marti Pius, LBBZ Willisau,
6130 Willisau, Telefon 041 970 20 77
Widmer Norbert, LMS,
6276 Hohenrain, Telefon 041 910 26 02
- UR** Landw. Beratungsdienst, Aprostr. 44,
6462 Seedorf, Telefon 041 871 05 66
- SZ** Landolt Hugo, Landw. Schule Pfäffikon,
8808 Pfäffikon, Telefon 055 415 79 22
- OW** Müller Erwin, BWZ Obwalden,
6074 Giswil, Telefon 041 68 16 16
- NW** Egli Andreas, Landwirtschaftsamt,
6370 Stans, Telefon 041 618 40 05
- GL** Amt für Landwirtschaft, Poststr. 29,
8750 Glarus, Telefon 055 646 67 00
- ZG** Furrer Jules, LBBZ Schluethof,
6330 Cham, Telefon 041 780 46 46
Kiefer Lukas, LBBZ Schluethof,
6330 Cham, Telefon 041 780 46 46
- FR** Krebs Hans, Landw. Institut Freiburg (IAG),
1725 Posieux, Telefon 026 305 58 50
- SO** Wyss Stefan, Landw. Bildungszentrum Wallierhof,
4533 Riedholz, Telefon 032 627 09 62
- BL** Zjörjen Fritz, Landw. Zentrum Ebenrain,
4450 Sissach, Telefon 061 971 21 21
- SH** Landw. Bildungszentrum Charlottenfels,
8212 Neuhausen, Telefon 052 674 05 00
- AI** Köller Lorenz, Gaiserstrasse 8,
9050 Appenzell, Telefon 071 788 95 76
- AR** Vuilleumier Max, Landwirtschaftsamt AR,
9102 Herisau, Telefon 071 353 67 56
- SG** Haltiner Ulrich, Landw. Schule Rheinhof,
9465 Salez, Telefon 081 757 18 88
Steiner Gallus, Landw. Schule Flawil,
9230 Flawil, Telefon 071 394 53 53
- GR** Urwyler Hansueli, Grabenstrasse 1,
7000 Chur, Telefon 081 257 24 03
Föhn Josef, Landw. Schule Plantahof,
7302 Landquart, Telefon 081 307 45 25
- AG** Müri Paul, LBBZ Liebegg,
5722 Gränichen, Telefon 062 855 86 27
- TG** Herrmann Samuel, LBBZ Arenenberg, Fachstelle
Betriebsberatung und Landtechnik, Amriswilerstr. 50,
8570 Weinfelden, Telefon 071 622 10 22
- TI** Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola,
6501 Bellinzona, Telefon 091 814 35 53

Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Abt. Landtechnik, 8315 Lindau, Telefon 052 354 97 58

Die FAT-Berichte erscheinen in zirka 20 Nummern pro Jahr. – Jahresabonnement Fr. 50.–. Bestellung von Abonnements und Einzelnummern: FAT, CH-8356 Tänikon. Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90.

E-Mail: info@fat.admin.ch – Internet: <http://www.admin.ch/sar/fat> – Die FAT-Berichte sind auch in französischer Sprache als «Rapports FAT» erhältlich. – ISSN 1018-502X.