

Arbeitswirtschaftliche Effekte und Rentabilität von Automatisierungsinvestitionen beim Einstreuen, Füttern und Entmisten in baden-württembergischen Milchviehbetrieben

Barbara Benz, Hans Dietz, Uwe Eilers, Heinrich Schüle, Hans-Jürgen Seeger

Tägliche Routinearbeiten beanspruchen innerhalb der Milcherzeugung viel Arbeitszeit, so dass eine starke arbeitswirtschaftliche Belastung entsteht. Ein Lösungsansatz ist die Automatisierung relevanter Routinearbeiten. Die vorliegende Untersuchung umfasste Arbeitszeiterfassungen in 13 neu- oder umgebauten Milchviehställen unterschiedlicher Betriebsgrößen in Baden-Württemberg. Für zehn dieser Betriebe wurden Verfahrenvergleiche erstellt, um Verfahren im Bereich Einstreuen, Füttern und Entmisten mit und ohne Automatisierung gegenüberzustellen. Zusätzlich wurde mit Break-even-Point-Analysen ermittelt, ab welchem Lohnansatz eine Automatisierungsinvestition rentabel sein kann. Futternachschieberoboter und Entmistungsroboter lohnten sich demnach schon bei Lohnansätzen unter 21,5 €/AKh, während für Investitionen in Einstreuautomatisierung über 40 €/AKh und für Futterbänder knapp 27 €/AKh errechnet wurde. Die Ergebnisse bieten Orientierungswerte für die Praxis, wobei die ausschließliche Betrachtung der Arbeitszeiteinsparung wesentliche qualitative und bauliche Aspekte, die für Kaufentscheidungen ausschlaggebend sein können, nicht berücksichtigte.

Schlüsselwörter

Automatisierung, Innenwirtschaft, Milchviehhaltung, Stallbau

Die Landwirtschaft ist ein arbeitsintensiver Sektor mit der höchsten Wochenarbeitszeit aller Berufe in Deutschland (STATISTISCHES BUNDESAMT 2020). Betriebsleiter in der Milchviehhaltung arbeiten rund 63 Stunden pro Woche, und 38 Prozent der Familienarbeitskräfte haben keine freien Tage (LASSEN et al. 2014). Neben Außenwirtschaft und Verwaltungsaufgaben investieren Milchviehhalter viel Zeit in tägliche Routinetätigkeiten im Kuhstall wie Fütterung, Melken, Boxenpflege und Kälberbetreuung (STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG 2022a).

In Baden-Württemberg gibt es rund 5478 landwirtschaftliche Betriebe mit Milchviehhaltung (STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG 2022b). Die mittleren Betriebsgrößenklassen (20–49 und 50–99 Milchkühe je Betrieb) machen über 60% der Betriebe aus, während kleine Betriebe mit weniger als 20 Kühen fast ein Viertel aller Betriebe darstellen. Die Anzahl der Milchviehbetriebe in Baden-Württemberg sinkt kontinuierlich, 10% der Betriebe haben seit 2020 die Milchviehhaltung aufgegeben.

Der Gewinn pro Unternehmen variiert je nach Betriebsgröße (STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG 2021). Betriebe mit weniger als 50 Kühen erzielten einen Gewinn von 30.254 Euro, während größere Betriebe mit über 50 Kühen bei 99.370 Euro lagen (STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG 2021). Den Betrieben mit weniger als 50 Kühen stehen im Schnitt 1,39 Arbeitskräfte (AK) zur Verfügung, davon sind 95 % nicht entlohnte Arbeitskräfte. Konventionelle Betriebe mit einer Tierzahl größer 50 können auf 2,29 AK zurückgreifen, hiervon werden 78 % nicht entlohnt (LEL SCHWÄBISCH GMÜND 2023). Die Anzahl der Beschäftigten in der Landwirtschaft ist rückläufig, während der Einsatz von Automatisierungssystemen zunimmt. Automatische Melksysteme werden in Baden-Württemberg beispielsweise von rund 22 % (LKV BADEN-WÜRTTEMBERG 2022) der Milcherzeuger genutzt, Spaltenentmistungs- und Futternachschieberoboter sind auf etwa 16 % bzw. 12 % der bayerischen Milchviehbetriebe im Einsatz (GABRIEL et al. 2021).

Der Melkvorgang beansprucht mehr als ein Viertel der Gesamtarbeitszeit, gefolgt von 21 Prozent für das Füttern. Die Betreuung der Kälber sowie das Einstreuen und Entmisten machen jeweils nur sechs Prozent der Arbeitszeit aus (SCHICK 2022). Im Bereich der Liegeboxenpflege sind manuelle Verfahren praxisüblich, bei denen, wie von Schrade et al. (2008) beschrieben, zweimal täglich grobe Verschmutzung entfernt und gleichzeitig die Liegefläche eingeebnet wird. Den Arbeitszeitbedarf hierfür (inkl. das Einbringen des Einstreuvorrates alle 14 Tage) geben die Autoren mit einer Minute pro Tier und Tag für Betriebe mit 45 Kühen und Stroh-Mist-Matratze an (6 AKh/TP/Jahr), für Hochboxen mit Komfortmatte liegen die Werte ungefähr 30 % darunter. Wenn man die Management- und Sondertätigkeiten hinzufügt, ergibt sich ein Gesamtbedarf von 43 Arbeitskraftstunden pro Kuh und Jahr (SCHICK 2022).

Für die Routinetätigkeiten Einstreuen, Füttern und Liegeboxenpflege gibt das KTBL (2022a) für Bestandsgrößen mit 41 bis 240 Kühen die nachfolgenden Werte an (Tabelle 1).

Tabelle 1: Referenzwerte für die Routinetätigkeiten Einstreuen, Fütterung und Boxenpflege (verändert nach KTBL 2022)

Arbeitsgang	Einstreuen¹⁾	Boxenpflege²⁾	Füttern^{3),4)}
Bestandsgröße	AKh/TP/Jahr	AKh/TP/Jahr	AKh/TP/Jahr
41 bis 60	0,40	2,19	8,33
61 bis 80	0,37	2,01	8,33
81 bis 120	0,35	2,01	7,24
121 bis 180	0,34	2,01	6,02
181 bis 240	0,32	2,01	5,90
Durchschnitt	0,36	2,04	7,17

¹⁾ Referenzwert für Mutterkühe, Tiefboxen, Einstreugerät verwendet.

²⁾ Boxenpflege mit Mistgabel wurde von zweimal wöchentlich auf 6 mal pro Woche angepasst.

³⁾ Rüstarbeiten vor und nach dem Füttern; Silage, Heu/Stroh und Kraftfutter mit Fräsmischwagen laden und verteilen

⁴⁾ Für Bestandsgrößen unter 80 wurde abweichend zu den KTBL Planzahlen bereits von einem Fräsmischwagen ausgegangen.

Die effiziente Organisation, klare Abläufe und qualifizierte Mitarbeiter sind entscheidend, um den Arbeitszeitaufwand und die Produktionskosten zu minimieren (DLG Merkblatt 460). Die Implementierung automatisierter Verfahren kann ebenfalls die Arbeitseffizienz verbessern (HARMS et al. 2015). Automatisierung kann nicht nur die Arbeitszeit und -belastung verringern, sondern auch die Flexi-

bilität für die Betriebsleitung vergrößern, wie GROTHMANN et al. (2010) am Beispiel automatischer Fütterungssysteme aufzeigen.

Baukosten in der Milchviehhaltung werden von verschiedenen Faktoren beeinflusst, dazu gehören die konjunkturelle Lage, Zinsniveau, Förderprogramme und betriebsspezifische Gegebenheiten (RASCHE 2017). Die Kosten für das Stallgebäude werden maßgeblich von der Bauweise, der Fläche pro Tier und der Größe der Funktionsbereiche bestimmt. Mehrhäusige Stallsysteme können etwa 30 Prozent der Kosten einsparen. Die Gesamtkosten für Liegehallen steigen mit der Anzahl der Liegeplätze, während bei technischen Ausstattungsmerkmalen wie der Melktechnik Kostendegressionseffekte auftreten. Mit zunehmender Tierzahl sinken die Kosten pro Platz (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT 2015). In den Jahren 2020/21 und 2021/22 gab es eine inflationsbedingte Steigerung der Stallbaukosten von etwa 16% aufgrund gestiegener Nachfrage und Lieferengpässen während der Covid-19-Pandemie (HOFMANN 2022). Zukünftige Preissteigerungen sind nicht ausgeschlossen, sinkende Baukosten sind hingegen unwahrscheinlich (HOFMANN 2022). Die Investitionssumme verteilt sich hauptsächlich auf Unterbau, Stallhülle, Stalleinrichtung und Melktechnik. Flachsilos, Güllelager und Baunebenkosten sind ebenfalls relevante Kostenfaktoren, wobei betriebsspezifische Faktoren zu Schwankungen führen (EILERS et al. 2008, KTBL 2019, HOFMANN 2022). In Baden-Württemberg machen die Fixkosten (Kapitalkosten für Zins und Kapitalrückgewinnung) für Stall und stationäre Technik durchschnittlich zehn Cent pro Kilogramm produzierter Milch aus (GRÄTER 2021).

Die hier vorgestellte Untersuchung setzt sich zum Ziel, anhand von empirisch auf Praxisbetrieben erhobenen Daten Orientierungswerte für die Rentabilität von Investitionen in Automatisierungstechnik für Milchviehbetriebe zu erarbeiten.

Material und Methode

In die Untersuchung wurden 13 Milchviehbetriebe einbezogen, die in den Jahren 2018 bis 2021 Stallbauvorhaben realisiert hatten und sich dabei innerhalb der Arbeitsgruppe des baden-württembergischen EIP agri Bauen in der Rinderhaltung engagierten. Neun Betriebe (A, D, E, F, G, H, K, L, M) hatten neue Ställe gebaut und vier Betriebe (B, C, I, J) ihre vorhandenen Ställe umgebaut und erweitert. Alle Betriebe berücksichtigten innerhalb der Bauprojekte baulich-technische Maßnahmen zur Ammoniak-Emissionsminderung und richteten ein besonderes Augenmerk auf Maßnahmen zur Strukturierung und Verbesserung des Tierwohls. Weidegang wurde auf fünf der beteiligten Betriebe (B, C, G, I, J) umgesetzt, auf den anderen Betrieben standen Laufhöfe zur Verfügung. Vier der Betriebe (B, C, G, J) arbeiteten nach den Vorgaben des ökologischen Landbaus. Die Betriebe hielten Herden zwischen 44 und 206 Kühen. Die Untersuchungsbetriebe H und J hatten zur Automatisierung des Einstreuvorgangs ein Schneckensystem (Strohmatic, Fa. Schauer, Österreich), die beiden Betriebe E und F eine schienengebundene Technik (ministro, Fa. JH Agro, Dänemark) im Einsatz. Als Entmischungsroboter gab es die Varianten Collector und Discovery (Fa. Lely, Niederlande), Barn E (Fa. JOZ, Niederlande) und SRone (Fa. Gea). Futternachschieberoboter stammten von den Firmen DeLaval, Schweden (OptiDuo), GEA, Deutschland (Dairyfeed), Lely, Niederlande (Juno) und JOZ, Niederlande (Moov). Alle vier umgebauten Ställe hatten ein Futterband installiert und sich für die Hersteller Eder, Deutschland (Betriebe B und J), Fa. Köhler, Deutschland (Betrieb C), Fa. Scherfler, Österreich (Betrieb I) entschieden (Tabelle 2).

Tabelle 2: Kennzahlen und Verfahrenskonkretisierung der 13 Untersuchungsbetriebe
(AMS = Automatisches Melksystem)

Betrieb	AK	Tierplätze	Gebäude	Melktechnik	Fütterungstechnik			Entmistungstechnik		Einstreutechnik	
					Futtermisch- wagen	Nachschiebe- roboter	Futterband	Stationärer Schieber	Entmistungs- roboter	Traktor	Einstreu- automatisierung
A ¹⁾	3,5	123	Neubau ³⁾	AMS	x	x		x		x	
B ²⁾	2,2	72	Umbau/ Anbau	AMS			x ⁴⁾	x	x		
C ²⁾	4,5	200	Umbau/ Anbau	AMS	x		x	x	x	x	
D ¹⁾	2,5	128	Neubau	AMS	x	x			x	x	
E ¹⁾	2,5	150	Neubau	AMS	x	x		x			x ⁷⁾
F ¹⁾	2,6	144	Neubau	AMS	x	x		x			x ⁷⁾
G ²⁾	3	75	Neubau	Melkstand	x	x		x	x	x ⁸⁾	
H ¹⁾	4,3	206	Neubau ³⁾	Melkkarussell	x	x		x			x
I ¹⁾	1,8	44	Umbau/ Anbau	Melkstand	x ⁵⁾		x	x		x	
J ²⁾	3,5	58	Umbau, Anbau	Melkstand	x		x	x			x
K ¹⁾	4,3	180	Neubau	AMS	x	x				x	
L ¹⁾	2,5	170	Anbau	Melkstand	x			x		x	
M ¹⁾	2,7	178	Neubau	AMS	x	x		x	x ⁶⁾		

¹⁾ Konventionell. ²⁾ Ökologisch. ³⁾ Mehrhäusig. ⁴⁾ Heukran. ⁵⁾ Stationärer Mischer. ⁶⁾ Spaltenboden. ⁷⁾ Güllefeststoffe. ⁸⁾ Kompostierungsstall.

Erhebungen zum Arbeitszeitaufwand

Auf allen 13 Betrieben wurden Erhebungen zum Arbeitszeitaufwand für die Routinearbeiten Einstreuen, Entmisten und Füttern durchgeführt. Die Routinetätigkeiten wurden nach Vorbereitungszeit, Hauptzeit und Nebenzeit aufgeteilt (Tabelle 3). Der Arbeitszeitaufwand wurde einmal direkt vor Ort durch eine erhebende Person mit der Stoppuhrfunktion des Smartphones (iPhone 8) erfasst. Direkt anschließend wurde die Vorgehensweise zur Eigendokumentation des Arbeitszeitaufwandes mit den Betrieben abgestimmt. Die Daten wurden so durch ein betriebliches Arbeitsprotokoll ergänzt und insgesamt aus jeweils drei morgendlichen und drei abendlichen Stallzeiten das arithmetische Mittel gebildet. Die Angaben der Betriebe wichen im Mittel nur geringfügig von den eigenen Erhebungen ab (Einstreuen/Liegeboxenpflege +2%, Entmistung +1%, Füttern -9%). Bei zwei Betrieben mit Sommerweidegang (Betrieb B, I) wurden insgesamt zwei Erhebungen im Sommer und im Winter durchgeführt und die Ergebnisse gemittelt. Beim Betrieb J lagen nur von einer abendlichen Stallzeit Daten zum Arbeitszeitaufwand für Entmisten vor.

Tabelle 3: Gliederung und Beschreibung der untersuchten Routinetätigkeiten

Arbeitsvorgänge	Gliederung der Arbeitsteilvorgänge		
	Vorbereitung	Hauptzeit	Nachbereitung
Einstreuen	Befüllen der Einstreuvorrichtung	Verteilung des Einstreumaterials	
Liegeboxenpflege	Herstellen einer tiergerechten Liegefläche nach guter fachlicher Praxis		Behandeln der Liegeboxen mit Kalk etc.
Entmistung	Manuelles Entfernen von Verunreinigungen aus Stallbereichen, die nicht von stationären oder mobilen Entmistungsanlagen erreicht werden		
Füttern	Zubereiten der Ration	Futtermischung auf Futtertisch oder Band	Futternachschieben, Entfernen von Futterresten

Der Arbeitszeitaufwand für Einstreuen und Liegeboxenpflege wurde separat erfasst, aber als Summe beider Tätigkeiten ausgewertet. Ausnahmen bildeten die Betriebe G (Kompostierungsstall) und K (Hochboxen, keine getrennte Erfassung von Einstreuen und Liegeboxenpflege). Fand kein Einstreuvorgang mit Auffüllen eines größeren Einstreuvorrates für mehrere Tage während des Erhebungszeitraums statt, dann wurde ausschließlich der von den Landwirten angegebene Wert verwendet, ebenso wie die Boxenpflege bei Betrieb D. Die Verfahren zur automatischen Einstreu unterschieden sich grundsätzlich, da beim System "Strohmatic" zusätzlich ein Einstreubunker befüllt werden musste, was beim System "ministro" in Kombination mit der Gülleseparation entfiel. Das Befüllen der Einstreubunker wurde als Vorbereitungstätigkeit erfasst. Die Routinetätigkeit Entmistung umfasste nur diejenigen Stallbereiche, welche nicht von stationären Entmistungsanlagen gereinigt wurden, also beispielsweise Quergänge, Vorwarte- und Laufhofbereiche. Bei der Fütterungstechnik wies keines der betrachteten Verfahren eine automatische Futterentnahme auf, so dass dieser Aspekt bei allen Verfahren unberücksichtigt blieb.

Vorgehen zum Erstellen der Verfahrensvergleiche

Bei zehn Betrieben wurden außerdem Berechnungen zur Rentabilität der Investitionen für Automatisierungstechnik (Netto-Preise, 30 % AFP-Förderung auf maximal 1,5 Millionen € zuwendungsfähiges Investitionsvolumen berücksichtigt) auf Basis der jährlichen Durchschnittskosten erstellt. Im Rahmen der erstellten Verfahrensvergleiche setzten sich die jährlichen Kosten aus den Kostenblöcken Technik und Arbeit zusammen.

Die jährlichen Kosten für Technik (K_T) umfassten die Aufwendungen für Abschreibung (AfA), Unterhalt (u) und den Zinsansatz (i). Für die Abschreibung der Maschinen als kurzfristige Wirtschaftsgüter wurde eine Nutzungsdauer von zehn Jahren zugrunde gelegt (BUNDESFINANZMINISTERIUM 2023), ohne dabei die unterschiedlichen Betriebsgrößen und damit verbundene Auslastung der Maschinen zu berücksichtigen. Es wurde dabei davon ausgegangen, dass die Varianz der zugrunde liegenden Praxisbetriebe zu einem repräsentativen Durchschnitt führte. Die variablen Einzelkosten wie Betriebsstoffe und Reparaturen waren in den Unterhaltungskosten (u) inbegriffen und wurden mit 3 % veranschlagt, denn es lag lediglich für den Futternachschieberoboter eine Planzahl vor. Außerdem waren die täglichen Betriebsstunden der Maschinen nicht bekannt. Der Zinsansatz wurde mit 3 % angesetzt.

Die Berechnungsformel lautete:

$$K_i = \frac{\text{Investitionssumme}}{\text{Nutzungsdauer}} + \frac{\text{Investitionssumme}}{2} * \text{Zinssatz } i + \text{Investitionssumme} * u \quad (\text{Gl. 1})$$

Der Berechnung der jährlichen Kosten für Arbeit wurde in Anlehnung an KTBL (2022b) ein Lohnansatz in Höhe von 21,50 €/AKh zugrunde gelegt. Im Falle der automatisierten Verfahrensvarianten wurde dieser mit den empirisch ermittelten Stunden für die Arbeitserledigung multipliziert. Die Vergleichsrechnung der nicht automatisierten Varianten basierte für die Verfahren Einstreuen, Boxenpflege und Füttern auf Arbeitszeitbedarfswerten des KTBL (2022a) für jeweils vergleichbare Stallsysteme und Bestandsgrößen. Für das Entmisten nicht stationär gereinigter Bereiche konnte kein vergleichbarer Wert aus der Literatur verwendet werden, deshalb wurde in diesem Verfahren der gemessene Durchschnittswert der acht Betriebe ohne Entmistungsroboter als Referenzwert verwendet. Aus der Summe der jährlichen Kosten für Technik und für Arbeit wurden die Jahreskosten der Verfahren ermittelt und jeweils den automatisierten Varianten alternative Verfahren ohne Automatisierung gegenübergestellt.

Bei dem Verfahren Einstreuen ohne Automatisierung wurde von einem mechanischen Einstreugerät ausgegangen, für welches Maschinenkosten nach KTBL (2023) angesetzt wurden. Dabei wurde für das Einstreuen eine anteilige Nutzung des Hofladers mit einer an der Abschreibungsschwelle orientierten Gesamtnutzung von 900 h pro Jahr angenommen (KTBL 2023). Für die Verfahren Futternachschieben, Futterband und Entmisten wurden in der nicht automatisierten Variante keine Kosten für Technik angesetzt. Dabei wurde beim Futterband davon ausgegangen, dass sich das Futterholen, Mischen und Abladen zwischen den automatisierten und nicht automatisierten Verfahren nicht unterschied. Die einmal tägliche Fahrt über den Futtertisch zum Abladen blieb dadurch unberücksichtigt, was zu einer geringfügigen Unterschätzung der Kosten für Technik beim nicht automatisierten Verfahren führte.

Anhand der Beispielbetriebe wurden für die drei Bereiche Einstreu-, Entmistungs- und Futternachschiebeautomatisierung exemplarisch der Break-Even-Point ermittelt, um die Frage zu beleuchten, ab welchem Lohnansatz die jeweiligen Investitionen rentabel werden.

Die vorgestellte empirische Studie lieferte aufgrund der Praxisbedingungen beschreibende Daten, die deskriptiv dargestellt wurden.

Ergebnisse

Arbeitszeitaufwand

Die Summe der drei Tätigkeiten Einstreuen, Entmisten und Füttern ergab im Durchschnitt einen Arbeitszeitaufwand von 8,21 AKh pro Tierplatz und Jahr (Minimum= 4,42 AKh/TP/Jahr, Maximum = 17,42 AKh/TP/Jahr, Standardabweichung SD = 3,18 AKh/TP/Jahr, Variationskoeffizient VK = 0,39) (Abbildung 1).

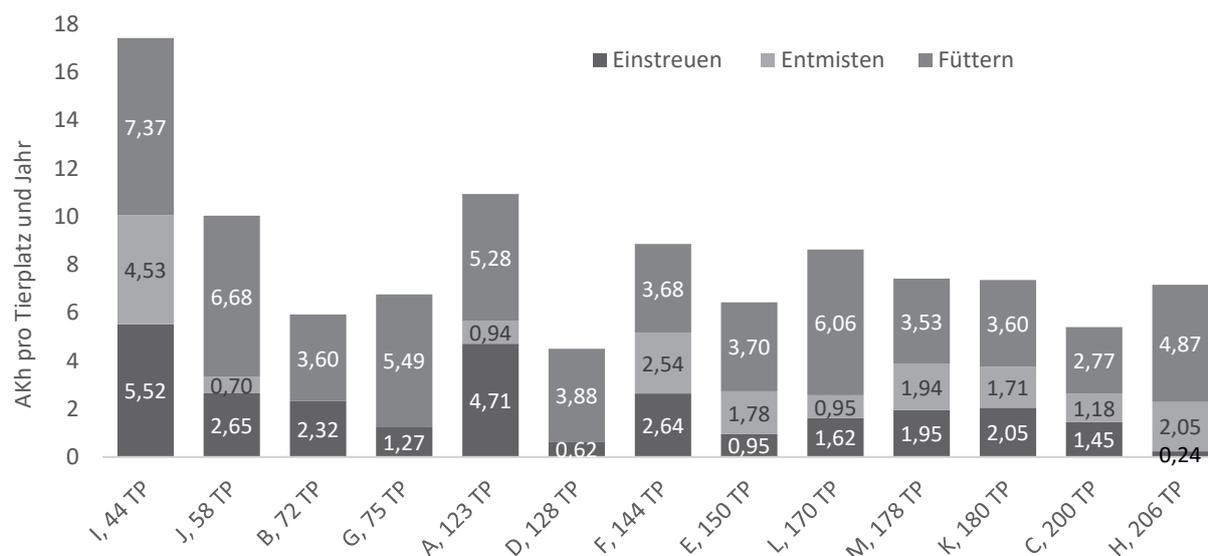


Abbildung 1: Summe des Arbeitszeitaufwandes für die drei Kategorien Einstreuen, Entmisten und Füttern, Betriebe nach Anzahl der Tierplätze von links nach rechts aufsteigend geordnet

Der Arbeitszeitaufwand der Betriebe mit mechanischen oder manuellen Einstreuverfahren lag bei 0,50 AKh/TP/Jahr, wobei die Streuung zwischen den Betrieben groß war (Minimum = 0,21 AKh/TP/Jahr, Maximum = 1,19 AKh/TP/Jahr, SD = 0,36 AKh/TP/Jahr, VK = 0,72). Bei dem Betrieb mit dem größten Arbeitszeitaufwand beim Einstreuen handelt es sich um denjenigen mit der geringsten Tierzahl.

Der Arbeitszeitaufwand für Einstreuen inklusive Liegeboxenpflege der Betriebe mit automatischen Einstreuanlagen betrug im Durchschnitt 1,62 AKh/TP/Jahr (Minimum = 0,24 AKh/TP/Jahr, Maximum = 2,65 AKh/TP/Jahr, SD = 1,06 AKh/TP/Jahr, VK = 0,65), wobei die Liegeboxenpflege den Hauptanteil der investierten Arbeitszeit ausmachte. Den geringsten Arbeitszeitaufwand in Summe hatte der Betrieb H mit der höchsten Tieranzahl, während der Betrieb J von den Betrieben mit automatischen Einstreuanlagen die niedrigste Tieranzahl und den höchsten Arbeitszeitaufwand verzeichnete (Tabelle 4).

Tabelle 4: Arbeitszeitaufwand für Einstreuen und Liegeboxenpflege auf Betrieben mit mechanischen oder manuellen Einstreuverfahren (Betriebe A, B, C, D, I, K, L, M) und mit automatischen Einstreuanlagen (Betriebe H, J, F, E), Betrieb G mit Kompostierungsstall nicht berücksichtigt

Betrieb	Einstreuen (AKh/TP/Jahr)	Liegeboxenpflege (AKh/TP/Jahr)	Summe (AKh/TP/Jahr)
Mechanische und manuelle Einstreuverfahren			
A	0,21	4,50	4,71
B	-	2,32	2,32
C	0,27	1,18	1,45
D	0,31	0,31	0,62
I	1,19	4,33	5,52
K	0,26	1,79	2,05
L	0,75	0,88	1,63
M ¹⁾			1,95
Ø	0,50	2,19	2,53
Automatisierte Einstreuanlagen			
H	0,15	0,09	0,24
J	0,73	1,92	2,65
F	0,00	2,64	2,64
E	0,00	0,95	0,95
Ø	0,22	1,40	1,62

¹⁾ Daten aggregiert vorhanden, Aufteilung in Einstreuen und Liegeboxenpflege nicht möglich.

Die Automatisierung des Einstreuens erzielte bei Betrachtung von Einstreuen und Liegeboxenpflege gemeinsam durchschnittlich 0,91 AKh/TP/Jahr Einsparung gegenüber den Betrieben mit mechanischen oder manuellen Verfahren.

Arbeitszeitaufwand für das Entmisten von nicht stationär gereinigten Arealen

Der höchste Arbeitszeitaufwand für den Vorgang Entmisten (stationär, mechanisch, manuell) entstand auf dem Betrieb I mit der geringsten Tieranzahl (4,53 AKh/TP/Jahr). Im Durchschnitt dauerte das Entmisten 1,90 AKh/TP/Jahr (SD = 1,09 AKh/TP/Jahr, VK = 0,57). Den niedrigsten Wert erreichte der Betrieb J mit 0,70 AKh/TP/Jahr. Die Betriebe mit Entmistungsrobotern benötigten im Schnitt 0,62 AKh/TP/Jahr für das Entmisten (Minimum = 0,0 AKh/TP/Jahr, Maximum = 1,94 AKh/TP/Jahr, SD = 0,80 AKh/TP/Jahr, VK = 1,28), womit sie nur 33 % der Arbeitszeit der Betriebe mit manueller Entmistung aufwendeten (Tabelle 5).

Tabelle 5: Arbeitszeitaufwand für Entmisten auf Betrieben mit stationärer, mechanischer und manueller Entmistung (Betriebe A, E, F, H, I, J, K, L) oder mit Entmistungsroboter (Betriebe B, C, D, G, M)

Betrieb	Stationäres, mechanisches und manuelles Entmisten (AKh/TP/Jahr)	Betrieb	Entmistungsroboter (AKh/TP/Jahr)
A	0,94	B	0,00
E	1,78	C	1,18
F	2,54	D	0,00
H	2,05	G	0,00
I	4,53	M	1,94
J	0,70		
K	1,71		
L	0,95		
Ø	1,90	Ø	0,62

Arbeitszeitaufwand für das Füttern

Auf Betrieben mit Futtermischwagen und Nachschieberobotern betrug der Arbeitszeitbedarf für das Füttern im Schnitt 4,45 AKh/TP/Jahr (Minimum = 3,53 AKh/TP/Jahr, Maximum = 6,06 AKh/TP/Jahr, SD = 0,92 AKh/TP/Jahr, VK = 0,21) und in den Betrieben mit Futterband 5,11 AKh/TP/Jahr (Minimum = 2,77 AKh/TP/Jahr, Maximum = 7,37 AKh/TP/Jahr, SD = 1,96 AKh/TP/Jahr, VK = 0,38) (Tabelle 6).

Tabelle 6: Arbeitszeitaufwand für das Füttern auf Betrieben mit Mischwagen und Nachschieberobotern (Betriebe A, D, E, F, G, H, K, L, M) sowie mit Futtermischwagen und Futterband (Betriebe B, C, I, J)

Betrieb	Futtermischwagen und Nachschieberoboter (AKh/TP/Jahr)	Betrieb	Futtermischwagen und Futterband (AKh/TP/Jahr)
A	5,28	B	3,60
D	3,88	C	2,77
E	3,70	I	7,37
F	3,68	J	6,68
G	5,49		
H	4,87		
K	3,60		
L	6,06		
M	3,53		
Ø	4,45	Ø	5,11

Bei den untersuchten Betrieben dauerte das Füttern mit Futterband im Schnitt etwas länger (13 %) als das Füttern mit Futtermischwagen und Nachschieberobotern.

Verfahrensvergleiche und Break-Even-Point Analyse des Lohnansatzes

Die Auswertung der Jahreskosten und Arbeitszeiten von zehn Betrieben mit automatisierten Verfahren im Vergleich zu Alternativverfahren ohne Automatisierung auf Basis von Referenzwerten des KTBL (2022a) ergab, dass die Automatisierung nicht immer zu einer Einsparung bei den Jahreskosten oder der Arbeitszeit führte. Das automatisierte Verfahren Einstreuen und Boxenpflege erwies sich hinsichtlich der Jahreskosten bei zwei der vier Betriebe als kostengünstiger (im Durchschnitt

-25,0 €/TP/Jahr), wobei in diesen Fällen auch der Arbeitszeitaufwand geringer war (im Durchschnitt -1,7 AKh/TP/Jahr). Beim Verfahren Futternachschieberoboter lagen die Jahreskosten bei allen Betrieben mit der Automatisierung unterhalb der Alternative ohne Automatisierung (im Durchschnitt -18,9 €/TP/Jahr), bei einer Arbeitszeiteinsparung von 1,9 AKh/TP/Jahr. Das Futterband war nur für zwei von vier Betrieben bezogen auf die Jahreskosten ökonomisch vorteilhaft (-23,7 €/TP/Jahr) und führte jedoch bei allen Betrieben zu einer Arbeitszeiteinsparung von durchschnittlich -2,6 AKh/TP/Jahr. Durch die Entmistungsroboter ergaben sich im Mittel 5,0 €/TP/Jahr geringere Jahreskosten bei einem im Schnitt 1,6 AKh/TP/Jahr niedrigeren Arbeitszeitaufwand (Tabelle 7).

Tabelle 7: Vergleiche der automatisierten Verfahren und Alternativen ohne Automatisierung anhand der Daten aus zehn Praxisbetrieben, Datengrundlage für automatisierte Verfahren basieren auf eigenen Erhebungen, für die Alternative ohne Automatisierung auf Referenzwerten (KTBL 2022), außer für Arbeitszeiten beim Entmisten (Durchschnittswerte aus eigenen Erhebungen)

Betrieb	Automatisiert					Alternative ohne Automatisierung				Differenz Jahreskosten €/TP/Jahr	Differenz Arbeitszeit Akh/TP/Jahr
	Investitions- summe	Jährliche Kosten Technik	Arbeits- zeit	Jährliche Kosten Arbeit	Jährliche Verfahrens- kosten gesamt	Jährliche Kosten Technik	Arbeits- zeit	Jährliche Kosten Arbeit	Jährliche Verfahrens- kosten gesamt		
	€/TP	€/TP/ Jahr	Akh/TP/ Jahr	€/TP/ Jahr	€/TP/ Jahr	€/TP/ Jahr	Akh/TP/ Jahr	€/TP/ Jahr	€/TP/ Jahr		
Einstreuen und Boxenpflege											
H	195,00	28,28	0,24	5,16	33,44	22,73	2,33	50,10	69,33	-35,90	-2,09
J	628,00	91,06	2,65	56,98	148,04	38,80	2,59	55,69	90,82	57,22	0,06
F	448,00	64,96	2,64	56,76	121,72	9,02	2,35	50,53	56,03	65,69	0,29
E	258,00	37,41	0,95	20,43	57,84	24,83	2,35	50,53	71,98	-14,15	-1,40
Ø	382,25	55,43	1,62	34,83	90,26	23,84	2,41	51,71	72,04	18,22	-0,79
Futternachschieberoboter											
A	68,00	9,86	5,28	113,52	123,38	0,00	6,02	129,43	120,40	2,98	-0,74
D	124,00	17,98	3,88	83,42	101,40	0,00	6,02	129,43	120,40	-19,00	-2,14
E	59,00	8,56	3,70	79,55	88,11	0,00	6,02	129,43	120,40	-32,30	-2,32
F	71,00	10,30	3,68	79,12	89,42	0,00	6,02	129,43	120,40	-30,99	-2,34
G	173,00	25,09	5,49	118,04	143,12	0,00	8,33	179,10	166,60	-23,48	-2,84
H	19,00	2,76	4,87	104,71	107,46	0,00	5,90	126,85	118,00	-10,54	-1,03
Ø	85,67	12,42	4,48	96,39	108,81	0,00	6,39	137,28	127,70	-18,89	-1,90
Futterband											
B	454,00	65,83	3,60	77,40	143,23	0,00	8,33	179,10	166,60	-23,37	-4,73
C	237,00	34,37	2,77	59,56	93,92	0,00	5,90	126,85	118,00	-24,08	-3,13
I	636,00	92,22	7,37	158,46	250,68	0,00	8,33	179,10	166,60	84,08	-0,96
J	603,00	87,44	6,68	143,56	230,99	0,00	8,33	179,10	166,60	64,39	-1,65
Ø	482,50	69,96	5,10	109,74	179,70	0,00	7,72	166,03	154,45	25,25	-2,62
Entmisten											
B	238,00	34,51	0,00	0,00	34,51	0,00	1,90	40,85	40,85	-6,34	-1,90
C	74,00	10,73	1,18	25,26	35,99	0,00	1,90	40,85	40,85	-4,86	-0,73
D	273,00	39,59	0,00	0,00	39,59	0,00	1,90	40,85	40,85	-1,27	-1,90
G	229,00	33,21	0,00	0,00	33,21	0,00	1,90	40,85	40,85	-7,65	-1,90
Ø	203,50	29,51	0,29	6,32	35,82	0,00	1,90	40,85	40,85	-5,03	-1,61

Die Durchschnittswerte der Betriebe ergaben, dass sich die Investition in Einstreueautomatisierung ab einem Lohnansatz von ca. 40 €/h lohnen kann. Beim Futterbandschieberoboter lag das Kostengleichgewicht bei einem Lohnansatz von ca. 7 €/h und beim Futterband bei 26,7 €/h. Beim Entmisten würde sich eine Investition ab einem Lohn von ca. 18 €/h lohnen (Abbildung 2).

Diese Berechnungen basierten auf den Mehrkosten bei Technik und den entsprechenden Zeiteinsparungen. Für die Einstreueautomatisierung ergaben sich Mehrkosten bei Technik von 31,59 € (55,43 € minus 23,84 €) dividiert durch die Zeiteinsparung von 0,79 h (2,41 h minus 1,62 h). Beim Futterbandschieberoboter betragen die Mehrkosten bei Technik 12,42 €, dividiert durch die Zeiteinsparung von 1,9 h. Beim Futterband lagen die Mehrkosten bei Technik bei 69,96 €, dividiert durch die Zeiteinsparung von 2,6 h. Für das Entmisten beliefen sich die Mehrkosten bei Technik auf 29,51 €, dividiert durch die Zeiteinsparung von 1,6 h.

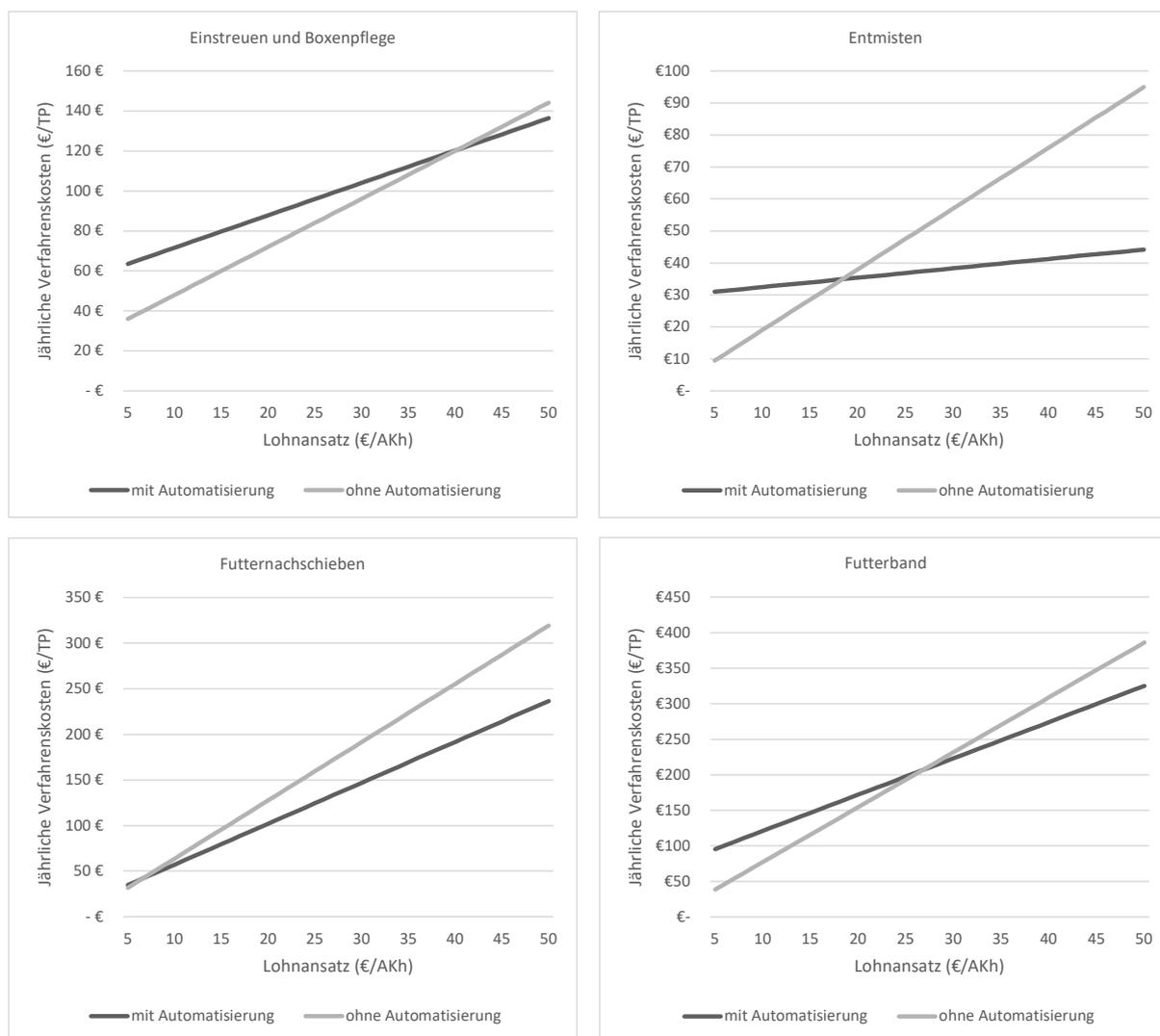


Abbildung 2: Darstellung des Break-Even-Point hinsichtlich des Lohnansatzes bei den Verfahren Einstreuen und Liegeboxenpflege, Futterbandschieben, Futterband und Entmisten

Diskussion

Für die Rentabilität von Investitionen in Automatisierungstechnik spielen die dadurch eingesparte Arbeitszeit und die monetäre Bewertung dieser Zeit eine essentielle Rolle. Je höher die Zeiteinsparung war, desto besser standen bei den Untersuchungsbetrieben die Chancen, einen finanziellen Vorteil zu erreichen. In den Beispielen wurde der Lohnansatz analog zu KTBL (2022b) mit 21,5 €/AKh festgelegt. Wird der Stundenlohn höher angesetzt, wächst der Effekt eingesparter Zeit und umgekehrt. Der Arbeitszeitaufwand für die vier betrachteten Routinetätigkeiten wurde innerhalb der vorliegenden Untersuchung ausschließlich auf Basis der täglichen Stallroutine ohne Unterbrechungszeiten durch Störeinflüsse erfasst. Das bedeutet, dass die Arbeitszeit für die Betreuung der Automatisierungstechnik unberücksichtigt blieb. Auf den Betrieben B, D und G reinigte beispielsweise ein sammelnder Entmistungsroboter sämtliche Flächen, so dass keine manuelle Arbeit im Bereich der Quergänge entstand. Der tatsächliche Arbeitszeitaufwand wurde aufgrund dieser Vorgehensweise unterschätzt, denn für Störungen, Korrekturen und die Optimierung der Route des Roboters wurde ebenfalls Arbeitszeit investiert. Ähnliches gilt für die Betreuung der automatisierten Einstreutechnik in Kombination mit der Gülleseparation. In beiden Betrieben traten Störungen beispielsweise bei der Pumpvorrichtung auf, die innerhalb der Arbeitszeiterfassung unberücksichtigt blieben, so dass der tatsächliche Arbeitszeitaufwand unterschätzt wurde. Würde außerdem der gesamte Prozess betrachtet, dann müsste auch der Arbeitszeitaufwand für die Strohbergung mit einkalkuliert werden, der bei der Verwendung von Güllefeststoffen entfällt. Einstreuen und Liegeboxenpflege wurden möglichst getrennt erfasst, was aber nicht in allen Betrieben möglich war. Beim Betrieb F entstand der dritthöchste Arbeitszeitaufwand für die Liegeboxenpflege. Das lässt sich durch die Kombination von automatisiertem Melken mit automatisiertem Einstreuen erklären, da sich während des Einstreuvorgangs immer liegende Tiere in den Boxen befanden und sich dadurch Einstreuanhäufungen zwischen den Tieren bildeten. Zusätzlich rutschte Einstreumaterial beim Aufstehvorgang über den Rücken der Tiere nach vorne in den Kopfraum. Das Einebnen der Liegeboxen war dadurch mit erhöhtem Aufwand verbunden. Warum dieser Effekt auf dem vergleichbaren Betrieb E nicht auftrat, bzw. auf diesem Betrieb weniger Arbeitszeit für die Liegeboxenpflege entstand, konnte die Studie nicht erklären. Generell schränkt die Qualität der Daten aus der Arbeitszeiterfassung deren Aussagekraft ein, denn es wurden lediglich zu einer Stallzeit eigene Messungen durchgeführt und diese dann durch Arbeitszeitprotokolle der Betriebe selbst ergänzt. Den Break-Even-Point Analysen liegen allerdings Mittelwerte von mindestens vier bis sechs Betrieben zugrunde, was deren Güte gegenüber der Betrachtung einzelner Fallbeispiele verbessert.

Einordnung und Bewertung der Ergebnisse der Arbeitszeiterhebungen

Die ermittelten Arbeitszeiten für die ausgewählten Routinetätigkeiten wurden im Vergleich mit Literaturwerten insgesamt als plausibel eingeschätzt. Die Untersuchungsbetriebe ohne Automatisierung verwendeten beispielsweise im Schnitt 2,19 AKh/TP/Jahr für die Liegeboxenpflege, der Referenzwert liegt bei 2,04 AKh/TP/Jahr (KTBL 2022a). Das KTBL (2022a) gibt weiterhin 7,17 AKh/TP/Jahr für das Füttern an. Subtrahiert man von diesem Wert das von der DLG (2013) veranschlagte Einsparpotential durch Automatisierungsmaßnahmen bei der Fütterung von 3,5 AKh/TP/Jahr, so liegt das Ergebnis in einem ähnlichen Bereich wie auf den untersuchten Betrieben (durchschnittlich 4,45 AKh/TP/Jahr für die Futtervorlage mit Futtermischwagen und Nachschieberoboter).

Eine Unterschätzung des Arbeitszeitaufwandes hätte bei den Verfahren mit einem höheren Anteil der Kosten für Arbeit an den Verfahrenskosten einen starken Einfluss auf das Ergebnis. Beim Nach-

schieberoboter war der Anteil der Kosten für Arbeit an den Jahreskosten mit 89% am Höchsten, so dass sich bei diesem Verfahren ein über- oder unterschätzter Arbeitszeitaufwand stark ausgewirkt hätte. Bei diesem Verfahren betrug der Variationskoeffizient der auf den neun Betrieben gemessenen Arbeitszeiten 0,21 und markierte demnach nur eine geringe Streuung der Werte. Beim Entmisten machte der Anteil der Kosten für Arbeit hingegen nur 18% der Jahreskosten aus, so dass sich hier eine Über- oder Unterschätzung des Arbeitszeitbedarfs auf den neun Betrieben ($VK = 0,57$) nur wenig auswirken würde. Beim Einstreuen inklusive Liegeboxenpflege lag der Anteil der Kosten für Arbeit allerdings bei 39% der Jahreskosten und es wurden gleichzeitig nur vier Betriebe betrachtet ($VK = 0,66$). Hier würde eine Über- oder Unterschätzung das Ergebnis deutlich verändern. Der für die acht Betriebe ohne Automatisierung ermittelte Arbeitszeitaufwand für Einstreuen und Liegeboxenpflege lag mit 2,53 AKh/TP/Jahr sehr nah bei den Referenzwerten des KTBL (2022a). Dass der Arbeitszeitaufwand beim automatisierten Verfahren im Mittel etwas (0,91 AKh/TP/Jahr) unterhalb desjenigen des nicht automatisierten Verfahrens lag, erschien zusätzlich plausibel. Beim Futterband dominierten die Kosten für Arbeit (61%), der Anteil der Technik betrug nur 39% an den Jahreskosten. Der auf den vier Betrieben gemessene durchschnittliche Arbeitszeitaufwand mit mittlerer Streuung ($VK = 0,38$) lag allerdings oberhalb der Betriebe ohne Futterband, was eher darauf schließen ließe, dass der Arbeitszeitaufwand über- statt unterschätzt wurde.

Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass Größendegressionseffekte bestehen könnten und in kleineren Betrieben mehr Arbeitszeit pro Tierplatz aufgewendet wurde, so wie es auch Grothmann et al. (2010) am Beispiel automatischer Fütterungssysteme herausfanden. Innerhalb der 13 analysierten Praxisbetriebe wurden allerdings für eine große Bandbreite betrieblicher und standortspezifischer Voraussetzungen individuelle baulich-technische Lösungen entwickelt. Dadurch lagen der Untersuchung sehr verschiedene Betriebe vor, was zu einer breiten Streuung der Verfahren und der damit verbundenen Arbeitszeit führte. Bei Investitionskosten in Melktechnik sind Größendegressionseffekte in der Literatur beschrieben (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT 2015), die mutmaßlich auch auf andere Bereiche übertragbar sind. Anhand des Betriebes C lässt sich exemplarisch für die Fütterungstechnik nachvollziehen, wie die betriebliche Ausgangslage zu einem vergleichsweise geringen Arbeitszeitaufwand fürs Füttern führte. Das Füttern mit Futterband dauerte auf den vier Untersuchungsbetrieben mit Stallumbauten durchschnittlich länger als das Füttern mit Futtermischwagen und Futternachschieberoboter in den neun anderen Betrieben (8 Stallneubauten, 1 Anbau). Allerdings hatte der Betrieb C mit Futterband und einer Herdengröße von 200 Kühen den geringsten Arbeitszeitbedarf von allen untersuchten Betrieben. In diesem Betrieb wurden insgesamt 3 Futterbänder installiert (Abbildung 3).

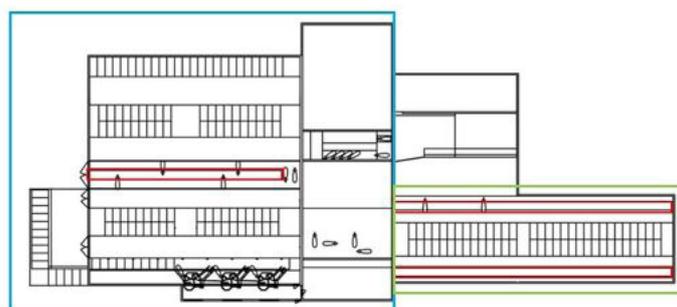


Abbildung 3: Stallgrundriss des Betriebes C mit drei Futterbändern (rot eingerahmt), links befindet sich das Altbäude (blau eingerahmt), rechts der Anbau (grün eingerahmt)

Gerade aufgrund der Praxisbedingungen und der Kombination aus neu- und umgebauten Betrieben mit innovativen baulich-technischen Lösungen sind die Ergebnisse der hier vorgestellten Untersuchung für die Praxis interessant und bieten eine gute Orientierung hinsichtlich der Rentabilität von Investitionen in Automatisierungstechnik. Zusatznutzen wie eine mögliche qualitative Verbesserung der Fütterung und Futteraufnahme, oder bauliche Vorteile für die Umnutzung vorhandener Gebäude und Platzeinsparung beim Einsatz von automatisierter Fütterungstechnik, blieben in der Studie unberücksichtigt. Dies sind jedoch Einflussfaktoren, die für Praxisbetriebe letztlich über den Nutzen von Automatisierungsinvestitionen mitentscheiden.

Rentabilität von Investitionen in Automatisierungstechnik

Variable Kosten für den Betrieb der Automatisierungstechnik wurden inklusive Instandhaltungskosten pauschal mit 3% angesetzt. Je nach einzelbetrieblicher Situation wurden die Kosten dadurch bei Eigenstromerzeugung möglicherweise über- und bei Stromzukauf unterschätzt. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass ein Abschreibungszeitraum von 10 Jahren für die Automatisierungstechnik zugrunde gelegt wurde, die tatsächliche Nutzungsdauer dieser Techniken mutmaßlich aber darüber liegt. Daraus folgt, dass die ermittelten Jahreskosten verhältnismäßig hoch ausfielen und infolgedessen der ermittelte Break-even-Point des Lohnansatzes für das Kostengleichgewicht aus Sicht eines Praxisbetriebes ebenfalls hoch angesetzt wurde. Insgesamt darf davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse der Verfahrensvergleiche und auch der Break-even-Point Analyse nicht in jedem Fall zu Gunsten der Automatisierungsinvestitionen ausfielen.

Bei den untersuchten Betrieben mit mechanischen Einstreuverfahren machte das Einstreuen am Gesamtvorgang inklusive Liegeboxenpflege nur 20% aus, bei den Betrieben mit automatisiertem Einstreuen waren es 14%. Somit war das Einsparpotential durch die Automatisierung des Einstreuvorgangs nur für die Liegeboxen von Milchkühen generell gering. Daraus resultierte ein Break-Even-Point des Lohnansatzes in Höhe von 40 €/AKh, der eine Automatisierungsinvestition im Allgemeinen kaum rechtfertigen würde. Für die Installation einer automatisierten Einstreuanlage könnten aber andere, betriebsindividuelle Beweggründe ausschlaggebend sein. So war beispielsweise für die beiden Betriebe mit schienengebundener Einstreuautomatisierung die Kombination mit Gülleseparation und Verwendung eigen erzeugter Güllefeststoffe mutmaßlich entscheidend für die Investition und weniger die eingesparte Arbeitszeit für den Einstreuvorgang. Es ist außerdem anzunehmen, dass die Betriebe im Vorfeld den Arbeitszeitbedarf für die Tiefboxenpflege beim automatischen Einstreuen von Güllefeststoffen unterschätzt hatten.

Bezüglich der Rentabilität von Entmistungsrobotern lässt die Studie den Schluss zu, dass die Investition ökonomisch sinnvoll ist, denn gegenüber des Alternativverfahrens ohne Automatisierung können 1,6 AKh/TP/Jahr eingespart werden. Das bedeutet, dass sich die Investition in einen Entmistungsroboter ab einem Lohnansatz von etwas über 18 €/AKh lohnt. Bei drei Betrieben wurde innerhalb der Studie allerdings ein Arbeitszeitaufwand von null Stunden für den Entmistungsroboter angesetzt, wobei hier der Aufwand für Instandhaltung und Betreuung offenbar unberücksichtigt blieb. Allerdings darf davon ausgegangen werden, dass der Betreuungsaufwand im Untersuchungszeitraum, also unmittelbar nach Stallbezug, höher war als später im Routinebetrieb. Bei zwei weiteren Betrieben lag der Arbeitszeitaufwand in der Größenordnung von 1 bis 2 AKh/TP/Jahr, was dadurch erklärt werden könnte, dass aufgrund von baulichen Gegebenheiten nicht alle Stallbereiche von dem Roboter erreicht wurden. Die Rentabilität war damit für diese zwei Betriebe nicht gegeben.

Ein Futternachschieberoboter rechnete sich bereits ab einem Lohnansatz von etwa 7 €/AKh, während es für die Rentabilität eines Futterbandes knapp 27 €/AKh Lohnansatz sein müssten. Bei der Betrachtung der Rentabilität von Investitionen in Fütterungsautomatisation ist allerdings zu beachten, dass weder eine mögliche Verbesserung der Futtermittellieferung der Tiere durch häufiges Anschieben oder Futtermittelvorgabe berücksichtigt werden konnte, noch Einsparungen bei den Stallbaukosten durch den Wegfall des Futtertisches.

Der ermittelte Break-Even-Point für einen Lohnansatz, der die Investition in Automatisierungstechnik wirtschaftlich darstellt, diene zur Orientierung, denn für die Investitionsentscheidung dürften weitere betriebsindividuelle Einflussfaktoren ausschlaggebend sein. Die Verfügbarkeit qualifizierter und unqualifizierter Arbeitskräfte stellt Betriebe zunehmend vor Herausforderungen, so dass neben der vergleichsweise hohen Arbeitsbelastung in der Milchviehhaltung (LASSEN et al. 2014) auch die Unabhängigkeit von Fremdarbeitskräften (LEL SCHWÄBISCH GMÜND 2023) die Entscheidung für Investitionen in Automatisierungstechnik beeinflussen kann. Fallen die Investitionskosten unterdurchschnittlich aus, so kann sich eine Rentabilität auch bei geringerer Arbeitszeiteinsparung einstellen.

Schlussfolgerungen

Der Arbeitszeitaufwand für Einstreuen und Liegeboxenpflege, Entmisten und Füttern lässt sich durch Automatisierungs-Investitionen teils erheblich reduzieren. Im Durchschnitt wurde je eingesparte Stunde Arbeitszeit beim Einstreuen die größte Investition pro Tierplatz getätigt (484 €), gefolgt von 184 € beim Futterband und 126 € beim Entmisten. Die geringsten Investitionen waren im Bereich des Futternachschiebens nötig, wo mit 45 € pro Tierplatz eine Stunde Arbeitszeit pro Tierplatz und Jahr eingespart wurde. Die vorliegende Studie lieferte anhand empirisch auf realen Praxisbetrieben ermittelter Daten Orientierungswerte zum Break-Even-Point des Lohnansatzes für die Rentabilität von Automatisierungsinvestitionen und unterstützt damit bei der Beantwortung der Fragestellung, ab welchem Lohnansatz sich eine Automatisierung für einen Betrieb lohnen kann. Die Investitionen in Futternachschieberoboter sowie Entmistungsroboter können bereits unterhalb eines Lohnansatzes von 21,5 €/AKh rentabel sein, während es bei Einstreue automatisierung über 40 €/AKh und Futterband knapp 26 €/AKh sein müssten. Allerdings sind in der Praxis neben der Rentabilität weitere Faktoren wie die Möglichkeit zur Altgebäudenutzung, Verbesserung der Futteraufnahme oder Optimierung des Einstreumanagements für Kaufentscheidungen ausschlaggebend.

Literatur

- Bundesfinanzministerium (2023): AfA-Tabelle Landwirtschaft und Tierzucht. § 193ff AO, § 7 Abs 1 EStG, Fassung vom 19.11.1996, https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Weitere_Steuerthemen/Betriebspruefung/AfA-Tabellen/AfA-Tabelle_Landwirtschaft-und-Tierzucht.html Wirtschaftszweig „Landwirtschaft und Tierzucht“, Zugriff am 31.7.2023
- DLG Merkblatt 460 (2021): Arbeitsorganisation in Milchviehställen. 1. Auflage, Stand: 03/2021, DLG e.V., Fachzentrum Landwirtschaft, Frankfurt am Main
- Eilers, U.; Laur, T.; Scheihing, P. (2008): Kuhkomfort und Arbeitswirtschaft müssen nicht mehr kosten: Auswertung der Baukosten von Milchviehställen in Baden-Württemberg, 2008, https://www.justiz-bw.de/site/pbs-bw-new/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/lazbw_rh/pdf/a/Auswertung_Baukosten_Milchviehst%C3%A4lle_03_2008.pdf?attachment=true, Zugriff am 31.7.2023
- Gabriel, A.; Gandorfer, M.; Spykman, O. (2021): Nutzung und Hemmnisse digitaler Technologien in der Landwirtschaft: Sichtweisen aus der Praxis und in den Fachmedien. Berichte über Landwirtschaft 99(1), <https://doi.org/10.12767/buel.v99i1.328>

- Grothmann, A.; Nydegger, F.; Häußermann, A.; Hartung, E. (2010): Automatische Fütterungssysteme (AFS) – Optimierungspotenzial im Milchviehstall. *Landtechnik* 65(2), pp. 129–131, <https://doi.org/10.15150/lt.2010.610>
- Gräter, F. (2021): Kalkulationsdaten Milchviehhaltung und Färsenaufzucht: Deckungsbeiträge, Vollkosten, Verwertung knapper Faktoren. Stand 12/2021, Landesanstalt für Landwirtschaft, Ernährung und Ländlichen Raum (LEL), Schwäbisch Gmünd, https://lel.landwirtschaft-bw.de/pb/site/pbs-bw-mlr/get/documents_E-195571058/MLR.LEL/PB5Documents/lel/Abteilung_2/Oekonomik_der_Betriebszweige/Tierhaltung/Rinder/Milchvieh/extern/Downloads/Kalkdaten_Milchvieh_2021_12.xlsx, Zugriff am 31.7.2023
- Harms, J.; Simon, J. (2015): Stallkonzepte für die Automatisierung in der Milchviehhaltung. LfL-Schriftenreihe Milchviehhaltung – nachhaltig und zukunftsorientiert. Landtechnische Jahrestagung 2015, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan, pp. 41–56, ISSN 1611–4159 https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/milchviehhaltung-nachhaltig-zukunftsorientiert_lfl-schriftenreihe.pdf, Zugriff am 31.7.2023
- Hofmann, G. (2022): Baukosten von Milchviehlaufställen. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur, München, https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iba/dateien/baukostenauswertung_2022.pdf, Zugriff am 24.5.2023
- KTBL (2022a): Betriebsplanung Landwirtschaft 2022/23. Daten für die Betriebsplanung in der Landwirtschaft. 28. Auflage, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt, ISBN 978–3-945088–91–3
- KTBL (2022b): Arbeitsorganisation und Entlohnung in landwirtschaftlichen Betrieben. Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)
- KTBL (2023): MaKost Maschinen- und Reparaturkosten <https://daten.ktbl.de/makost/#main?language=de-DE>, Zugriff am 20.09.2023
- KTBL 2019: BauKost – Investitionsbedarf und Jahreskosten landwirtschaftlicher Gebäude, <https://daten.ktbl.de/baukost4/>, Zugriff am 19.02.2023
- Lassen, B., Nieberg, H., Kuhnert, H., Sanders, J., Schleenberger, R. (2014): Status-quo-Analyse ausgewählter Nachhaltigkeitsaspekte der Milcherzeugung in Niedersachsen, Working Paper 43, Thünen-Institut für Betriebswirtschaft, Braunschweig
- LEL Schwäbisch Gmünd (2023): Landwirtschaftliche Betriebsverhältnisse und Buchführungsergebnisse: Baden-Württemberg – Wirtschaftsjahr 2021/22, Wirtschaftsjahr 2021/22 Heft 71, Landesanstalt für Landwirtschaft, Ernährung und Ländlichen Raum (LEL), Schwäbisch Gmünd, ISSN 1863–270X, https://lel.landwirtschaft-bw.de/pb/site/pbs-bw-mlr/get/documents_E-642901948/MLR.LEL/PB5Documents/lel/Abteilung_2/Unternehmensfuehrung/Betriebsergebnisse/Landwirtschaftliche_Betriebsergebnisse/Rotes_Heft_aktuell/Rotes%20Heft%2071_Gesamtdokument_2021_22.pdfrttemberg – Infodienst – LEL Schwäbisch Gmünd (landwirtschaft-bw.de), Zugriff am 31.7.2023
- LKV Baden-Württemberg (2022): Jahresbericht 2021: Ergebnisse der Milchleistungsprüfung Baden-Württemberg 2021 (2022), https://lkvbw.de/services/files/jahresberichte/A_Jahresbericht_2021-2.pdf, Zugriff am 20.2.2023
- Schick, M. (2022): Der automatisierte Milchviehbetrieb. Weiterbildungskurs für Baufachleute am 8./9.11.2022, Agroscope, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen
- Schrade, S.; Zähler, M. (2008): Einstreu in Liegeboxen für Milchvieh. Kompost und Feststoffe aus der Separierung von Gülle als Alternative zur Stroh-Mist-Matratze. ART-Bericht 699, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen
- Statistisches Bundesamt (2020): Arbeitszeiten 2018: Längste Arbeitszeiten in der Land- und Forstwirtschaft, kürzeste im verarbeitenden Gewerbe. Pressemitteilung Nr. 071, Wiesbaden, https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/03/PD20_071_133.html, Zugriff am 26.9.2023
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2021): Entwicklung der Viehhaltung in landwirtschaftlichen Betrieben: Entwicklung der landwirtschaftlichen Betriebe mit Viehhaltung seit 1979 in Baden-Württemberg, <https://www.statistik-bw.de/Landwirtschaft/Viehwirtschaft/Entw-VH.jsp?f=VH>, Zugriff am 20.02.2023
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2022a): Arbeitskräftebestand und Arbeitseinsatz in den landwirtschaftlichen Betrieben: Arbeitskräfte und Arbeitseinsatz in den landwirtschaftlichen Betrieben in Baden-Württemberg seit 1981, <https://statistik-bw.de/Landwirtschaft/Agrarstruktur/Betriebe-ArbKr-LR.jsp>, Zugriff am 20.02.2023

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2022b): Statistische Berichte Baden-Württemberg: Rinderbestände und Rinderhaltungen in Baden-Württemberg im November 2022, https://www.statistik-bw.de/service/Veroeff/Statistische_Berichte/342022001.pdf, Zugriff am 20.02.2023

Autoren

Prof. Dr. Barbara Benz ist Professorin im Studiengang Agrarwirtschaft an der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt in Nürtingen-Geislingen, Neckarsteige 6–10, 72622 Nürtingen, E-Mail: barbara.benz@hfwu.de

B.sc.agr. Hans Dietz ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Angewandte Agrarforschung (IAAF) der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt in Nürtingen-Geislingen

Dipl. Ing. agr. Uwe Eilers ist Referent für Haltungssysteme und Rinderhaltung im ökologischen Landbau am Landwirtschaftlichen Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW), Atzenberger Weg 99, 88326 Aulendorf

Prof. Dr. Heinrich Schüle ist Professor für Landwirtschaftliche Betriebslehre und Studiendekan im Studiengang Agrarwirtschaft an der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt in Nürtingen-Geislingen, Neckarsteige 6–10, 72622 Nürtingen

Dr. Hans-Jürgen Seeger ist Fachtierarzt für Rinder und Fachdienstleiter des Rindergesundheitsdienstes der Tierseuchenkasse Baden-Württemberg, Talstr. 17, 88326 Aulendorf

Hinweise oder Danksagungen

Das Projekt wurde gefördert im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“ (EIP-AGRI). Die Fördermaßnahme war eine Maßnahme des Maßnahmen- und Entwicklungsplan Ländlicher Raum Baden-Württemberg 2014–2020 (MEPL III). Das Projekt wurde durch das Land Baden-Württemberg und über den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des Ländlichen Raums (ELER) finanziert.