

Melktechnikforschung für die Schweizer Milchproduktion im Strukturwandel

Robert Kaufmann, Dusan Nosal, Albert von Ow, Thomas Anken

Kurzfassung

Die Milchproduktion der Schweiz durchlief während der vergangenen 50 Jahre einen grundlegenden Strukturwandel. Die Anzahl milchviehhaltender Betriebe reduzierte sich auf einen Sechstel, während die produzierte Milchmenge anstieg. Wesentliche Fortschritte in den Bereichen Melktechnik und Haltungssystemen unterstützten diese Entwicklung. Der vorliegende Beitrag zeigt die Rolle der Schweizer Forschung im Bereich der Melktechnik auf. Diese entwickelte sich insbesondere bezüglich Arbeitseffizienz und -komfort, sowie Melkleistung, Milchqualität und Tierwohl. Die beratungsorientierte Forschung erarbeitete unter anderem Grundlagen für ein euterschonendes Melken und das Vermeiden störender Einflüsse. Trotz kleinbetrieblicher Strukturen förderte man die Entwicklung vom Anbinde- zum Laufstall, was die Ablösung der Eimermelkanlagen bis hin zum automatischen Melksystem ermöglichte.

Schlüsselwörter

Melktechnik, Strukturwandel, Milchproduktion, Schweiz, Melkstand, Milchqualität

Milking technology research for Swiss dairy production undergoing structural change

Robert Kaufmann, Dusan Nosal, Albert von Ow, Thomas Anken

Abstract

Milk production in Switzerland has undergone a fundamental structural change over the past 50 years. The number of dairy farms has been reduced to one sixth, while the quantity of milk produced has increased. Significant advances in milking technology and husbandry systems supported this development. This article highlights the role of Swiss consulting-based research. Milking technology has developed particularly in terms of labour efficiency and comfort, as well as milking performance, milk quality and animal welfare. Among other things, research is developing the basis for udder-friendly milking and the avoidance of disruptive influences. Despite small-scale structures in tie-stall barns, the development of loose housing was promoted as a prerequisite for replacing bucket milking systems through automatic ones.

Keywords

Milking technology, structural change, milk production, Switzerland, milking parlor, milk quality

Einleitung

Das vorliegende Paper beleuchtet die Entwicklung der Melktechnik in der Schweiz und zeigt die wichtigsten Schritte und Erkenntnisgewinne der begleitenden, anwendungsorientierten Forschung des vergangenen halben Jahrhunderts auf. Es steht außer Zweifel, dass sich diese Entwicklung auch auf andere Länder übertragen lässt, oder zumindest sehr große Analogien bestehen.

Enormer Strukturwandel in der Milchproduktion

Seit den 1960er Jahren hat sich die Milchviehhaltung in der Schweiz grundlegend verändert. Die Tierbestände der Einzelbetriebe sind massiv gewachsen (**Bild 1**), während sich die Anzahl milchviehhaltender Betriebe auf unter 20 % reduziert hat (**Bild 2, Tabelle 1**).

Die strukturelle Entwicklung der Milchviehbetriebe, Kuhbestände und Melktechnik-Ausbreitung zeigt auf, welche kleingliedrigen Betriebsstrukturen 1960 vorherrschten.

Eine Befragung im Jahr 2010 von 2'000 repräsentativen Milchbetrieben ergab folgende Verbreitung bei den Melkständen: Tandem 38 %, Fischgräte 32 %, Side by Side 11 %, verschiedene Melkstandtypen 17 %, bei einem allgemein hohen Ausbaustandard (Milchmengenmessung, Abnahmeautomatik, Melkplatzcomputer) und erst zwei Prozent automatische Melksysteme. 18 % dieser Betriebe mit einem mittleren Kuhbestand von 40 Stück, einer mittleren Leistung von 7'500 kg und 260'000 kg Lieferrechten würden in Zukunft ein AMS installieren [4].

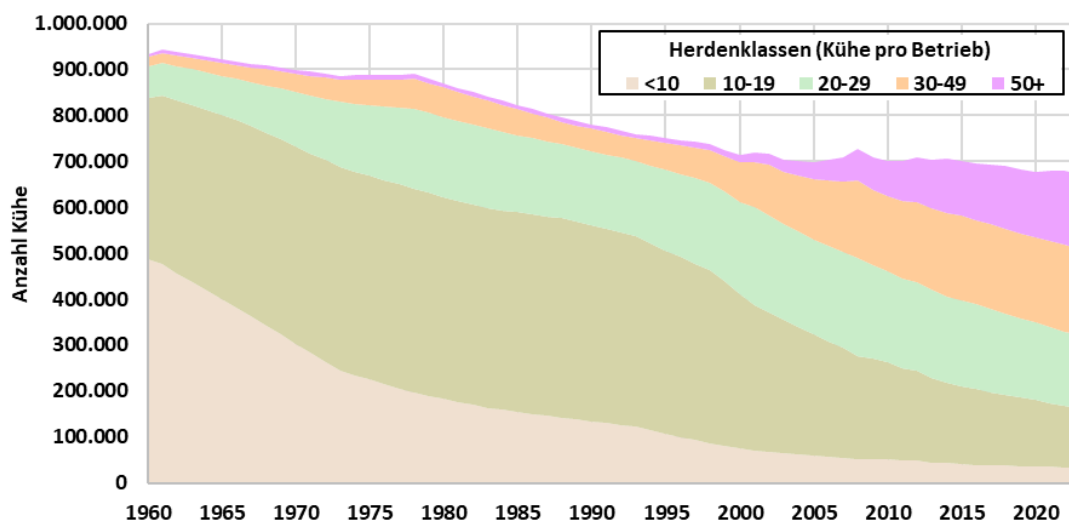


Bild 1: Struktur der Kuhbestände 1960 bis 2023. Beim Aufkommen der Melkmaschine standen die Hälfte der Kühe in Herden < 10 Kühen, heute noch die Hälfte in Herden < 30. Quellen [1], Interpolation für Jahre ohne verfügbare Daten.

Figure 1: Structure of dairy herds 1960 to 2023. When the milking machines were introduced, half of the cows were in herds of < 10 cows, today half of the cows are still in herds < 30. Sources [1], Interpolation for years without available data.

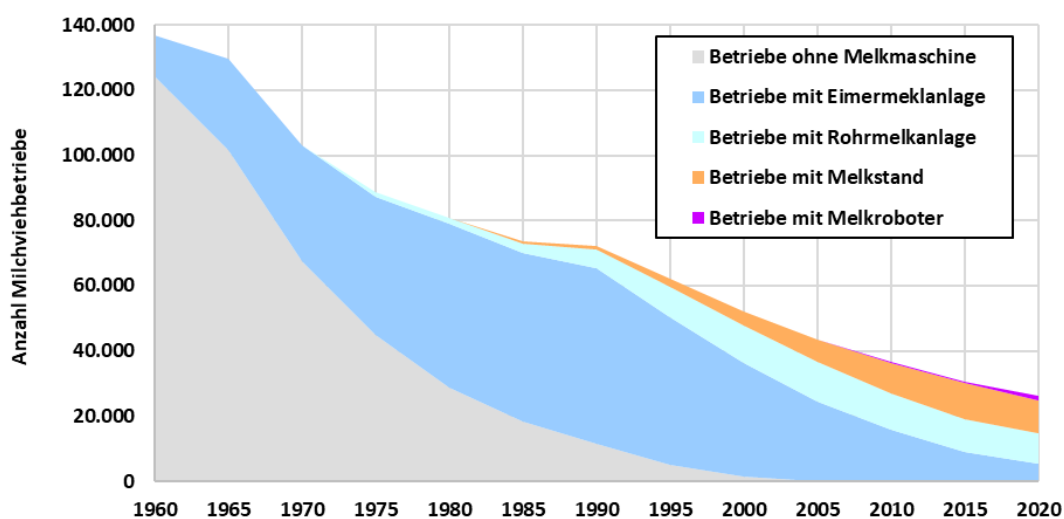


Bild 2: Entwicklung Milchviehbetriebe in der Schweiz und Ausstattung mit Melktechnik, 1960 bis 2020. Quellen [1; 2; 3], Interpolation für Jahre ohne verfügbare Daten.

Figure 2: Development of dairy farms in Switzerland and equipment with milking technology, 1960 to 2020. Sources [1; 2; 3], Interpolation for years without available data.

Tabelle 1: Entwicklung Milchbetriebe, Anzahl Milchkühe, Leistungen, Abliefernengen und Melktechnik - Quellen [1; 2].

Table 1: Development of dairy farms, number of dairy cows, performance, delivery volumes and milking technology - sources [1; 2].

Jahr	Milchvieh			Verkehrsmilch		Melktechnik				
	Betriebe mit Milchvieh	Milchkühe	Leistung /Kuh	Ganzjahres-Verk.milchbetriebe	Ablieferung /Betrieb	Ohne Melkmaschine	Eimermelkanlage	Rohr-melkanlage	Melkstand (° Melkroboter)	Melkroboter
	Betriebe	Kühe	kg	Betriebe	t	Betriebe	Betriebe	Betriebe	Betriebe	Betriebe
1960	136'750	943'372	3'250	125'122	18.2	124'172	12'578			
1969	106'039	907'900	3'550	98'143	25.8	72'180	33'859			
1980	80'733	873'000	4'130	63'920	46.9	28'780	50'162	1'791		
1990	72'289	795'100	4'900	51'981	58.4	11'548	53'790	5'794	1'157	
2003	46'259	638'288	6'030	33'072	95.2		27'780	12'769	5'680	30
2013	32'453	586'609	6'792	23'576	140.1		10'519	10'363	11'321	250
2020	26'197	546'479	7'007	18'556	177.2		5'495	9'091	10'041	1'570

Forschung begleitet Umbruch in der Milchproduktion

Als Folge der Nahrungsmittelknappheit während dem zweiten Weltkrieg baute die Schweiz die landwirtschaftliche Forschung aus. Als letzte der landwirtschaftlichen Forschungsanstalten nahm die Forschungsanstalt Tänikon 1969 ihre Tätigkeit auf. Dies fand mitten in der Boomphase der Melkmaschineneinführung statt. Die Positionierung der Forschungsanstalt war auf die künftige Agrartechnik ausgerichtet. Nicht im Sinne der Maximierung der Erträge, sondern in der Minimierung der Kosten [5]. Erhebliches Kostensenkungspotential bildeten dabei Bauten und Einrichtungen in der Innenwirtschaft.

Die Melkmaschine ist auf einem Milchviehbetrieb die vermutlich bestausgelastete Maschine. Unabhängig von saisonalen Schwankungen ist sie täglich in Gebrauch. Außerdem bringt sie eine maßgebliche Arbeitszeiteinsparung und körperlicher Entlastung. Die Entwicklungsschritte bis zur heutigen modernen Melkanlage, die vor ungefähr 200 Jahren begann, wurde von verschiedenen Autoren beschrieben [6; 7; 8]. Die Einführung der Melktechnik in der Schweiz geschah demgemäß schon auf einem recht ausgereiften technischen Niveau.

Während der folgenden 50 Jahre begleitete die Forschungsanstalt Tänikon den großen technischen Wandel, stellte neutrale Daten zur Verfügung, erarbeitete Grundlagen zur Optimierung der Milchgewinnung sowie zu deren Implementierung ins Produktionssystem 'Futterbau/Milch'.

Als Auftakt und Beispiel der Melktechnikforschung in Tänikon sei exemplarisch auf die Erarbeitung von Typentabellen der wichtigsten in der Schweiz verkauften Fabrikate hingewiesen. Von zwölf Eimermelkanlagen waren drei Hängeeimerversionen und eine ein Schweizer Produkt (Senn). Eine Anlage für zehn Kühe kostete damals zwischen 2'000 und 3'500 Franken oder etwa ein Zehntel des Preises eines gängigen Traktors für diesen Betriebstyp [9].

Qualitätssicherung/Milchqualität

Eine Besonderheit der Schweizer Milchproduktion ist der hohe Anteil der Veredelung der Milch zu Rohmilchkäse, bei dem die Milch nicht vor der Verarbeitung pasteurisiert wird. Dies stellt sehr hohe Ansprüche an die Milchqualität. Laut einer Erhebung von 1982 [10] hatten 90 % der untersuchten Betriebe (mittlere Bestandsgröße 37.1 Kühe) Keimzahlen von unter 40'000 pro ml Milch, bei einem erlaubten Wert von 80'000 und damit eine sehr hohe Milchqualität.

Schon früh wurde die Gefahr des Blindmelkens erkannt. Zwei Systeme zum Unterstützen des Vorbereitens des Euters und der Minderung des Blindmelkens - Miele "Melkautomatic" und Alfa-Laval "Duovac" - überzeugten bei Tests und zeigten den Weg für weitere Entwicklungen auf [11].

Der Einsatz von Diagnoseinstrumenten (AIR-FLOWMETER, Pulsotest u.ä.) gibt Aufschluss über Melkanlage und Melkroutine und zeigt Schwachstellen auf [12]. Darauf basierende Anwendung in der praktischen Beratung bringen überzeugende Verbesserungen [13]. Um den Melkprozess zu beurteilen, können Druckmessungen unter Melkbedingungen an diversen Abschnitten der Melkanlage sowie die Aufzeichnung von Milchflusskurven wertvolle Daten liefern.

Zur Gewährleistung eines optimalen Arbeitsablaufs, der die Milchqualität fördern und Euterentzündungen vermindern soll, wurden Normen für die Installation von Melkmaschinen erarbeitet [14]. Die Bewegung des Sitzengummis kann zu schnellen Rückflüssen von Luft-Milch-Gemischen im Melkbecher führen. Eine verlängerten a-Phase der Pulskurve hat Einfluss auf die Öffnungsbewegung verschiedener Sitzengummi-Typen [15].

Eine neue Herausforderung stellte die Milchgewinnung mit automatischen Melksystemen für die Käseherstellung dar [16]. Zu tiefe Zwischenmelkzeiten führten zu klaren Qualitätseinbußen. Bei Intervallen von mehr als 7,5 Stunden zwischen den einzelnen Melkungen und gutem Management kann aber auch mit AMS einwandfreie Käseeremilch produziert werden. Bei allen

Kriterien mit Ausnahme der freien Buttersäure sei jedoch der Einfluss des Produzenten grösser als jener der Melktechnik [17].

Einfluss von Lärm, Vibrationen und Kriechstrom

Eine wichtige Erkenntnis war, dass Lärm und Vibrationen auch bei normgerecht installierten Melkanlagen den Melkablauf stören können. Die Auswirkungen von Lärm und Vibration auf das Tier wurden gemessen mittels physiologischer und ethologischer Parameter [18]. Das Melkpersonal nahm die Vibrationen kaum wahr, fühlte sich aber bei Lärmbelastungen über 80 dB deutlich gestört.

Die FAT (heutige Forschungsanstalt Agroscope Tänikon) vergab schon früh die offizielle Zulassung von technischen Neuerungen, die der schonenden Behandlung des Euters und der Milchmengenerfassungen während des Melkprozesses dienen [19].

Kriechstrom und Streuströme im Melkstand irritieren die Kühe. Saubere Erdung beim Einbau schafft Abhilfe [20]. Die Beratungsinstitution Agridea hat diesem Thema erst kürzlich eine spezielle Webseite gewidmet, welche wichtige technische und bauliche Hinweise zur Verfügung stellt (<https://agripedia.ch/streustroeme/>).

Vakuumschwankungen in den Luft- und Milchleitungen und als Konsequenz auch Schwankungen des zitzenendigen Vakuums scheinen die Eutergesundheit negativ beeinflussen und das Wohlbefinden der Tiere einzuschränken [21]. Aus den Untersuchungen abgeleitete «Empfehlungen für Installation und Montage von vibrations- und lärmarmen Melkanlagen» sind durch die Melktechnik-Firmen einzuhalten.

Effektive Milchkühlung als Qualitätsgarant

Die traditionelle, zweimal tägliche Milchablieferung wird aus Arbeits- und Prozessgründen abgelöst durch einmal tägliche Ablieferung bzw. ein- bis zweitägige Hofabfuhr. Die Milchqualität ist durch schnelles Abkühlen nach dem Melken sicherzustellen. Das erfordert eine leistungsfähige und dem Milchanfall angepasste Milchkühlung auf dem Betrieb [22].

Weitere Untersuchungen der Lagervarianten Kannenkühlung, Kühlung im Hofbehälter, Kühlwanne und Wärmerückgewinnung sowie Anlieferung an Sammelstelle oder Hofabfuhr weisen auf große Kostenunterschiede hin [23]. Bestimmend sind dabei die Lieferzeiten (Distanz zur Sammelstelle), Reinigungsarbeiten, Investitionen und der Raumbedarf.

In der Folge wurde die Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik (FAT) Tänikon zur Zulassungsstelle für Geräte der Milchkühlung [24]. Die Firmen liefern die Grundlagen, dass ihre Geräte den maßgeblichen internationalen Normen entsprechen. Das umfangreiche Angebot am Markt wurde gegliedert nach Kühlwannen, Kühltanks, Tauchkühler, Eiswasserbecken sowie direkter/indirekter Kühlung und Anzahl aufzunehmender Gemelke.

Wichtige Melkumgebung: Milchmengenmessung, Reinigungsanlagen

Einem besonderen Verfahren unterliegen die Geräte zur Milchmengenmessung, die in zwei Kategorien eingeteilt sind (mit der Melkanlage fest verbunden oder mobile Geräte). Für die Milchleistungsprüfung der Zuchtverbände dürfen nur Geräte verwendet werden, die für diesen Zweck zugelassen sind. Beim jährlichen Melkanlagenservice wird die Genauigkeit von zugelassenen Kontrolleuren überprüft und dokumentiert [25].

Die Arbeitsqualität der Reinigungsautomaten von Rohrmelkanlagen ist entscheidend für die Milchqualität. Gerade bei Rohrmelkanlagen in Anbindeställen, großen Melkständen oder baulich gegebenen Abständen zum Lagertank spricht man von erheblichen Leitungslängen, die zuverlässig keimfrei zu halten sind. Die untersuchten Geräte basierten auf zwei unterschiedliche technische Ansätze (Heißwasser-Säure-Verfahren, Zirkulationssystem). Die Steuerung des Waschprogramms hatte bei fast allen Geräten noch Verbesserungspotential Berichte 397. Tänikon: Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik [26].

Arbeitszeitreduktion im Zentrum

Die hohe Arbeitsfracht des Melkens - hoher Zeitbedarf, körperliche Belastung, täglich wiederkehrend - unterstreicht die zentrale Bedeutung arbeitswirtschaftlicher Analysen und Methoden. In den 1970-er Jahren stellte sich z.B. die Frage ob aus arbeitswirtschaftlicher Sicht ein oder zwei Melkzeuge vorteilhaft sind. Dabei wurden die einzelnen Arbeitselemente von Hand- und Maschinenmelken analysiert und verglichen [11]. Die Referenz war dabei immer noch das Handmelken, wo Vorbehandlung, die eigentliche Melkzeit und das Nachmelken ineinanderfließen. Nach manuellem Vorbereiten übernimmt die Maschine die eigentliche Melkzeit, während das Nachmelken von Hand oder mit der Maschine erfolgt. Die damalige Folgerung lautete: Da während der Maschinenmelkphase der Melker freie Kapazitäten hat, kann mit zwei Melkzeugen und guter Organisation sehr effizient und euterschonend - sprich mit Vermeiden von Blindmelken - gearbeitet werden.

Anhand der Arbeitszeitvergleiche von Eimer- und Rohrmelkanlage (RMA) bei unterschiedlichen Herdengrößen wurde die Methodik verfeinert und weitere Einflussfaktoren wie Melkleistung, Milchfluss etc. einbezogen [27]. So macht die Einrichtung einer RMA für 20 Kühe eine Zeitersparnis von täglich fast einer halben Stunde aus gegenüber dem Standeimer.

Melken erfolgt überwiegend mit familieneigenen Arbeitskräften im Ein-Personen-Modus. Eine gängige Melkdauer von zwei Stunden pro Gang wurde als belastend empfunden [28]. Ein moderner Melkstand soll auf eine Melkzeit von nicht wesentlich über einer Stunde konzipiert sein. Dies nicht nur wegen des Melkpersonals, sondern um die Kühe nicht zu lange im Warteraum stehen zu lassen.

Kenntnisse der arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen des Milchwirtschaftsbetriebs lassen Aussagen zu den Effekten von Aufstallungssystemen, technischer Ausstattung und Bestandesgrößen (10 - 40 Kühe) zu. Bis 20 Kühen ist der Anbindestall noch konkurrenzfähig bezüglich Arbeitszeiten, darüber ist der Laufstall im Vorteil [29]. Die Stallarbeiten eines 40-Kuh-Bestand lassen sich so noch mit einer Arbeitskraft bewältigen.

Es ist längst bekannt, dass in der Milchproduktion durch größere Bestände wichtige Skaleneffekte erzielt werden können. Beispielsweise erfordern Bestände mit 12 Milchkühen, rund 107 Arbeitskraft-Stunden (AKh) je Kuh und Jahr, während diese Zahl bei Beständen mit 200 Milchkühen mit 55 AKh je Kuh und Jahr weniger als die Hälfte beträgt [30].

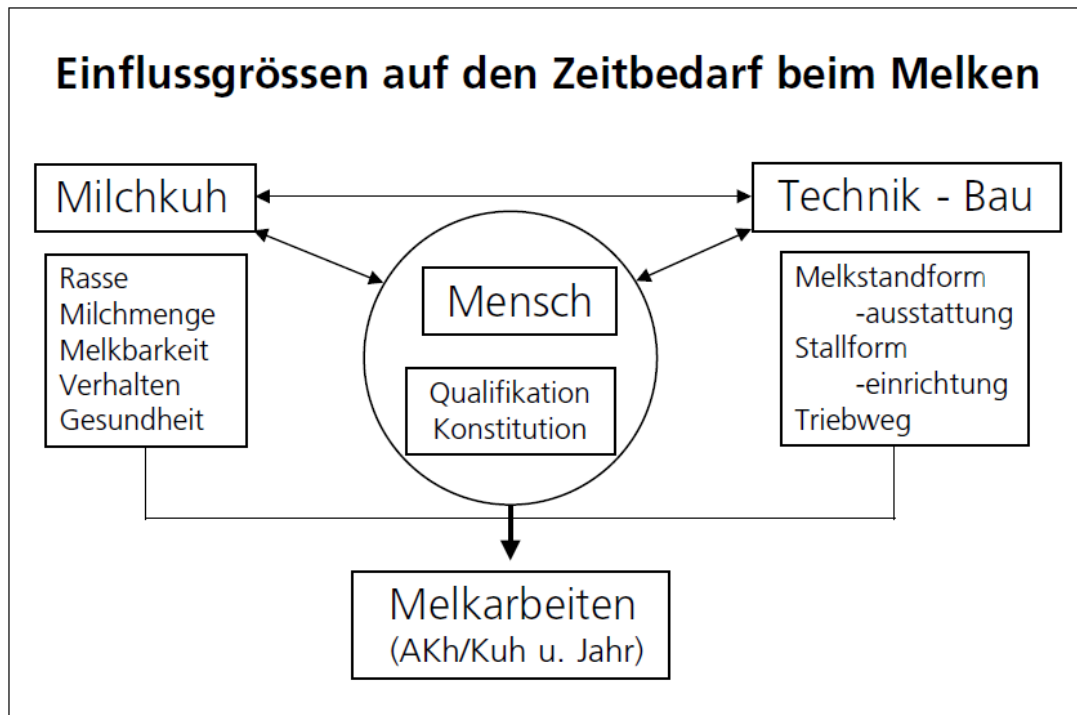


Bild 3: Verschiedenste Einflussgrößen bestimmenden Arbeitszeitbedarf. Es ist ein Zusammenspiel von Mensch, Kuh, Bau und Technik [30].

Figure 3: Various influencing factors determine the labor requirement. It is an interaction of man, cow, construction and technology [30].

Bessere Ergonomie gegen körperliche Beschwerden

Noch 1985 werden in der Schweiz ein Viertel der Kühe von Hand gemolken und der überwiegende Teil mit Eimermelkanlagen. Der niedrige Mechanisierungsgrad ist durch den niedrigen durchschnittlichen Kuhbestand von 13 Kühen bedingt. Obwohl wirtschaftlich nicht begründbar, wählen Betriebe mit 30 und weniger Kühen dennoch den Laufstall und Melkstand. Offensichtlich wird dem ergonomischen Aspekt und dem Tierwohl erhöhte Bedeutung beigemessen. Mittels Pulsmessungen beim Melkpersonal wurden bei drei verschiedenen Melkumgebungen i) Anbindestall mit RMA, ii) Standeimer und iii) Fischgräten-Melkstand der Belastungszustand ermittelt [31]. Waren beim Eimermelken die physische Belastung bestimmend, dürfte im Melkstand ab vier Melkzeugen die mentale Belastung zunehmen.

Der Anteil der körperlich belastenden Arbeitszeit steigt mit zunehmender Bestandsgröße und in Abhängigkeit von Melk- und Fütterungsverfahren sowie der Aufstellungsart auf bis zu 32 %

der täglichen Gesamtarbeitszeit an. Das Hauptziel der ergonomischen Forschung, die belastungsbedingten, gesundheitsschädlichen Beeinträchtigungen systematisch auszuschalten, ist damit noch nicht erreicht [32].

Trotz zunehmender Technisierung und Automatisierung sind Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems bei Milchviehhaltern verbreitet [33]. 69 % der Befragten klagten über Beschwerden. Bezogen aufs Melken waren es Beschwerden im Arm und Ellbogenbereich. Das Melken im Melkstand wurde von 80 % als wenig belastend empfunden.

Diese Resultate bestätigten Gansow et al. [34], welche den Anteil von Milchproduzenten mit Beschwerden des Muskel-Skelett-Systems grösser als die Hälfte bezifferten. Die Melkarbeit stellt die wahrscheinlichste Ursache dar. Die Ergebnisse fließen in konkrete Empfehlungen zur Optimierung der Ergonomie im Bereich des Melkstandbaus ein.

Bei wachsenden Bestandsgrößen sind ergonomische Optimierungen im Melkstand sicher sinnvoll (Standhöhe Kühe, Servicearm).

Effekte von Anbinde- und Laufstall-Konzepten

Die Wahl des Melksystems ist eng verknüpft mit der Bausituation und der Implementierung in das Hof- und Produktionssystem. Neben der baulich-technischen Lösung stehen Kosten und Arbeitsabläufe im Zentrum.

Lange Zeit waren die Bestandsgrößen für den Bau eines Laufstalls aus Kostensicht zu niedrig. Laut Aufzeichnungen von FAT-Testbetrieben lässt sich aber der Jahresarbeitszeitbedarf bei der Umstellung von Anbindestall/Maschinenmelken zu Boxenlaufstall/Melkstand halbieren (von 120 auf 60 AKh/Kuh und Jahr). Weitere Argumente für die Haltung von Milchkühen im Laufstall sind: Ergonomie beim Melken, Einsatz neuer Technologien (automatische Melkzeugabnahme, Vermeidung Blindmelken), Tierkomfort und -beobachtung (Eutergesundheit). Es mussten deshalb für Melkstände, die insbesondere auch auf mittelgroße Laufställe passten, die nötigen technischen, arbeits- und betriebswirtschaftlichen Planungsgrundlagen erarbeitet werden [35]. Es zeigte sich insbesondere, dass der Sprung vom 20 zum 40-Kuhbestand die wesentlichsten Einsparungen von Arbeitszeit und Kosten pro Kuh erbrachte. Visionär für dem damaligen Kontext war die Möglichkeit der Extrapolation bis 100 Kühe.

Mit dem Einbezug der Gebäudekosten wird die Wirtschaftlichkeit der Kombination von Melkverfahren und Aufstallungssystem vergleichbar [36]. In der Regel sind bei kleinen Melkständen die Handarbeitskosten grösser, jedoch die Kosten für die baulichen Anlagen und die maschinellen Einrichtungen kleiner als bei großen Melkständen. Die gesamten Verfahrenskosten bei einem gut ausgestatteten Anbindestall für etwa 35 Kühe sind gleich hoch wie bei einem Laufstall.

Berechnungen der gesamten Stallarbeit während der Winterfütterungs-Periode zeigen, dass durch geeignete Investitionen beim Anbindestall der Zeitbedarf deutlich gesenkt werden kann, und zwar bei 30 Kühen von 9.4 auf 6.6 Arbeitsstunden pro Tag (AKh/Tag). Beim Laufstall war die Einsparung etwas geringer - von 6.6 auf 5.6 AKh [37].

Nosal [38] zeigte für kleine Laufställe auf Basis von 22 Kühen, dass Melken direkt in die Kanne halb so teuer war, wie die vollausgestattete Melkanlage mit Milchpumpe und Waschautomat.

Mobile Melkstände für Weidesituationen

Weiden und effiziente Milchgewinnung müssen bei entsprechender Organisation und Technik kein Widerspruch sein. Mobile Melkstände erlauben rationelle Lösungen, wenn einige kritische Punkte wie Befestigung von Warteräumen, Wasser und Energieversorgung etc. beachtet werden. Lösungen mit 1x3-Tandem sind optimal [39].



Bild 4: Beispiel eines einfachen mobilen Melkstandes. Um hygienisch arbeiten zu können, ist es notwendig, den Melk- und Warteplatz zu befestigen.

Figure 4: Example of a simple mobile milking parlor. To be able to work hygienically, it is necessary to reinforce the milking and waiting area.

Auf den Sömmerungsbetrieben sind traditionell Anbindestall-Eimermelk-Verfahren verbreitet. In den drei Sommermonaten kommen große Herden mit bis zu 100 Kühen zusammen. Dies ist zwar unrationell, aber Vollinstallationen, wie RMA oder fixe Melkstände, rechnen sich kaum. Auch da können mobile Melkstände sinnvolle Lösungen bieten [40].

Tierwohl als Grundlage für hohe Leistungen und Tiergesundheit

Melken ist ein komplexer Vorgang, der sich im Laufe der Domestikation herausgebildet hat. Auch bei heutiger modernster Technologie ist auf die ethologischen und physiologischen Mechanismen Rücksicht zu nehmen, um das Wohlbefinden der Tiere und eine optimale Milchleistung zu erreichen [41]. Indikatoren wie Umtreten, Schlagen gegen das Melkzeug, Unruhe, verzögertes Betreten des Melkstands sowie Erhöhung von Stresshormonen und der Herzfrequenz sind geeignete Indikatoren, um den Melkvorgang beurteilen zu können. Aufstallung, Herdenmanagement, Tiergesundheit und die Mensch-Tier-Beziehung sind entscheidende Faktoren rund ums Melken.

Van Caenegem [42] zeigte, dass für einen für die Tiere stressarmen, reibungslosen Ablauf des Melkens, die Warte- und Zirkulationsräume entsprechend angelegt werden müssen. Steiner [43] zeigte, dass rutschfesten Böden eine wichtige Bedeutung zukommen.

Mit dem AMS als Element des Stallsystems, das der Kuh die fast freie Wahl des Melkzeitpunkts ermöglicht, entstehen neue Anforderungen an die Kuh. Untersuchung am Verhalten der Kühe insbesondere im Wartebereich vor der AMS-Melkbox zeigen gegenüber dem Autotandem-Melkstand keine Auffälligkeiten [44]. Durch den Einsatz eines AMS haben Kühe die Freiheit, ihren Tagesrhythmus selbst zu bestimmen. Ein wichtiger Indikator für das Wohlbefinden ist das individuelle Zeitbudget der Kühe. Verkürzte Liege- oder geringe Fresszeiten können einen Hinweis auf fehlenden Tierkomfort geben.

Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl physiologische Einflussgrößen wie das Alter und die Milchmenge, als auch durch das System verursachte Parameter, wie lange Zwischenmelkzeiten, Nachmelkungen und unvollständige Melkungen, das Zeitbudget von Milchkühen in einem Stall mit AMS beeinflussen können [45].

Betriebswirtschaft - Wirtschaftlichkeitsvergleiche

Zeitgleich mit der Untersuchung arbeitswirtschaftlicher Fragen des Melkens, wird eine Methodik der Kostenberechnung für Melkanlagen entwickelt [46]. In der Anschaffung war eine Rohrmelkanlage (auch Absauganlage genannt) für 20 Kühe mit je zwei Melkzeugen rund doppelt so teuer wie eine Eimermelkanlage (Fr. 742.- respektive 290.- /Kuhplatz). Auf der Basis der Arbeitserledigungskosten empfiehlt sich die Rohrmelkanlage vor allem für Bestände ab 24 Kühen und mit drei Melkzeugen. Dabei ist einzuschränken, dass Qualitätseinbußen infolge höheren Risikos von Blindmelken bestehen.

Die Wahl des Melksystems hat bei Milchviehbetrieben einen langfristigen Einfluss auf die Arbeitsorganisation und die Kostenstruktur. Hauptgründe für Investitionsentscheide über alle Melksysteme waren die Verringerung des Arbeitsaufwands und der körperlichen Belastung. Bei Melkständen waren die Einkommensziele und das Tierwohlziel wichtiger als bei anderen Melksystemen [47]. Bei automatischen Melksystemen (AMS) standen flexiblere Arbeitszeiten und die Erhöhung der Familienzeit im Vordergrund. Die wirtschaftliche Auslastung einer Melkbox bedingt gegen 500'000 kg Jahresmelkmenge und einen leistungsbetonten Kuhtyp (Milchleistung > 8'000 kg/Kuh/a) [48]. Dies war bei den meisten Schweizer Betrieben nicht gegeben.

Modellrechnungen zur Wirtschaftlichkeit von Milchproduktionssystemen für die Talregion ergeben, dass Einsparungen durch höhere Leistung und einen höheren Weideanteil zu realisieren sind [49]. Bei allen Modellen und Szenarien bringt eine Produktionsausweitung mit tieferen Futterkosten Vorteile. Das Melksystem ist hinsichtlich Kosten und Arbeitszeit zu optimieren [50].

Schlussfolgerungen und Ausblick

Die vergangenen 50 Jahre zeigten mit der Entwicklung vom Handmelken bei kleinen Tierbeständen bis hin zu automatischen Melksystemen mit großen Herden massive Umstellungen im Bereich der Milchproduktion. Während zu Beginn Arbeitserleichterung und Effizienz im Mit-

telpunkt standen, kamen mehr und mehr Milchhygiene, Tierwohl- und Gesundheit und Ergonomie des Personals hinzu. Kombiniert mit den genetischen Fortschritten der Milchviehzüchtung und Fütterung, resultierte eine markante Steigerung der Produktion sowie der Arbeitsproduktivität bei gleichzeitig deutlicher Verbesserung des Tierwohls. Die große Beliebtheit der Milchprodukte bei den Konsumenten und der Möglichkeit, Gras und anderes Raufutter per Wiederkäuer zu veredeln, verleiht der Milchproduktion weiterhin eine zentrale Rolle in der Landnutzung. Mit Blick in die Zukunft, stellt sich die Frage, wie sich diese Produktionssysteme klimafreundlicher gestalten lassen. Es ist zu erwarten, dass neben Fütterung und Genetik auch in diesem Bereich innovative technische Lösungen gefunden werden.

Abkürzungsverzeichnis

AMS	Automatisches Melksystem, Melkroboter
EMA	Eimermelkanlage, Standeimer
FGM	Fischgrät-Melkstand
FAT	heutige Forschungsanstalt Agroscope Tänikon
MMM	Milchmengen-Messgeräte
RMA	Rohrmelkanlage
SbS	Side by Side-Melkstand

Literatur

- [1] Agristat. (Div. Jahrgänge). Archiv Statistische Erhebungen und Schätzungen. Brugg): Schweizerischer Bauernverband.
- [2] Wechsler, B., Neuffer, I., Helmreich, S., Gygax, L., & Hauser, R. (2012). Automatische Melksysteme - Aspekte der Tiergerechtheit - ART-Bericht 752. Tänikon: Forschungsanstalt Reckenholz-Tänikon ART.
- [3] Heitkämper, K., Mielewczik, M., Bozzolini, G., Groher, T., & Umstätter, C. (2021). Stand der Mechanisierung in der Schweizer Landwirtschaft - Teil 2: Tierhaltung - Agroscope Transfer 352. Tänikon: Agroscope.
- [4] Savary, P., Korth, F., & Kaucke, M. (2010). Melkstadtechnik auf Schweizer Milchviehbetrieben - ART-Bericht 730. Tänikon: Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART).
- [5] Rohrer, M. (1970). Aufgaben und Ziel unserer Forschungsanstalt speziell im Landmaschinen Sektor. Tänikon: Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik - Blätter für Landtechnik Nr. 1.
- [6] Ordloff, D. (2004). Die Geschichte der Melkmaschine - Vom Melkeimer zum Roboter. In Jahrbuch der Agrartechnik.
- [7] Jenni, P. (04 2011). Die Entwicklung der Melkmaschine Teil 1. Alte Landtechnik, S. 55 - 58.

- [8] Jenni, P. (02 2012). Entwicklung der Melkmaschine Teil 2. Alte Landtechnik, S. 46-49.
- [9] Nosal, D. (1972). Typentabelle Melkmaschinen - Blätter für Landtechnik Nr. 42. Tänikon: Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik.
- [10] Nosal, D. (1982). Umfrage über Milchviehlaufställe. - Blätter für Landtechnik Nr. 210. Tänikon: Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik.
- [11] Nosal, D., Schönenberger, A., & Nef, E. (1973). Beiträge zum Maschinenmelken - Arbeitswirtschaftliche Probleme beim Melken im Anbindestall - Verminderung von Blindmelkschäden. Tänikon: Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik.
- [12] Bilgeri, E., & Oetle, A. (2009). Diagnostik in der Melktechnik. 1. Tänkoner Melktechniktagung, 47 - 51.
- [13] Thomas, M. (2011). Diagnostik bei der Beratung - Erfahrungen mit Messungen unter Melkbedingungen. 3. Tänkoner Melktechniktagung, 9 - 13.
- [14] Blümel, F., & Savary, P. (2015). Auswirkungen einer verlängerten C-Phase auf Milchentzug und Hinterbeinaktivität von Milchkühen während des Melkens. 5. Tänkoner Melktechniktagung, 27 - 32.
- [15] Waizmann, B., Grimm, H., & Savary, P. (2015). Einfluss einer verlängerten a-Phase der Pulskurve auf die tatsächliche Sitzgummibewegung. 5. Tänkoner Melktechniktagung, 35 - 38.
- [16] Jakob, E. (2009). Einfluss der AMS auf die Milchqualität. 2. Tänkoner Melktechniktagung, 1001 -104.
- [17] Jakob, E., & et al. (2013). Vergleich von Melkstand und Melkroboter hinsichtlich der Milchqualität. In Herausgeber, Pascal Savary, & Matthias Schick, 4. Tänkoner Melktechniktagung (S. 11-16). Tänikon: Agroscope.
- [18] Kauke, M., & Savary, P. (2010). Lärm und Vibration beim Melken - ART-Bericht 720 . Tänikon: Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART).
- [19] Nosal, D. (1991). Zugelassene Melksysteme und Milchmengenmessgeräte - FAT-Berichte 397. Tänikon: Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik (FAT)
- [20] Kauke, M., & Müller, E. (2007). Messungen von Lärm, Vibrationen und Kriechstrom. 1. Tänkoner Melktechniktagung, 29 - 34.
- [21] Nosal D., R. R. (2004). Lärm und Vibrationen als Stressfaktoren beim Melken. FAT-Berichte Nr. 625. Ettenhausen.: Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART.
- [22] Nosal, D. (1975). Kosten der Milchkühlung - Blätter für Landtechnik Nr. 97. Tänikon: Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik.
- [23] Nosal, D. (1989). Kosten der Milchkühlung unter Wärmerückgewinnung - FAT-Berichte 364. Tänikon: Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik (FAT).
-

- [24] Nosal, D. (1990). Zugelassene Milchkühlungsgeräte - FAT-Berichte 395. Tänikon: Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik (FAT) .
- [25] Nosal, D. (1994). Milchmengen-Messgeräte - Funktion, Aufbau und Zulassungsanforderungen - FAT-Berichte 456. Tänikon: Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT).
- [26] Nosal, D., & Hartmann, C. (1994). Reinigungssysteme für Rohrmelkanlage - FAT-Berichte 439. Tänikon: Eid. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT).
- [27] Schönenberger, A. (1976). Arbeitsbedarf bei Standeimer- und Rohrmelkanlagen - Blätter für Landtechnik Nr. 105. Tänikon: Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik.
- [28] Schönenberger, A. (1980). Lässt sich die Arbeitszeit der Bauernfamilie herabsetzen? - Blätter für Landtechnik Nr. 175. Tänikon: Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik.
- [29] Näf, E. (1988). Milchviehhaltung - Verfahren und Zeitbedarf - FAT-Berichte 349. Tänikon: Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik (FAT).
- [30] Schick, M. (2000). Arbeitszeitbedarf verschiedener Melkverfahren - FAT-Berichte 544. Tänikon: Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik.
- [31] Luder, W., Huber, R., & Juliszewski, T. (1986). Arbeitsbelastung beim Melken - Blätter für Landtechnik Nr. 303. Tänikon.
- [32] Schick, M. (2009). Arbeitswirtschaft und Ergonomie in der Milchviehhaltung - Milchviehhaltung. 1. Tänikoner Melktechniktagung, 52 - 59.
- [33] Kauke, M., Korth, F., & Savary, P. (2010). Physische Arbeitsbelastung auf Schweizer Milchviehbetriebe - ART-Bericht 731. Tänikon: Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART.
- [34] Gansow, M., & et al. (2013). Analyse und Bewertung von Arbeitsbelastungen während Melkroutinen in verschiedenen Melkstandtypen. In A. Herausgeber: Pascal Savary und Matthias Schick, 4. Tänikoner Melktechniktagung (S. 49-52). Tänikon: Agroscope.
- [35] Nosal, D. (1977). Milchgewinnung in Melkständen - Blätter für Landtechnik Nr. 124. Tänikon: Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik.
- [36] Nosal, D. (1985). Melkverfahren in Abhängigkeit des Aufstallungssystems und der Kuhzahl - Blätter für Landtechnik Nr. 261. Tänikon: Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik.
- [37] Schönenberger, A. (1982). Arbeitszeitbedarf in der Milchviehhaltung - Blätter für Landtechnik Nr. 209. Tänikon: Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik.
- [38] Nosal, D. (1987). Melkverfahren für Kleinlaufställe - FAT-Berichte 312. Tänikon: Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik.
-

- [39] Nosal, D., Schick, M., & Ammann, H. (2001). Mobile Melkstände - Melkverfahren, Arbeitszeitbedarf, Kosten und Milchqualität beim Melken auf der Weide - FAT-Berichte 558. Tänikon: Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT).
- [40] Nosal, D., Wohlfender, K., & Ammann, H. (1988). Melkverfahren auf der Alp - FAT-Berichte 345. Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik.
- [41] Troxler, J. (2009). Die Kuh beim Melken – Einfluss der Haltungsumwelt und des Menschen. 2. Tänniker Melktechniktagung, 31 -.
- [42] Van Caenegem, L. (1996). Boxenlaufställe - Baukonzepte und Ausbaustandart beeinflussen die Betriebskosten - FAT-Berichte 488. Tänikon: Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik.
- [43] Steiner, B. (2009). Bodengestaltung in Melkständen. 2. Tänniker Melktechniktagung, 41 - 47.
- [44] Hauser, R. (2009). Ansprüche des Tieres an die Melktechnik am Beispiel von AMS. 1. Tänniker Melktechniktagung, 86 - 90.
- [45] Helmreich, S., Gygax, L., Wechsler, B., & Hauser, R. (2011). Aktivität und Liegeverhalten von Milchkühen in Ställen mit automatischem Melksystem (AMS) - Schriftenreihe. 3. Tänniker Melktechniktagung, 49 - 53.
- [46] Nosal, D. (Dezember 1973). Kosten der Milchgewinnung bei Eimer- und Rorhmelkanlagen - Blätter für Landtechnik Nr. 63. Tänikon: Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik.
- [47] Schmid, D. (2022). Ziele schweizerischer Milchviehbetriebe bei Investitionen ins Melksystem - Wer ein automatisches Melksystem anschafft, erhofft sich flexiblere Arbeitszeiten - Agroscope Transfer 446. Tänikon: Agroscope.
- [48] Kaufmann, R., Ammann, H., Hilty, R., Nosal, D., & Schick, M. (2011). Automatisches Melken - Systeme, Einsatzgrenzen, Wirtschaftlichkeit - FAT-Berichte 579. Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik.
- [49] Gazzarin, C., & Schick, M. (2004). Milchproduktionssysteme für die Talregion - Vergleich von Wirtschaftlichkeit und Arbeitsbelastung - FAT-Berichte 608. Tänikon: Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT).
- [50] Gazzarin, C., Ammann, H., Schick, M., & Lips, M. (2005). Milchproduktionssysteme in der Tal- und Hègelgebiet - FAT-Berichte 645. Tänikon: Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT).

Autorendaten

Dipl. Ing. Agr. ETH Robert Kaufmann ist ehemaliger Leiter Forschungsbereich Agrarökonomie und Agrartechnik an der Forschungsanstalt Agroscope Tänikon und Mitglied des VDI-MEG Fachausschusses "Geschichte der Agrartechnik".

Dr. Dusan Nosal ist ehemaliger Wissenschaftlicher Mitarbeiter Forschungsgruppe "Bau + Tier" an der Forschungsanstalt Agroscope Tänikon.

Dipl. Ing. Agr. ETH Albert von Ow ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Forschungsgruppe "Ökonomische Modellierung und Politikanalyse" an der Forschungsanstalt Agroscope Tänikon.

Dr. Thomas Anken ist Leiter Forschungsgruppe "Digitale Produktion" an der Forschungsanstalt Agroscope Tänikon.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Kaufmann, Robert; Nosal, Dusan; von Ow, Albert; Anken, Thomas: Melktechnikforschung für die Schweizer Milchproduktion im Strukturwandel. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2024. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2025. S. 1-15

Zitierfähige URL / Citable URL

<https://doi.org/10.24355/dbbs.084-202502071051-0>

Link zum Beitrag / Link to Article

<https://www.jahrbuch-agrartechnik.de/artikelansicht/melktechnikforschung-fur-die-schweizer-milchproduktion-im-strukturwandel.html>

Dieser Beitrag wird unter einer CC-BY-NC-ND 4.0 Lizenz veröffentlicht.