

## Von manuell bis automatisch – Die Bandbreite des Mechanisierungsgrades am Beispiel der Schweizer Rindviehhaltung

### *From manual labour to fully automatized – The bandwidth for the degree of mechanization in Swiss livestock husbandry*

Michael Mielewczik\*, Katja Heitkämper, Giulia Bianca Bozzolini, Tanja Groher, Christina Umstätter

*Strategischer Forschungsbereich Wettbewerbsfähigkeit und Systembewertung, Arbeitsgruppe Sozioökonomie, Agroscope, CH-8356 Ettenhausen*

*\*E-Mail: michael.mielewczik@agroscope.admin.ch*

#### **Zusammenfassung**

Durch den kleinräumigen und diversifizierten Charakter der landwirtschaftlichen Betriebe in der Schweiz gibt es große Unterschiede im Grad und in der Form der Umsetzung der Mechanisierung. Die Betriebsgröße und die Produktionszweige sowie auch geografische Aspekte spielen hierbei eine entscheidende Rolle. Die vorliegende Studie ist eine Teilauswertung einer repräsentativen Umfrage zum Thema «Stand der Mechanisierung und Digitalisierung in der Schweizer Landwirtschaft». Ziel der Umfrage war es möglichst detaillierte Informationen über eingesetzte Technologien, Maschinen und Arbeitsverfahren auf den Betrieben zu erhalten. In der vorliegenden Studie werden ausgewählte Ergebnisse von drei Betriebszweigen aus der Rinderhaltung (Milchkühe, Mutterkühe und Mastrinder) vorgestellt. Die Ergebnisse der Umfrage zeigen, dass der Grad der Mechanisierung und Automatisierung in der Tierhaltung je nach Betriebszweig und betrachtetem Arbeitsverfahren (z.B. Fütterung, Melken, Entmistung) eine große Bandbreite aufzeigt.

**Deskriptoren:** Digitalisierung, Milchkühe, Mutterkühe und Mastrinder

#### **Abstract**

*Due to the small-scale and diversified character of agricultural businesses in Switzerland, there are great differences in the degree and the form and type of implementation of mechanization. Both size and the branches of agriculture businesses as well as geographical aspects play a key role in defining the degree of mechanization. The present study is part of a representative survey on the "Present state of mechanization and digitalization in Swiss agriculture". The survey aimed to obtain as detailed information as possible on used technologies, machines and work processes in agricultural businesses. In the present study we present selected results of three different branches of agricultural*

*businesses of livestock husbandry (dairy and suckler cows and beef breeding) was surveyed and comparatively analysed. The results of the survey show that the degree of mechanization and automation in animal husbandry can show a wide bandwidth depending on the investigated business branches and work procedures (e.g. feeding, milking, dung removal).*

**Keywords:** *Digitalization, Dairy cattle, Suckler cows, beef cattle*

## 1 Einleitung

Der deutliche Strukturwandel in der Landwirtschaft während der letzten 100 Jahre beruhte zu einem nicht unwesentlichen Anteil auf neuen technischen Entwicklungen und einer zunehmenden Mechanisierung von Arbeitsprozessen auf den landwirtschaftlichen Betrieben. Zum Umfang dieser Mechanisierung gehörte dabei aber nicht nur die immer weitere Verbreitung von Traktoren und Mähwerkzeugen. Gerade in der Tierhaltung wurden viele Arbeiten und Arbeitsschritte, die früher noch überwiegend von Hand durchgeführt wurden, weiter mechanisiert und zum Teil auch automatisiert und digitalisiert. Insbesondere menschliche Routinearbeiten auf den Agrarbetrieben wurden durch Maschinen und mechanische Werkzeuge ersetzt (Marinoudi et al. 2020). Ziel der Mechanisierung war dabei zum einen, den Menschen von schweren Arbeiten zu entlasten, wodurch es häufig auch zu einer Reduzierung der physischen Arbeitsbelastung kam, welche vielfach durch mehr kognitive Arbeit ersetzt wird (Hostiou et al. 2017). Zum anderen ging es auch darum, durch Rationalisierung und Effizienzsteigerung eine Steigerung der Produktivität herbeizuführen (Ulrich 1968).

Der Erhebung des Ist-Zustandes der Mechanisierung der Landwirtschaft u. a. mit Umfragen kommt dabei in vielerlei Hinsicht eine wichtige Rolle zu. Zum einen helfen solche Studien dabei, den aktuellen Status der landwirtschaftlichen Betriebe besser abzubilden und zu verstehen, zum anderen erlauben detailliertere Übersichten der Mechanisierung, den weiteren Verlauf der Transformation der Landwirtschaft besser modellieren und wissenschaftlich begleiten zu können; beispielsweise dadurch, dass die verschiedenen Arbeitsverfahren in den Agrarbetrieben verschiedener Betriebszweige aktueller und genauer abgebildet werden. Somit lassen sich auch zukünftige Szenarien, beispielsweise wechselnde Kultursysteme unter dem Einfluss des Klimawandels, besser modellieren, wobei dann auch Anpassungen an einzelnen Arbeitsschritten durch neue Technologien und Anbau- oder Tierhaltungsverfahren berücksichtigt werden können.

Frühere Analysen der Mechanisierung der Landwirtschaft sind dabei durch eine ganze Reihe spezifischer Eigenarten limitiert worden. Umfassende Arbeiten über Betriebszweige hinweg wurden beispielsweise nur selten durchgeführt und sie waren oft dadurch begrenzt, dass der Grad und die Entwicklung der Mechanisierung nur sehr allgemein, u.a. in Form von Motorisierung durch Traktoren oder durch die Anzahl von Motoren auf den einzelnen Betrieben oder eine generelle Analyse der Maschinenkosten betrachtet wurden (siehe z.B. Schaefer-Kehnert 1956, Dencker 1965; Statistisches Bundesamt

1977ff.; Gazzarin & Lips 2012; Gazzarin 2020 & 2021). Wurden die Mechanisierung von Betriebszweige oder Arbeitsverfahren einzeln untersucht, so konnten zwar mehr Details erhoben werden, allerdings waren diese Erhebungen dann alleinstehend und nicht mit den Mechanisierungsgraden anderer Betriebszweige vergleichbar (siehe z. B. Holpp et al. 2007; Nydegger und Grothmann 2009; Riegel & Schick 2005 & 2006; Savary et al. 2010).

Eine weitere Schwierigkeit ergibt sich zuletzt auch dadurch, dass sich die Technik im Laufe der Zeit rapide weiterentwickelt und Daten mitunter schon innerhalb weniger Jahre veralten können. Auch können sich technologische Entwicklung in verschiedenen Regionen erheblich unterscheiden. Darüber hinaus beeinflussen Änderungen von politischen Entscheidungen und Rahmenbedingungen den zukünftigen Verlauf der Mechanisierung wobei sich auch regional unterschiedliche Entwicklungen (beispielsweise in berg- und Tal-Regionen) ergeben können. Erhebungen zum Grad der Mechanisierung sind daher oftmals regionsspezifisch und häufig nicht auf andere Regionen übertragbar. Noch bedeutender wird die Frage nach der zukünftigen Entwicklung der weiteren Mechanisierung, Automatisierung und Digitalisierung der Landwirtschaft, wenn man berücksichtigt, dass die Landwirtschaft in ihrer Rolle als Landnutzerin immer stärker in den Blickpunkt der Gesellschaft rückt. Neue Arbeitsverfahren und Technologien wie beispielsweise Precision Farming oder auf das Tierwohl optimierte Haltungsformen erhalten auch hinsichtlich der Transformation zu agro-ökologisch effektiven und nachhaltigen Agrarsystemen bzw. für eine nachhaltigere landwirtschaftliche Intensivierung eine immer größere Beachtung (vgl. z.B. Finger et al. 2019; Möhring et al. 2020; Walter et al. 2017).

Ausgehend davon hat Agroscope zwischen Januar und März 2018 eine schriftliche Befragung zum Stand der Mechanisierung und Digitalisierung bei Schweizer Landwirtinnen und Landwirten zu unterschiedlichen Betriebszweigen der Tier- und Pflanzenproduktion durchgeführt. Die Ergebnisse der Umfrage zeigen den heutigen Stand in der landwirtschaftlichen Produktion auf und ermöglichen gleichzeitig die Aktualisierung der Kalkulationsgrundlagen für die arbeitswirtschaftlichen Planungsdaten.

Der vorliegende Bericht fokussiert auf den Stand der Mechanisierung und Digitalisierung in der Nutztierhaltung am Beispiel der Schweizer Rindviehhaltung und gibt einen Überblick über die derzeit eingesetzten Maschinen und Bewirtschaftungsverfahren in den Betriebszweigen Milchkühe, Mutterkühe und Mastrinder.

## 2 Material und Methoden

Im Rahmen einer repräsentativen Umfrage wurde für jeden Betriebszweig ein Fragebogen in den drei Landessprachen Deutsch, Französisch und Italienisch entwickelt und an die ausgewählten Betriebe versandt. Die Auswahl der Stichprobe basierte hierbei auf der landwirtschaftlichen Strukturhebung aus dem Jahr 2016, die nahezu alle Schweizer Betriebe umfasst (53263) und seit 1997 jährlich zur Analyse von strukturellen, technischen und sozio-demografischen Faktoren erhoben wird (BFS 2016 & Ferjani et al.

2016). Nach Ausschluss der kleinsten Landwirtschaftsbetriebe wurde für jeden Betriebszweig eine eigene Grundgesamtheit der Betriebe ermittelt, die diesen Betriebszweig bewirtschaften. In einem zweiten Schritt wurden für jeden Betriebszweig eigene Größenklassen (GK) definiert, da Wechselwirkungen zwischen den Betriebsgrößen und dem Grad der Mechanisierung bestehen können (siehe z.B. Schaefer-Kehnert 1956, Dencker 1965). Danach wurde ein Schwellenwert mit einer „Mindestanzahl von Tieren“ in einem Betrieb bestimmt. Um eine Doppelbelastung der Betriebe zu vermeiden, sollte jeder Betrieb maximal einen Fragebogen erhalten unabhängig davon, wieviel Betriebszweige bewirtschaftet werden. Um dies sicherzustellen, wurde eine darauf abgestimmte Ziehprozedur genutzt. Der Plan für die 2-stufige zufällige Stichprobe und die Ziehung wurde von der Sektion «Statistische Methoden» des Bundesamtes für Statistik (BFS) entwickelt. Bei der Stichprobenplanung wurde für jede Größenklasse eine Rücklaufquote von 50 % angestrebt.

Die Betriebe wurden dazu angehalten, nur Fragen für Arbeiten zu beantworten, die auf dem eigenen Betrieb ausgeführt wurden. Dies galt unabhängig davon, ob die eingesetzten Maschinen gemietet waren oder zu einer Maschinengemeinschaft gehörten. Arbeiten, die für Dritte im Lohn erledigt werden, wurden in dieser Befragung nicht berücksichtigt. Die Anzahl der Fragen und zugehörigen Antwortmöglichkeiten variierten zwischen den verschiedenen Betriebszweigen.

Die Anzahl versandter Fragebögen zu Betriebszweigen der Tierproduktion betrug 2886, davon konnten 1483 rückläufige Fragebögen für die Auswertung genutzt werden. Für die drei in der vorliegenden Teilanalyse betrachteten Betriebszweige Milchkühe, Mutterkühe und Mastrinder lag der jeweilige Anteil von auswertbaren und versandten Fragebögen bei 259 von 450 (58%), 112 von 200 (56 %) und 193 von 513 (38 %).

Die Auswertung der Fragebögen erfolgte für jeden Betriebszweig separat. In einem ersten Schritt wurde für jede Frage die Anzahl der Teilnehmenden ermittelt, die diese Frage beantwortet haben. Daraus ergab sich ein unterschiedlicher Stichprobenumfang für die einzelnen Fragen. Bei Fragen zu Haltungssystemen, eingesetzten Technologien und Bewirtschaftungsverfahren wurden verschiedene Antwortmöglichkeiten zum Ankreuzen vorgegeben. Mehrfachnennungen waren bei der Beantwortung der meisten Fragestellungen möglich. Quantitative Fragen waren als offene Fragen gestellt. Die Liste der möglichen Antworten enthielt bei zahlreichen Fragen zusätzlich eine Eingabemöglichkeit unter der Bezeichnung «Andere». Diese Antworten sind hier nur im Text dargestellt, wenn mehr als 20 % aller Antwortenden diese Option wählten. Die Auswertung erfolgte mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel 2016 (Microsoft Corporation, Redmont, Washington, USA). Weitergehende Angaben zur Methodik und demographischen Angaben der untersuchten Betriebe sind in der vollständigen Analyse der Umfrage (Heitkämper et al. 2021) zu finden. Dort dargestellt sind auch die Ergebnisse der Umfrage für andere Betriebszweige aus der Schweizer Tierhaltung (Haltung von Zuchtschweinen, Mastschweinen, Milchziegen, Fleischschafen, Legehennen und Mastpoulets). Die Auswertung des Mechanisierungsgrads im Schweizer Pflanzenbau findet sich in Groher et al. (2020).

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Mechanisierung in der Rindviehhaltung

##### 3.1.1 Fütterung

Der Grad der Mechanisierung in den einzelnen Arbeitsverfahren in den jeweiligen Betriebszweigen weist deutliche Unterschiede auf. Bei der Fütterung verwenden nahezu alle Betriebe Silage, wobei die Lagerung von Grassilage auf den Schweizer Betrieben mit Haltung von Milchvieh (96,8%), Mutterkühen (99,1 %) und Mastrindern (97,4 %) am typischsten ist. Die Lagerung von Heu bzw. Emd erfolgt dabei zumeist lose (88,2 % / 59,1 % / 75,5 %) oder in Großballen (42,9 % / 65,5 % / 47,9 %), seltener in Form von Kleinballen (11,4% / 10,9 % / 12,8 %). Auch Maissilage wird auf den meisten Betrieben für die Fütterung des Milchviehs (70,3 %), der Mutterkühe (41,9 %) bzw. der Mastrinder (59,1 %) vorrätig gehalten. Die Art des Futters und der Lagerung haben hierbei durchaus einen großen Einfluss auf die jeweiligen Arbeitsverfahren bei der Fütterung. Bei Schweizer Betrieben mit Milchvieh (69,1 %), Mutterkühen (82,7 %) und Mastrindern (68,7 %) erfolgt die Silageentnahme beispielsweise bei mehr als zwei Drittel aller Teilnehmenden ausschließlich mechanisiert (siehe Abb. 1). In den meisten Schweizer Betrieben mit Rindviehhaltung erfolgt die Entnahme der Silage mit einem Front- bzw. Hoflader (Milchvieh: 53,4 %; Mutterkühe: 68,6 %; Mastrinder: 49,7 %).

Bei anderen Arbeitsverfahren nimmt der Grad der Mechanisierung graduell ab. Wird Silage vorgelegt, so erfolgt dies bei 30,9 % der Betriebe mit Milchviehhaltung ab Ballen oder Blöcken von Hand. Etwa ein Viertel der Betriebe nutzen einen Silowagen für die Vorlage von Hand. Verbreitet sind diese beiden manuellen Vorlageverfahren insbesondere bei Betrieben mit Bestandsgrößen von bis zu 50 Tieren. Bei den Betrieben mit Mutterkuhhaltung ist die manuelle Vorlage von Silagen weit verbreitet. 40,6 % bzw. 17,0 % dieser Betriebe gaben an, dass die Vorlage von Ballen entweder von Hand oder manuell mit einem Silowagen erfolgt. 19,8 % der Betriebe mit Mutterkuhhaltung verwenden einen Futtermischwagen zur Silagevorlage. Noch weiter verbreitet ist die manuelle Vorlage von Silage bei der Haltung von Mastrindern. Bei 35,1 % der Schweizer Betriebe mit Mastrinderhaltung wird die Silage ab Ballen oder Blöcken von Hand vorgelegt. Bei etwa einem Drittel der Betriebe (33,1 %) erfolgt die Vorlage mit Silowagen von Hand.

Die Heu- und Krafftutternvorlage oder das Nachschieben von Futter erfolgt weitgehend manuell. Auch die Art der Mechanisierung kann variieren. So werden in kleineren Schweizer Milchviehbetrieben mit einer landwirtschaftlichen Nutzfläche von bis zu 50 ha beispielsweise vor allem Motormäher eingesetzt, während auf größeren Betrieben vor allem der Einsatz von Traktormähwerken dominiert.

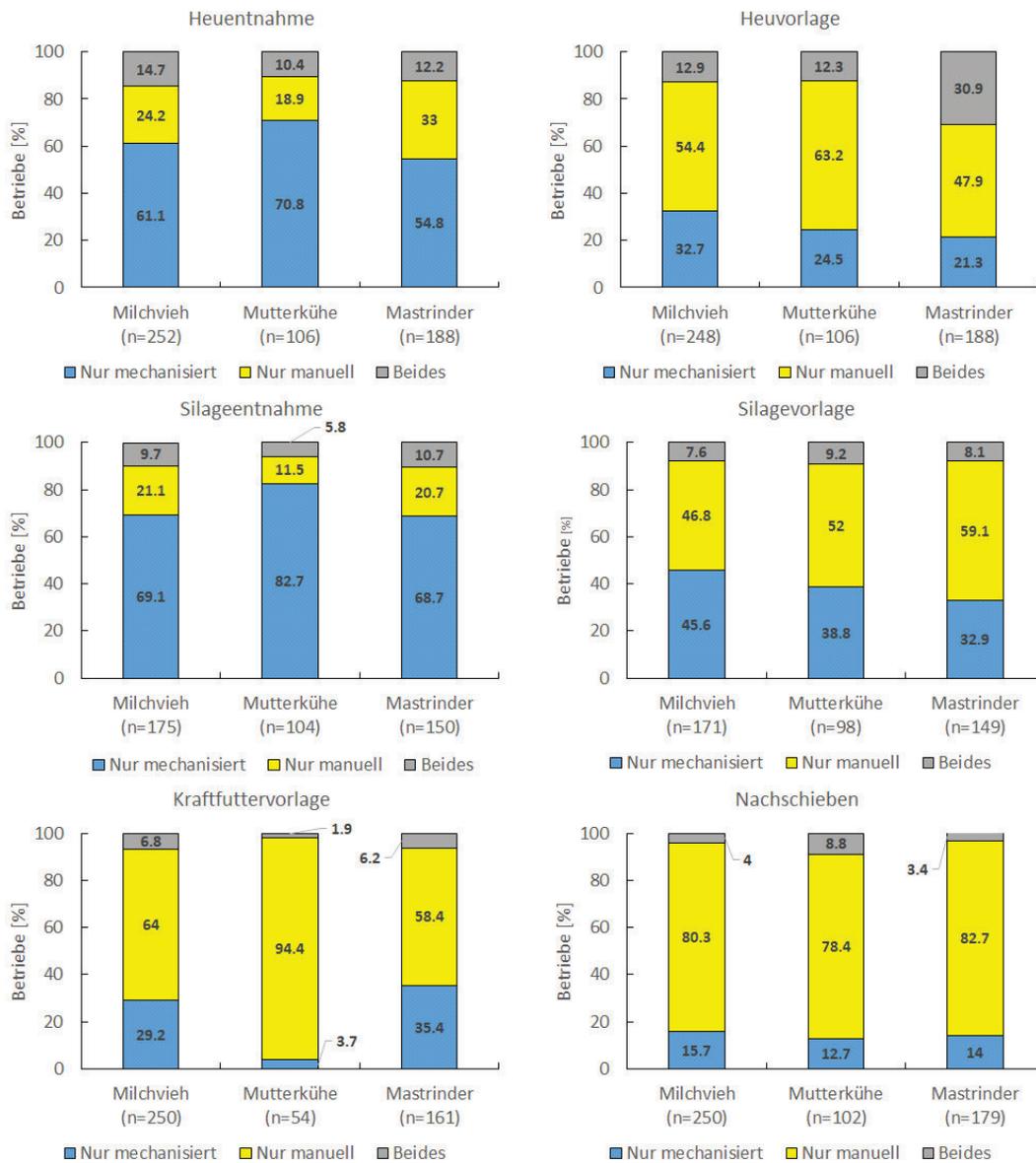


Abbildung 1: Mechanisierte und manuelle Verfahren zur Entnahme und Vorlage unterschiedlicher Futtermittel in der Schweizer Haltung von Milchvieh, Mutterkühen und Mastrindern.

### 3.1.2 Melksysteme und technische Ausstattung von Melkständen

Von den 248 Betrieben mit Milchviehhaltung, die Angaben zur genutzten Melktechnik machten gaben 38,3 % an, eine Rohrmelkanalage zu verwenden (siehe Abb. 2A). 18,5 % der Betriebe gaben an eine Eimermelkanalage zu besitzen. Unter den Melkständen waren der Fischgrätenmelkstand (15,7 %), der Tandemmelkstand (9,7 %) und der Autotandemmelkstand (5,2 %) am häufigsten genannt anzutreffen. Lediglich 5,6 % der Be-

etriebe berichteten ein Automatisches Melksystem einzusetzen. Auch andere Melksysteme wie Kannenmelkanlagen (4,8 %) oder Side-by-Side-Melkstand (4,4 %) waren nur vereinzelt anzutreffen.

Erwartungsgemäß war die Wahl des Melksystems unter anderem vom vorhandenen Stallsystem abhängig. In Betrieben mit ausschließlicher Anbindehaltung (n = 122) nutzen 68,0 % der Milchviehalter eine Rohrmelkanlage und 32,0 % eine Eimermelkanlage. In Betrieben mit Laufställen verwendeten 35,8 % der Befragten einen Fischgrätenmelkstand und 21,1 % einen Tandemmelkstand, gefolgt vom Automatischen Melksystem (12,8 %), Autotandemmelkstand (11,0 %) und Side-by-Side-Melkstand (10,1 %). In den einzelnen Melkstandtypen kann sich die technische Ausstattung hinsichtlich des Umfangs der Automatisierung von Arbeitsabläufen deutlich unterscheiden (siehe Abb. 2B). Während beispielsweise die Abnahmeautomatik (79 %) und die automatische Tankreinigung (72 %) von Betrieben mit Fischgrätenmelkstand häufig genannt wurden, gaben 69 % der Betriebe mit Autotandemmelkstand an, über einen Servicearm im Melkstand zu verfügen. Eine Nachmelkautomatik wird dagegen in den gängigen Melkstandtypen nur selten genutzt.

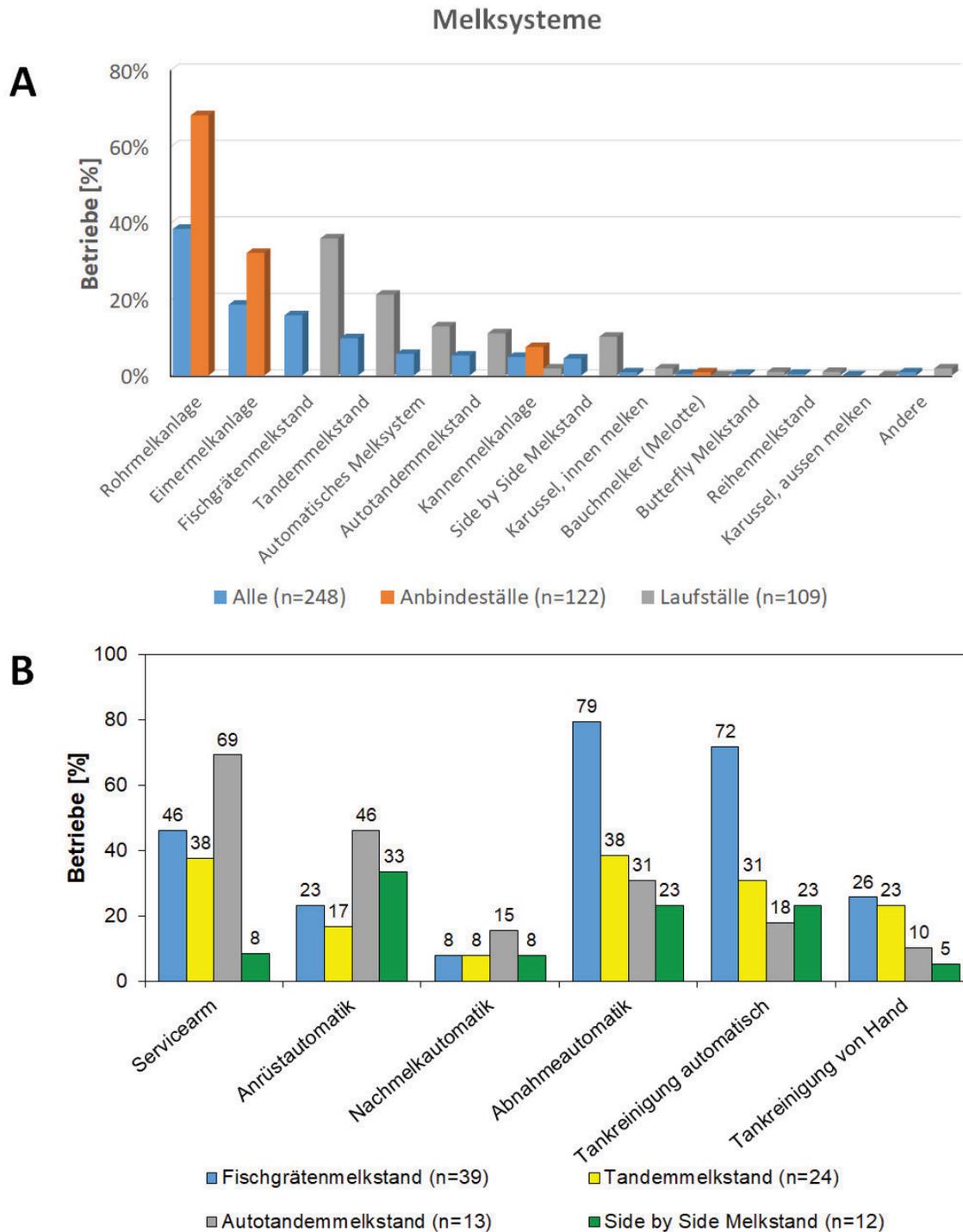


Abbildung 2: A) Melksysteme und B) die technische Ausstattung der Melksysteme entsprechend ihrer relativen Häufigkeit in der Schweizer Milchviehhaltung. Mehrfachnennungen verschiedener Melksysteme pro Betrieb waren in der Umfrage möglich.

### 3.1.3 Entmistungsverfahren

Für die verschiedenen Flächen in der Laufstallhaltung und Anbindestallhaltung kommen beim Milchvieh unterschiedliche Entmistungsverfahren zur Anwendung.

Im Laufstall nutzen 53,3 % der Betriebe einen stationären Schieber für die Laufflächen, 37,2 % der Betriebe für die Fressplätze und 10,9 % für den Laufhof (siehe Abb. 3). Etwa ein Viertel der Betriebe entmistet den Laufhof von Hand über einen Abwurf-schacht (27,0 %). Nur ein sehr kleiner Teil der Betriebe nutzt für die Entmistung von Laufflächen, Quer-gängen, Fressplätzen und dem Laufhof einen Roboter (2,2 %, 1,5 %, 2,9 % und 2,2 %). Bei der Haltung von Mutterkühen und Mastrindern kommt ein stationärer Schieber sel-ten bei 17,5 % respektive 28,5 % der Betriebe auf den Laufflächen zum Einsatz. Auch bei den Fressplätzen und im Laufhof kommt ein stationärer Schieber in der Mutterkuh-haltung (15,5 % und 9,7 %) bzw. in der Mastrinderhaltung (22,0 % und 11,4 %) seltener zum Einsatz. In der Mutterkuhhaltung wird stattdessen in etwa einem Drittel der Betriebe bei den Fressplätzen (35%) und im Laufhof (33 %) via Abwurfschacht von Hand entmis-tet. Eine ähnliche Bedeutung hat die Entmistung von Hand über einen Abwurfschacht in der Schweizer Mastrinderhaltung. Auch dort wird von etwa einem Drittel der Betriebe die-ses Verfahren für die Entmistung der Fressplätze und des Laufhofs genutzt. Relativ ver-breitet ist insbesondere bei der Haltung von Mutterkühen auch noch die manuelle Ent-mistung via Schubkarre bei den Fressplätzen und im Laufhof.

In Betrieben mit Anbindeställen gaben 54,1 % der 146 befragten Betriebe an, dass Sie im Anbindestall zur Entmistung einen Schwemmkanal verwenden. Seltener kommen Ket-tenentmistung (4,8%) bzw. Schubstangenentmistung zum Einsatz. Manuelle Arbeiten sind dabei im Anbindestall relativ üblich. So gaben 52,1 % der Betriebe beispielsweise an von Hand mit Schubkarre im Anbindestall zu entmisten. 19,9 % der Milchvieh-Betriebe mit Anbindestallhaltung nutzt zudem eine Entmistung mit Schubkarre im Laufhof des An-bindestalls. Eine manuelle Entmistung über einen Abwurfschacht wurde von 8,2 % der befragten Betriebe mit Anbindestallhaltung als genutztes Entmistungssystem angege-ben.

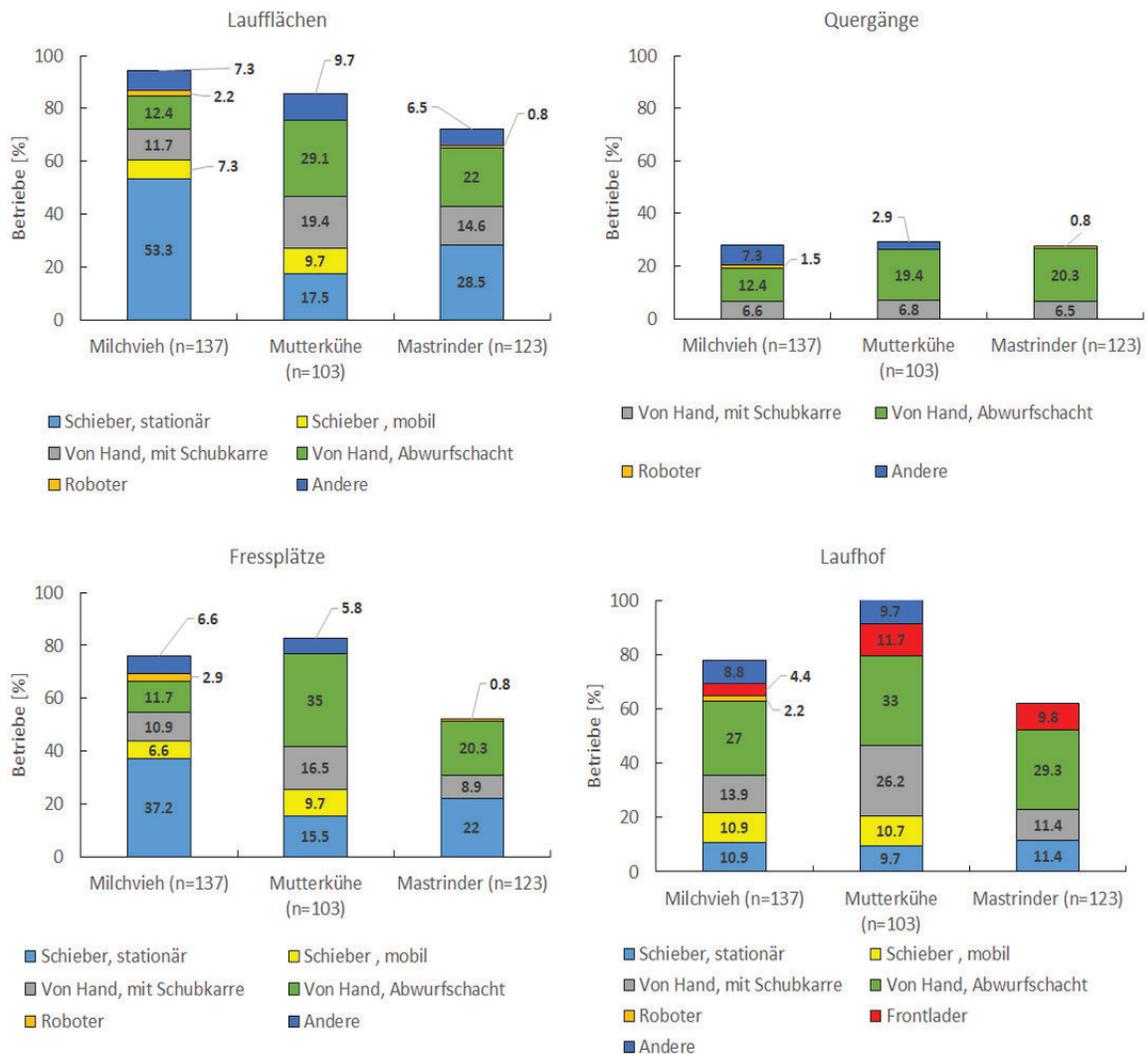


Abbildung 3: Entmistungsverfahren in Betrieben mit Laufstallhaltung in den verschiedenen Bereichen des Laufstalls entsprechend der relativen Häufigkeit der Verfahren in der Schweizer Milchvieh-, Mutterkuh- und Mastrinder-haltung. Mehrfachnennungen waren möglich. Bei der Umfrage war es an dieser Stelle möglich, nicht zu allen Bereichen des Laufstalls Angaben zu machen.

#### 4 Diskussion

Die vorliegende Studie hat gezeigt, dass bei vielen Arbeiten in der Rinderhaltung trotz des vorhandenen arbeitswirtschaftlichen Einsparpotenzials bisher nur bedingt eine Automatisierung mechanischer Verfahren zum Einsatz kommen. Im Detail gibt es in den einzelnen Betriebszweigen und den dort typischen Arbeitsverfahren graduell große Unterschiede. Am ehesten sind automatisierte Verfahren in Mastbetrieben bei wiederkehrenden und insbesondere schweren Routinearbeiten, insbesondere in der Rindviehhaltung bei der Fütterung und beim Melken, anzutreffen, beispielsweise bei der Entnahme von

Futter. Auch bei größeren Tierbeständen finden sich daher heute immer noch viele Tätigkeiten in der Tierhaltung, in denen manuelle Arbeitsschritte eine wichtige Rolle spielen. Dies liegt wohl auch daran, dass die Betriebsstrukturen in der Schweiz im Vergleich zu den europäischen Nachbarländern von vergleichsweise geringen Bestandsgrößen und geringer Flächenausstattung geprägt sind (EUROSTAT 2016 & 2020). Dies ist vermutlich der wichtigste Grund, warum sich, wie sich aus der Umfrage entnehmen lässt, in der Schweiz oft eine Kombination aus manuellen und mechanischen Arbeitsverfahren finden lässt. Im Detail zeigt die Umfrage aber auch deutlich die Diversität der Schweizer Landwirtschaft, denn es finden sich große Unterschiede im Grad der Mechanisierung.

Die fortschreitende Mechanisierung zeigt sich schön am Beispiel der Melktechnik. Bis in die 1990er Jahre dominierten in der Schweiz Eimermelkanlagen, die damals auf bis zu 85 % der Schweizer Milchviehbetriebe zu finden waren (Nosal 2007). Bereits in einer früheren Umfrage zeigte sich, dass die Melktechnik einem kontinuierlichen Wandel unterliegt. So berichteten Savary et al. (2010) unter anderem, dass zu dieser Zeit Tandem- und Autotandem-Melkstände sowie Fischgrätenmelkstände am häufigsten zu finden, Automatische Melksysteme in der Schweiz jedoch kaum anzutreffen waren. Allerdings konnten sich damals 20 % der befragten Betriebe vorstellen, in einem Zeit-horizont von acht Jahren in ein Automatisches Melksystem zu investieren. Gleichzeitig gaben andere investitionsinteressierte Betriebe an, dass sie weiterhin in Tandem- und Autotandem-Melkstände investieren würden. Damals wurde ein Anstieg dieser Melkstandstypen von bis zu 50 % prognostiziert. Die Ergebnisse unserer Umfrage zeigen auf, wie sich die Perspektive weiterentwickelt hat. Die vorliegende Studie hat gezeigt, dass bei vielen Arbeiten in der Tierhaltung trotz des vorhandenen arbeitswirtschaftlichen Einsparpotenzials bisher nur bedingt automatisierte Verfahren zum Einsatz kommen. Jüngsten Marktumfragen zu Folge nimmt in den letzten zwei Jahren aber auch die Beliebtheit und Bedeutung von Automatischen Melksystemen in der Schweiz weiter zu (Frankhauser 2020; Schmid 2021). Dennoch scheint es so zu sein, dass die tatsächlichen Entwicklungen mitunter nicht so schnell erfolgen wie von Vorhersagen (siehe z.B. Savary et al. 2010) prognostiziert. Dies mag auch daran liegen, dass die Entwicklung der Mechanisierung und Automatisierung in der Melktechnik in der Schweiz sehr wahrscheinlich auch stark durch Veränderungen in der typischen Stallhaltung beeinflusst worden ist. In den vergangenen Jahren hat die Laufstallhaltung in der Schweizer Milchwirtschaft stetig zugenommen. Wurden beispielsweise 2003 noch 67 % der Milchkühe in Anbindeställen und 33 % in Laufställen gehalten (BFS 2004), so stieg der Anteil der Tiere in Laufstallhaltung bis 2012 auf 58 % (Umstätter et al. 2016). Eben diese Entwicklung ist auch in den Ergebnissen der vorliegenden Umfrage erkennbar. Der Anteil der Milchkühe in Laufställen im Jahr 2018 lag hier bei rund 70 % während bei der Anzahl der Betriebe Laufstall- und Anbindestallhaltung etwa gleich oft anzutreffen waren. Vor allem in Berggebieten, wo die Tiere in den Sommermonaten auf Weiden und Alpen gehalten werden, sind Anbindeställe für die Wintermonate immer noch verbreitet und häufig anzutreffen.

Hinsichtlich der Anzahl Melkeinheiten (ME) im Melkstand leiteten Savary et al. (2010) aus ihren Umfrageergebnissen eine zu erwartende Erweiterung der Melkstände um zwei ME auf durchschnittlich 7–8 ME ab. Diese Entwicklung spiegelt sich in den vorliegenden Ergebnissen jedoch nicht für alle Melkstandstypen wieder. In unserer Umfrage lag die durchschnittliche Anzahl ME in FGM bei 7,3 ME, bei Tandemmelkständen bei 4,2 und bei Autotandemmelkständen bei 5 ME.

Strategische Entscheide werden insbesondere von der individuellen betrieblichen Situation beeinflusst und sind multifaktoriell. Das Ziel einer Steigerung der Arbeitseffizienz über die steigende Anzahl Melkplätze könnte sich geändert haben. Die von Savary et al. (2010) abgeleitete Wachstumsstrategie der Betriebe zur Produktivitätssteigerung könnte weniger in der Erweiterung der Melkstände oder in einem Umstieg auf Tandem- oder Autotandem-Melkstand, sondern eher in einer höher technisierten Ausstattung eines bestehenden Melkstands bestehen.

Die tägliche Fütterung ist neben dem Melken die Routinearbeit, die am meisten Zeit beansprucht und auf Grund der zu bewegenden Lasten auch den größten Arbeitsaufwand und Belastungen verursacht. Dies gilt nicht nur bei der Haltung von Milchvieh, sondern auch bei der Haltung von Mutterkühen und Mastrindern, bei denen die Fütterung je nach Haltungsform und den genutzten Arbeitsverfahren bis zu 70 % des Arbeitszeitaufwands betragen kann (Schrade et al. 2005 & 2009). Durch den Einsatz mobiler und automatisierter Fütterungssysteme kann hier eine deutliche Entlastung erzielt werden.

Insofern ist es wenig verwunderlich, dass der typische Mechanisierungsgrad bei der Fütterung von Rindvieh bei der Entnahme und Vorlage von Futter am höchsten ist, während sich beispielsweise beim Nachschieben und der Vorlage von Frischfutter noch besonders häufig manuelle Tätigkeiten finden lassen. Auch in diesen Arbeitsverfahren lassen sich jedoch abhängig von der Bestandsgröße Einsparungen im täglichen Arbeitszeitbedarf erzielen (Herzog et al. 2014).

Dass auch heute noch nicht alle Arbeitsverfahren, insbesondere in der Milchviehhaltung aber auch in der Mutterkuhhaltung und Mastrinderhaltung gleichermaßen mechanisiert und automatisiert sind, liegt dabei wohl daran, dass neben der reinen Arbeitserleichterung auch andere Faktoren wie Investitionskosten, Lagerart, sowie betriebliche und bauliche Voraussetzungen für die Futtermittel sowie die Futterzusammensetzung eine wichtige Rolle bei der Etablierung solcher Systeme spielen.

Nydegger und Grothmann (2009) verglichen in einer europäischen Studie verschiedene marktübliche automatische Fütterungssysteme für die Grundfuttermittelvorlage und folgerten unter anderem für die Schweiz, dass ein wirtschaftlich rentabler Einsatz dieser teuren Anlagen eine hohe Auslastung durch die Fütterung aller Tiere im Bestand voraussetzt, und dass sie vor allem für eine rationelle und leistungsgerechte Fütterung größerer Rindviehherden geeignet sind. In der vorliegenden Untersuchung wurde ein selbstbefüllender Futtermischwagen für die Silageentnahme nur selten genannt, bei rund einem Viertel der

Befragten wird jedoch der Futtermischwagen für die Futtervorlage eingesetzt. Vier Betriebe besaßen ein automatisches Fütterungssystem. Dies deutet darauf hin, dass die zuvor genannten Voraussetzungen für den Einsatz dieser Systeme auf vielen Schweizer Betrieben derzeit nicht gegeben sind.

Daneben existieren aber noch andere mögliche Ursachen, welche eine schnellere Steigerung der Mechanisierung in einzelnen Bereichen und Arbeitsverfahren hemmen können. Hierzu zählen beispielsweise Fehleranfälligkeit und betriebsspezifische Bedingungen, welche die Etablierung von automatischen und mechanisierten Entmistungsverfahren beeinflussen können. In der Anbindehaltung zählten der Hoftrac, die Schubstange, der Gitterrost und die manuelle Entmistung mit Schubkarre zu den verbreitetsten Verfahren. Für Laufställe zeigten die Ergebnisse ihrer Untersuchung, dass bei der mobilen Entmistung von Laufgängen die manuelle Reinigung bis zu einer Bestandsgröße von 40 Kühen hinsichtlich des Arbeitszeitbedarfs noch knapp mit anderen Entmistungsverfahren mithalten kann. Klauengesundheit und baulicher Umweltschutz stellen jedoch hohe Anforderungen an die Häufigkeit und Qualität. In unserer Umfrage wurden in der Anbindehaltung der Schwemmkanal (vgl. Gitterrost) und die manuelle Entmistung von Hand am häufigsten genannt, in der Laufstallhaltung war es für die Entmistung der Laufflächen der stationäre Schieber.

Insgesamt geben die Ergebnisse der Umfrage zum Stand der Mechanisierung in der Schweizer Rindviehhaltung am Beispiel der drei Betriebszweige Milchvieh, Mutterkühe und Mastrinder wertvolle Informationen zum jetzigen Zustand der Mechanisierung und den am häufigsten bzw. typischerweise anzutreffenden technischen Einrichtungen, deren Automatisierung und deren Verbreitung.

Die Ergebnisse der vorliegenden Umfrage sowie der parallel dazu ermittelten Umfrageergebnisse zum Stand der Mechanisierung in den weiteren analysierten Betriebszweigen der Schweizer Tierhaltung (Zuchtschweine, Mastschweine, Fleischschafe, Milchziegen, Legehennen und Mastpoulets) (siehe Heitkämper et al. 2021) sowie des Schweizer Pflanzenbaus (Groher et al. 2020) fließen in einem nächsten Schritt in das Kalkulationsprogramm LabourScope ([www.labourscope.ch](http://www.labourscope.ch)) ein. Anwenderinnen und Anwendern steht damit ein Tool für betriebsindividuelle Kalkulationen des Arbeitszeitbedarfs für verschiedene Produktionsverfahren zur Verfügung. Die Erfassung der Erkenntnisse zum aktuellen Stand der Schweizer Mechanisierung bieten in jedem Fall wichtige Aufschlüsse zum Arbeitsablauf und Arbeitsprozessen in der Landwirtschaft die u. a. für die Modellierung ökonomischer, ökologischer und sozial nachhaltiger Zukunftsszenarien im Rahmen der weiteren Transformation der Landwirtschaft genutzt werden können.

## Literaturverzeichnis

Bundesamt für Statistik (BFS) (2004). Einblicke in die schweizerische Landwirtschaft. Ausgabe 2004. Neuchâtel.

Bundesamt für Statistik (BFS) (2016). Landwirtschaftliche Strukturerhebung. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/land-forstwirtschaft/erhebungen/stru.assetdetail.6993.html> [Zuletzt abgerufen am 24.1.2022]

Dencker, K.H. (1965). Grenzen der Mechanisierung in der Landwirtschaft. Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen. Heft 155, 7–26.

EUROSTAT (2020). Durchschnittliche Viehbestandsgrößen in den EU-Mitgliedstaaten, in: Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in den Mitgliedstaaten der EU. <https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/tierhaltung>

EUROSTAT (2016). Average utilised agricultural area per holding, 2010 and 2013. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Average\\_utilised\\_agricultural\\_area\\_per\\_holding,\\_2010\\_and\\_2013\\_\(%C2%B9\)\\_\(hectares\)\\_YB16-de.png#file](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Average_utilised_agricultural_area_per_holding,_2010_and_2013_(%C2%B9)_(hectares)_YB16-de.png#file)

Fankhauser P (2020). Melkroboter: Nicht nur für grosse Betriebe sind automatische Melksysteme geeignet. BauernZeitung 3. August 2020. <https://www.bauernzeitung.ch/artikel/markt-preise/melkroboter-nicht-nur-fuer-grosse-betriebe-sind-automatische-melksysteme-geeignet-356868> .

Ferjani, A., Zimmermann, A., & Roesch, A. (2015). Determining factors of farm exit in agriculture in Switzerland. *Agricultural Economics Review*, 16(1), 59–72.

Finger, R., Swinton, S.M., El Benni, N. & Walter, A. (2019). Precision Farming at the Nexus of Agricultural Production and the Environment. *Annual Reviews of Resource Economics* 11: 313–335.

Gazzarin, C. & Lips, M. (2012). Maschinenkosten 2012. Gültig bis September 2013. ART Bericht 753: 1-53.

Gazzarin, C. (2020). Maschinenkosten 2020. Gültig bis September 2021. Agroscope Transfer 347: 1-52.

Gazzarin, C. (2021). Maschinenkosten 2021. Gültig bis September 2022. Agroscope Transfer 408: 1-52.

Groher, T., Heitkämper, K. & Umstätter, C. (2020). Stand der schweizer Mechanisierung in der Schweizer Landwirtschaft: Teil 1: Pflanzenproduktion. Agroscope Transfer 351: 1–123.

Heitkämper, K., Mielewczik, M., Bozzolini, G., Groher, T. & Umstätter, C. (2021) Stand der Mechanisierung in der Schweizer Landwirtschaft. Teil 2: Tierhaltung. Agroscope Transfer Nr. 352: 1–224.

Herzog C., Heitkämper K., Umstätter C. & Schick M. (2014). Arbeitszeitbedarf in der Milchviehhaltung. KTBL-Arbeitsprogramm – Kalkulationsunterlagen 2013. Kennziffer 4i13.

- Holpp, M., Moriz, C., Zähler, M. (2007). Herdenmanagement und Elektronik – Nutzen und Grenzen. Nutzen des Herdenmanagements und der Elektronik für Milchproduzenten. In: 1. Tänniker Melktechniktagung. Melktechnologie der Zukunft: Das Zusammenwirken von Industrie, Beratung und Forschung (Hrsg.: Robert Kaufmann & Dusan Nosal), ART Schriftenreihe 3, S. 64–078.
- Hostiou, N. et al. (2017). Impact of precision livestock farming on work and human-animal interactions on dairy farms. A review. *Biotechnology Agronomy, Society and Environment* 21 (4), 268–275.
- Marinoudi, V., Sørensen, C. G., Pearson, S., Bochtis, D. (2019). Robotics and labour in agriculture. A context consideration. *Biosystems Engineering*, 184, 111–121.
- Möhring, N., Ingold, K., Kudsk, P., Martin-Laurent, F., Niggli, U., Siegrist, M., Studer, B., Walter, A. & Finger, R. (2020). Pathways for advancing pesticide policies. *Nature Food* 1: 535–540.
- Nydegger, F., & Grothmann, A. (2009). Automatische Fütterung von Rindvieh: Ergebnisse einer Erhebung zum Stand der Technik. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART.
- Riegel, M. & Schick, M. (2005). Abschlussbericht. Arbeitszeitbedarf in der Kälberhaltung. KTBL-Arbeitsprogramm Kalkulationsunterlagen 2005. Kennziffer 4b 05. Agroscope FAT Tänikon. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik. CH-8356 Ettenhausen.
- Riegel, M. & Schick, M. (2006). Abschlussbericht. Grunddaten und Arbeitszeitbedarfs-werte für die Mutterkuhhaltung. Teilprojekt Arbeitszeitbedarf. KTBL-Arbeitsprogramm Kalkulationsunterlagen 2006. Kennziffer 4e b 06. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART Tänikon, CH-8356 Ettenhausen.
- Savary, P., Korth, F., Kauke, M. (2010). Melkstandtechnik auf Schweizer Milchviehbetrie-ben. ART-Bericht 730, 1–8.
- Schaefer-Kehnert, W. (1956). Probleme der Arbeitswirtschaft und Mechanisierung in ver-schiedenen Betriebsgrößen. *German Journal of Agricultural Economics / Agrar-wirt-schaft* 5(9), 272–279.
- Schmid, B. (2021). Melkroboter werden zum Standard. Die Funktionssicherheit von Melkrobotern ist hoch und die Landwirte profitieren von der Arbeitserleichterung. Bis in zehn Jahren wird in der Schweiz ein Marktanteil der Melkroboter von bis zu 80 Prozent erwar-tet. Die Grüne vom 20. Mai 2021. <https://www.diegruene.ch/artikel/landtechnik/melkrobo-ter-werden-zum-standard-352211>
- Schrade, S., Keck, M. & Schick, M. (2005). Determination of Working-Time Requirement in Suckler Cattle Farming Using a Combination of Recording Methods. XXXI CI-OSTA-CIGR Congress “Increasing Work Efficiency in Agriculture, Horticulture and Forestry”, September 19-21, 2005, University of Hohenheim, Stuttgart, S. 21–27.

Schrade, S., Keck, M & Schick, M. (2009). Arbeitszeitbedarf in der Mutterkuhhaltung unter kleinstrukturierten Produktionsbedingungen. *Agrarökonomie: Arbeitswissenschaft*. In: Band 2 des Tagungsbandes der 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau erschienen. Mayer, J.; Alföldi, T.; Leiber, F.; Dubois, D.; Fried, P.; Heckendorn, F.; Hillmann, E.; Klocke, P.; Lüscher, A.; Riedel, S.; Stolze, M.; Strasser, F.; van der Heijden, M. und Willer, H. (Hrsg.) (2009): *Werte - Wege - Wirkungen: Biolandbau im Spannungsfeld zwischen Ernährungssicherung, Markt und Klimawandel* Bei-träge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, ETH Zürich, 11.–13. Februar 2009 Band 1: Boden, Pflanzenbau, Agrartechnik, Umwelt- und Naturschutz, Bio-landbau international, Wissensmanagement Band 2: Tierhaltung, Agrarpolitik und Betriebswirtschaft, Märkte und Lebensmittel. Verlag Dr. Köster, Berlin.

Statistisches Bundesamt (1977). *Ausgewählte Zahlen für die Agrarwirtschaft*. Reihe 1. Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Fachserie 3. Herausgeber: Statistisches Bundesamt Wiesbaden. Verlag: W. Kohlhammer GmbH Stuttgart und Mainz. (siehe auch weitere Jahrgänge)

Ulrich, E. (1968). *Stufung und Messung der Mechanisierung und Automatisierung*, Sonderdruck aus „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“, Verlag W. Kohlhammer GmbH, Stuttgart, Deutschland.

Umstätter, C., Stark, D., Schmid, D, Schick, M. (2016). Auswirkung des technischen Fortschritts auf die Arbeitszeit in der Landwirtschaft. *Agrarforschung Schweiz* 7(4), 204–209.

Walter, A., Finger, R., Huber, R., & Buchmann, N. (2017). Opinion: Smart farming is key to developing sustainable agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(24), 6148–6150.