



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften

Studiengang Agrarwirtschaft

1. Erstprüfer: Prof. Dr. Sandra Rose
2. Zweitprüfer: Prof. Dr. Clemens Fuchs

Masterthesis

Vergleich von Haltungssystemen in der Milchviehhaltung – Boxenlaufstall versus freie Liegefläche (Kompostierungsstall)

Abschlussarbeit zur Erlangung des akademischen Grades
Master of Science (MSc)

Lina Kersten

urn:nbn:de:gbv:519-thesis2023-0293-3

Neubrandenburg, 09.03.2024

Inhaltsverzeichnis

<i>Abkürzungsverzeichnis</i>	<i>I</i>
<i>Abbildungsverzeichnis</i>	<i>II</i>
<i>Tabellenverzeichnis</i>	<i>III</i>
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung	2
1.2 Zielstellung	3
1.3 Vorgehensweise	3
2 Literaturübersicht	5
2.1 Tierwohl	5
2.1.1 Das Bundesprogramm Nutztierhaltung	6
2.1.2 Innovationsnetzwerk – Projekt „IGG“	8
2.2 Entwicklung und Verbreitung von Kompostierställen weltweit	10
2.3 Haltungssysteme in der Milchviehhaltung	11
2.3.1 Liegeboxensysteme	14
2.3.2 Kompostierungsstall	18
2.4 Die Milchproduktion als Wirtschaftsfaktor	24
2.5 Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion	27
3 Material und Methoden	29
3.1 Haltungssysteme	31
3.2 Arbeitswirtschaft	32
3.3 Wirtschaftlichkeit	33
4 Liegeboxenlaufstall und Kompostierungsstall im Vergleich	35
4.1 Liegeboxenlaufstall	35
4.2 Kompostierungsstall	38
4.3 Vergleich der Verfahren	42
5 Diskussion und Empfehlung	51
6 Zusammenfassung	55
7 Anhang	57
<i>Literaturverzeichnis</i>	<i>61</i>
<i>Eidesstattliche Erklärung</i>	<i>A</i>

Abkürzungsverzeichnis

APh	Arbeitspersonstunden
APmin	Arbeitspersonminuten
AKmin	Arbeitskraftminuten
AKh	Arbeitskraftstunde
ALB-Bayern	Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und Landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V.
ALB -Hessen	Arbeitsgemeinschaft für Rationalisierung, Landtechnik und Bauwesen in der Landwirtschaft Hessen e.V.
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BUNTH	Bundesprogramm Nutztierhaltung
°C	Grad Celsius
cm	Zentimeter
C/N – Verhältnis	Gewichts- bzw. Massenverhältnis von Kohlenstoff (C) und Stickstoff (N) im Boden
d	Dezitonne
DE	Deutschland
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
ECM	Energiekorrigierte Milch
EMP	Economic Efficiency of Milk Production
EMC	eiweißkorrigierte Milch
FGM	Fischgrätenmelkständen
IGG	Innovationen für gesunde und glückliche Kühe
Ife-Institut	Institut für Ernährungswirtschaft Kiel
kg	Kilogramm
LELF	Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung
LfL	(Bayrische) Landesanstalt für Landwirtschaft
LfUIG	(Sächsisches) Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
m²	Quadratmeter
m³	Kubikmeter
NaTiMon-Projekt	Nationales Tierwohl-Monitoring – Projekt
t	Tonne
ZMB	Zentrale Milchmarkt Berichterstattung GmbH

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bundesprogramm Nutztierhaltung	7
Abbildung 2: Haltungsverfahren in der Milchproduktion in Deutschland	12
Abbildung 3: Liegeboxensysteme in der Übersicht	15
Abbildung 4: Tiefbox mit Boxenbügel für Deutsche Holstein	16
Abbildung 5: Hochbox mit Boxenbügel für Deutsche Holstein	18
Abbildung 6: Schnitt Kompoststall	19
Abbildung 7: Kompostierungsprozess	20
Abbildung 8: Entwicklung der Milchproduktion von 2002 bis 2022	25
Abbildung 9: Entwicklung im Milchsektor in Deutschland seit 2010	26
Abbildung 10: Erzeugerpreise für Stroh in Mecklenburg-Vorpommern	37
Abbildung 11: Preisentwicklung Hackschnitzel in Deutschland	39
Abbildung 12: Einteilung der Arbeitsteilvorgänge	49

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Formeln zur Berechnung der Bewegungsfläche im Laufstall	13
Tabelle 2: Kosten Liegeboxenlaufstall - Wirtschaftsgebäude	36
Tabelle 3: Kosten Tiefstreustall - Wirtschaftsgebäude	38
Tabelle 4: Effekte der Freilaufställe auf die Tiergesundheit.....	41
Tabelle 5: Übersicht über den Arbeitszeitaufwand im Liegeboxenlaufstall	47
Tabelle 6: Übersicht über den Arbeitszeitaufwand im Kompostierungsstall	48
Tabelle 7: Gegenüberstellung des Arbeitszeitaufwandes je Kuh	48

1 Einleitung

Die Milchviehhaltung spielt eine bedeutende Rolle in der landwirtschaftlichen Produktion und steht vor einer Vielzahl von Herausforderungen. Eine zentrale Frage in diesem Kontext ist die Wahl des geeigneten Haltungssystems. Für Landwirte ist die Optimierung der Leistung ihrer Tiere heutzutage von großer Bedeutung, insbesondere vor dem Hintergrund des fortschreitenden Strukturwandels und der zunehmenden Größe der Herden. Bei Investitionsentscheidungen spielen wirtschaftliche, tierschutzbezogene und arbeitszeitbezogene Faktoren eine maßgebliche Rolle. Die erfolgreiche Führung eines landwirtschaftlichen Betriebes erfordert einen erheblichen Einsatz von Arbeitszeit, was möglicherweise Auswirkungen auf die Gesundheit, das persönliche Wohlbefinden und die Zufriedenheit der Landwirte haben kann. Das Ziel besteht darin, das Einkommen pro Arbeitsstunde auf ein möglichst hohes Niveau zu steigern. Durch den Einsatz neuer Technologien, Stallsysteme und eine effizientere Arbeitsplanung besteht die Möglichkeit, den Arbeitsaufwand sowie die damit verbundenen Kosten zu reduzieren (Glantschnig, 2013).

Früher war die Anbindehaltung von Kühen weit verbreitet, doch heutzutage nimmt diese Haltungsform zunehmend ab. Der Boxenlaufstall hat sich seit vielen Jahren in der Milchviehhaltung etabliert und wird kontinuierlich weiterentwickelt. Nicht nur die Tiere profitieren von Boxenlaufställen, sondern auch die Milchviehhalter können viele zeitaufwendige Aufgaben wie das Entmisten oder das Melken vereinfachen oder automatisieren (BLE, 2023). Angesichts der aktuellen intensiven Diskussion über das Wohlergehen der Kühe gewinnen Tierhalter und Berater nun verstärkt an Aufmerksamkeit für zahlreiche haltungstechnische Details, die in der Vergangenheit oft vernachlässigt wurden (Pelzer et al., 2012).

Ein Beispiel für eine solche haltungstechnische Detailfrage ist das System des Kompostierungsstalls, das in jüngerer Zeit vermehrt in Fachmedien diskutiert wurde und großes Interesse hervorgerufen hat. Dieses innovative System bietet zahlreiche Vorteile, insbesondere hinsichtlich des erhöhten Komforts und der Bewegungsfreiheit für Kühe. Angesichts der aktuellen Debatten über Tierwohl und Tierschutz ist dies ein äußerst entscheidendes Kriterium, das besondere Beachtung findet. Zudem wird positiv bewertet, dass die Pflege der Kompostfläche mit vergleichsweise geringem Arbeitsaufwand verbunden ist. In Zusammenschau betonen weitere Autoren, dass die Baukosten des Stalls aufgrund einer minimalen Ausstattung und einer einfachen Architektur gering gehalten werden können. (Hoy et al., 2009).

1.1 Problemstellung

Die vorliegende Masterarbeit beschäftigt sich mit dem Thema des Vergleichs von Haltungssystemen in der Milchviehhaltung, speziell dem Boxenlaufstall und dem Kompostierungsstall mit freier Liegefläche. Dabei wird sowohl das Tierwohl als auch die ökonomische Situation der Milcherzeuger betrachtet.

In der aktuellen Diskussion zur Milchviehhaltung ist das Tierwohl ein wichtiger Faktor. Viele Milcherzeuger sind bereit, Änderungen in den Haltungsbedingungen vorzunehmen und das Tierwohl in ihren Betrieben zu verbessern. Allerdings benötigen sie eine Vergütung für die zusätzlichen betrieblichen Aufwendungen und Investitionen, was eine finanzielle Herausforderung für die Betriebe darstellt.

Die wirtschaftliche Lage der Milcherzeuger ist äußerst schwierig. Die Preisdumping-Strategie beim Vertrieb von Milch führt zu Defiziten und steigendem Rückstand. Das Höfesterben in der Milchviehhaltung hat ebenfalls besorgniserregende Auswirkungen. Obwohl die Milchabnahmepreise hoch sind, kämpfen die Betriebe aufgrund gestiegener Kosten für Betriebsmittel wie Energie, Dünger und Futter weiterhin mit finanziellen Belastungen (Jürgens et al., 2022). Die Masterarbeit legt den Schwerpunkt auf die ökonomischen Aspekte, da die Rentabilität der Milchviehbetriebe von großer Bedeutung ist. Das ideale Haltungssystem kann hierbei einen erheblichen Einfluss haben, beispielsweise auf die Produktivität der Kühe, die Arbeitswirtschaft und die Einstreukosten.

Um die Forschungsfrage zu untersuchen, wird das IGG-Projekt („Innovation gesunder und glücklicher Kühe“) der Hochschule Neubrandenburg als Referenz genutzt. Das Projekt befasst sich mit der ökonomischen und ökologischen Optimierung landwirtschaftlicher Produktionssysteme und berücksichtigt verschiedene Aspekte wie die Reduktion von Nährstoffverlusten und die Effizienzsteigerung der Nährstoffnutzung. Die Analyse basiert auf einschlägiger Literatur, einschließlich wissenschaftlicher Studien, Fachartikeln und Erfahrungsberichten von Landwirten. Dies ermöglicht eine umfassende Bewertung der ökonomischen Vor- und Nachteile beider Haltungssysteme durch Berücksichtigung verschiedener Perspektiven und Erfahrungen.

Aufgrund der hohen Investitionskosten und der schwierigen wirtschaftlichen Bedingungen wird angenommen, dass Milcherzeuger bei der Wahl des Haltungssystems Kosten-Nutzen-Erwägungen anstellen und eher zum konventionellen Boxenlaufstall tendieren. Es wird vermutet, dass dabei die Betriebsleistung, Tiergesundheit und ökonomische Rentabilität im Boxenlaufstall im Vergleich zur freien Liegefläche bevorzugt werden.

1.2 Zielstellung

Das Ziel der vorliegenden Masterarbeit besteht darin, einen Vergleich der Haltungssysteme in der Milchviehhaltung, speziell des Boxenlaufstalls und des Kompostierungsstalls mit freier Liegefläche, unter ökonomischen Gesichtspunkten durchzuführen. Dabei sollen Empfehlungen für die betriebliche Praxis gegeben und Entscheidungshilfen für Milchviehbetriebe bei der Wahl des Haltungssystems geliefert werden. Durch eine fundierte Analyse der ökonomischen Aspekte kann ein Beitrag zur Verbesserung der wirtschaftlichen Rentabilität und Nachhaltigkeit in der Milchviehhaltung geleistet werden. In den kommenden Kapiteln werden zunächst die beiden Haltungssysteme ausführlich vorgestellt und deren Vor- und Nachteile in Bezug auf die ökonomische Dimension beleuchtet. Anschließend erfolgt ein umfangreicher Vergleich der beiden Systeme anhand unterschiedlicher Kriterien wie Arbeitsaufwand, Einstreukosten und Produktivität. Schließlich werden die Ergebnisse diskutiert und daraus Empfehlungen für die betriebliche Praxis abgeleitet.

Die vorliegende Arbeit stützt sich auf eine ausführliche Literaturrecherche sowie die Auswertung bestehender Studien, die sich mit den Haltungssystemen in der Milchviehhaltung beschäftigen. Die gewonnenen Erkenntnisse können dazu beitragen, die Tierhaltung zu verbessern, indem sie wissenschaftlich fundierte Empfehlungen für die Auswahl des optimalen Haltungssystems bieten.

1.3 Vorgehensweise

Die Arbeit besteht aus insgesamt 7 Kapiteln. Die Einleitung führt in die Thematik der Masterarbeit ein, indem die Relevanz der verschiedenen Haltungssysteme in der Milchviehhaltung dargelegt wird. Darauf aufbauend werden die Ziele der Arbeit formuliert, um die wichtigsten Fragestellungen und Ergebnisse festzuhalten.

Die Literaturübersicht beginnt mit dem Fokus auf das Tierwohl, wobei das Bundesprogramm Nutztierhaltung und das Innovationsnetzwerk-Projekt "IGG" genauer betrachtet werden. Anschließend wird die Entwicklung und Verbreitung von Kompostierungsställen weltweit erläutert, um die Grundlagen zu schaffen, bevor die verschiedenen Haltungssysteme in der Milchviehhaltung analysiert werden.

Der theoretische Hintergrund gibt einen Überblick über die bereits vorhandenen wissenschaftlichen Erkenntnisse zu Boxenlaufställen und freien Liegeflächen. Dabei werden die Funktionsweise sowie die Stärken und Schwächen beider Haltungssysteme dargelegt, um ein fundiertes Verständnis für die weitere Untersuchung zu schaffen.

Zudem wird die Bedeutung der Milchproduktion als Wirtschaftsfaktor beleuchtet sowie die Wirtschaftlichkeit im Milchsektor.

Im Abschnitt Material und Methoden werden die verwendeten Ansätze zur Erfassung von Daten und Informationen erläutert. Dabei werden zunächst die Haltungssysteme und deren Wirtschaftlichkeit betrachtet. Zusätzlich werden Aspekte der Arbeitswirtschaft und des Tierwohls behandelt.

Der Vergleich zwischen dem Liegeboxenlaufstall und dem Kompostierungsstall umfasst eine detaillierte Analyse beider Systeme. Dabei werden die Liegeboxen und der Kompostierungsstall einzeln betrachtet, um anschließend die Verfahren miteinander zu vergleichen und ihre Vor- und Nachteile herauszuarbeiten.

In der Diskussion werden die Ergebnisse interpretiert und in Bezug auf die Forschungsfrage eingeordnet. Abschließend werden Empfehlungen für die Praxis abgeleitet, basierend auf den Erkenntnissen der vorliegenden Untersuchung.

Die Zusammenfassung fasst die wichtigsten Erkenntnisse der Arbeit kompakt zusammen und rundet die Masterarbeit ab.

2 Literaturübersicht

2.1 Tierwohl

Das Tierwohl beschreibt den Zustand des Tieres und umfasst verschiedene Aspekte wie die Gesundheit, das Verhalten und das Wohlbefinden (BLE, 2022). Im Gegensatz dazu bezieht sich der Tierschutz auf Maßnahmen und gesetzliche Vorgaben, die darauf abzielen, das Tierwohl zu gewährleisten und die Gesundheit, das Leben und das Wohlbefinden der Tiere zu schützen. Die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften gilt als grundlegender Mindeststandard für jeden Betrieb in der Tierhaltung. Einige Betriebe gehen freiwillig über die gesetzlichen Anforderungen hinaus, um das Tierwohl weiter zu verbessern (BLE, 2024).

Das Tierwohl ist ein gängiger Begriff in Diskussionen über eine verbesserte Tierhaltung, obwohl bislang keine einheitliche Definition besteht, wie von vielen Verbrauchern erwartet. Laut Prof. Dr. Ute Knierim von der Universität Kassel, einer Expertin für Nutztierethologie, bezieht sich der Begriff "Tierwohl" auf den Zustand eines Tieres oder einer Tierherde und bewertet das Maß an Gesundheit und Wohlbefinden. Wissenschaftlich gesehen wird das Wohlbefinden daran gemessen, wie gut ein Tier in der Lage ist, seinen natürlichen Forderungen entsprechend mit der Umwelt zu interagieren und positive Emotionen zu empfinden. Das Tierwohl kann auf einem Kontinuum von gering bis hoch variieren, wobei ein niedriges Tierwohl auf eine mögliche Krankheit oder Unwohlsein hinweist, während ein hohes Tierwohl auf Gesundheit und vollständiges Wohlbefinden schließen lässt (BLE, 2024).

In der wissenschaftlichen Literatur wird der Begriff "Wohlergehen" häufig als Synonym für "Tierwohl" verwendet (BLE, 2022). Es werden auch andere Begriffe wie "Tiergerechtigkeit" oder "tiergerechte Haltung" in ähnlichen Kontexten genutzt (BLE, 2024). Diese Begriffe analysieren die Führung und Methoden der Tierhaltung in der Landwirtschaft und bewerten, in welcher Hinsicht ein Haltungssystem das Tierwohl fördert (BLE, 2022).

Die Bestimmung des Tierwohls bleibt weiterhin eine grundlegende Herausforderung, da es Uneinigkeit in den Bereichen Politik, Wirtschaft, Gesellschaft und Wissenschaft gibt, ob das Wohlbefinden unserer Nutztiere gut oder schlecht ist und ob es sich verbessert oder verschlechtert hat. Bisher fehlten umfassende und objektive Untersuchungen, die den aktuellen Stand und die Weiterentwicklung des Tierwohls in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung fundiert aufzeigen. Obwohl es bereits Daten zu spezifischen Aspekten des Tierwohls gibt, fehlt oft eine umfassende

Betrachtung, bei der bestimmte Tierspezies und Produktionsausrichtungen einbezogen werden und eine umfassende Auswertung der tiergerechten Haltung erfolgt (BLE, 2024). Das NaTiMon-Projekt hat über einen Zeitraum von mehr als fünf Jahren umfassende Verfahren entwickelt, um das Tierwohl flächendeckend zu erfassen, zu bewerten und auf nationaler Ebene darzustellen. Im Juni 2023 wurden dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) die Ergebnisse des Projekts überreicht. Das BMEL befindet sich derzeit in der Beratungsphase, um zu entscheiden, wie diese Verfahren in Zukunft am besten genutzt werden können, um eine wertfreie Darstellung des Tierwohlstatus in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung zu bekommen (BLE, 2024).

Insgesamt bezieht sich das Tierwohl auf die Gesundheit, das Verhalten und das Wohlbefinden des Tieres, jedoch bleibt die genaue Erfassung und Messung des Tierwohls eine Herausforderung. Es ist wichtig zu beachten, dass Tierwohl und Tiergerechtigkeit nicht dasselbe sind und dass es verschiedene Indikatoren gibt, die das Tierwohl beeinflussen können, einschließlich ressourcen-, management- und tierbezogener Indikatoren (BLE, 2022).

2.1.1 Das Bundesprogramm Nutztierhaltung

Das Bundesprogramm Nutztierhaltung (BUNTH) ist ein wesentlicher Bestandteil der Nutztierstrategie des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft. Hierfür soll ein Innovationsnetzwerk für die Tierart Rind aufgebaut werden. Es wird angestrebt, eine Methodik zur Förderung des Tierwohls bei Milchkühen und ihren Nachkommen zu entwickeln, indem die Sinneswahrnehmung der Kühe berücksichtigt wird. Hierzu sollen neue Ansätze in der Haltung und im Management untersucht werden (BMEL, 2020). Für die Realisierung der ausgearbeiteten Pläne sind weitere Folgeprojekte geplant. Diese Herangehensweise soll den hohen Anforderungen einer nachhaltigen, tierwohlgerechten Nutztierhaltung in Deutschland gerecht werden. Die Projektträgerschaft wurde der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) übergeben. Laut Hans – Joachim Fuchtel, parlamentarischer Staatssekretär bei der Bundesministerin für Ernährung und Landwirtschaft, geht es bei dem BUNTH darum, „Wissen und innovative Ideen an einer Stelle zu bündeln und so die Rinderhaltung zukunftsfähig zu machen“ (BLE, 2020).

Das Bundesprogramm Nutztierhaltung kombiniert sowohl Maßnahmen und wissenschaftliche Untersuchungen zur Steigerung des Tierwohls als auch Schritte zur

Reduzierung der Umweltauswirkungen. Die Aufgabe wird mittels sieben Modulen umgesetzt, die eng miteinander verknüpft sind. Die Verwaltung des Bundesprogramms Nutztierhaltung arbeitet intensiv mit dem Kompetenznetzwerk Nutztierhaltung zusammen, um die Arbeit des Netzwerks zu unterstützen. Das Netzwerk ist ein Beratungsgremium, das Entscheidungsträger und Fachleute aus verschiedenen Bereichen der Nutztierhaltung zusammenbringt, darunter Politik, Wissenschaft, Praxis, Wirtschaft und Verbände. Das Netzwerk analysiert aktuelle Herausforderungen in der Nutztierhaltung und erarbeitet Ziele zur Verbesserung des Tierwohls. Zudem entwickelt es konkrete Vorschläge zur Umsetzung der Nutztierstrategie des BLE.

Abbildung 1 veranschaulicht das Bundesprogramm Nutztierhaltung, das als grafische Darstellung abgebildet ist. Das Kompetenznetzwerk Nutztierhaltung, dessen Vorsitzender der frühere Bundesagrarminister Dr. Jochen Borchert ist, hat die Verantwortung für die Unterstützung und Förderung der Nutztierstrategie des BLE. Zu den Aufgaben des Kompetenznetzwerks gehören die Analyse der aktuellen Entwicklungen und Herausforderungen in der Nutztierhaltung sowie die Erarbeitung von Lösungsansätzen für das Ministerium. Darüber hinaus werden Ansätze zur Optimierung der gesellschaftlichen Zustimmung der Nutztierhaltung in Deutschland aufgezeigt und Ideen bzw. Vorschläge zur Weiterentwicklung und Umsetzung der Nutztierstrategie erarbeitet und dem Ministerium vorgeschlagen (BLE, 2020).

Abbildung 1: Bundesprogramm Nutztierhaltung



2.1.2 Innovationsnetzwerk – Projekt „Innovationen gesunder und glücklicher Kühe“

Im Rahmen der Bundesinitiative "Ställe der Zukunft" wurde das Innovationsnetzwerk „Innovationen für gesunde und glückliche Kühe“ (IGG) im Frühjahr 2021 von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung endgültig genehmigt. Im Fokus des IGG-Netzwerks steht die Berücksichtigung der Bedürfnisse, des Verhaltens, der Sinneswahrnehmung und der Haltungsumwelt von Tieren, insbesondere von Nutztieren. Das Netzwerk arbeitet außerdem an Lösungen, um das Wohlbefinden der Tiere deutlich in den Vordergrund zu stellen. Zu Beginn des Projekts (01.06.2021 - 30.11.2021) wurden alle innovativen Ansätze in ein Konzept für zukünftige Milchviehställe integriert.

Die endgültige Genehmigung für den Bau der Experimentier- und Demonstrationsställe in Dummerstorf (Mecklenburg-Vorpommern) und Grub (Bayern) wurde Ende 2021 erteilt. Diese neuen Gebäude sollen dazu beitragen, innovative Forschungsfragen im Bereich des Tierwohls zu beantworten und praxistaugliche "Milchviehställe der Zukunft" zu entwickeln.

Während des Baus werden auch eine Reihe von Forschungsprojekten an den jeweiligen Standorten der Partnerorganisationen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Studien können direkt in die Planung der "Ställe der Zukunft" einfließen.

Bei der Konstruktion des Milchviehstalls in Dummerstorf werden das Verhalten und die Sinneswahrnehmung von Kühen und Kälbern berücksichtigt, um ein Höchstmaß an Tierwohl in der Milchviehhaltung zu gewährleisten.

Die Besonderheit des "Stalls der Zukunft" liegt in der Haltung von Kälbern und Kühen aller Laktations- und Trächtigkeitsstadien in einer gemeinsamen Herde. Diese gemeinsame Herdenhaltung reduziert den Stress für die Tiere, da Trennungen vermieden werden. Die Haltung von Familienherden in der Milchproduktion ist noch unerforscht und erfordert spezielle Anforderungen an das Management und den Stallaufbau, um den verschiedenen Bedürfnissen der Tiere gerecht zu werden. Dies umfasst separate Bereiche für bestimmte Tiere und eine Alters- und Laktationsstand angepasste Fütterung.

Der "Stall der Zukunft" soll über ein automatisches Melksystem mit freiem Kuhverkehr verfügen, sodass den Kühen ganzjährig Zugang zu Ausläufen und Weiden geboten werden kann. Ein zentraler Lichthof mit Baumbewuchs sorgt für ein optimales Klima und eine natürliche Beschattung. Im Hinblick auf die Aufzucht männlicher Milchkälber werden in Dummerstorf Lösungen untersucht, wie weibliche und männliche Kälber

muttergebunden aufgezogen werden können. Nach dem Absetzen werden die Jungbullen zur anschließenden Weidemast von der Herde getrennt oder vor Ort geschlachtet und vermarktet. Die Flexibilität des Stalls kann durch verschiedene Innenraumkonstruktionen und Haltungseinrichtungen realisiert werden, um neue Konzepte im Bereich der Tierhaltung und -führung zur Förderung des Wohlbefindens und der Gesundheit von Milchkühen und Kälbern zu untersuchen. Ein Digitalisierungskonzept erfasst umfangreiche Daten zum Wohlbefinden, Verhalten und zum Gesundheitszustand der Herde. Daher wird die visuelle Überprüfung durch Mitarbeiter optimal ergänzt und ermöglicht die Beantwortung weiterführender Forschungsfragen. Der Stall soll auch als Demonstrationsbetrieb dienen und Besuchern Einblicke in den Stall sowie dem Management ermöglichen. Der Baubeginn des Stalls wird für das Jahr 2023 erwartet. Gegenwärtig befindet sich der „Stall der Zukunft“ noch in der Planungs- und Genehmigungsphase (Stand Mai 2022).

Der Fokus des zweiten Experimentier- und Demonstrationsstalls, welcher sich am Standort Grub befindet, liegt darauf, die Effekte von unterschiedlichen Angeboten an Ressourcen auf Rinder zu erforschen. Dadurch stellt dieser Stall eine optimale Ergänzung zum Stall am Standort Dummerstorf dar. Der konventionell geplante Stall in Dummerstorf stellt eine Verbesserung im Bereich des Tierwohls in der Nutztierhaltung dar. Er soll zeigen, wie Milchviehbetriebe mit den vorhandenen Ressourcen das Tierwohl in ihren Ställen erhöhen können. Der Stall soll große Variabilität in Bezug auf seine Ausstattung aufweisen, um Fragen zur Optimierung bestehender Milchviehbetriebe beantworten zu können. Je nach Bedarf sollen Stallfläche, Gangbreiten, Liegeboxen, Liegeflächen, Fressgitter beziehungsweise Fressplätze, Melkkapazität oder auch Weidezugang bei gleichbleibendem Tierbestand flexibel ausgetauscht werden können. Parallel zur Bauphase wird an der bayrischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) ein Forschungsteilprojekt durchgeführt. Dieses Projekt hat zum Ziel, ein Konzept für den "Stall der Zukunft" zu entwickeln, indem eine variable Ausgestaltung und Untersuchung unterschiedlicher Ressourcenangebote berücksichtigt werden. Die leitende Projektmitarbeiterin und die Hochschule Neubrandenburg stehen in ständigem Austausch, um sicherzustellen, dass ein kontinuierlicher Informationsfluss im Bereich Digitalisierungskonzept gewährleistet ist. Beide zukünftige Milchviehställe sollen mit identischer Technologie ausgestattet werden, um Forschungsfragen durch den Vergleich der Daten beider Ställe beantworten zu können. Zusätzlich soll der Stall in Grub auch als Demonstrationsbetrieb dienen, um die Umsetzung innovativer Milchviehhaltung in der praktischen Landwirtschaft zu erleichtern und anzutreiben. Der geplante Baubeginn für den Stall in Grub wird für das Jahr 2023 erwartet (IGG, 2023).

2.2 Entwicklung und Verbreitung von Kompostierungsställen weltweit

Die Bezeichnungen "Kompostierungsstall" und "Kompoststall" werden häufig synonym verwendet, jedoch gibt es laut Joachim Muth und Prof. Dr. Steffen Hoy einen Unterschied zwischen den beiden Begriffen. Diese beiden Stallsysteme weisen deutliche Unterschiede in ihrer Verfahrensweise auf.

Im Falle eines Kompostierungsstalls entsteht durch den Verrottungsprozess des organischen Einstreumaterials, wie Holzhackschnitzel, Getreidespelzen oder Sägespäne, Kompost. Sägespäne und Holzhackschnitzel besitzen ein ideales C/N-Verhältnis für die Kompostierung und ihre lockere und gut belüftete Beschaffenheit ermöglicht den Eintrag von Sauerstoff in die Einstreumatte. Dies ist entscheidend für die mikrobielle Zusammensetzung des Systems. Durch den Einsatz dieser Materialien bildet sich Wärme, die wiederum die Verdampfung der Feuchtigkeit aus der Kompostmatratze bewirkt, welche durch die Exkremate der Tiere eingetragen wird (Hoy et al., 2009).

Im Gegensatz dazu wird in einem Kompoststall mit fertigem Kompost gearbeitet, der bereits den Kompostierungsprozess abgeschlossen hat. Kot und Harn der Tiere werden in dieser Variante lediglich in den fertigen Kompost eingearbeitet. Diese Praxis wird als Kaltrotte bezeichnet und weist im Vergleich zur Heißrotte deutliche qualitative Unterschiede hinsichtlich einer höheren Keimbelastung auf (ALB Bayern e.V., 2019).

Israel gilt als Ursprungsort des Kompostierungsstalls, da dieses System dort seit 1970 erfolgreich in der Milchvieh- und Jungviehhaltung eingesetzt wird. In Israel sind gegenwärtig 95 Prozent der Ställe Kompostierungsställe. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass das israelische System beträchtliche Unterschiede zu den amerikanischen oder europäischen Systemen aufweist. Aufgrund des subtropischen Klimas werden in israelischen Ställen keine Holzsubstrate als Einstreu verwendet. Die Ställe sind offen und haben keine Seitenwände. Um eine gute Belüftung sicherzustellen, werden Ventilatoren eingesetzt, um die Liegefläche zu kühlen. Dieses System ist jedoch nur für eine geringe Anzahl von Tieren geeignet, weshalb israelische Ställe eine Liegefläche von 20 m² pro Tier vorsehen. Es gibt keine wissenschaftlichen Belege dafür, dass die hohe Milchleistung der israelischen Kühe auf die spezifische Stallform zurückzuführen ist (ALB Bayern e.V., 2019).

Die Vereinigten Staaten führten im Jahr 2000 ihre ersten Kompostierungsställe ein, bei denen Sägespäne oder Hackschnitzel als Einstreu verwendet werden. Hier werden etwa 10 m² Liegefläche pro Kuh berechnet. Bis 2006 wirtschafteten 3,6 Prozent der

amerikanischen Rinderhalter nach diesem Verfahren. Insbesondere in Kentucky stieg die Anzahl der Kompostierungsställe innerhalb kurzer Zeit auf 90 Betriebe an.

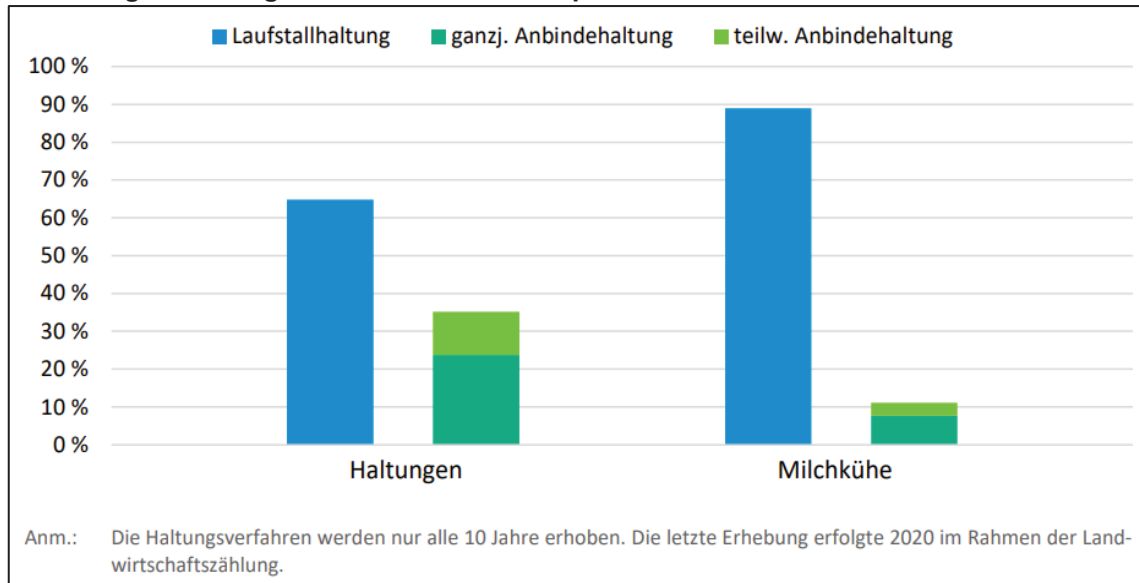
In den Niederlanden wurden seit 2009 ebenfalls Kompostierungsställe eingeführt. Hier werden Holzsubstrate als Basis verwendet und gegebenenfalls mit Spelzen oder anderen Müllereiabfallprodukten vermengt. Die Liegefläche pro Kuh beträgt in den Niederlanden in der Regel 8 bis 15 m². Viele Ställe verfügen über zusätzliche Belüftungssysteme wie Unterflurbelüftung oder Luftabsaugung.

2008 wurden die ersten Kompostierungsställe in Deutschland und Österreich errichtet. Oftmals handelt es sich um die Umnutzung alter Gebäude oder den Anbau passender Erweiterungen an bestehende Stallkomplexe. Sägespäne oder Holzschnitzel werden zusammen mit Spelzen oder Maisabfällen als Einstreu verwendet. Es wird empfohlen, dass jedes Tier eine Liegefläche von 9 bis 15 m² hat. In Österreich und Bayern gibt es derzeit ungefähr 150 Ställe, während es in den anderen Bundesländern insgesamt 50 bis 80 weitere Ställe gibt.

Seit 2010 sind Kompostierungsställe auch in Italien, Brasilien und Argentinien vorhanden. Dies zeigt einen globalen Trend. Es gibt jedoch nur wenige wissenschaftliche Studien zu diesem Thema, hauptsächlich aus den USA und den Niederlanden. Diese können nur begrenzt auf die rechtlichen, klimatischen und geografischen Bedingungen in Deutschland angewendet werden. Daher sind weitere Untersuchungen für Deutschland und Österreich erforderlich (ALB Bayern e.V., 2019).

2.3 Haltungssysteme in der Milchviehhaltung

In diesem Abschnitt werden die Haltungssysteme Liegeboxenlaufstall und Kompostierungsstall gemäß dem aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand erläutert. Gemäß der letzten Landwirtschaftszählung von 2020 werden etwa 87 Prozent der deutschen Milchkühe in Offenlaufställen gehalten, während etwa 11,5 Prozent der Betriebe immer noch die traditionelle Anbindehaltung verwenden. Die Anbindehaltung ist vor allem in kleinen Milchbetrieben, insbesondere im Süden Deutschlands, anzutreffen. Darüber hinaus haben fast 31 Prozent der Milchkühe in Deutschland die Möglichkeit, etwa sechs Monate im Jahr auf der Weide zu verbringen. Einige Betriebe bieten den Milchkühen auch Zugang zu einem Freilaufbereich im Freien. Weniger verbreitete Haltungssysteme sind Tiefstreu-, Tretmist- und Kompostställe. Diese Systeme dienen als Alternative zu bestehenden Stallanlagen mit kleinen Herden und bieten eine Alternative zum Umbau zu Boxenlaufställen (BLE, 2023).

Abbildung 2: Haltungsverfahren in der Milchproduktion in Deutschland im Jahr 2020

Quelle: Tergast et al., 2023

Die vorliegende Abbildung 2 zeigt auf, dass im Jahr 2020 in Deutschland die überwiegende Anzahl der Milchviehbetriebe ihre Milchkühe in Laufställen hielten. Diese Haltungsform wurde von 65 Prozent der Betriebe praktiziert. Demgegenüber praktizierten 35 Prozent der Betriebe eine Anbindehaltung, wobei die Mehrheit der Kühe ganzjährig angebunden war. Insbesondere in Bayern war die Anbindehaltung stark verbreitet, da 42 Prozent der Betriebe diese Haltungsform anwendeten. Hingegen war die Laufstallhaltung mit 89 Prozent die am weitesten verbreitete Haltungsform für Milchkühe. Insgesamt handelte es sich bei den Höfen, die Anbindehaltung betreiben, um relativ kleine Betriebe.

Im Jahr 2020 hatten 31 Prozent der Milchkühe in Deutschland Zugang zur Weide. Bei Herden mit 50 bis 100 Milchkühen hatten 39 Prozent der Kühe Zugang zur Weide, während es bei Herden mit über 100 Kühen 24 Prozent waren. Besonders in den Bundesländern Nordrhein-Westfalen, Schleswig-Holstein und Bremen waren die Weidehaltung üblich. Im Jahr 2020 hatten in diesen Bundesländern über die Hälfte der Milchkühe in den Sommermonaten Zugang zur Weide. In Niedersachsen betrug der Anteil 46 Prozent (Tergast et al., 2023).

In der modernen Milchviehhaltung werden über 90 Prozent der neu errichteten Ställe als Laufställe geplant, insbesondere Liegeboxenlaufställe. Als Alternative werden bei kleineren Bauprojekten auch Laufställe mit freien Liegeflächen und Einstreu eingesetzt. Diese werden in Form von Einraumbuchten mit Stroh oder Kompost betrieben (Ofner-Schröck et al., 2017). Die Rinderhaltung im Laufstall erfolgt in Gruppen, wobei die

Gruppengröße entsprechend den Stalldimensionen festgelegt wird, um sicherzustellen, dass jedes Tier ausreichend Platz hat. In den Laufställen haben die Rinder Zugang zu verschiedenen Funktionsbereichen wie Liegen, Bewegen und Fressen, die durch Laufgänge miteinander verbunden sind. Durch die Möglichkeit zur freien Bewegung innerhalb der Herde entsteht ein soziales Gefüge. Eine umfassende Verbesserung des Laufstalls wirkt sich positiv auf sowohl Mensch als auch Tier aus, einschließlich Aspekte wie Futterbereitstellung, Entmistung und Tierbetreuung (Ofner-Schröck et al., 2017). Um uneingeschränkte Bewegungsmöglichkeiten und ausreichend Platz für die Tiere zu gewährleisten und dabei das Rangverhalten zu berücksichtigen, müssen die Mindestmaße eingehalten werden, die durch Tierschutznormen vorgegeben sind (Bartusek et al., 2008). Die Berechnung der Bewegungsflächen für die verschiedenen Bereiche der Rinder, basierend auf einem durchschnittlichen Gewicht von 650 kg und einer Schulterbreite von 0,55 m, kann unter Verwendung der Formel in Tabelle 1 erfolgen. Die Breite von Einbahnwegen (z. B. Treibwegen zum und vom Melkstand) wird durch die maximale Rumpfbreite (ungefähr das 1,50-fache der Schulterbreite) zuzüglich eines Mindestspielraums für die Bewegung bestimmt, wie von Bartusek et al. (2008) beschrieben.

Tabelle 1: Formeln zur Berechnung der Bewegungsflächen im Laufstall

Funktionsbereich	Berechnung
Einbahnwegen	$GB_a = 1,6 \times SB$ [m] = 0,85 m für Kühe
Laufgänge zwischen zwei Wänden	$GB_b = 4 \times SB$ [m] = mind. 2,30 m
Laufgänge mit Zusatzfunktion auf einer Gangseite	$GB_c = KL + 2,7 \times SB$ [m] = mind. 4,00 m für Kühe
Laufgänge mit Zusatzfunktion auf beiden Gangseiten	$GB_d = 2 \times KL + 1,5 \times SB$ [m] = mind. 4,00 m für Kühe
Tore und Türen	$TB = n \times (1,5 \times SB + 0,1)$ [m]

GB = Gangbreite, SB = Schulterbreite, KL = Körperlänge, TB = Torbreite; n = Anzahl (1,2,3...)

Quelle: Bartusek et al., 2008

Gemäß dem österreichischen Tierschutzgesetz müssen Laufgänge mit zusätzlichen Funktionen wie Fütterung und Tränke an beiden Wandseiten eine Mindestbreite von 2,50 m pro Gehrichtung aufweisen. Tore und Türen stellen klare Hindernisse für die Bewegung der Kühe dar. Bei Einbahnwegen sollten die Tore eine lichte Breite haben, die der Breite der Laufgänge entspricht. In Gängen mit beidseitigen Gehrichtungen ist die Torbreite in der Regel etwas schmaler als die Breite der Laufgänge (Bartusek et

al., 2008). Um ihren Bedürfnissen am besten gerecht zu werden und ihre Gesundheit, Fruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit zu verbessern, sollten Tiere in gut geplanten und gut geführten Laufställen untergebracht werden. Moderne Laufställe werden heutzutage mit einer axialen Ausrichtung geplant, um die Futtevorlage und die Entmistung zu erleichtern. Diese Ausrichtung ermöglicht den Einsatz von mobilen Geräten oder Robotern für die Futtevorlage und gewährleistet eine höhere Funktionalität und optimierte Baukostenplanung bei der Entmistung, sei es durch Schiebereinsätze oder Güllekanalsysteme (Ofner-Schröck et al., 2017).

2.3.1 Liegeboxensysteme

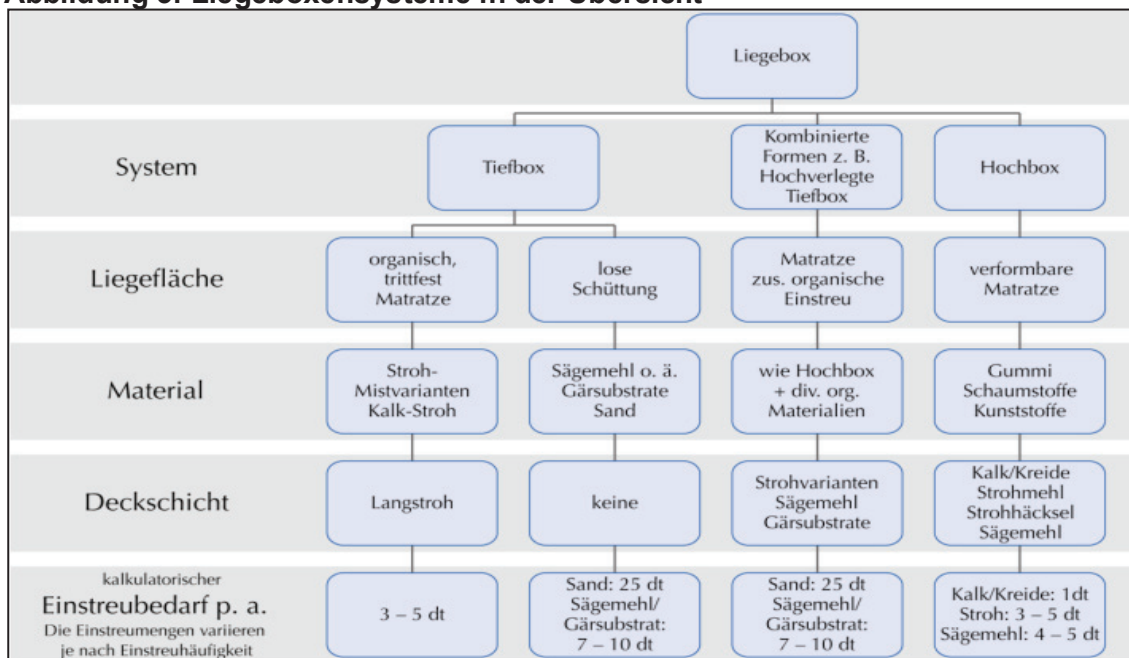
Der Liegeboxenlaufstall ist ein weit verbreitetes und häufig verwendetes Stallsystem in der Milchviehhaltung. Durch die Aufteilung in verschiedene Funktionsbereiche ist es möglich, diese an die Bedürfnisse der Tiere und die Anforderungen der Verfahrenstechnik anzupassen. Liegeboxensysteme bieten sich für verschiedene Nutzungen an, da sie mit wenig Einstreumaterial auskommen und ausschließlich mit Flüssigmist betrieben werden können (Bartusek et al., 2008). Die Funktionsbereiche eines Liegeboxenlaufstalls umfassen den Liegebereich, den Laufbereich, die Fütterung/Tränke, die Entmistung und die Stallklimagegestaltung. Beim Bau eines Stalls ist es entscheidend, die spezifischen Eigenschaften und Bedürfnisse der Tiere zu berücksichtigen, um eine artgerechte Haltung zu gewährleisten. Ein umfangreiches Verständnis des natürlichen Verhaltens der Tiere ist dabei von großer Bedeutung. Die Gestaltung der Funktionsbereiche im Stall orientiert sich zudem an arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten (Ofner-Schröck et al., 2017). Besonderes Augenmerk liegt auf dem Liegebereich, da Kühe etwa 12 bis 14 Stunden am Tag liegen. Daher ist es wichtig, optimale Liegebedingungen zu schaffen, die sich positiv auf die Tiergesundheit auswirken, da das Wiederkäuen hauptsächlich im Liegen stattfindet. Eine Liegebox soll den Kühen ein kontrolliertes, aber dennoch artgemäßes Liege- und Aufstehverhalten ermöglichen, ohne den Körper zu verletzen oder das typische Liegeverhalten des Einzeltieres zu beeinträchtigen (Pelzer et al., 2012; Bartusek et al., 2008). Es gibt verschiedene Arten von Liegeboxen, wie wandständige und gegenständige Hoch- und Tiefboxen. Wandständige Boxen haben eine Wand oder einen Gang als kopfseitige Begrenzung, während die Tiere in gegenständigen Boxen mit den Köpfen zueinander liegen. Hochboxen weisen eine erhöhte Bodenstufe und oft eine Strohmattatze auf, während Tiefboxen auf gleicher Höhe mit dem Laufgang liegen und ein dickes Streupolster erfordern (Bartusek et al., 2008). Bei der Planung von

Liegeboxenlaufställen sind die nachfolgenden aufgeführten Anforderungen zu berücksichtigen (Pelzer et al., 2012):

- Jede Kuh hat Anspruch auf einen Liegeplatz.
- Liegefläche soll rutschfest, trittsicher und trocken sein.
- Richtung Kopf soll die Liegefläche auf zwei bis vier Prozent ansteigen.
- Liegeboxen sollen vor Verletzungen schützen und Abgrenzungen zwischen den einzelnen Boxen sollen die Kühe nicht hindern (Pelzer et al., 2012).

In der Praxis werden bereits kombinierte Lösungen, wie beispielsweise Tiefboxen, die auf einer erhöhten Fläche positioniert sind, häufig angewendet. Diese Lösungen weisen bestimmte Merkmale sowohl von Hoch- als auch von Tiefboxen auf und werden bei der Gestaltung der Liegefläche verwendet (Pelzer et al., 2012). In jüngerer Zeit wurde eine weitere Variante, eine "kombinierte Lösung", neben den klassischen Boxentypen (Hoch- und Tiefboxen), eingeführt. Hersteller bieten mittlerweile maßgeschneiderte Matratzen für dieses neue Boxensystem an, wie in Abbildung 3 dargestellt (Pelzer et al., 2012).

Abbildung 3: Liegeboxensysteme in der Übersicht



Quelle: Pelzer et al., 2012

Die Tiefboxen in Liegeboxenlaufställen sind organische Matratzen, deren Oberfläche in Liegerichtung leicht erhöht ist. Die Bildung einer 15-20 cm dicken organischen Matratze

Strohmistmatratze verwendet wird, liegt dies bei einem Materialgewicht von etwa 300 kg pro Liegefläche (Pelzer et al., 2012).

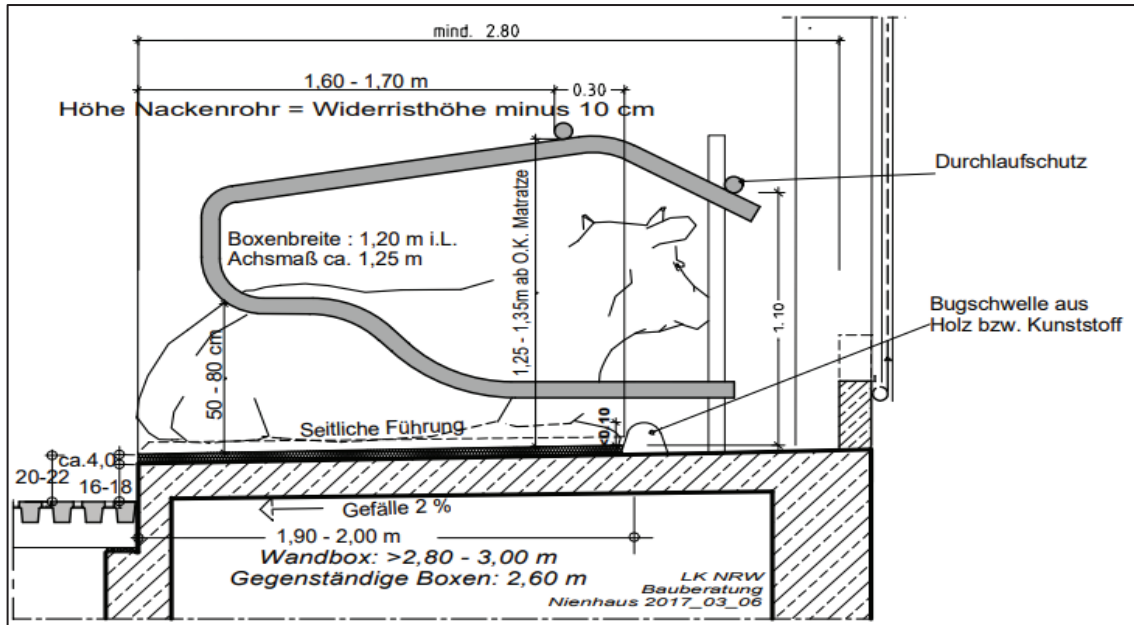
Gestaltungsmöglichkeiten organischer Matratzen bei Tiefboxen und erhöhten Tiefboxen

Es existieren in der Praxis unterschiedliche Herangehensweisen, um organische Matratzen für Tiefboxen zu erstellen. Dabei werden unterschiedliche Einstreumaterialien oder Mischungen wie Stroh, Stroh-Mist, Kalk-Stroh, Sägemehl oder Sand verwendet. Die Verwendung von separierten Güllefeststoffen oder Gärsubstrat wird zunehmend als Option in Betracht gezogen. Bei der Auswahl der Materialien ist es wichtig, die individuellen Anforderungen und die Verfügbarkeit zu berücksichtigen. Die richtige Verdichtung der Matratze während des Einbaus wirkt sich maßgeblich auf den Erfolg des Systems aus und sollte neben der gesundheitlichen Unbedenklichkeit und der Gleichmäßigkeit der Mischungen berücksichtigt werden. Hierbei kann der Einsatz technischer Hilfsmittel wie Rüttelplatten sinnvoll sein, um eine effektive Verdichtung zu erreichen. Wenn die Matratze nicht ausreichend verdichtet ist, wird sie von den Kühen schnell aufgewühlt, was zusätzlichen Aufwand erfordert, um sie wiederherzustellen (Pelzer et al., 2012).

Die Liegefläche in Hochboxen befindet sich auf einer höheren Ebene als der Laufgang. Im Allgemeinen besteht der Unterbau der Liegefläche aus Beton und wird mit einer weichen und flexiblen Matratze bedeckt (siehe Abbildung 5). Es wird empfohlen, die Liegeflächen leicht einzustreuen, um überschüssige Feuchtigkeit aufzunehmen. Die Wahl des Einstreumaterials, wie zum Beispiel gehäckseltes Stroh, Sägemehl oder andere Optionen, sollte aufgrund der individuellen betrieblichen Anforderungen und Möglichkeiten getroffen werden. Es ist jedoch unerlässlich, dass die Einstreu, unabhängig vom verwendeten Material, stets von einwandfreier Qualität ist. In den letzten Jahren hat sich das Angebot an Liegeboxen, tauglichen Matratzen für Hochboxen erheblich weiterentwickelt. Diese Matratzen weisen neben tierbezogenen Kriterien wie Verformbarkeit und Trittsicherheit weitere positive Merkmale wie erprobte Langlebigkeit, Hygiene und Reinigungsfähigkeit auf. Die Isolierfähigkeit und die Anpassungsfähigkeit der Matratzen werden durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst, zu denen der Aufbau des Systems, die Dicke des Materials und die Beschaffenheit der Oberfläche gehören. Beim Auswahlprozess für passende Matratzen sind verschiedene Faktoren, wie der Liegekomfort, die Sauberkeit, die Langlebigkeit und der Preis, von entscheidender Bedeutung. Die Gewichtung dieser Kriterien ist

individuell und variiert je nach den Bedürfnissen und Prioritäten des Betriebs (Pelzer et al., 2012).

Abbildung 5: Hochbox mit Boxenbügel für Deutsche Holstein



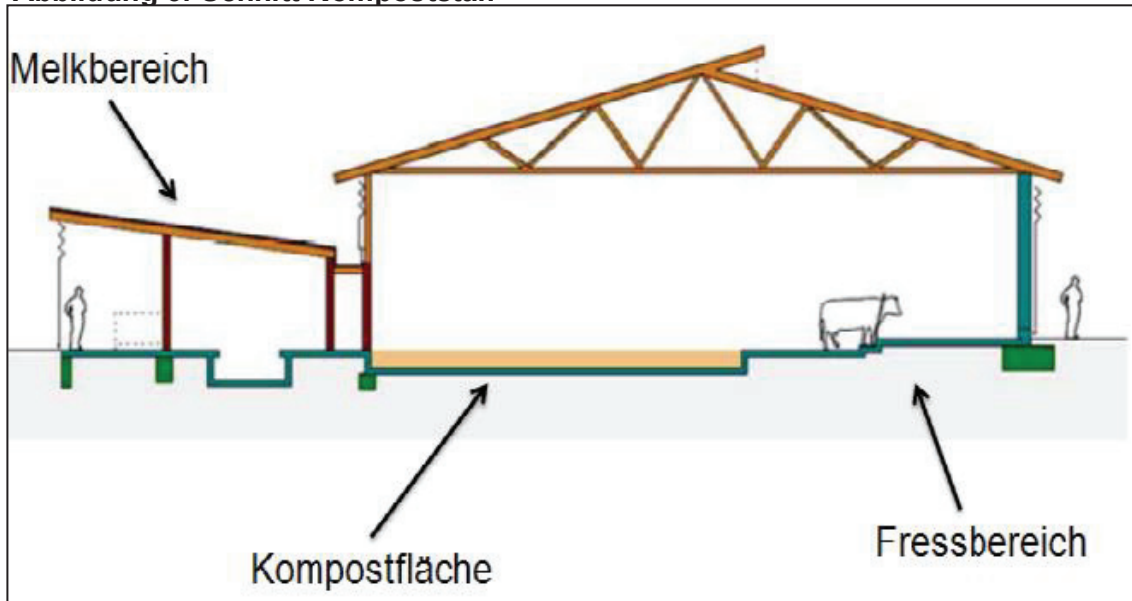
Quelle: Pelzer et al., 2012

2.3.2 Kompostierungsstall

Im mitteleuropäischen Raum nimmt ein neues Rinderhaltungssystem mit freiem Liegebereich neben den etablierten Tiefstreu- und Tretmist-Systemen stetig an Bedeutung zu (Winter, 2012). Bei diesem System, dem sogenannten Kompoststall, sind laut Ofner-Schröck et al. (2017) separate Funktionsbereiche für Fressen, Liegen und Melken vorgesehen. Der Fressgang ist in der Regel planbefestigt oder mit einem Spaltenboden ausgestattet. Die Entmistung wird oft parallel zum Fressbereich durchgeführt, entweder mithilfe eines Schrapfers, einer mobilen Maschine oder durch die Verwendung eines Spaltenbodens (Winter, 2012).

Der Liegebereich kann entweder durch Mauern vom Fressgang abgegrenzt oder frei zugänglich gestaltet werden. Dabei kann ein Höhenunterschied von etwa 30 bis 50 cm oder eine Schwelle vorgesehen werden (Ofner-Schröck et al., 2017). Um eine Ansammlung von überschüssiger Feuchtigkeit im Kompoststall zu vermeiden, wird empfohlen, eine Neigung von 1 Prozent bis 1,2 Prozent im Liegebereich einzuplanen. Als Einstreu werden in diesem Bereich in der Regel Hobel- oder Sägespäne verwendet (Winter, 2012).

Abbildung 6: Schnitt Kompoststall

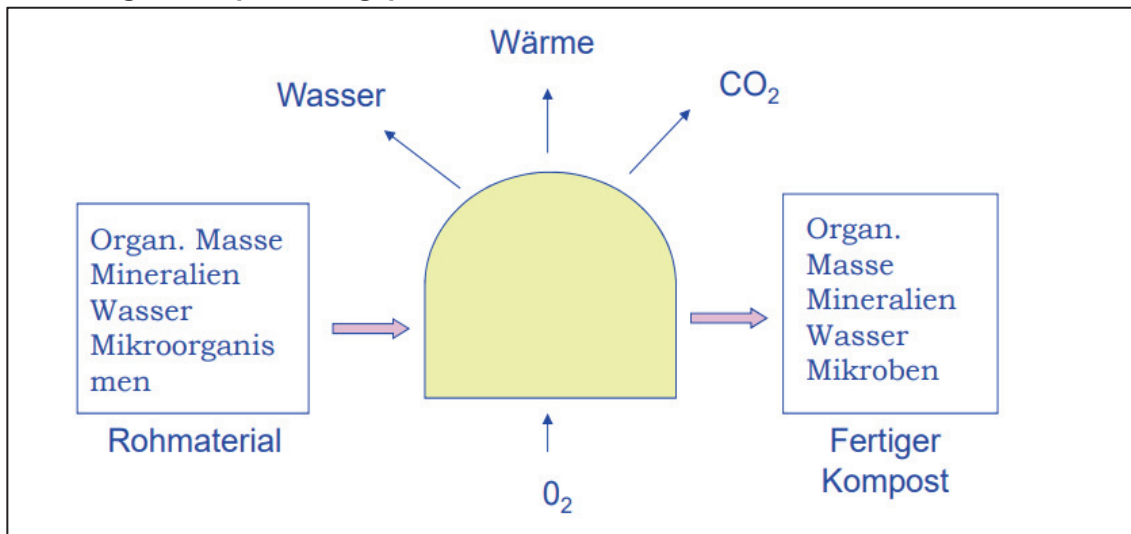


Quelle: Holzeder, 2011

Im Hinblick auf das Einstreumaterial gibt es im Kompostierungsstall verschiedene Ansätze. In einigen Ställen wird mit bereits fertigem Kompost als Einstreu gearbeitet, während andere Betriebe auf Materialien wie Säge- oder Hackschnitzeln setzen, die einen Kompostierungsprozess durchlaufen (Ofner-Schröck et al., 2017).

Der Kompostierungsprozess bezieht sich auf einen kontrollierten Vorgang, bei dem Umweltbedingungen gezielt gesteuert werden, um eine biologische Oxidation des organischen Materials zu ermöglichen (siehe Abbildung 7).

Sägespäne sind das gängigste Einstreumaterial im Kompostierungsstall, gefolgt von Hobelspänen und Hackschnitzeln. Der Versuch einiger Kompoststallbetreiber, Stroh (auch in kurz gehäckselter Form) als Beimischung zu verwenden, führte nicht zu den gewünschten Ergebnissen. Stroh tendiert dazu, sich zu zerfasern, was die Bemühungen beim Auflockern erhöht, zu einer schnelleren Auslagerung der Liegefläche führt (aufgrund unzureichender Festigkeit der Struktur) und somit die Sauerstoffversorgung der Mikroorganismen beeinträchtigt. Es gibt jedoch verschiedene Alternativen, die in der Regel in Kombination mit Sägespänen oder Hackschnitzeln verwendet werden (Ofner-Schröck et al., 2017).

Abbildung 7: Kompostierungsprozess

Quelle: Innovationsteam Milch Hessen der Landesvereinigung Milch Hessen e.V.

Zu diesen Alternativen gehören Rapsstroh, Ackerbohnen-/Pferdebohnenstroh, Elefantengras (*Miscanthus*) mit einer Beimischung von 20 bis 30 Prozent sowie Waldhackgut als Einstreuoption. Maisspindeln können gut als eigenständiges Einstreumaterial verwendet werden, während Maisblätter (Lieschen) nicht empfohlen werden. Stallbetreiber berichten, dass Dinkelspelzen oder der Abfall von Maistrocknungsanlagen besonders effektiv sind, da der darin enthaltene Kohlenstoff schnell abgebaut werden kann (Ofner-Schröck et al., 2017). Das Einstreumaterial im Kompostierungsstall bildet eine lockere Kompostmatratze und ist sehr aufnahmefähig. Die Matratze hat eine Ausgangshöhe von 20 bis 25 cm und der Bedarf beträgt durchschnittlich 1,8 bis 2,5 m³ pro Tier. Alle 2 bis 7 Wochen wird eine zusätzliche Menge von etwa 0,4 bis 1,3 m³ pro Tier nach gestreut. Dadurch ergibt sich ein Gesamtvolumen von 10 bis 15 m³ pro Tier pro Jahr (Ofner-Schröck et al., 2017).

Im Durchschnitt erfolgt zweimal pro Tag die Auflockerung der Kompostmatratze mit einem Grubber oder einer Fräse bis zu einer Tiefe von 20 bis 25 cm. Dabei werden der Kot und Harn in die Matratze eingearbeitet. Laut Holzeder (2011) findet die Zersetzung der Mischung aus Spänen, Kot und Harn durch aerobe Mikroorganismen statt, was zu einer geringen Geruchsentwicklung führt und eine luftige und krümelige Struktur des Liegeflächenmaterials unterstützt. Während des Kompostierungsprozess steigt die Temperatur innerhalb der Matratze auf 50 bis 70 Grad Celsius an. Es ist von entscheidender Bedeutung, diese Temperatur innerhalb dieses spezifischen Bereichs zu halten, um eine optimale Umwandlung der organischen Substanz zu gewährleisten und gleichzeitig das Wachstum schädlicher Mikroorganismen zu verhindern und das Wachstum nützlicher Mikroorganismen zu fördern. Es wird empfohlen, den Aufbau

einer neuen Matratze nicht während der kalten Jahreszeit durchzuführen, da der Rotteprozess bei niedrigen Temperaturen langsamer abläuft. Sobald die Kompostmatratze eine Dicke von etwa 50 bis 60 cm erreicht hat, erfolgt zweimal im Jahr (im Frühjahr und Herbst) die Entmistung (Ofner-Schröck et al., 2017). Danach wird der Kompost entweder mit einem Dungstreuer auf den Feldern ausgebracht oder an geeigneten Standorten gelagert (Holzeder, 2011).

Im Sommer ziehen sich die Tiere aufgrund der hohen Prozesswärme im Kompoststall eher an den Rand der Liegefläche zurück und meiden den inneren Bereich. Um diesem Verhalten entgegenzuwirken, können Sprinkleranlagen, Ventilatoren und Lüfter eingesetzt werden, um eine Abkühlung zu ermöglichen (Holzeder, 2011). Bei der Planung eines Kompoststalls sollten auch alternative Nutzungsmöglichkeiten in Betracht gezogen werden, da die Liegefläche in der Regel ohne Schwierigkeiten in einen Liegeboxenlaufstall umgewandelt werden kann. Kompoststallbetreiber stehen vor verschiedenen Herausforderungen, insbesondere in Bezug auf die Verfügbarkeit und Kosten für das Einstreumaterial. Regionale und saisonale Schwankungen stellen zusätzliche Belastungen dar. In Gegenden mit vielen Sägewerken und reichlich verfügbarem Holz kann der Bezug von Einstreumaterial einfacher sein. Allerdings schneiden kleinere Sägewerke oft im Winter nicht, was dazu führt, dass Landwirte Winterlager für das Einstreumaterial anlegen müssen. Bei der Auswahl des optimalen Einstreumaterials ist es wichtig, die individuelle betriebliche Situation zu berücksichtigen (Ofner-Schröck et al., 2017).

Für die Sauberkeit, das Wohlbefinden der Tiere und die wirtschaftliche Effizienz des Stallsystems spielt die Größe der Liegefläche eine entscheidende Rolle. Die empfohlene Größe der Liegefläche variiert je nach verschiedenen Faktoren, einschließlich des Milchleistungsniveaus der Herde. Für eine Milchleistung von bis zu 6.000 kg pro Kuh sollte eine Liegefläche von 7 bis 8 m² pro Tier als ausreichend angesehen werden. Um eine ausreichende Liegefläche zu gewährleisten, wird bei einer Milchleistung von über 6.000 kg bis zu 12.000 kg pro Kuh empfohlen, die Größe der Liegefläche in Bezug zur Leistung mit 8 bis 15 m² pro Tier zu berechnen (Holzeder, 2012). Zudem ist es bei der Stallplanung wichtig, potenzielle Optionen für Erweiterungen und Umbauten zu berücksichtigen (Ofner-Schröck et al., 2017). Eine effektive Belüftung und Entlüftung im Kompoststall ist von großer Bedeutung für die wirksame Ableitung der von den Tieren erzeugten Stoffwechselwärme und Feuchtigkeit sowie der entstehenden Prozesswärme. Ein gutes Lüftungsmanagement ist unverzichtbar, um eine trockene Oberfläche der Liegematte sicherzustellen (Möcklinghoff-Wicke, 2006). Dabei kann dies durch steuerbare Vorhänge an den langen Seiten des Stalls in Richtung der

Hauptwindrichtung erreicht werden, wie von Möcklinghoff-Wicke (2006) empfohlen. Zusätzlich wird ein offener First mit einer Öffnung von 2,5 bis 7 cm pro 3 m Stallbreite empfohlen. Um eine optimale Belüftung zu gewährleisten, sollten die Seitenwandhöhen mindestens 4,20 m, idealerweise jedoch 4,80 m betragen. Eine großzügige Traufhöhe erleichtert zudem die Arbeit mit Bodenbearbeitungsgeräten bei der Pflege der Liegeflächen. Zur weiteren Verbesserung des Stallklimas können Ventilatoren gemäß Holzeder (2012) und Möcklinghoff-Wicke (2006) installiert werden. Es ist jedoch wichtig, dass sie in ausreichender Höhe platziert werden, da die Liegematratze im Laufe eines Jahres auf eine Höhe von bis zu 1,20 m anwachsen kann und eine Kollision mit den Bearbeitungsgeräten vermieden werden sollte.

Die Kombination von Kompoststall und Weidehaltung wirkt sich positiv auf das Tierwohl aus und ermöglicht zudem eine kostengünstigere Betreibung des Kompoststalls. Allerdings erfordert die Weidehaltung zusätzliche Anstrengungen seitens des Stallbetreibers. Während des Weidegangs werden die Verfügbarkeit von Stickstoff aus Kot und Harn sowie die Feuchtigkeit auf der Oberfläche der Kompostmatratze reduziert, was den Kompostierungsprozess hemmen kann. In der warmen Jahreszeit kann anstelle von Sägespänen bereits fertiger Kompost als Einstreu verwendet werden. Dies hat den Vorteil, dass er keine zusätzliche Wärme erzeugt und Feuchtigkeit effektiv aufnehmen kann. Darüber hinaus ist der Kauf von Kompost als Einstreumaterial im Vergleich zu Sägespänen kostengünstiger. Um den Kompostierungsprozess zu fördern, wird empfohlen, dass die Außentemperaturen mindestens 10 Grad Celsius betragen. Die Weidehaltung kann so lange fortgesetzt werden, bis diese Temperaturen erreicht sind (Ofner-Schröck et al., 2014b).

Durch den Einsatz des Kompostierungsstalls werden mehrere Vorteile erzielt. Eine Reduzierung des Lagerraumvolumens wird erreicht, da die Gülle durch den Kompostierungsprozess deutlich reduziert wird. Etwa die Hälfte der Gülle fällt im Fressbereich an, während sich die andere Hälfte auf der Liegefläche im Verhältnis von 4:1 reduziert. Das bedeutet, dass 4 m³ Gülle etwa 1 m³ Kompost entsprechen. Somit fällt im Kompostierungsstall insgesamt nur etwa 65 Prozent der Güllemenge an, die im Liegeboxenlaufstall anfallen würde (ALB Bayern e.V., 2019).

Die Bauweise des Stallgebäudes im Kompostierungsstall ist in der Regel einfach, was zu kostengünstigeren Lösungen führt. Laut Holzeder (2012) können durch den Verzicht auf große Güllekeller und mehrfache Schieberanlagen auch Einsparungen im Gülle-Management erreicht werden. In kleineren Betrieben reicht oft eine Entmistungsanlage für den Fressgang aus, während der Rest der Gülle auf der Liegefläche täglich untergepflügt und kompostiert wird, wie von Möcklinghoff-Wicke betont.

Ein weiterer Vorteil des Kompostierungsstalls besteht darin, dass reifer Kompost keine Zwischenlagerung benötigt, sondern direkt vom Stall aufs Feld ausgebracht werden kann. Die Kompostierung verringert das Risiko von Stickstoffverlusten durch Auswaschung, da sich das Verhältnis von leicht verfügbarem Stickstoff zu organisch gebundenem Stickstoff im Kompost verändert. Gleichzeitig wird der Humusaufbau im Boden gefördert, was zu einem erhöhten Stickstoffvorrat führt. Dadurch erhält der Landwirt mehr Flexibilität bei der Düngung und in Bezug auf seine Nährstoffbilanz (ALB Bayern e.V., 2019). Beim Betreten des Kompoststalls fällt sofort der leichte Ammoniakgeruch auf, der sowohl vom Substrat (z. B. Sägemehl, Hackschnitzel) als auch von einer reduzierten Ausdünstung herrührt. Die Exkremente der Rinder werden direkt vom Substrat absorbiert und der darin enthaltene Stickstoff wird während des Kompostierungsprozess gebunden. Dadurch verringert sich auch die Fliegenbelastung im Stall während des Sommers. Die Vorteile von Kompostierungsställe liegen hauptsächlich in einer sorgfältigen und gesunden Tierhaltung. Die offensichtliche Zufriedenheit der Tiere, die entspannt auf der Kompostmatte liegen, trägt nicht nur zu einem gesunden und artgerechten Stallklima bei, sondern stellt auch ein gutes Beispiel dafür dar, dass eine leistungsorientierte Milchviehhaltung und das Wohlergehen der Tiere sich nicht zwangsläufig ausschließen. Allerdings stellen Kompostierungsställe ihre Betreiber vor verschiedenen Schwierigkeiten, die bewältigt werden müssen - sie funktionieren nicht eigenständig. Einfache Baukonstruktionen und geringer Arbeitszeitbedarf bei der Pflege der Liegefläche tragen positiv zur Wirtschaftlichkeit des Kompoststalls bei (Ofner-Schröck et al., 2017). Die Kosten für Einstreumaterialien sind für die Wirtschaftlichkeit des Kompoststallsystems von großer Bedeutung. Es ist entscheidend, betriebsspezifisch nach kostengünstigen Einstreumaterialquellen zu suchen, um den Kompoststall als eine wirtschaftlich tragfähige und tiergerechte Option zu betrachten. Insbesondere für Grünlandbetriebe mit begrenzter Verfügbarkeit von Stroh kann der Kompoststall als interessante Alternative in Betracht gezogen werden. Die Vorzüge des Kompoststalls werden von den Autoren einstimmig positiv bewertet. Speziell wird der hohe Komfort für die Kühe hervorgehoben. Durch ein effektives Management der Liegeflächen bleiben die Tiere äußerst sauber. Die längeren Liegezeiten und das Gehen auf einer weichen Oberfläche tragen sowohl zur guten Klauengesundheit als auch zu gesunden Gelenken bei. Eine Studie von Holzeder (2012) zeigt, dass im Kompoststall 64 Prozent der Kühe gesunde Gelenke aufweisen, im Vergleich zu nur 20,5 Prozent der Tiere in Liegeboxen mit Matratzen. Untersuchungen zeigen außerdem, dass die Lahmheitsrate im Kompoststall mit nur 4,4 Prozent deutlich geringer ist als in den beiden Varianten des Boxenlaufstalls, wo sie bei 15,9 Prozent bzw. 13,1 Prozent liegt. Dies ist auf den weichen Untergrund im

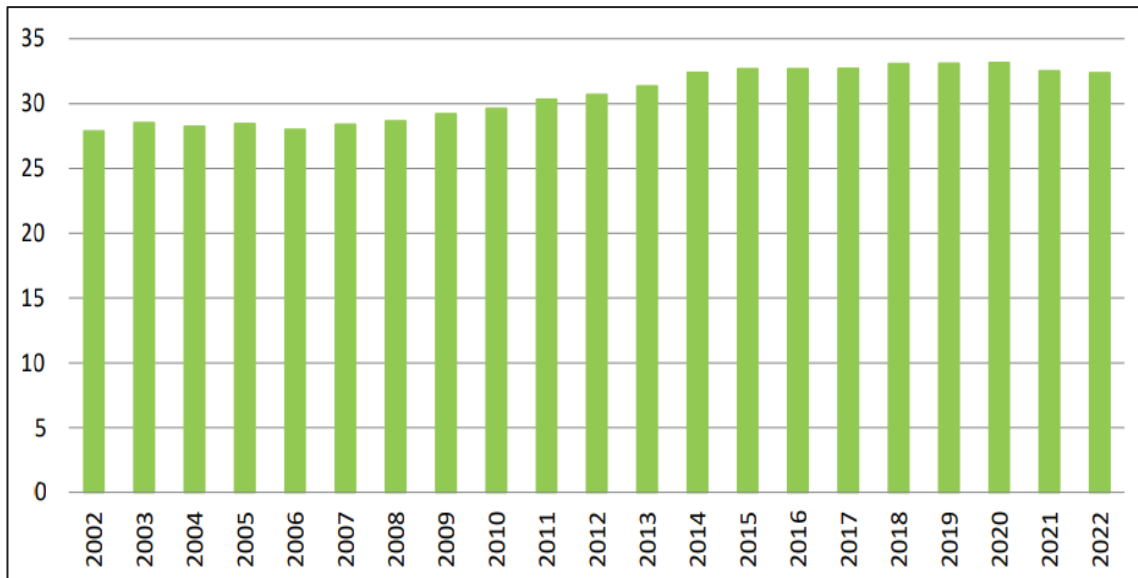
Kompoststall zurückzuführen, auf dem die Tiere stehen, sowie auf das Fehlen von Hindernissen, die den Aufsteh- und Abliegevorgang beeinträchtigen könnten. Eine weitere Studie von Lobeck et al. (2011) in den USA zeigt, dass Sprunggelenkverletzungen aufgrund der nachgiebigen Liegefläche im Kompoststall mit nur 3,8 Prozent deutlich seltener auftreten als in den beiden Varianten des Laufstalls (31,2 Prozent bzw. 23,9 Prozent). Saubere Tiere haben auch einen positiven Einfluss auf die Eutergesundheit. Untersuchungen haben gezeigt, dass im Kompoststall niedrigere Zellzahlen und eine geringere Rate an Mastitisinfektionen vorliegen, wie durch Studien belegt wurde (Holzeder, 2012). Bei einem Wechsel von einem Boxenlaufstall zu einem Kompoststall wurde in sechs von neun Betrieben eine Reduktion der Mastitisinfektionsrate um 12 Prozent festgestellt. Darüber hinaus hat der Kompostierungsstall einen zusätzlichen positiven Einfluss auf die Arbeitswirtschaft, da der Pflegeaufwand der Liegefläche im Vergleich zur zweimal täglichen Bearbeitung der Liegeboxen geringer ist (Möcklinghoff-Wicke, 2006). In der vorliegenden Fachliteratur werden jedoch auch einige Nachteile des Kompoststalls aufgeführt. Zevenbergen (2010) weist auf die potenzielle Herausforderung hin, die der Winter darstellen könnte. Gespräche mit dem niederländischen Landwirt Gerard Peeters ergaben, dass die Temperaturen in der Kompostmatratze nahe dem Futtergang auf unter 18 Grad Celsius abfielen, was den Kompostiervorgang zum Stillstand brachte. Lobeck et al. (2011) konnten ebenfalls zeigen, dass die Pflege der Matratzen im Winter schwieriger ist und die Kühe infolgedessen in einem stärkeren Verschmutzungszustand waren als in den wärmeren Sommermonaten aufgrund der klammen Oberfläche. Ein weiterer Aspekt, den Möcklinghoff-Wicke (2006) hervorhebt, sind die höheren Kosten für hochwertiges Sägemehl im Vergleich zu den Einstreukosten bei herkömmlichen Liegeboxenställen. Die Erfolgsformel des Kompoststalls liegt in der Beschaffung und Kosteneffizienz von Sägemehl oder Hobelspänen, wobei ein reibungsloser Ablauf nur durch eine korrekte und konsequente Verwaltung gewährleistet werden kann (Möcklinghoff-Wicke, 2008).

2.4 Die Milchproduktion als Wirtschaftsfaktor

Die Milchproduktion stellt einen bedeutenden Wirtschaftszweig in Deutschland dar. Sie trägt zur Schaffung von Arbeitsplätzen und einem erheblichen Anteil am Bruttoinlandsprodukt bei (MIV, 2017). Laut Statistik der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) betrug die Milchproduktion im Jahr 2022 32,4 Millionen Tonnen (siehe Abbildung 8). In der deutschen Ernährungsindustrie erzielten Milch und Milchprodukte nach Fleisch und Fleischprodukten den zweithöchsten Umsatz mit einem

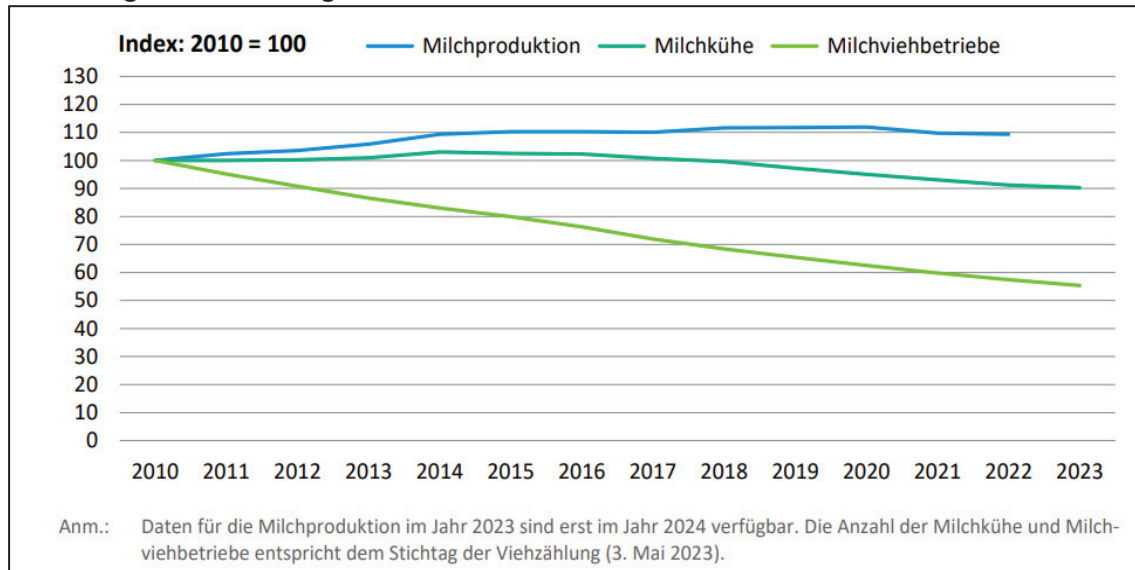
Anteil von rund 17,1 Prozent im Jahr 2022 (Statista, 2024). Daher ist Deutschland der bedeutendste Produzent von Kuhmilch (Tergast et al., 2023) und produziert mehr als ein Fünftel der gesamten Milchmenge in der Europäischen Union, nach Frankreich (16,6 Prozent) und den Niederlanden (9,5 Prozent) (BZL, 2023).

Abbildung 8: Entwicklung der Milchproduktion von 2002 bis 2022 (in Millionen Tonnen)



Quelle: BLE, 2023

Am 3. Mai 2023 wurden auf circa 1.700 Betrieben insgesamt 3,77 Millionen Milchkühe gezählt (Tergast et al., 2023). In der Milchwirtschaft liegt der Fokus auf der Steigerung der Milchleistung, da man davon ausgeht, dass dadurch vor allem die Gewinne durch die Verringerung der Wartungskosten maximiert werden können (Bach et al., 2019). Nachdem die EU-Milchquotenregelung (1984 bis 2015) anfangs zu einem Rückgang der Kuhzahlen aufgrund von Leistungssteigerungen geführt hatte, blieb der Bestand zeitweise relativ konstant. Von 2012 bis 2014 stiegen die Kuhzahlen sogar leicht an (siehe Abbildung 9). Seit 2015 hingegen ist ein kontinuierlicher Rückgang der Kuhbestände zu verzeichnen. Die Milchleistung pro Milchkuh blieb in Deutschland im selben Zeitraum trotzdem relativ stabil, während gleichzeitig die Anzahl der Milchviehbetriebe kontinuierlich abnahm.

Abbildung 9: Entwicklung im Milchsektor in Deutschland seit 2010

Quelle: BLE, 2023

Im Jahr 2023 existierten nur noch 55 Prozent der ursprünglichen Milchviehbetriebe im Vergleich zum Jahr 2010. Trotz des Rückgangs in der Anzahl der Milchviehbetriebe verfügt immer noch etwa ein Viertel der landwirtschaftlichen Betriebe in Deutschland über Milchkühe. Die Milchproduktion stellt somit den bedeutendsten tierischen Produktionszweig im Land dar und trägt in der Regel mit einem Anteil von etwa 22 Prozent am höchsten zum Produktionswert des landwirtschaftlichen Sektors bei (BLE und BMEL, 2023).

Die Studie von Tergast et al. zeigt deutliche Variationen der Milchproduktionskosten innerhalb der analysierten Milchviehbetriebe. Etwa 75 Prozent der Betriebe weisen Vollkosten zwischen 35 und 70 Cent pro Kilogramm Milch auf. Mehr als die Hälfte der Betriebe liegt dabei im Bereich von 40 bis 60 Cent pro Kilogramm Milch (Tergast et al., 2023). Die deutsche Milchindustrie schafft eine Vielzahl von Arbeitsplätzen, die entlang der gesamten Lieferkette von der Landwirtschaft über den Transport bis hin zur Weiterverarbeitung und dem Verkauf von Milchprodukten tätig sind. Personen sind in verschiedenen Bereichen der Branche beschäftigt (ZDM, 2021). Laut dem ZMB (Zentrale Milchmarkt Berichterstattung GmbH) liegt der Produktionswert der Landwirtschaft zu Erzeugerpreisen für Milch bei 10,8 Milliarden Euro. In den vergangenen zehn Wirtschaftsjahren (2012/13 bis 2021/22) gab es erhebliche Schwankungen im mittleren Einkommen pro Arbeitskraft in deutschen Milchviehbetrieben. Das Einkommen pro Arbeitskraft bewegte sich zwischen etwa 23.500 Euro und 47.000 Euro. Im Wirtschaftsjahr 2021/22 wurde die größte Vergütung erzielt, während das niedrigste Einkommen im Wirtschaftsjahr 2015/16 verzeichnet

wurde. Zudem gibt es Unterschiede im Einkommen pro Arbeitskraft zwischen den Bundesländern. Niedersachsen wies im Wirtschaftsjahr 2021/22 den durchschnittlich höchsten Lohn pro Arbeitskraft von etwa 66.000 Euro auf, während Sachsen das niedrigste Einkommen mit etwa 34.500 Euro verzeichnete. In Deutschland beträgt das Verhältnis zwischen Milchkühen und Arbeitskräften im Durchschnitt etwa 34 Milchkühe pro Arbeitskraft (Tergast et al., 2023).

2.5 Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion

Dank kontinuierlicher Innovationen in den Bereichen Genetik, Ernährung, Gesundheit und Management hat die Milchindustrie beeindruckende Fortschritte in Bezug auf die Effizienz der Milchproduktion erzielt. Über die letzten zehn Jahre hinweg konnte die weltweite Milchproduktion um mehr als 20 Prozent gesteigert werden. Dieser beeindruckende Anstieg wird durch statistische Daten verdeutlicht: Im Jahr 2008 betrug die globale Milchproduktion 694 Millionen Tonnen und stieg bis 2018 auf imposante 843 Millionen Tonnen an (FAO, 2010-2019). Die Strategien zur Schließung der Lücke zwischen der weltweiten Milchproduktion und der Nachfrage nach Milchprodukten variieren je nach geografischer Region. Betrachtet man jedoch die Produktionsmenge pro Person auf der Erde, so lag die Milchproduktion im Jahr 2010 bei etwa 100 kg pro Person und stieg bis 2019 auf etwa 110 kg pro Person an, was einem Wachstum von nur 10 entspricht. In weniger stark industrialisierten Regionen liegt der Schwerpunkt vermehrt auf der Optimierung der Produktion, wodurch die Effizienz bereits verbessert wird, da der Wartungsaufwand reduziert wird. In Gebieten mit hochintensiven Produktionssystemen liegt der Fokus dagegen vermehrt auf der Reduzierung der Umweltbelastung und der Steigerung der Rentabilität durch eine verbesserte Effizienz in der Milcherzeugung. Dabei wird besonderer Wert auf die Verbesserung der Effizienz der Milcherzeugung (Economic Efficiency of Milk Production, EMP) gelegt, anstatt nur die Milchleistung zu steigern. Dennoch gibt es auch in hochindustrialisierten Regionen einen Anreiz, die Milchproduktion pro Kuh zu steigern, um den Erhaltungsstoffwechsel durch eine Reduzierung des Nährstoffbedarfs zu optimieren. Es besteht jedoch Unsicherheit darüber, ob dieser Effekt linear oder nicht linear verläuft oder ob möglicherweise sogar ein Plateau erreicht wird, das weitere Steigerungen der Milchleistung begrenzt. Der Anteil der Ressourcen, der tatsächlich zur Milchproduktion verwendet wird, kann entweder in Bezug auf natürliche Ressourcen oder den wirtschaftlichen Wert gemessen werden. Die biologischen Einschränkungen, die die Effizienz der Milchproduktion beeinflussen, bleiben in beiden Fällen ähnlich. Die Effizienz der Milchproduktion wird

ganzheitlich betrachtet und hängt von verschiedenen Faktoren ab. Dazu gehören die Anzahl und Qualität der Färsen und Trockensteller, die Dauer der Trockenperiode und Aufzuchtzeit, die Qualität und ausreichende Menge des Futters, die Umweltbedingungen, die Langlebigkeit der Kühe und die Menge an verschwendetem oder verdorbenem Futter. Es gibt auch noch andere Faktoren, die eine Rolle spielen. Die Verbesserung der Effizienz der Milchproduktion (EMP) hat zwei Hauptauswirkungen: Erstens beschränkt sie die Rentabilität von Milchviehherden und zweitens optimiert sie die Umweltauswirkungen der Milchproduktion. Eine größere Differenz zwischen Kosten und Einkommen könnte zu höheren Gewinnen führen, während eine verstärkte Nutzung der Nährstoffe für die Milchleistung zu einer geringeren Belastung der Umwelt führen würde, da der Erhaltungsbedarf reduziert wird. Capper und Bauman (2013) haben gezeigt, dass die Menge an Futter, die zur Herstellung von 1 Liter Milch in der US-amerikanischen Milchindustrie (und auch in anderen Ländern) heute um 80 Prozent geringer ist als vor 75 Jahren (Bach et al., 2019).

3 Material und Methoden

In diesem Abschnitt wird die angewandte Methodik zur Untersuchung des Themas "Vergleich von Haltungssystemen in der Milchviehhaltung - Boxenlaufstall versus freie Liegefläche (Kompostierungsstall)" ausführlich beschrieben. Im Rahmen dieser Masterarbeit wurde eine systematische Literaturrecherche durchgeführt, um relevante Studien und Publikationen zum Thema zu ermitteln und eingehend zu analysieren. Unterschiedliche Informationsquellen wurden genutzt, um einen Vergleich der verschiedenen Haltungssysteme durchzuführen, wobei unter anderem deterministische Kalkulationen eingesetzt wurden, um eine einfache Gegenüberstellung zu ermöglichen und den erforderlichen Break-even (Mindest-Milchpreis) zu ermitteln. Das Hauptziel dieser Analyse besteht darin, dass eine größere Anzahl von Milcherzeugern das Wohlergehen ihrer Tiere auf den Betrieben optimiert und ihnen dies neben einer gesteigerten Anerkennung auch eine nachhaltige Existenz mit einem entsprechenden Einkommen gewährleistet. Zu diesem Zweck wird untersucht, welche finanziellen Auswirkungen ein durchschnittlicher Milcherzeugungsbetrieb erlebt, wenn dieser zu einer tiergerechten Haltung von Milchkühen umstellt. Die Definition der verschiedenen Haltungsbedingungen erfolgte unter Berücksichtigung der folgenden Referenzquellen:

1) **Datensammlung für die Betriebsplanung und die betriebswirtschaftliche Bewertung landwirtschaftlicher Produktionsverfahren. Brandenburg, 2023 – 1, LELF**

- Die Vollkostenrechnung ist eine Methode zur betriebswirtschaftlichen Bewertung landwirtschaftlicher Produktionsverfahren. Sie berücksichtigt alle relevanten Kosten, die bei der Produktion anfallen, einschließlich der fixen und variablen Kosten. Im Rahmen einer Datensammlung für die Betriebsplanung und betriebswirtschaftliche Bewertung werden die Kosten verschiedener Produktionsverfahren erfasst und analysiert, um die Rentabilität und Wirtschaftlichkeit der einzelnen Verfahren zu bewerten. Die Ergebnisse aus der Vollkostenrechnung können dann dazu verwendet werden, fundierte Entscheidungen hinsichtlich der Betriebsplanung, Investitionen und der Auswahl der effizientesten Produktionsverfahren zu treffen. Sie unterstützt somit eine gezielte betriebswirtschaftliche Bewertung und Planung landwirtschaftlicher Betriebe.

2) KTBL: BauKost – Investition Betriebsgebäude

- Sofern erforderlich, wurden Daten des KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.) zur Kostenermittlung von Gebäuden und Arbeitsleistungen verwendet. Diese Daten basieren auf dem KTBL BauKost - Investition Betriebsgebäude und umfassen sowohl den Investitionsbedarf als auch die jährlichen Kosten für landwirtschaftliche Gebäude. Die Kalkulationsgrundlagen, die das KTBL für die beispielhaften Stallneubauplanungen veröffentlicht hat, sind bekannt für ihre große praktische Bedeutung und werden daher häufig als Referenzquelle herangezogen. Aus diesem Grund wurde auch diese Datenquelle ausgewählt.

3) KTBL: Wirtschaftlichkeitsrechner Tier

- Die verwendete Leistungs-Kostenrechnung hat zum Ziel, Produktionsverfahren zu planen und zu vergleichen sowie kurz- und langfristige Preisuntergrenzen zu ermitteln.

4) C.A.R.M.E.N. e.V.

- Seit 2003 sammelt der Verein C.A.R.M.E.N. e.V. vierteljährlich Daten zur Preisentwicklung von Waldhackschnitzeln. Bei dieser Arbeit wurden sich an den Werten von Mecklenburg-Vorpommern orientiert. Alle in Tabellen oder Grafiken angegebenen Werte sind Bruttopreise, wobei die Mehrwertsteuer inbegriffen ist. Ab 2023 beträgt der enthaltene Mehrwertsteuersatz 7 Prozent.

5) ALB Hessen Ausgabe 2023/ 2024

- Die vorliegenden Richtpreise gelten für den Neubau und Umbau landwirtschaftlicher Wirtschaftsgebäude und ländlicher Wohnhäuser. Sie basieren auf der Preisentwicklung für die Jahre 2022 und 2023. Hierfür wurden die Seiten 19 bis 20 und 21 verwendet.

6) Gesamtbetriebliches Haltungskonzept Rind – Milchkuh

- Die vorgestellten Stallmodelle sollen als Inspiration und Impuls dienen, um zukünftige Ställe zu gestalten oder bestehende Ställe in bestimmten Bereichen anzupassen. Die vorgestellten Lösungsansätze sollen als Ausgangspunkt und Anregung für weitere Diskussionen mit allen beteiligten Einrichtungen, sozialen Gruppen und der Politik dienen.

7) BMEL

- Veröffentlichung der aktuellen Milchpreise je nach Region und Bundesland

8) agrarheute

- Erzeugerpreis Stroh je nach Bundesland. Für diesen Fall wurde mit Einkaufspreisen der Erzeuger für lose Ware in Mecklenburg-Vorpommern gerechnet.

Die berechneten Ergebnisse dieser Arbeit beziehen sich ausschließlich auf die betrieblichen Kosten eines repräsentativen größeren nordostdeutschen Boxenlaufstalls mit 120 Milchkühen und einer durchschnittlichen Milchleistung von 9.500 Kilogramm. Diese Ergebnisse sind daher nicht repräsentativ und können nicht auf die wirtschaftliche Situation der Mehrheit der Milchviehbetriebe in Deutschland übertragen werden. Die Ermittlung der zusätzlichen Kosten bezieht sich auf durchschnittliche Betriebe im Haupterwerb, die sich auf die Produktion von Milch spezialisiert haben. Die Leistungen im Hinblick auf die Bruttoproduktion Milch wurden anhand des Gewichts eines Kilogramms erzeugter Milch mit einem Eiweißgehalt von 3,4 Prozent und einem Fettgehalt von 4,0 Prozent berechnet. In dieser Untersuchung wurde die Kostenberechnung ausschließlich für den Bereich der Milchkühe durchgeführt. Aus forschungspraktischen Gründen wurden die Kosten für erforderliche Änderungen in der Haltung sowie die damit verbundenen Zusatzkosten für Jungvieh und die Kälberhaltung in dieser Studie nicht berücksichtigt. Die erhobenen Daten und Angaben zur räumlichen Gestaltung und strukturbedingten Bauweise der Stallgebäude und Stalleinrichtungen (z. B. Größe und Bodenbeschaffenheit der Laufflächen und Liegeboxen, Breite der Fressgitter etc.) wurden aus dem gesamtbetrieblichen Haltungskonzept Rind der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung und dem DLG-Merkblatt 379 – Planungshinweise zur Liegeboxengestaltung für Milchkühe entnommen.

Primär werden bei der Kalkulation der Kosten die direkten Kosten sowie die Einstreukosten für die Haltungssysteme von Milchkühen in konventionellen Milchviehbetrieben berücksichtigt. Die Gegebenheiten von Biobetrieben, insbesondere solchen mit horntragenden Milchkühen, werden nicht berücksichtigt.

3.1 Haltungssysteme

Für das Thema Haltungssysteme wurden verschiedene Quellen verwendet, um eine breite und fundierte Grundlage zu schaffen. Zu den verwendeten Quellen gehören die KTBL - Betriebsplanung Landwirtschaft 2022/23; auf den Seiten 73 und 550 bis 557 gibt es Informationen zu den Maschinenkosten und den jeweiligen Haltungsverfahren. Die ALB-Hessen Ausgabe 2023/24 (Seiten 19 und 21) wurden die Daten für die Kosten der

Wirtschaftsgebäude für relevante Informationen herangezogen. Zur Durchführung eines Vergleichs der unterschiedlichen Haltungssysteme wurden die Forschungsergebnisse von Sibylle Möcklinghoff-Wicke vom Innovationsteam Milch Hessen (Stand: 2014) herangezogen. Zudem wurde auf die LfL-Basisdaten Düngung und Nährstoffflüsse zurückgegriffen. Die Kombination dieser Quellen hat es ermöglicht, eine ganzheitliche Betrachtung der Haltungssysteme in der Masterarbeit zu präsentieren.

3.2 Arbeitswirtschaft

Ein weiterer Fokus liegt auf der Analyse des Themas Arbeitswirtschaft. Hierbei wurden mehrere relevante Referenzen verwendet, um eine solide Grundlage für die Untersuchung zu schaffen. Eine der Hauptquellen, die dabei herangezogen wurden, ist die KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2022/23, welche insbesondere auf den Seiten 553-554 und 565 wichtige Informationen und Leitlinien zur Arbeitswirtschaft in den verschiedenen Haltungssystemen lieferte. Ebenfalls wurden die Forschungen von Quendler (2011) zur Arbeitswirtschaft im Milchviehbetrieb mit Schwerpunkt auf effektiven Lösungen und möglichen Schwachstellen einbezogen. Die Methodik zur Sammlung arbeitswirtschaftlicher Basisdaten für unterschiedliche Arbeitsverfahren wie Melken, Füttern, Misten und Sonderarbeiten beinhaltet Arbeitszeitmessungen auf der Ebene des einzelnen Arbeitsschritts. Während und nach den Zeitmessungen werden die Einflussfaktoren für jedes einzelne Arbeitsfeld (z.B. Weglänge, Milchmenge, Futtermasse) erfasst. Die quantitative Analyse der Daten wird genutzt, um sichere Zeit- und Funktionswerte zu generieren, die in Einzelmodulen für weitere Berechnungen gespeichert werden. Ein Modell zur Kostenberechnungssystematik namens PROOF und das Kalkulationssystem für Arbeitsvoranschläge von Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART) können als einfache Werkzeuge zur Untersuchung der Zeiteffizienz von Arbeitsverfahren in der landwirtschaftlichen Innenwirtschaft eingesetzt werden, wie von Schick (2000, 2003, 2008) beschrieben.

Die hohe Arbeitsintensität in der Milchviehhaltung bedingt, dass der Arbeitszeitaufwand in der Analyse der Beständigkeit des Gesamtsystems berücksichtigt wird. Die messbaren Kennzahlen des Arbeitszeitaufwands und der Arbeitsproduktivität leisten einen signifikanten Anteil dazu. In Deutschland und der Schweiz werden Zeitmessungen und modellgestützte Kalkulationen auf der Ebene einzelner Arbeitsabläufe und -verfahren verwendet, die mithilfe gleicher Verfahren durchgeführt werden. Milchviehbetriebe mit Herdengrößen von 12 bis 200 Milchkühen benötigen einen Gesamtarbeitszeitaufwand von etwa 107 bis 55 Arbeitsstunden pro Kuh und Jahr. Die

Arbeitsproduktivität ohne die Aufzucht von Jungvieh variiert zwischen 80 und über 160 Kilogramm Energie-korrigierte Milch (ECM) pro Arbeitsstunde und wird von mehreren Faktoren wie der verwendeten Verfahrenstechnik, des Produktionsniveaus, der Herdengröße und der Organisation der Arbeit beeinflusst.

Die Varianzen zwischen den Ländern lassen sich vor allem auf unterschiedliche Landflächen, Herdengrößen und Entfernungen zurückführen (Schick, 2008).

Durch die Kombination dieser verschiedenen Quellen konnte eine umfassende Analyse der Arbeitswirtschaft im Kontext der Milchviehhaltung in dieser Arbeit durchgeführt werden.

Im Anhang ist von Schick (2005) die Methode zur Erfassung, Aufbereitung und Auswertung arbeitswirtschaftlicher Kennzahlen zu finden. Zudem ein Diagramm zum Gesamtarbeitszeitbedarf für ein Milchproduktionssystem sowie den arbeitswirtschaftlichen Daten von agridea (2018).

3.3 Wirtschaftlichkeit

Die vorliegende Vollkostenrechnung ermöglicht wichtige Erkenntnisse zur Wirtschaftlichkeit der beiden Haltungssysteme, dem Kompostierungsstall und dem Ökonomiestall (Liegeboxenlaufstall). Die Analysen basierend auf den Daten zeigen folgende Punkte:

Die Direktkosten im Ökonomiestall betragen 2.596 Euro pro Kuh und sind damit geringer als die Direktkosten im Kompostierungsstall mit 2.753 Euro pro Kuh.

Im Ökonomiestall ist die direktkostenfreie Leistung pro Kuh sowohl mit als auch ohne Prämien höher als im Kompostierungsstall.

Im Ökonomiestall sind die Arbeitserledigungskosten geringer als im Kompostierungsstall.

Die weiteren Kosten, wie Berufsgenossenschaftsbeiträge, Gebäude- und Ausrüstungskosten, Reparaturkosten, Zinsansprüche und Versicherungskosten, sind im Ökonomiestall höher.

In beiden Stallvarianten sind die Einzelkosten pro Kuh ähnlich. Die "einzelkostenfreie Leistung" weist in beiden Haltungssystemen einen negativen Wert auf, was darauf hinweist, dass die Deckung der Einzelkosten nicht erreicht wird. In Bezug auf die Faktorlieferungen zeigt sich, dass der Gülleanfall und die Nährstoffausscheidung im Ökonomiestall höher sind als im Kompostierungsstall.

Diese Auswertungen liefern wichtige Informationen zur Wirtschaftlichkeit der beiden Haltungssysteme und ermöglichen eine umfassende Bewertung.

Die Daten stammen überwiegend aus der KTBL-Datensammlung 2022/23 (Arbeitszeitaufwand, Maschinenkosten), ALB – Hessen 2023/24 (Baukosten) sowie von agrarheute (Milchpreis, Strohpreis).

Die Kombination dieser Bezugsquellen liefert relevante Informationen und Daten zur Wirtschaftlichkeit, sodass eine fundierte Analyse und Bewertung möglich sind. Dabei wurde auch der Break-Even-Point, auch als Break-Even-Analyse bekannt, betrachtet. Der Break-Even-Point ist erreicht, wenn der Milcherlös eines Betriebs genau den Kosten entspricht und der Gewinn oder Verlust bei 0 Euro liegt. Es markiert die Schwelle, ab der der Betrieb mit einem bestimmten Haltungssystem einen Gewinn erzielt. Die Break-Even-Analyse kann verwendet werden, um die Effizienz eines Haltungssystems zu bewerten, indem ermittelt wird, welcher Milchpreis notwendig ist, um die Kosten zu decken (Studyflix, 2024).

Formel Break-Even-Point:

$$G = E - K = p * x - k_{var} * x - K_{fix} = (p - k_{var}) * x - K_{fix}$$

G steht für den Gesamtgewinn, E für den Gesamterlös, K für die Gesamtkosten, p für den Verkaufspreis pro Einheit, k_{var} für die variablen Kosten pro Einheit, x für die Produktions- oder Verkaufsmenge und K_{fix} für die fixen Kosten.

4 Liegeboxenlaufstall und Kompostierungsstall im Vergleich

Ausgehend von den vorliegenden Ergebnissen wurden deterministische Kalkulationen angewendet, um eine vergleichende Analyse durchzuführen und den erforderlichen Break-even (Mindest-Milchpreis) für die verschiedenen Haltungssysteme zu ermitteln. Dies ermöglichte einen detaillierten Vergleich zwischen dem Liegeboxenlaufstall und dem Kompostierungsstall.

4.1 Liegeboxenlaufstall

Die Kosten für einen Liegeboxenlaufstall zur Unterbringung für 126 Kühe wurden in der nachfolgenden Tabelle (2) aufgelistet. Der vorgegebene Liegeboxenlaufstall besteht aus einer Liegehalle mit einer 3-reihigen Anordnung, die über einen Spaltenboden verfügt. Das Melkzentrum ist in einem separaten Gebäude untergebracht und beinhaltet zwei Melkstände mit je 12 FGM (Fischgrätenmelkstand) sowie einen separaten Sonderbereich. Für eine bessere Übersichtlichkeit wurden die Kosten für das Stallhaltungssystem in vier Kostenblöcke unterteilt: Tier, Fütterung, Tierproduktgewinnung und Bewirtschaftung. Alle Preisangaben in der nachfolgenden Auflistung sind inklusive Mehrwertsteuer angegeben. Der Kostenblock "Tier" umfasst die Gebäudehülle und die Stalleinrichtung, einschließlich eines Güllekellers für eine Lagerzeit von 6 Monaten. Die Kosten für diesen Block belaufen sich auf 7.735 € bis 11.605 € pro Kuhplatz. Der Kostenblock "Fütterung" beinhaltet den Futtertisch, die Krippe und die Tränke, jedoch ohne den Kraftfutterautomaten und das Futterlager. Die Kosten für diese Komponenten betragen 1.630 bis 2.450 € pro Kuhplatz. Im Block "Tierproduktgewinnung" finden sich die Kosten für die Fläche des Wartebereichs, des Melkstands, des Milchlagers und des Jauchebehälters für 6 Monate Lagerzeit ohne Entmistungsgesetz, welche zwischen 4.770 € und 7.150 € pro Kuhplatz liegen. Der letzte Kostenblock ist die "Bewirtschaftung", dieser schließt die Gebäude für den Melkstand und die Nebenräume (wie Büro, Technik usw.) sowie die Verkehrswege ein. Die Preisspanne für diesen Kostenblock liegt zwischen 610 € und 920 € pro Kuhplatz. Zusammenfassend belaufen sich die Gesamtkosten für einen Liegeboxenlaufstall zur Unterbringung von 126 Kühen auf 14.745 € bis 22.115 € pro Kuhplatz.

Tabelle 2: Kosten Liegeboxenlaufstall - Wirtschaftsgebäude

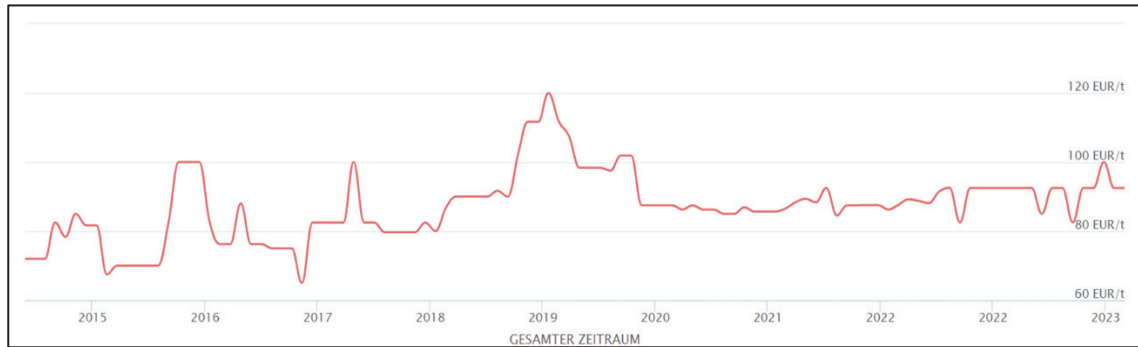
Milchviehstall - Liegeboxenlaufstall für 126 Kühe	Preise in EURO incl. MwSt.			
Liegehalle 3-reihig mit Spaltenboden; Melkzentrum mit 2x12 FGM und Sonderbereich in separatem Gebäude				
Kostenblock TIER:				
Gebäudehülle und Stalleinrichtung einschließlich Güllekeller für 6 Monate Lagerzeit	7.735	-	11.605	/Kuhplatz
Kostenblock FÜTTERUNG:				
Futtertisch, Krippen und Tränke, ohne Kraftfutterautomat und Futterlager Abruffütterung und Lager	1.630	-	2.450	/Kuhplatz
Kostenblock TIERPRODUKTGEWINNUNG:				
Fläche für Wartebereich, Melkstand und Milchlager Jauchebehälter (6 Monate ohne Entmístungsgerät)	4.770	-	7.150	/Kuhplatz
Kostenblock BEWIRTSCHAFTUNG:				
Gebäude für Melkstand und Nebenräume (Büro, Technik usw.), Verkehrswege	610	-	920	/Kuhplatz
Zusammen	14.745	-	22.115	/Kuhplatz

Quelle: ALB Hessen, S. 21, 2023

Die Abbildung 10 zeigt die Erzeugerpreise für Stroh in Mecklenburg-Vorpommern, die von agrarheute erhoben wurden. Es handelt sich um den Einkaufspreis der Erzeuger für lose Ware. Die Preise basieren auf dem arithmetischen Bundesmittel der Einzelmeldungen (keine Terminware) und gelten für eine Mindestmenge von 3 Tonnen bzw. einer vollen Fahrzeugzelle. Die Preisfeststellung erfolgt durch die Landwirtschaftskammern jeweils zur Monatsmitte und wird in Euro pro Tonne ohne Mehrwertsteuer angegeben.

Im beobachteten Zeitraum von 2015 bis 2023 gab es deutliche Preisschwankungen. Das Diagramm zeigt, dass der Tiefstpreis im Mai 2017 bei 65 Euro pro Tonne lag und der Höchstpreis im Mai 2019 bei 120 Euro pro Tonne erreicht wurde. Zum Monat Februar 2024 liegt das arithmetische Bundesmittel der Einzelmeldungen bei 105,56 €/t. Im Vergleich dazu liegt der Durchschnittspreis für Mecklenburg-Vorpommern im Februar bei 86,67 €/t. Es ist auffällig, dass die Preise im Sommer, während der Weide- bzw. Erntezeit, fallen und ab September/Okttober wieder ansteigen.

Abbildung 10: Erzeugerpreise Stroh in Mecklenburg-Vorpommern im Zeitraum 2015 - 2023



Quelle: agrarheute (Quelle: AMI, LK, MIO), 2024

In Anbetracht der zunehmend strengeren rechtlichen Vorgaben in der Tierhaltung wird die Bedeutung von Stroh als Einstreumaterial in Zukunft noch weiter zunehmen. Gleichzeitig wird die verfügbare Arbeitszeit auf Rinderbetrieben immer knapper. Daher steigt die Nachfrage nach automatisierten Einstreusystemen. Es gibt sogar verschiedene Typen für die großflächige Verteilung von Stroh in Liegeboxenlaufställen und anderen Stallgebäuden sowie für die Auflösung von Strohbällen im mobilen und stationären Einsatz (Denk, 2001).

Der Zeitaufwand für das Einstreuen und Entmisten variiert je nach Haltungssystem und Stalltyp. In Anbindeställen beträgt der Arbeitszeitbedarf laut Böckli et al. (2005) für Misten und Einstreuen etwa 2,00 bis 2,70 Arbeitskraftminuten (AKmin) pro Kuh und Tag. Im Vergleich dazu ist im Liegeboxenlaufstall ein geringerer Zeitaufwand von 0,50 bis 1,50 AKmin pro Kuh und Tag für diese Arbeiten erforderlich.

Im Liegeboxenlaufstall beträgt der Arbeitszeitbedarf für die Aufbereitung der Tiefboxen bei einer Herdengröße von 20 bis 100 Kühen zwischen 0,31 und 0,60 Arbeitsknotenminuten pro Kuh und Tag. Für Hochboxen liegt der Arbeitszeitbedarf zwischen 0,21 und 0,46 AKmin pro Kuh und Tag. Es ist wichtig zu beachten, dass diese Werte Durchschnittswerte darstellen und je nach individuellen Betriebsbedingungen und Managementpraktiken variieren können. Die Entmistung in Liegeboxenlaufställen erfolgt in der Regel zweimal täglich. Der benötigte Arbeitszeitbedarf pro Kuh und Tag liegt dabei zwischen 0,14 und 0,55 AKmin. Mit steigendem Tierbestand verringert sich dieser Bedarf aufgrund der Nutzung mobiler Entmistungssysteme von 1,63 auf 0,44 AKmin pro Kuh und Tag zur Reinigung der Laufgänge. Die für das Entfernen von Mist aus den Liegeflächen benötigte Arbeitszeit variiert je nach Entmistungsverfahren, Reinigungsintervall und Herdengröße im Bereich von 0,45 und 0,90 Arbeitskraftstunden pro Kuh und Jahr (Schick et al., 2004).

Die verfügbaren Daten beziehen sich ausschließlich auf die Jungviehhaltung als Einstreu, können jedoch als gute Richtwerte für die Milchviehhaltung dienen. In der Milchviehhaltung wird täglich pro Tier eine Menge von 0,10 Kilogramm Stroh in den Liegeboxen nach gestreut, wofür ein Zeitbedarf von 0,10 AKmin pro Kuh erforderlich ist. Wenn das Nachstreuen nur einmal pro Woche erfolgt, liegt der Zeitbedarf zwischen 0,04 und 0,07 AKmin pro Tier (Quendler, 2011).

4.2 Kompostierungsstall

Die folgende Tabelle (3) enthält die Kostenübersicht für einen Tiefstreustall zur Unterbringung von 120 Milchkühen. Der Tiefstreustall kann in diesem Fall als gleichbedeutend mit einem Kompostierungsstall betrachtet werden. Der Beispielstall ist als Zweiflächenbuchte konzipiert und verfügt über betonierte Laufgänge, einen durchfahrbaren Futtertisch und ein Faserzement-Wellplatten-Dach. Das Wirtschaftsgebäude wurde in vier Kostenblöcke aufgeteilt: Stall, Futter, Mist und Milch.

Tabelle 3: Kosten Tiefstreustall - Wirtschaftsgebäude

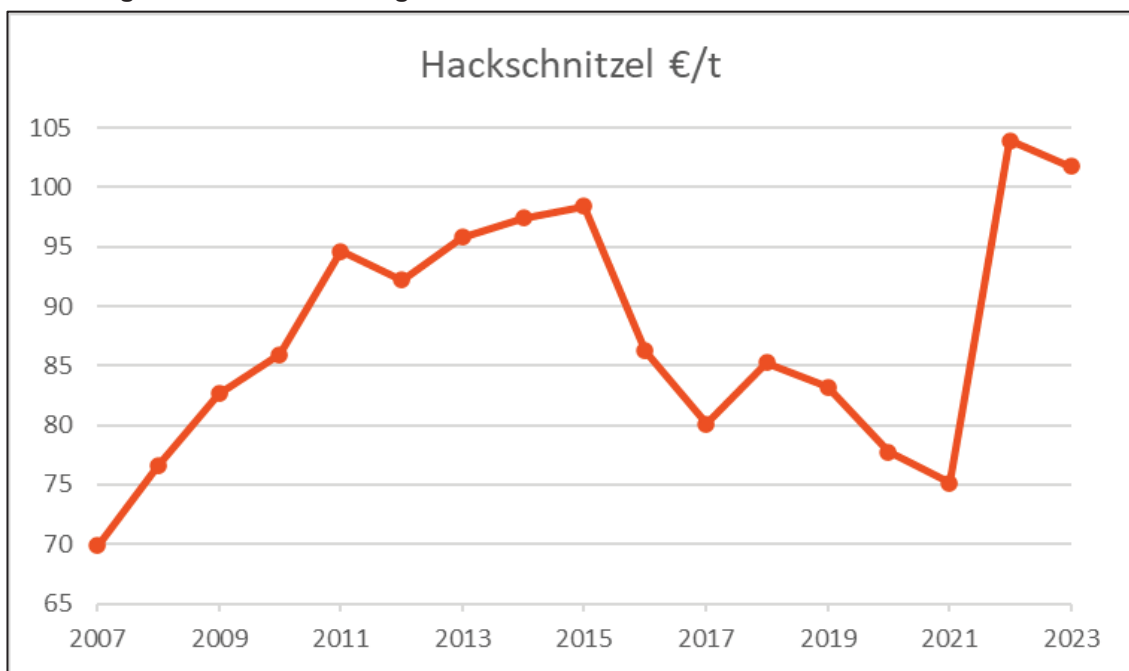
Milchviehstall - Tiefstreustall für 120 Kühe	Preise in EURO incl. MwSt.			
Zweiflächenbuchte, betonierte Laufgänge, durchfahrbarer Futtertisch, Holzbauweise ohne Wärmedämmung, Faserzement-Wellplatten-Dach				
Kostenblock STALL:				
Fußboden, Gebäudehülle und Stalleinrichtung, jedoch ohne Gebäude und Einrichtungen für die Bereiche FUTTER, MIST und MILCH	4.600	-	5.680	/Kuhplatz
Kostenblock FUTTER:				
Krippen und Tränken, jedoch ohne Abruffütterung und Lager	85	-	140	/Kuhplatz
Kostenblock MIST:				
Festmistverfahren, Mistplatte und Jauchebehälter (6 Monate ohne Entmistungsgerät)	1.500	-	1.900	/Kuhplatz
Kostenblock MILCH:				
Gebäude für Melkstand und Milchraum 2*6 FGM mit Abnahmeautomatik, Milchtank	2.700	-	3.400	/Kuhplatz
Zusammen	8.885	-	11.129	/Kuhplatz

Quelle: ALB Hessen, S. 19, 2023

Der erste Kostenblock umfasst den Stall, einschließlich Fußboden, Gebäudehülle und Stalleinrichtung, dagegen ohne die Bereiche für Futter, Mist und Milch, die separat

ausgewiesen sind. Die Kosten für diesen Block liegen im Bereich von 4.600 Euro bis 5.680 Euro. Alle Preisangaben sind in Euro inklusive Mehrwertsteuer angegeben. Der Kostenbereich "Futter" umfasst Krippen und Tränken, jedoch keine Abruffütterung und ein Lager. Hier belaufen sich die Kosten auf 85 € bis 140 € pro Kuhplatz. Im "Mist"-Block wird das Festmistverfahren durchgeführt und umfasst eine Mistplatte und einen Jauchebehälter (6 Monate ohne Entmistungsgerät). Hier liegen die Aufwendungen zwischen 1.500 € und 1.900 €. Der letzte Kostenblock betrifft den Bereich "Milch". Hier wurde ein Gebäude für den Melkstand und den Milchraum eingeplant, mit einem 2 * 6 Fischgrätenmelkstand, Abnahmeautomatik und einem Milchtank. Die Ausgaben belaufen sich auf 2.700 € bis 3.400 € pro Kuhplatz. Zusammenfassend liegen die Gesamtkosten pro Kuhplatz für den Tiefstreustall laut ALB-Hessen 2023 zwischen 8.885 € und 11.129 €.

Abbildung 11: Preisentwicklung Hackschnitzel in Deutschland



Quelle: eigene Darstellung (C.A.R.M.E.N. e.V.), 2024

Seit dem Jahr 2003 erhebt C.A.R.M.E.N. e.V. quartalsweise Daten zur Preisentwicklung bei Waldhackschnitzeln. Die angegebenen Werte sind Bruttopreise, die bereits die Mehrwertsteuer enthalten. Bis 2022 betrug der Mehrwertsteuersatz in den Preisen 19 Prozent. Ab 2023 wurde dieser Satz aufgrund einer geänderten Rechtsprechung auf 7 Prozent reduziert.

Die Jahresmittelwerte für Waldhackschnitzel in Deutschland mit einem Wassergehalt von 35 Prozent betragen 2021 75,12 €/t, 2022 103,93 €/t und 2023 101,76 €/t. Über den

gesamten Zeitraum von 2007 bis 2023 lag der Durchschnittspreis bei 87,46 Euro pro Tonne. Dabei lag der niedrigste Preis bei 69,90 €/t und der höchste Preis bei 103,92 Euro pro Tonne. Als Medianpreis wurde ein Wert von 85,94 Euro pro Tonne ermittelt.

Die Auswertung des Diagramms zeigt, dass der Jahresmittelwert im Jahr 2023 über dem Durchschnitt der letzten 16 Jahre liegt. Es lässt sich erkennen, dass die Preise für Waldhackschnitzel im Laufe der Zeit Schwankungen unterliegen. Die Gründe für diese Preisbewegungen könnten eine Vielzahl von Faktoren sein, wie Angebot und Nachfrage, Witterungsbedingungen oder politische Entscheidungen. Die Preisentwicklung bei Waldhackschnitzeln ist wichtig für Erzeuger und Verbraucher, da sie Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit und die Nachhaltigkeit der Nutzung dieser Biomassequelle hat. Es ist empfehlenswert, die Daten und Trends kontinuierlich zu beobachten, um fundierte Entscheidungen treffen zu können.

Verschiedene wissenschaftliche Studien berichten über eine verbesserte allgemeine Klauengesundheit und erhöhten Liegekomfort für Milchkühe in Kompoststallsystemen in den USA. Aufgrund des Fehlens von Trennelementen in den Liegeboxen, die den natürlichen Bewegungsablauf der Kühe beim Hinlegen und wieder Aufstehen beeinträchtigen könnten, kommt es zu vermehrten An- und Ablegeprozessen bei den Tieren. Als Gesamtergebnis konnte eine signifikante Reduktion von Technopathien (Integumentschäden) festgestellt werden.

Im Rahmen einer Zusammenarbeit bei einer Forschungsstudie zwischen dem Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein (LZF) und der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART) wurden Technopathien, Tierverschmutzung, Liegeverhalten und die aktuelle Lahmheitssituation in Kompostställen von fünf Höfen untersucht (Heil, 2012). Neben einem positiven Liegeverhalten über den gesamten Tag wurde ein Grad der Verschmutzung des Tieres von 0,44 festgestellt, wobei das Euter den geringsten Grad der Verschmutzung aufwies. Es wurden nur minimale Veränderungen an den Karpal- und Sprunggelenken beobachtet. Der Anteil der Kühe, die als lahm eingestuft wurden, betrug 25 Prozent. Diese Zahl liegt deutlich unterhalb der Spannbreite der Ergebnisse aus Boxenlaufstallbetrieben (31-46 Prozent) und ist äußerst erfreulich. Die vorliegenden Erkenntnisse werden durch aktuelle Studien aus den Niederlanden bestätigt. Es wurden zwei Betriebe, die Kompost als Einstreu verwenden, sowie ein Betrieb, der Sägespäne verwendet (Kompostierungsstall), aufgezeichnet. Die Prävalenz von Lahmheit bei den Rindern war im Kompoststall signifikant geringer. Trotz der Wärmeentwicklung aufgrund des Kompostierungsprozess wurden bei keinem der Ställe Anzeichen von Hitzestress bei den Kühen beobachtet. Darüber hinaus wurden die Entwicklung des Zellzahlgehaltes und die Eutergesundheit

der Milchviehställe untersucht. Bei allen Betrieben wurde nach dem Umzug in den Kompoststall ein geringerer Einsatz von Antibiotika festgestellt. Die durchgeführten Sammelmilchproben zeigten gelegentliche Peaks, führten jedoch niemals zu Qualitätsabzügen seitens der Molkereien. Trotzdem lassen die Abweichungen darauf schließen, dass eine sorgfältige Melkroutine im Kompostierungsstall von wesentlicher Bedeutung ist. Insgesamt zeigte sich eine geringere Konkurrenzsituation bei den Kühen, jedoch eine erhöhte gegenseitige Belecksituation. Vorhandene wissenschaftliche Analysen geben die Bestätigung, dass der Kompostierungsstall als ein Haltungssystem mit hohem Kuhkomfort betrachtet werden kann.

Im Folgenden wird eine Tabelle (4) präsentiert, die die Auswirkungen von Freilaufställen auf verschiedene Aspekte der Tiergesundheit darstellt.

Tabelle 4: Effekte der Freilaufställe auf die Tiergesundheit

Merkmal	Studienergebnis	Quelle
Lahmheiten	Weniger Lahmheiten (4,4% bei Kompost, 13,1% bei Sandliegeboxen) 25% Kühe im Kompoststall werden als lahm eingestuft (31-46% im Liegeboxenlaufstall)	Lobeck et.al. (JdS, 2011) Ofner-Schröck, et al, 2013
	11,9% Kühe mit Locomotionscore >3, 5% >4;	Black et al, (JdS, 2013)
Sprunggelenksläsionen	Weniger Kühe mit verletzten/ geschwollenen Gelenken (26,8% bei Matratzen, 3,5% bei Kompost, 2,0% bei Sand); Gesundere Gelenke (64% bei Kompost, 54,6% bei Sand)	Van Gastelen et.al. (JdS, 2011)
	Anteil Sprunggelenksläsionen sehr gering	Ofner-Schröck et.al., 2013
Sauberkeit	Die Tiere sind sehr sauber, vor allem am Euter; Verschmutzungsgrad von 0,44 (n Faye und Barnouin 1985)	Ofner-Schröck et.al., 2013
	Der durchschnittliche Hygienescore der Kühe auf Kompost ist 2,2	Black et al, (JdS, 2013)
Tierverhalten	Nur sehr wenig stehende Tiere auf der Liegefläche, kein Meiden der Liegefläche bei wärmeren Temperaturen	Ofner-Schröck et.al., 2013
	Kühe, die aus einem älteren Liegeboxenlaufstall in einen Kompoststall eingezogen sind, liegen 4h/d pro Tag länger	Eckelkamp et al., et.al (JdS 2014)
Eutergesundheit	Rel. wenig Umweltkeime in der Einstreu, wenig gram-negative Bakterien	Van Gastelen et.al. (JdS, 2011)
	Bis zu 12% weniger Mastitisinfektionen	Barberg et al., (JdS, 2007)

	Temperatur, Feuchtegehalt Kompost, m ² /Kuh, C:N Verhältnis hat keinen Einfluss auf coliforme Keime Viele Mastitiserreger haben ähnliche „Wachstumsbedingungen“ wie Mikroben im Kompostierungsprozess, so dass die hohe Temperatur im Kompostierungsstall (>55°C) allein keine Sicherheit bietet	Black et al, (JdS, 2013)
	Erhöhter Zellgehalt im Kompoststall im Vergleich zu Liegeboxenlaufstall	Svennesen, 2013
Brunsterkennung	4,2% bessere Brunsterkennungsrate (41,4% zu 36,9%)	Barberg et al., (JdS, 2007)
	Verkürzte Zwischenkalbezeit (18 d), Tage bis zur ersten KB -18,8d; Günstzeit: -19,6d	Black et al, (JdS, 2013)
Milchleistung	+955 kg/Jahr mehr Milch	Barberg et al., (JdS, 2007)
	+ 1 kg Milch/Kuh und Tag	Black et al, (JdS, 2013)

Quelle: Elite, 03/12, Holzeder; ergänzt

4.3 Vergleich der Verfahren

Der Hauptunterschied in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit zwischen einem Liegeboxen- und einem Kompostierungsstall liegt vor allem in der erforderlichen Menge an Einstreu. Für Landwirte ist die langfristige Wirtschaftlichkeit eines Kompostierungsstalls unter anderem von der Verfügbarkeit kostengünstiger Bezugsquellen für Sägespäne oder Hackschnitzel abhängig (ALB Bayern e.V., 2019). Bei der Nutzung von Einstreu aus dem eigenen Wald ist zu beachten, dass der jährliche Zuwachs eines durchschnittlichen Waldes 10 m³/ha ist, wobei nur ungefähr 25 Prozent hiervon als Hackschnitzel nutzbar sind. Dies ist aufgrund des Verkaufs des hochwertigen Festholzes üblich. Der Umrechnungsfaktor von Holz, gemessen in Festmetern, in Hackgut, wird auf einen Bereich von 2,5 bis 3 geschätzt. Dementsprechend wäre es erforderlich, dass pro Kuh eine Fläche von 4 Hektar Wald zur Verfügung steht, um einen Stall mit eigens gewonnenen Hackschnitzeln einstreuen zu können (bei einer Einstreumenge von 10 m³/Kuh). Um einen Stall mit eigens gewonnenen Hackschnitzeln zu versorgen, würde pro Kuh eine Fläche von 4 Hektar Wald benötigt, basierend auf einer Einstreumenge von 10 m³/Kuh (Möcklinghoff-Wicke, 2014).

Die Marktpreise für Einstreu in Form von Holzhackschnitzel betragen derzeit in Deutschland etwa 5-25 €/m³. Laut Berechnungen von Holzeder (2012) belaufen sich die

Einstreukosten auf 250 € pro Kuh und Jahr. Dieser Betrag übersteigt die jährlichen Einstreukosten von Hoch- und Tiefboxen mit lediglich 80 bis 90 € erheblich.

Trotz der scheinbaren Einfachheit des Kompostierungsstalls sind die aktuellen Baukosten vergleichbar mit denen eines herkömmlichen Boxenlaufstalls.

Der Kompostierungsstall erfordert eine größere Grundfläche im Vergleich zum Liegeboxenlaufstall. Es kann möglicherweise nicht auf die Betonplatte unter der Liegefläche verzichtet werden und der gesamte Aufbau ist insgesamt vergleichbar mit dem eines Liegeboxenstalls. Ein entscheidender Faktor ist die Ausführung der Halle ohne störende Stützen im Liegebereich, da sie die mechanische Bearbeitung erschweren können. Potenzielle Einsparungen ergeben sich im Bereich des Güllelagerraumbedarfs, da lediglich etwa 40 Prozent der Gülle auf dem Fressgang anfällt, während die verbleibenden 60 Prozent in der Liegefläche zu Kompost umgewandelt werden. Bei der Betrachtung der finanziellen Aspekte sollten neben den Baukosten auch die sogenannten "nicht-monetären Vorteile" des Kompostierungsstalls berücksichtigt werden, die sich schwieriger in quantifizierbaren finanziellen Werten ausdrücken lassen (Heil, 2012). Annähernd alle praxisnahen Betriebe in den Vereinigten Staaten, den Niederlanden, Deutschland und Österreich belegen eine deutlich erhöhte Tiergesundheit, eine verminderte Prävalenz von Klauenerkrankungen, das Fehlen von Integumentschäden, stabile (niedrigere) Zellzahlen, eine erhöhte Milchleistung und eine generelle Stressreduzierung sowie gesteigertes Wohlbefinden der Kühe im Zusammenhang mit dem Kompoststallsystem (Möcklinghoff-Wicke, 2014).

Der Kompostierungsstall bietet einen signifikanten Vorteil in Bezug auf den gesteigerten Komfort für die Kühe. Es wird ihnen ermöglicht, ein Liegeverhalten zu zeigen, das dem auf der Weide ähnlich ist, da die Liegefläche nicht durch Begrenzungen beeinträchtigt wird. Im Vergleich zum Boxenlaufstall haben rangniedere Tiere im Kompostierungsstall eine bessere Möglichkeit, ranghöheren Tieren auszuweichen. Der nachgiebige Untergrund der Liegefläche trägt maßgeblich zur Verbesserung der Klauengesundheit bei und reduziert auch das Risiko von Gelenkerkrankungen. Aufgrund der barrierefreien Liegefläche ist die Verletzungsgefahr äußerst minimal. Durch eine effiziente Verwaltung des Kompostes und die Generierung von Temperaturen von bis zu 70 °C erfolgt eine Reduktion der Anzahl pathogener Keime, damit das Risiko für Mastitis reduziert wird. Darüber hinaus führt eine trockene Kompostmatratze zu einer verbesserten Sauberkeit der Tiere. Zusätzlich ist der Kompostierungsstall durch einen reduzierten Zeitaufwand in Bezug auf die Pflege der Liegeplätze gekennzeichnet. Die fertige Kompost-Liegematte kann nach Beendigung direkt während der Stallperiode und ohne vorherige Zwischenlagerung auf die Felder verteilt werden. Zudem zeichnet sie sich durch

hervorragende Düngerwerte aus. Ein Nachteil der Kompoststallvariante besteht in den sehr hohen Kosten für das Einstreumaterial (Hackschnitzel). Die Validität des gesamten Konzepts des Kompostierungsstalls wird maßgeblich durch diese Kosten beeinflusst. Zudem besteht bei einer Witterung mit niedrigen Temperaturen und Feuchtigkeit, wie sie typischerweise im Winter vorherrscht, die potenzielle Gefahr einer Störung des Kompostierungsprozess. Mit abnehmenden Temperaturen besteht die Möglichkeit einer erneuten Ausbreitung von Keimen. Um jedoch eine trockene Oberfläche zu gewährleisten, sind größere Mengen an Einstreu erforderlich, was hingegen zu hohen Ausgaben führt. Es besteht die Möglichkeit, dass im Kompostierungsstall die schwächeren Tiere häufiger von den dominanten Tieren aufgescheucht werden, was zu einer signifikanten Verringerung der Liegezeiten führen kann. Im Boxenlaufstall besteht die Vergünstigung, dass rangniedere Tiere, wenn sie in individuellen Liegeboxen untergebracht sind, weniger leicht von dominanten Tieren aufgescheucht werden können. Dadurch werden im Vergleich zum Kompoststall längere Liegedauern ermöglicht. Dies führt zu einer erhöhten Wiederkauaktivität, was sich positiv auf die Leistungsfähigkeit der Kühe auswirkt. Aufgrund der Beschaffenheit der Laufgänge, die aus Beton bestehen und nicht kontinuierlich gereinigt werden, stehen die Kühe im Boxenlaufstall überwiegend auf hartem und nassem Boden. Dies kann zu einer erhöhten Prävalenz von Klauenerkrankungen zur Folge haben, was wiederum zu einer verringerten Futteraufnahme und somit zu reduzierten Leistungsergebnissen führt. Das Liegen an der Hinterkante der Liegeboxen kann zu vermehrten Verletzungen an den Sprunggelenken führen (Projektarbeit zum Bau von Ställen, 2012).

Um den Break-even-Punkt für beide Haltungssysteme zu bestimmen, wird der Gesamterlös in Bezug auf die Gesamtkosten betrachtet. Der aktuelle Milchpreis liegt bei 43,20 € pro 100 kg Kuhmilch, mit einem Fettgehalt von 4,0 Prozent und einem Eiweißgehalt von 3,4 Prozent.

Für den Kompoststall beträgt der Gesamterlös pro Kuh 4.259 €, während die Gesamtkosten pro Kuh 5.156 € betragen. Das führt zu einer negativen "Einzelkostenfreien Leistung" von -897 € pro Kuh. Anhand dieser Berechnungen liegt der Break-even-Punkt bei einem Milchpreis von 0,57 Euro pro Kilogramm. Das bedeutet, dass der Milchpreis mindestens dieses Niveau erreichen muss, um die variablen Kosten zu decken. Der Break-even-Punkt liegt somit über dem aktuellen Milchpreis.

Für den Ökonomiestall beträgt der Gesamterlös pro Kuh ebenfalls 4.259 €. Die Gesamtkosten pro Kuh belaufen sich auf 5.053 €, was zu einer negativen "Einzelkostenfreien Leistung" von -795 € pro Kuh führt. Basierend auf diesen Berechnungen liegt der Break-even-Punkt für den Ökonomiestall bei einem Milchpreis

von 0,56 Euro pro Kilogramm. Auch hier liegt der Break-even-Punkt über dem aktuellen Milchpreis.

Diese Berechnungen basieren auf den vorhandenen Daten der Vollkostenrechnung unter der Annahme, dass alle anderen Faktoren konstant bleiben. Es ist jedoch zu beachten, dass diese Analyse eine grobe Schätzung darstellt und individuelle betriebliche Gegebenheiten wie spezifische Kostenstrukturen und Milchleistung sowie weitere Faktoren berücksichtigen muss.

Vom Aspekt des Tierwohls aus betrachtet bietet der Kompostierungsstall einige Vorteile, jedoch ist seine Bewirtschaftung anspruchsvoll. In einer Studie haben Therese Däumler und Prof. Dr. Steffen Hoy die Arbeitszeit in diesem Zusammenhang gemessen. In einem Kompostierungsstall wird eine etwa 40 cm dicke Einstreumatratze aus Sägemehl, Hobelspänen oder Holzhackschnitzeln verwendet, in die Kot und Harn eingebracht werden. Im Gegensatz dazu wird bereits fertiger Kompost aus Bioabfall oder Schnittgut als Einstreumaterial im Kompoststall genutzt. Pro Tag und Kuh gelangen ungefähr 50 bis 60 kg Kot und Harn in das Kompostbett, durch die Wasser-, Mineralstoff- und organische Substanzzufuhr erfolgt. Durch die bakterielle Aktivität während des Kompostierungsprozesses entsteht Wärme. Bei einem Trockensubstanzgehalt von 40 bis 60 Prozent werden Temperaturen von 45 bis 65 °C erreicht. Die erzeugte Wärmeenergie spielt eine wichtige Rolle beim Verdampfen der Feuchtigkeit aus dem Kompostbett. Falls die Verdampfung nicht gelingt, sammelt sich immer mehr Feuchtigkeit an und das System bricht zusammen. Um eine effiziente Kompostierung zu gewährleisten, ist es unerlässlich, die Einstreu mindestens zweimal täglich gründlich zu wenden, idealerweise unter Verwendung von einem Grubber oder einer Fräse. Dies fördert den Eintrag von Sauerstoff in das Kompostbett und wirkt sich positiv auf die Aktivität der Mikroorganismen aus. Dieser Prozess spielt eine bedeutende Rolle, da ein Sauerstoffmangel im Kompostbett, vor allem in den unteren Bereichen aufgrund der fortschreitenden Verdichtung des Materials, zu einer erhöhten Produktion von Ammoniak und des Treibhausgases Lachgas führen kann. Zusätzlich steigen in diesem Fall auch die umweltbelastenden Stickstoffemissionen an (top agrar, 2019).

Der Kompostierungsstall verfügt über einen planbefestigten Laufgang am Futtertisch. Etwa 30 bis 40 Prozent der Exkrememente werden hier abgeschieden. Mit einer Fläche von 8 bis 12 m² pro Kuh stellt der Kompostierungsstall ein tiergerechtes Haltungssystem für Milchkühe dar, das auf den Komfort und das Wohlergehen der Tiere abzielt. Vorwiegend trägt die barrierefreie und flexible Liegefläche zu diesem tierfreundlichen Umfeld bei. Ein zentraler Faktor für die Nutzung dieses Systems liegt in der Verfügbarkeit und den Kosten für das Einstreumaterial sowie der entsprechenden Arbeitszeit, um das Material

mindestens zweimal täglich und bestenfalls sogar dreimal zu wenden. Die erfolgreiche Umsetzung des Systems ist demnach stark von der Zugänglichkeit des Einstreumaterials und der zur Verfügung stehenden Zeit zur Bearbeitung abhängig. In dieser Untersuchung wurde das Ziel verfolgt, die Arbeitsökonomie durch die Messung der Arbeitszeit zu bewerten.

Die Untersuchungen wurden in einem Zweiraumlaufstall durchgeführt, hier befanden sich zum Zeitpunkt der Studie trockenstehende und hochleistende Kühe. Der Stall verfügt über eine kompostierende Liegefläche von 1.080 m² im Kompostierungsstall (K) und einen 4 m breiten, planbefestigten Fressgang mit Selbstfangfressgittern. In diesem Stall wurden insgesamt etwa 124 Kühe gehalten, die in zwei Bereichen untergebracht waren. Der erste Bereich bestand aus 100 frischmelkenden Kühen mit einer Liegefläche von 8,6 m² pro Kuh, während der zweite Bereich 24 trockenstehende Kühe mit einer Liegefläche von 9 m² pro Kuh beherbergte. Direkt angrenzend wurde in einem ein Liegeboxenlaufstall (L) 128 altmelkende Kühe und 36 Rinder gehalten. In diesem Stall befanden sich Tiefboxen mit einer Einstreu aus einer Mischung von Stroh und Kalk vorhanden, wobei das Verhältnis zwischen Tier und Liegeplatz ungefähr 1 zu 1 betrug. Im Kompostierungsstall (K-Stall) hatte der Betriebsinhaber die Gelegenheit, kostenlosen Getreideausputz aus einem nahegelegenen Getreidelager als Einstreumaterial zu verwenden. Im Sommer wurde das Einstreuen direkt mit einem Transportanhänger durchgeführt, während es bei Bedarf mit einem Teleskoplader erfolgte, wenn die Kühe sich im Wartebereich zum Melken befanden. Die gesamte Fläche wurde mit einem Flügelschargrubber und einem Schlepper bis zur vollen Tiefe bearbeitet. Durch die Form der Flügelschare wird eine flächendeckende und intensive Lockerung der Kompostierungsschicht erreicht. Im Betrieb wurde die Einstreu dreimal täglich während der drei Melkzeiten aufgelockert. Während der Einstreuarbeiten wurden die trockenstehenden Kühe kurzzeitig umgetrieben. Die Arbeitszeitmessungen wurden für die Vorgänge des Entmistens und des Einstreuens/Einstreupflegens mithilfe einer Videokamera durchgeführt, da diese Arbeitsabläufe in den beiden Haltungssystemen deutliche Unterschiede aufwiesen. Die Zustimmung des Betriebsleiters und der Mitarbeiter zur Teilnahme an den Untersuchungen wurde eingeholt. Im Liegeboxenlaufstall erfolgte das Entmisten einmal täglich, während im Kompostierungsstall das Grubbern dreimal täglich durchgeführt wurde (top agrar, 2019). Im Liegeboxenstall erfolgte das Einstreuen alle 16 Tage, während im Kompostierungsstall das Einstreuen je nach Wetterbedingungen und der Beschaffenheit der Einstreu in einem Zeitintervall von 5 Tagen bis 5 Wochen durchgeführt wurde. Das Füttern, Melken und das generelle Management der Milchkühe waren in beiden Haltungssystemen identisch. Die Arbeitsabläufe des Entmistens und Einstreuens

wurden hingegen in Arbeitsteilvorgänge (ATV) aufgeteilt, wie in Abbildung 12 dargestellt. Für jeden einzelnen Vorgang wurden spezifische Start- und Endzeitpunkte definiert, um die Dauer jedes Arbeitsteilvorgangs zu messen. Jeder Arbeitsteilvorgang wurde ungefähr 10- bis 15-mal erfasst, um die Dauer zu vermerken und anschließend erfolgte eine Auswertung. Die nachfolgenden Erkenntnisse nehmen Bezug auf einen Liegeboxenlaufstall, in dem Tiefboxen mit einer Einstreu aus einem Stroh-Kalk-Gemisch verwendet werden. Bei der Berechnung des Arbeitsaufwands wird vorausgesetzt, dass die Kühe in beiden Haltungssystemen dreimal täglich gemolken werden. Der Umtrieb der Rinder erfolgt dreimal täglich und die Kompostmatratze wird ebenfalls dreimal täglich gegrubbert. Sobald der Arbeitszeitbedarf für das zweimalige Grubbern und Umtreiben ermittelt werden muss, können die entsprechenden Daten in Tabelle 6 aufgenommen und anschließend berechnet werden. Nach Messungen ergab sich im Liegeboxenlaufstall ein Arbeitszeitbedarf von 39,11 Arbeitspersonminuten (APmin) pro Tag und 237,9 Arbeitspersonstunden (APh) pro Jahr pro 100 Kühe für die Arbeitsabläufe des Einstreuens und des Mistens (Tabelle 5).

Tabelle 5: Übersicht über den Arbeitszeitaufwand im Liegeboxenstall je Kuh und je 100 Kühe (Werte gerundet, AP = Arbeitsperson)

Arbeitsvorgang	ATV	Dauer/Kuh (APmin)	Intervall (d)	Dauer je Kuh/d (APmin)	Dauer je 100 Kühe/d (APmin)	Dauer je 100 Kühe/a (APh)
Einstreuen	1	0,496	16	0,031	3,1	18,87
	2	0,073	16	0,005	0,46	2,78
	3	0,514	16	0,032	3,21	19,55
	4	0,13	16	0,008	0,81	4,93
	5	0,041	16	0,003	0,26	1,56
Summe	1,254	0,078	7,85	47,67		
Misten	2	0,073	3x/d	0,219	21,9	133,23
	6	0,094	3x/d	0,094	9,37	57,0
Summe	0,167	0,313	31,27	190,23		
Gesamt	Einstreuen und Misten			0,391	39,11	237,9

Quelle: top agrar, 2019

Bei der Messung des Entmistungsprozesses wurde ein vergleichbarer Wert wie in den Leitlinien des KTBL (0,37 Arbeitskraftminuten (AKmin) pro Kuh pro Tag) ermittelt. Der Arbeitszeitbedarf im Kompostierungsstall für die Arbeitsabläufe des Einstreuens und des Mistens liegt bei 68,08 Arbeitspersonminuten pro Tag pro 100 Kühe. Zusammenfassend ergibt sich ein Gesamtarbeitszeitbedarf von 414,16 Arbeitsstunden pro Jahr pro 100 Kühe im Kompostierungsstall (Tabelle 6).

Tabelle 6: Übersicht über den Arbeitszeitaufwand im Kompostierungsstall je Kuh und je 100 Kühe (Werte gerundet, AP = Arbeitsperson)

Arbeitsvorgang	ATV	Dauer/Kuh (APmin)	Intervall (d)	Dauer je Kuh/d (APmin)	Dauer je 100 Kühe/d (APmin)	Dauer je 100 Kühe/a (APh)
Einstreuen	1	0,128	14	0,009	0,91	5,55
	2	0,098	14	0,007	0,70	4,27
	3	0,053	14	0,004	0,38	2,28
	4	0,084	14	0,006	0,6	3,65
	5	0,101	14	0,007	0,72	4,38
Summe	0,464	0,033	3,31	20,14		
Misten	2	0,098	3x/d	0,294	29,4	178,85
	6	0,118	3x/d	0,354	35,37	215,2
Summe	0,216	0,648	64,77	394,02		
Gesamt	Einstreuen und Misten			0,681	68,08	414,14

Quelle: top agrar, 2019

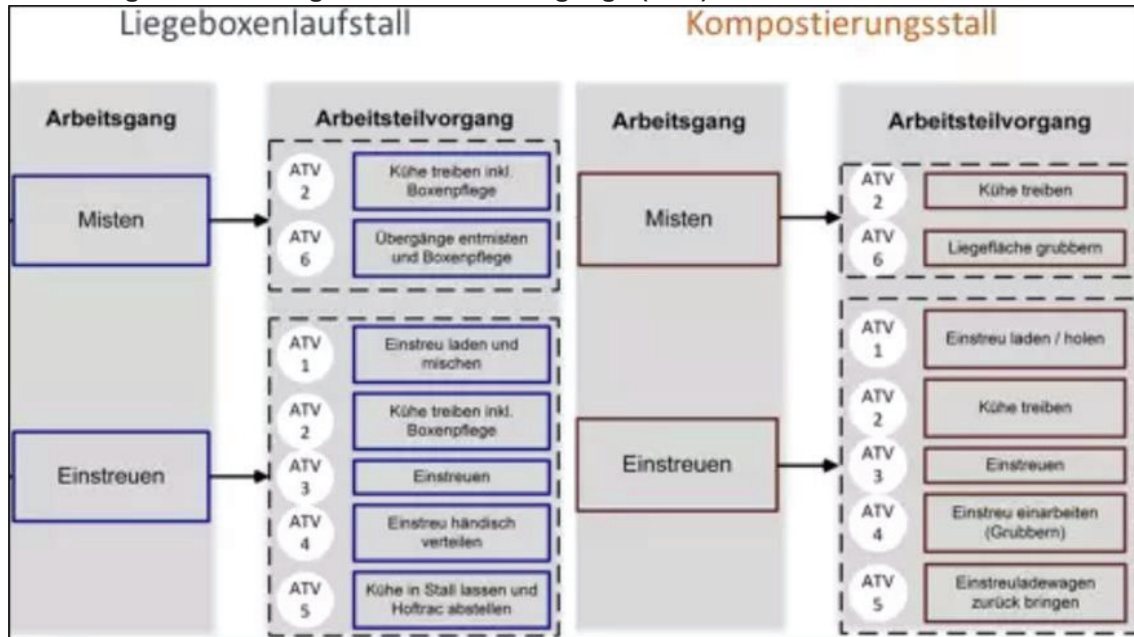
Wenn man die Arbeitszeitaufwände der beiden Haltungssysteme für die Entmistungs- und Einstreuverfahren vergleicht, ergibt sich, dass der Liegeboxenlaufstall 0,29 Arbeitsplatzminuten pro Kuh und Tag bzw. 1,76 Stunden pro Kuh und Jahr einen geringeren Bedarf benötigt (Tabelle 7).

Tabelle 7: Gegenüberstellung des Arbeitszeitaufwandes je Kuh im Kompoststall (K) und im Liegeboxenlaufstall (L) (AP = Arbeitsperson)

Arbeitsgang	Dauer je Kuh/d (APmin)		Dauer je Kuh/Monat (APmin)		Dauer je Kuh/anno (APh)	
	K	L	K	L	K	L
Einstreuen	0,0331	0,0784	1,01	2,39	0,2	0,48
Misten	0,6477	0,3127	19,75	9,54	3,94	1,9
Summe	0,6808	0,3911	20,76	11,93	4,14	2,38

Quelle: top agrar, 2019

Abbildung 12: Einteilung der Arbeitsteilvorgänge (ATV)



Quelle: top agrar, 2019

In beiden Haltungssystemen werden die Kühe zweimal täglich gemolken und demzufolge umgetrieben, sodass der Kompoststall zweimal täglich gegrubbert werden kann. Dadurch ergibt sich für den Liegeboxenstall ein Vorteil mit einer geringen Differenz von 0,14 Arbeitspersonminuten pro Kuh und Tag bzw. 51,24 Minuten pro Kuh und Jahr. Im Vergleich zum Liegeboxenlaufstall mit Tiefboxen erfordert die Bearbeitung des Kompostierungsstalls unabhängig davon einen höheren Arbeitszeitaufwand. Im Schnitt beansprucht der Arbeitsgang eine bestimmte Zeit für das Misten im Kompostierungsstall 78,93 Minuten, was eine Verlängerung von ungefähr 35,5 Minuten im Vergleich zum Liegeboxenlaufstall bedeutet (insgesamt 43,45 Minuten). Der tägliche Arbeitszeitaufwand im Kompostierungsstall ist abhängig von der Anzahl der Einstreuwagen und liegt etwa 26 bis 29 Minuten größer als im Liegeboxenlaufstall. Die festgestellte Differenz ergibt sich hauptsächlich aufgrund der dreimal täglichen Bearbeitung der Einstreu. Eine Reduzierung der Differenz auf 11,7 Minuten pro Tag könnte durch eine zweimal tägliche Bearbeitung des Kompostsubstrats erzielt werden. Unter der Annahme einer einmaligen täglichen Bearbeitung des Kompostes würde der Arbeitszeitaufwand im Vergleich zum Liegeboxenlaufstall sogar etwas geringer ausfallen. Jedoch zeigt sich eine deutliche Verschlechterung der Einstreuqualität, außer die Fläche pro Kuh wird signifikant auf 14 m² gesteigert. Das würde jedoch zu einer Erhöhung der Baukosten führen und letztendlich keine zufriedenstellende Lösung darstellen. In der vorliegenden Studie an fünf hessischen Kompostierungsställe hat der analysierte Stall aufgrund der dreimal täglichen tief wendenden Einstreubearbeitung in

Bezug auf die gemessene Temperatur und den Trockensubstanzgehalt die beste Einstreuqualität auf. Bei geeigneter Anpassung der Zugänglichkeit, beispielsweise durch eine befahrbare Kompostierungsfläche von beiden Seiten, lassen sich Potenziale zur Einsparung von Arbeitszeit erschließen. Im betrachteten Betrieb war dies aufgrund eines Gatters jedoch nur von einer Seite aus mit dem Traktor möglich. Folglich musste nach jeder Bahn eine Leerfahrt durchgeführt werden, um wieder vorwärts zu grubbern (top agrar, 2019).

5 Diskussion und Empfehlung

Die Wirtschaftlichkeit landwirtschaftlicher Betriebe in der Milchviehhaltung kann durch stagnierende oder sinkende Milchpreise und hohe Investitionskosten für Stallneubauten und -erweiterungen beeinträchtigt werden. Dabei spielen die Fixkosten für Baulichkeiten, Maschinen und Geräte sowie die Arbeitskosten eine entscheidende Rolle. Die Hauptmotivation für Betriebsinhaber, in ihre Betriebe zu investieren, liegt darin, ihre Lebensgrundlage und Selbstständigkeit zu sichern und die Arbeitsqualität zu verbessern (Quendler, 2011).

Um die Wirtschaftlichkeit in der Milchproduktion zu gewährleisten, ist es wichtig, die Arbeitskosten zu senken. Hierbei stellen das Melken und Füttern die zeitaufwändigsten Tätigkeiten dar. Durch verfahrenstechnische Maßnahmen wie die Automatisierung des Melkens und Fütterns kann der Arbeitszeitaufwand reduziert und die physische Arbeitsproduktivität gesteigert werden. Dennoch steigen die Anforderungen an das Arbeitspersonal kontinuierlich an (Schick, 2008). Ein effizientes Raum-Funktionskonzept und eine gute Auswahl an Maschinen und Arbeitsgeräten sind wichtig, um den Arbeitsaufwand und die Arbeitsbelastung pro Tierplatz zu minimieren (Ofner-Schröck et al., 2017).

Die Bearbeitung der Liegefläche kann bis zu zweimal täglich in kreisförmigen Bewegungen durchgeführt werden. Die Erledigung kann mithilfe von bereits abgeschriebenen Maschinen durchgeführt werden und ist im Vergleich zu anderen Aufgaben wie dem Säubern von Tiefboxen weniger zeitaufwändig (ALB Bayern e.V., 2019).

Eine gute Planung von Stallbaumaßnahmen ist entscheidend, da Fehler nur schwer zu beheben sind und über Jahrzehnte hinweg zu einer erhöhten Arbeitsbelastung führen können. Die Auswahl des Raum-Funktionskonzepts, die Vermeidung von peripheren Lagern (wie Futter, Einstreu oder Fest- und Flüssigmist) und eine klare Trennung der Funktionsbereiche können zu einer erheblichen Reduktion des täglichen Arbeitsaufwands pro Tierplatz beitragen. Dabei sollten ökologische Aspekte wie Emissionen und Nachhaltigkeit berücksichtigt werden (Ofner-Schröck et al., 2017).

Die Einführung von Kompostierställen kann zu höheren Arbeits- und Einstreukosten führen, bedingt durch den erhöhten Arbeitsaufwand für die Einstreuverwaltung und die größeren Flächenanforderungen im Vergleich zu herkömmlichen Ställen. Die Einstreukosten variieren je nach Bedarf und Preis des Einstreumaterials, wobei Holzhackschnitzel bei etwa 15 bis 20 Euro pro Kubikmeter liegen und Einstreukosten von etwa 200 bis 400 Euro pro Kuh und Jahr verursachen. Aufgrund der gesteigerten

Platzanforderungen pro Tier sind die Baukosten für einen Kompostierungsstall höher als bei einem Liegeboxenlaufstall. Die Fläche pro Kuh beträgt im Kompostierungsstall 9 bis 15 Quadratmeter im Vergleich zu 5 bis 6 Quadratmetern im Liegeboxenlaufstall. Die Zusatzkosten pro Kuhplatz für den größeren Platzbedarf belaufen sich auf etwa 1.000 bis 2.500 Euro. Eine Untersuchung von Galama et al. (2015) schätzt die Investitionskosten für einen Kompostierungsstall mit Hackschnitzeleinstreu auf 642 Euro pro Kuh, wobei die Dachkosten höher sind.

Dennoch zeigen Studien eine deutliche Verbesserung der Produktions- und Gesundheitsleistung bei Kühen in Kompostierungsställen. Die Rentabilität von Kompostierungsställen hängt dabei von verschiedenen Faktoren ab, wie dem Platzbedarf pro Kuh und dem Preis für das Einstreumaterial. Die Verfügbarkeit und die Preise für Einstreumaterial können erheblich variieren (Galama et al., 2020).

Die Verwendung von Sand als Einstreumaterial in Freilauf-Ställen zeigt vielversprechende Ergebnisse in Bezug auf Tierwohl und Komfort, aber es sind weitere Untersuchungen erforderlich. Jedoch kann die Verwendung von recyceltem Sand das Risiko von Mastitis erhöhen und erfordert eine sorgfältige Überwachung der Einstreuqualität (Galama et al., 2020).

Die rechtliche Klassifizierung von Stall-Kompost ist noch nicht eindeutig definiert, da es sich nicht um herkömmlichen Kompost handelt. Gemäß den Bestimmungen der Düngeverordnung gelten bestimmte Vorgaben für den Umgang mit Kompost. Dazu gehört die Analyse des Kompost, die Einhaltung von Sperrfristen für die Ausbringung und die Bereitstellung eines geeigneten Lagerraums. Ab 2020 wird eine Lagerkapazität von mindestens zwei Monaten für den Kompost benötigt. Wenn kein Ausmisten im Laufe dieser Zeit stattfindet, gilt die Anforderung als erfüllt. Falls eine Ausmistung erfolgt, muss eine angemessene Mistplatte nachgewiesen werden (ALB Bayern e.V., 2019). Der Kompostierungsstall mit der Verwendung von Hackschnitzeln wird in den USA schon seit geraumer Zeit praktiziert, in Europa hat es erst in jüngerer Zeit an Bedeutung gewonnen. Der erste italienische Kompoststall wurde zwischen 2013 und 2014 errichtet und die beteiligten Landwirte waren mit den Ergebnissen überaus zufrieden. Obwohl die Kosten für dieses Haltungssystem von Milchkühen vergleichsweise höher sind, zeigen Studien eine deutliche Verbesserung der Produktions- und Reproduktionsleistung sowie des Gesundheitszustands dieser Tiere. Diese Systeme betonen die Notwendigkeit eines optimalen Wohlbefindens der Tiere, auch wenn sie das gesamte Jahr über im Stall verbleiben (Galama et al., 2020).

Die Implementierung von höheren Tierwohlstandards in der Milchproduktion kann mit zusätzlichen Kosten verbunden sein, wie einer erhöhten Arbeitsbelastung und höheren Investitionskosten für die Stallumbauten. Das nachhaltige Konsumentenverhalten,

höhere Preise für Tierwohl-Milch zu zahlen, kann jedoch begrenzt sein. Eine Untersuchung des Ife-Instituts in Kiel zeigt, dass die Einführung eines Preisaufschlags für "Tierwohl-Milch" mit erheblichen zusätzlichen Kosten für Milchbauern und Molkereien verbunden wäre. Die Studie ergab, dass Milchbauern mit Kosten von knapp 3 Cent pro Kilogramm Milch konfrontiert wären und Molkereien Kosten von 6 bis 19 Cent pro Kilogramm für die separate Erfassung und Verarbeitung der "Tierwohl-Milch" tragen müssten. Um die erhöhten Standards abzudecken, müsste die Milch mindestens 10 bis 20 Cent teurer sein. Die geringe Bereitschaft der Verbraucher, mehr für Tierwohlmilch zu bezahlen, stellt eine Herausforderung dar. Zudem variieren die Mehrkosten für Tierwohl bei Milchbauern stark, insbesondere bei Tierhaltungsformen wie der Anbindehaltung. Auch die Molkereien haben mit Unsicherheiten bei der Nachfrage und beim Absatz zu kämpfen, was zu zusätzlichen Kosten führt.

Die Studie legt nahe, dass aufgrund der hohen Kosten, begrenzter Preisaufschläge und geringer Absatzmengen nur wenige Milcherzeuger und -verarbeiter bereit sind, höhere Tierwohlstandards umzusetzen. Es bestehen nach wie vor Hindernisse und Einschränkungen, die eine umfassendere Umsetzung und Akzeptanz von Tierwohlstandards behindern. Es ist wichtig, die richtigen Anreize, Unterstützung und Rahmenbedingungen zu schaffen, um das volle Potenzial von höheren Tierwohlstandards in der Milchproduktion auszuschöpfen (agrarheute, 2021).

Es gibt ökonomische Bedenken hinsichtlich der Implementierung von Kompostiergeställen, wie hohe Investitionskosten, erhöhten Managementaufwand und Probleme bei der kostendeckenden Milcherzeugung. Es gibt auch begrenzte praxisbezogene Erfahrungen und ökonomische Auswertungen.

Zusätzliche Forschung und Analysen sind notwendig, um die Machbarkeit und langfristigen ökonomischen Auswirkungen von Stallkonzepten wie dem Kompostiergestall besser zu verstehen und zu bewerten (BLE, 2022).

Die verschiedenen Liegeboxensysteme werden seit langem im Hinblick auf Tierkomfort diskutiert. In den letzten Jahren wurden weichere und elastischere Beläge entwickelt, die Hochboxen komfortabler und funktionaler machen. Allerdings haben viele Hochboxen Nachteile in Bezug auf die Gelenkgesundheit. Die Reinigung und Pflege von Tiefboxen erfordern mehr Zeit im Vergleich zu Hochboxen. Die Auswahl des Raum-Funktionskonzepts und das Vermeiden von peripherem Lagern von Futter, Einstreu und Mist sind wichtig, um den Arbeitszeitaufwand zu minimieren. Fehler bei der Planung von Stallbaumaßnahmen können zu erhöhter Arbeitsbelastung führen und sollten vermieden werden.

Kompostiergeställe haben einen höheren Arbeitsaufwand für die Einstreuverwaltung und größere Flächenanforderungen im Vergleich zu herkömmlichen Ställen. Dennoch

zeigen Studien eine deutliche Verbesserung der Produktions- und Gesundheitsleistung bei Kühen in Kompostställen. Es gibt auch eine Tendenz zur Vereinigung der Vorteile von Hoch- und Tiefboxen, wie die Erhöhung der Menge an Einstreu bei Hochboxen. Die Zusammensetzung der biologischen Unterlage bei Tiefboxen wird intensiv diskutiert, da sie die Bewertung verschiedener Liegeboxentypen beeinflusst.

Das Konzept des Liegeboxenlaufstalls zielt darauf ab, Tierwohl, Arbeitseffizienz und Wirtschaftlichkeit in der Milchviehhaltung zu verbinden. Aspekte wie breite Lauf- und Übergänge, erhöhte Fressstände und automatisches Melksystem tragen zum Tierwohl bei. Es gibt jedoch Nachteile wie verkürzte Liegezeiten und Hautabschürfungen bei der Verwendung von Hochboxen. Von ökologischer Sicht aus betrachtet haben herkömmliche Futtermischwagen negative Auswirkungen hinsichtlich Emissionen und Flächenversiegelung. Der Einsatz von elektrisch betriebenen Robotern zur Futtermittelverteilung wird empfohlen. Ammoniak wird emittiert, wenn Kot und Harn nicht korrekt voneinander getrennt werden. Der Einsatz von Faltschiebern im Liegeboxenstall kann jedoch die Klauenhygiene beeinträchtigen.

Es ist wichtig, ökologische Aspekte wie Emissionen und Nachhaltigkeit zu berücksichtigen. Es wird empfohlen, umweltfreundliche Technologien zu fördern und weitere Forschung durchzuführen, um die ökologische Nachhaltigkeit von Stallkonzepten zu verbessern (BLE, 2022).

Im Hinblick auf die Umsetzung von Tierwohlstandards ist es wichtig, klare Rahmenbedingungen und Unterstützung für die Landwirte zu schaffen. Zudem sollten die Anreize und die Planungssicherheit verbessert werden, um die Akzeptanz und Umsetzung von Tierwohlstandards voranzutreiben (BLE, 2024). Investitionen in landwirtschaftliche Gebäude sind von großer wirtschaftlicher Bedeutung, da sie helfen, die Produktion aufrechtzuerhalten und das Einkommen auf dem Hof zu sichern. Bei der Planung von Investitionen in landwirtschaftliche Gebäude ist es wichtig, die Finanzierbarkeit und Wirtschaftlichkeit zu berücksichtigen. Allerdings sollten Finanzierbarkeit und Wirtschaftlichkeit nicht gleichgesetzt werden, da die wirtschaftlichen Auswirkungen einer Investition im Gesamtkontext des Betriebs betrachtet werden müssen (Ofner-Schröck et al., 2017).

Insgesamt gibt es eine Vielzahl von Faktoren, die bei der Entscheidung für ein Haltungssystem in der Milchviehhaltung berücksichtigt werden müssen, wie Arbeitsaufwand, Tierwohl, Wirtschaftlichkeit und ökologische Nachhaltigkeit. Weitere Forschung und Erfahrungen aus der Praxis sind erforderlich, um das Verständnis und die Umsetzung optimaler Haltungssysteme in der Milchviehhaltung zu verbessern (BLE, 2024).

6 Zusammenfassung

Zusammenfassend zeigen die ökonomischen Vergleichsanalysen zwischen dem Boxenlaufstall und dem Kompostierungsstall mit freier Liegefläche in der Milchviehhaltung, dass beide Haltungssysteme Vor- und Nachteile in Bezug auf Produktionskosten, Arbeitsaufwand und Effizienz aufweisen. Um die Wahl des geeigneten Haltungssystems zu erleichtern, sollten Landwirte und Entscheidungsträger ökonomische Aspekte berücksichtigen. Das Thema Tierwohl und das Wohlbefinden der Tiere gewinnt zunehmend an Bedeutung bei Diskussionen in der Gesellschaft und Politik. Die gestiegene Nachfrage nach qualitativ hochwertigen tierischen Produkten geht einher mit der Erwartung, dass die Tiere entsprechend ethischen und moralischen Standards gehalten werden. Landwirte haben ein Interesse daran, dass ihre Tiere gesund und zufrieden sind, da dies zu optimaler Leistung bei niedrigen Kosten führt. Daher müssen das Wohlbefinden der Tiere und ihre gute gesundheitliche Verfassung berücksichtigt werden (BLE, 2022).

Der Liegeboxenlaufstall ist ein etabliertes Haltungssystem in der Milchviehhaltung und stellt eine Alternative zum Kompostierungsstall dar. Bei diesem System werden die Kühe in Liegeboxen gehalten, die häufig mit Einstreu wie z. B. Sand, Sägemehl oder Stroh gepflegt werden. Ein wesentlicher Vorteil des Liegeboxenlaufstalls liegt in seiner bereits weit verbreiteten Anwendung und den damit verbundenen Erfahrungen der Landwirte. Das System ermöglicht eine gute Kontrolle über das Fress- und Liegeverhalten der Tiere, da jeder Kuh ein zugeordneter Platz zur Verfügung steht. Die Liegefläche kann in Größe und Beschaffenheit an die Bedürfnisse der Kühe angepasst werden, um hohen Komfort zu bieten und das Risiko von Verletzungen zu minimieren. Zusätzlich ermöglicht der Liegeboxenlaufstall eine effiziente Durchführung von Arbeitsabläufen wie dem Melken und der Fütterung. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass der Liegeboxenlaufstall auch Herausforderungen mit sich bringen kann. Die korrekte Dimensionierung der Liegeboxen und die regelmäßige Pflege der Einstreu sind entscheidend, um Verletzungen oder Euterschäden zu vermeiden. Der Arbeitsaufwand für die Reinigung und Pflege der Liegeboxen ist im Vergleich zum Kompostierungsstall in der Regel höher. Darüber hinaus kann die Kontrolle der Tiersauberkeit und die Vorbeugung von Klauenerkrankungen im Liegeboxenlaufstall eine herausfordernde Aufgabe sein.

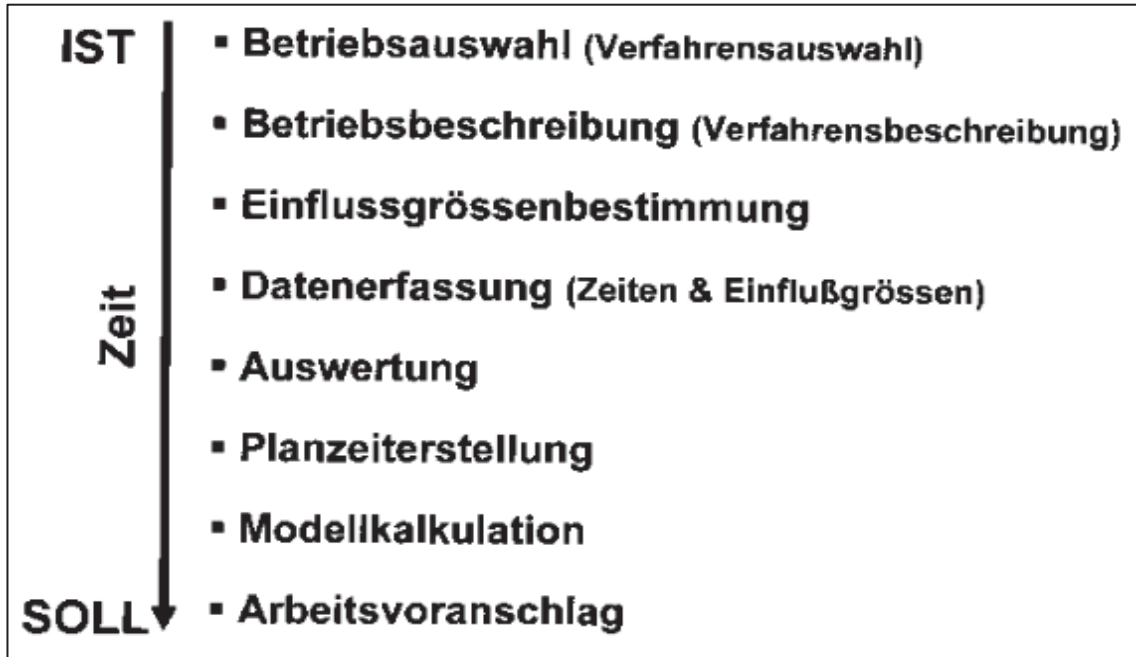
Der Kompostierungsstall zeigt deutliche Vorteile in Bezug auf Tiergerechtigkeit und Tierwohl, insbesondere hinsichtlich des Liegeverhaltens, des Auftretens von Technopathien, der Tiersauberkeit und der Lahmheit. Bei der Gestaltung des Stalls sollte besonderes Augenmerk auf eine flexible Grundrissplanung, das Vermeiden von

störenden Einrichtungen im Liegebereich und einer reibungslosen Verbindung zwischen der Liegefläche und dem Fressgang gelegt werden. Eine konsequente Pflege des Kompost durch tägliches Wenden ist unerlässlich (Ofner-Schröck et al., 2013). Die Wirtschaftlichkeit eines Stallneubaus ist derzeit aufgrund hoher Kosten fraglich. Dennoch wird empfohlen, bei einer Neubauplanung eine freie Liegefläche zu schaffen, um den Tieren ausreichend Platz und Komfort zu bieten. Dies kann nicht nur das Wohlbefinden der Tiere verbessern, sondern auch langfristige wirtschaftliche Vorteile für den Betrieb mit sich bringen. Bei der Wahl eines Kompostierstalls müssen betriebsspezifische Faktoren wie die Verfügbarkeit, Kosten und Entfernung der Bezugsquelle für das Einstreumaterial sowie die verfügbare Arbeitszeit in Betracht gezogen werden. Es wurde festgestellt, dass die Verbesserung der Haltungsstandards für das Tierwohl nicht allein ausreicht, sondern auch eine hohe Tiergesundheit und eine optimale Versorgung der Wiederkäuer von großer Relevanz sind. Die Betreuung der Tiere und das Management spielen dabei eine wesentliche Rolle.

Insgesamt sollten zukünftige Entwicklungen in der Nutztierhaltung sowohl wissenschaftlich als auch durch die Umsetzung innovativer Verfahren und Techniken unterstützt werden. Die Gesellschaft sollte diese Bemühungen moralisch und finanziell unterstützen, um die Herausforderungen in Bezug auf Tierwohl, Umweltschutz und wirtschaftliche Effizienz erfolgreich anzugehen (top agrar online, 2019). Die Wahl des Haltungssystems in der Milchviehhaltung, ob Liegeboxenlaufstall oder Kompostierstall, sollte auf Basis der individuellen Betriebsbedingungen und Zielsetzungen getroffen werden. Dabei spielen finanzielle Überlegungen, Arbeitsaufwand, Tierwohl und Qualität der Milch eine Rolle. Eine gründliche Abwägung der Vor- und Nachteile beider Systeme ist essenziell, um die bestmögliche Entscheidung für den Betrieb zu treffen (Bewley et al., 2017).

7 Anhang

Vorgehensweise bei Erfassung, Aufbereitung und Auswertung arbeitswirtschaftlicher Kennzahlen

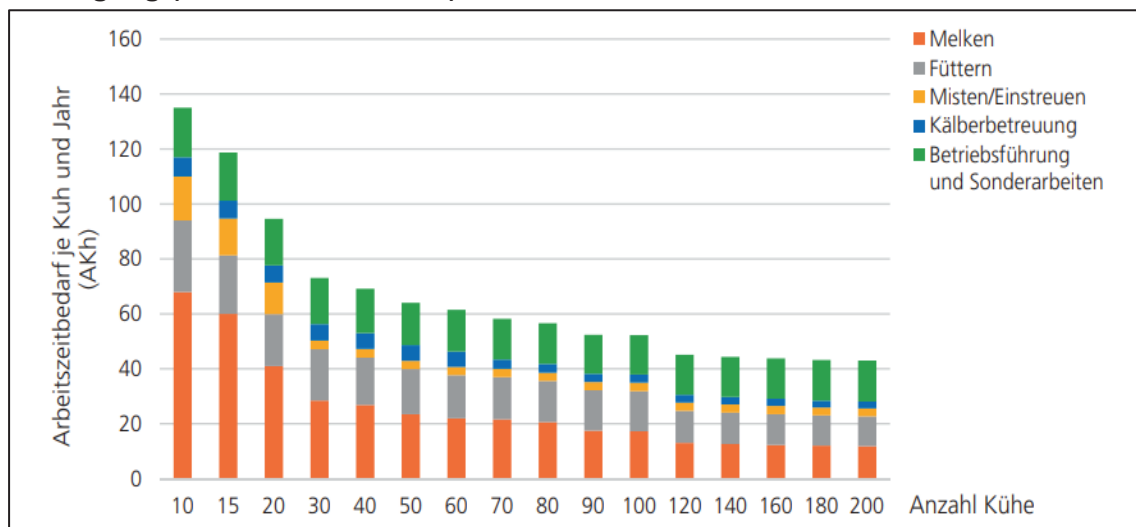


Quelle: Schick et al., 2005

Arbeitswirtschaftliche Daten:

- wurden durch Arbeitszeitmessungen auf Praxisbetrieben erfasst.
- werden für weitere Berechnungen wie Betriebsplanung, Arbeitsvoranschlag, Schwachstellenanalysen und Optimierungsvorschläge genutzt.
- können in einer relativen Darstellung aller Tätigkeiten das Rationalisierungspotenzial im einzelnen Betrieb aufzeigen und helfen dabei, Schwachstellen zu identifizieren und gegebenenfalls zu beheben (agridea,2018).

Gesamtarbeitszeitbedarf für ein Milchproduktionssystem mit Silagefütterung und Weidegang (inklusive Futterbau)



Quelle: agridea, November 2018

Vollkostenrechnung			Kompostier- ungsstall	Ökonomie
Leistungen				
Milchleistung	Bruttoproduktion	kg ECM/Kuh	9.500	9.500
	Verkauf	kg ECM/Kuh	9.015	9.015
Milcherlös		Euro/Kuh	3.942	3.942
Erlös Altkuh		Euro/Kuh	273	273
Erlös Kalb		Euro/Kuh	43	43
Gesamterlös		Euro/Kuh	4.259	4.259
Prämien	anteilige Prämie von Futterflächen	Euro/Kuh	169	169
Direktkosten				
Bestandsergänzung		Euro/Kuh	611	611
Tierarzt/Medikamente		Euro/Kuh	143	143
Deckgeld/Besamung		Euro/Kuh	50	50
Energie, Wasser, Brennstoffe		Euro/Kuh	171	171
sonstiges		Euro/Kuh	97	97
Einstreu		Euro/Kuh	193	36
Grundfutter		Euro/Kuh	691	691
Kraftfutter		Euro/Kuh	690	690
Milchaustauscher		Euro/Kuh	17,1	17,1
Mineralfutter, sonstige Futtermittel (-zusätze)		Euro/Kuh	75	75
Zinsanspruch	(Umlaufkapital)	Euro/Kuh	16	16
Summe Direktkosten		Euro/Kuh	2.753	2.596
		Cent/kg ECM	30,5	28,8
direktkostenfreie Leistung	ohne Prämien	Euro/Kuh	1.506	1.663
	DKfL (mit Prämien)	Euro/Kuh	1.675	1.832
Arbeiterledigungskosten				
mobile Technik	variable + feste Kosten	Euro/Kuh	872	852
	darunter kalk. Zinsansatz	Euro/Kuh	13,57	13,10
Lohn		Euro/Kuh	699	500
Summe Arbeiterledigungskosten		Euro/Kuh	1572	1352
weitere Kosten				
Berufsgenossenschaft		Euro/Kuh	11,50	11,50
Gebäude, Ausrüstungen		Euro/Kuh	718	1196
	darunter Abschreibungskosten	Euro/Kuh	486	810
	Zinsanspruch	Euro/Kuh	68	113
	Reparaturkosten	Euro/Kuh	146	243
	Versicherungskosten	Euro/Kuh	18,00	30,00
Einzelkosten		Euro/Kuh	5.053	5.156
	darunter kalk. Zinsansatz	Euro/Kuh	97	142
	je verkaufter Milch	Cent/kg ECM	56,1	57,2
	ohne Prämien	Euro/Kuh	-795	-897
		Cent/kg ECM	-8,8	-10,0
Einzelkostenfreie Leistung	auf Futterfläche incl. Milch	Euro/ha	-1205	-1361
	mit Prämien	Euro/Kuh	-626	-728
		Cent/kg ECM	-6,9	-8,1
	auf Futterfläche incl. Milch	Euro/ha	-949	-1104
Faktorlieferungen				
Gülleanfall		m³/Kuh	14,4	36,0
Nährstoffausscheidung (Gülle)	N	kg/Kuh	79	105
	P	kg/Kuh	11,9	15,8
	K	kg/Kuh	72	96
Nährstoffwert	(N: 60%, P, K: 100%)	€/Kuh Ct/kg ECM	310 3,4	413 4,6

Quelle: eigene Darstellung, 2023

Kompostierungsstall für Milchkühe: Grubberarbeiten



Quelle: Gesamtbetriebliches Haltungskonzept Rind – Milchkühe (BLE) S. 100, 2022

Kompostierungsstall – bieten viel Komfort, allerdings bei hohem Flächenbedarf je Tier



Quelle: Gesamtbetriebliches Haltungskonzept Rind – Milchkühe (BLE) S. 12, 2022

Liegeboxenstall für Milchkühe – Tiefbox mit der Einstreuvariante Sägemehl



Quelle: agrarheute, 2016

Liegeboxenlaufstall für Milchkühe – Hochbox mit Gummimatten und Stroh



Quelle: Alois Vordermayer Hof- und Stalltechnik, 2024

Literaturverzeichnis

agridea, 2018. Arbeitszeitbedarf, Betriebs- und Arbeitswirtschaft – Arbeitszeitbedarf. agridea, Milchvieh, November 2018. [Abgerufen am 28.02.2024], https://www.agridea.ch/fileadmin/AGRIDEA/Theme/Production_animales/Production_latiere_et_elevage/09_Arbeitszeitbedarf_allgemein.pdf.

ALB Bayern e.V., 2019. Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und Landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. (ALB). Kompostierungsställe managen. Zusammenfassung des zweitägigen Workshops im März 2019 (2. Auflage)

ALB Hessen, 2023. Richtpreise für den Neu- und Umbau landwirtschaftlicher Wirtschaftsgebäude und ländlicher Wohnhäuser. Arbeitsgemeinschaft für Rationalisierung, Landtechnik und Bauwesen in der Landwirtschaft Hessen e.V. (ALB-Hessen), Ausgabe 2023/2024. 47. Ausgabe.

agrarheute, 2016. Tiefboxen: Das ist bei organischen Matratzen zu beachten, Fotograf: Pelzer, Andreas, Stand: 28.01.2016, [Abgerufen am 26.02.2024], <https://www.agrarheute.com/tier/rind/tiefboxen-organischen-matratzen-beachten-519360>

agrarheute, 2021. Dr. Zinke, Olaf, Studie: Tierwohl-Milch kostet die Bauern viel Geld – Tierwohl und Produktionskosten, 12.02.2021, [Abgerufen am 22.02.2024], <https://www.agrarheute.com/management/betriebsfuehrung/studie-tierwohl-milch-kostet-bauern-viel-geld-578201>

agrarheute. 2024. Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, www.agrarheute.com, Erzeugerpreis Stroh nach Bundesland/Region, [Abgerufen am 12.02.2024] <https://markt.agrarheute.com/futtermittel-3/stroh-19>

Alois Vordermayer Hof- und Stalltechnik, 2024. Alois Vordermayer Hof- & Stalltechnik, Liegeboxen, [Abgerufen am 26.02.2024], <https://www.vordermayer-stalltechnik.de/liegeboxen/>

Bach et al., 2019, Bach A, Terré M, Vidal M. Symposium review: Decomposing efficiency of milk production and maximizing profit. *J Dairy Sci.* 2020 Jun;103(6):5709-5725. doi: 10.3168/jds.2019-17304. Epub 2019 Dec 16. PMID: 31837781.

Bartusek et al., 2008. Bartusek, H., Lenz, V., Ofner-Schröck, E., Würzl, H., & Zortea, W. (2008). *Rinderstallbau*. Graz - Stuttgart: Leopold Stocker Verlag.

Bewley et al., 2017. Rückblick| Band 100, Heft 12, P10418-10431, Dezember 2017, Ein 100-Jahres-Rückblick: Stallmanagement für Milchkühe; J.M. Bewley; L.M. Robertson; E.A. Eckelkamp, [Abgerufen am 06.12.2023], <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13251>.

BLE, 2022. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). Breuer, Babette, Dr. Roesicke, Elisabeth, Gesamtbetriebliches Haltungskonzept Rind – Milchkühe, 0074/2022, Erstauflage Dezember 2021.

BLE, 2023. Bundesinformationszentrum Landwirtschaft. Haltungsformen für Milchkühe. [Abgerufen am 28.12.2023]. <https://www.landwirtschaft.de/landwirtschaft-verstehen/wie-arbeiten-tierhalter/haltungsformen-fuer-milchkuehe/>

BLE, 2024. Bundesinformationszentrum Landwirtschaft. Tierwohl – was heißt das konkret. letzte Aktualisierung am 08.08.2023. [Abgerufen am 12.02.2024], Tierwohl - was heißt das konkret?, BZL (landwirtschaft.de)

BMEL, 2020. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Bundesprogramm Nutztierhaltung – neues Projekt "Innovationsnetzwerk Rind" startet. 2020. [Abgerufen am 28.06.2023], <https://www.bmel.de/SharedDocs/Meldungen/DE/Presse/2021/210507-innovationsnetzwerk-rind.html>

BZL, 2023. Bundesinformationszentrum Landwirtschaft. Das Bundesprogramm Nutztierhaltung. Stand: 07.02.2023. [Abgerufen am 28.06.2023]. <https://www.nutztierhaltung.de/nutztierstrategie/bundesprogramm/>.

BZL, 2023. Milch: Erzeugung: Milchqualität hat ihren Preis. Stand 10.10.2023. [Abgerufen am 23.12.2023]. <https://www.bzfe.de/lebensmittel/vom-acker-bis-zum-teller/milch/milch-erzeugung/>

Bröckli et al., 2005. Böckli, F., Neff, K., Schick, M., & Sutter, F. (2005). Daten Milchkühe - LBL Datensammlung. Lindau/Schweiz: LBL

Burkhalter, 2009. Burkhalter, R. (2009). Wenn Maschine und Stall zusammenpassen. Die Grüne, S. 28 - 30.

C.A.R.M.E.N. e.V., 2024. Marktpreise Hackschnitzel - Preisentwicklung bei Waldhackschnitzeln, Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V., [Abgerufen am 12.02.2024] Marktpreise Hackschnitzel – C.A.R.M.E.N. e.V. (carmen-ev.de)

Denk, 2001. Denk, K. (2001). Gumpensteiner Bautagung 2001 - Mechanisieren des Einstreuens - Überblick und Stand der Technik. Irdning: Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein.

Galama et al., 2020. Galama PJ, Ouweltjes W, Endres MI, Sprecher JR, Leso L, Kuipers A, Klopčič M. Symposium review: Future of housing for dairy cattle. J Dairy Sci. 2020 Jun;103(6):5759-5772. [Abgerufen am 06.12.2023], doi: 10.3168/jds.2019-17214. Epub 2020 Apr 22. PMID: 32331875.

Glantschnig, 2013. Tamara Glantschnig, Bakk.techn., Masterarbeit zum Thema „Ermittlung des Arbeitszeitaufwands auf Milchviehbetrieben mit unstrukturierter Kompostfläche nach finalen Arbeitszeiterfassungsbogen, Wien, November 2013.

Heil, 2012. Heil, Jacqueline, Innovationsteam Milch Hessen der Landesvereinigung Milch Hessen e.V., AG Milch, Göttingen, November 2012

Holzeder, S., 2012. Komfort zum Wohlfühlen in Elite 03/2012, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster

Hoy et al., 2009. Muth, Joachim, Prof. Dr. Hoy, Steffen. Auszug aus der Fachzeitschrift Elite, Kompostierungsstall für Milchkühe – was bringt er, was kostet er?, [Abgerufen am 02.10.2023], https://www.elite-magazin.de/img/8/5/b/9/5/4/90695608_8c6e4df161.pdf

IGG, 2023. Hochschule Neubrandenburg. Innovationen für gesunde und „glückliche“ Kühe (IGG) – Milchviehställe der Zukunft. 2023. [Abgerufen am 28.06.2023]. <https://www.igg-projekt.de/>.

Jürgens et al., 2022. Dr. Jürgens, Karin, Dr. Becker, Talea, Tierwohl für Kühe – bezahlbar? Analyse der Kosten für mehr Tierwohl in deutschen Milchkuhbetrieben; Eine Studie des Büros für Agrarsoziologie und Landwirtschaft (BAL) im Auftrag der MEG Milch Board, August 2021. [Abgerufen am 10.02.2024]. https://www.milch-board.de/fileadmin/Milchmarkt/Mehrkosten_Tierwohl/220920_Bericht_Mehrkosten-Tiergerechte_Milchviehhaltung.pdf.

KTBL, 2022. Betriebsplanung Landwirtschaft 2022/23. Daten für die Betriebsplanung in der Landwirtschaft. 28. Auflage. Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.

MAČUHOVÁ et al., 2013. Mačuhová, J., Mangold, C., & Haidn, B. (2013). Arbeitszeitanalyse ausgewählter Verfahren zum Einstreuen und Entmisten in der Milchviehhaltung. Poing: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung.

MIV, 2017. Milchindustrie. Verband e.V., Fakten Milch. Informationsbroschüre. Milch und mehr – die deutsche Milchwirtschaft auf einen Blick. September 2017. [Abgerufen am 23.12.2023], https://milchindustrie.de/wp-content/uploads/2017/10/Fakten_Milch_September_2017_A4.pdf.

Möcklinghoff-Wicke, S., 2006, Kompostställe für Milchkühe – neue Spinnerei oder echte Alternative?, Innovationsteam Milch Hessen 4/2006.

Möcklinghoff-Wicke, S., 2008, Stallhaltungssystem Kompoststall, online, [Abgerufen am 02.01.2024]. <http://www.agrinet.de/l-Team/Kompoststall%20Info.pdf>.

Möcklinghoff-Wicke, S., 2009, Wachstumsschritte in zukunftsorientierten Milchviehbetrieben, [Abgerufen am 18.02.2024] online, http://www.alb-hessen.de/veroeffentlichungen/04_06_2009_Vortrag_Moeklinghoff-Wicke.pdf,

Möcklinghoff-Wicke, S., 2014, Kompostställe managen: Erfahrungen aus der Praxis und Wissenschaft, [Abgerufen am 12.02.2024], Innovationsteam Milch Hessen, https://www.topagrar.com/dl/2/8/0/6/0/0/1/HeftPlus_Kompoststall.pdf

Pelzer et al., 2012. Pelzer, A., Büscher, W., & Hermann, H.-J. (2012). DGL-Merkblatt 379 - Planungshinweise zur Liegeboxengestaltung für Milchkühe. Frankfurt/Main: DLG e.V. - Fachzentrum für Land- und Ernährungswirtschaft.

Philipp et al., 2013. Philipp, W., Gehring, A., Schwarzkopf, K., & Hölzle, L. E. (2013). Alternative Einstreumaterialien (Komposte, separierte Gülle und Gärreste) in der Tierhaltung - Einfluss auf das Tierwohl und die Hygiene? Stuttgart: Institut für Umwelt- und Tierhygiene der Universität Hohenheim.

Projektarbeit Stallbau, 2012. Projektarbeit Stallbau Altschulzenhof GbR Hayingen-Münzdorf, Romy Degenkolb, Adrian Förchner, Michael Rabe, Peter Schmid, Daniela Wörner, 3.07.2012, Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen.

Schick, M., 2000. Modellierung von Zeitbedarf und Massenfluss am Beispiel verschiedener Melkverfahren. 12. Arbeitswissenschaftliches Seminar Weihenstephan, Tagungsband, Landtechnik-Schrift Nr. 11, S. 61 – 68

Schick, M., 2003. Arbeitsorganisation und Zeitplanung in der Milchviehhaltung. Tagung: Bau, Technik und Umwelt 2003 in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Vechta. S. 503 – 506

Schick, M., & Moriz, C., 2004. Entmistung von Milchviehställen - Stationär oder mobil? FAT-Bericht Nr.619. Ettenhausen: Agroscope FAT Tänikon.

Schick et al., 2005. Arbeitszeitbedarfswerte in der Milchviehhaltung, Arbeitswirtschaft, Matthias Schick, Tänikon/CH, und Wilfried Hartmann, Darmstad, Ausgabe 4/2005, Seite 126 – 127, [Abgerufen am 27.02.2025], <https://www.landtechnik-online.eu/landtechnik/article/view/2005-60-4-226-227/2005-60-4-226-227-de-pdf>.

Schick, 2008. Dynamische Modellierung landwirtschaftlicher Arbeit unter besonderer Berücksichtigung der Arbeitsplanung. Verlag Ergonomia-Stuttgart, 1. Auflage 144 Seiten

Schick, 2008. Arbeitsproduktivität in der Milchviehhaltung im Vergleich Deutschland – Schweiz, Workshop 2 - Effizienz in graslandbasierten Milch- und Fleischproduktionssystemen, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon, Seite 79 – 82, [Abgerufen am 27.02.2024], https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ipz/dateien/aggf_2008_schick.pdf

Schick, 2010. Arbeitswirtschaft in der Milchviehhaltung. Reckenholz-Tänikon, Schweiz.

Statista, 2024. Ahrens, Sandra. 11.01.2024. Milchwirtschaft in Deutschland - Deutschland unter den führenden Milchproduzenten weltweit. [Abgerufen am 02.02.2024], Milchwirtschaft in Deutschland | Statista.

Studyflix, 2024. Studyflix GmbH, Break-Even-Point, [Abgerufen am 13.02.2024] Break-Even-Point: Definition und Berechnung [mit Video] (studyflix.de).

Tergast et al., 2023. Tergast H, Hansen H, Weber E-C (2023) Steckbriefe zur Tierhaltung in Deutschland: Milchkühe. Braunschweig: Thünen-Institut für Betriebswirtschaft, Seite:17 p

top agrar online, 2019, Der Kompostierungsstall für Milchkühe – gut für die Kühe, aber aufwändig, Erscheinungsdatum: Di., 21. Mai 2019, 07:45 Uhr, [Abgerufen am 13.02.2024], <https://www.topagrar.com/heftplus/der-kompostierungsstall-fuer-milchkuehe-gut-fuer-die-kuehe-aber-aufwaendig-11534523.html>

Ofner-Schröck et al., 2013. Ofner-Schröck, E., Zähler, M., Gasteiner, J., Huber, G., Guldemann, K., Guggenberger, T., Vockenhuber, D., Rudofer, B., Krimberger, B. (2014a), Rahmenbedingungen für den Einsatz von Kompostställen in der Milchviehhaltung. Abschlussbericht, Projekt Nr. 3599, HBLFA Raumberg-Gumpenstein.

Ofner-Schröck et al., 2017. Ofner-Schröck, Lenz, Breininger. Graz 2017. Stallbau für die Rinderhaltung, Grundlagen und Beispiele aus der Praxis. Leopold Stocker Verlag GmbH

Quendler, E., 2011. Arbeitswirtschaft im Milchviehbetrieb - Gute Lösungen und Schwachpunkte. Wien: Universität für Bodenkultur - Institut für Landtechnik. Schick, M. (2010). Arbeitswirtschaft in der Milchviehhaltung. Reckenholz-Tänikon, Schweiz

Eidesstattliche Erklärung

Ich, Lina Kersten, erkläre hiermit eidesstattlich, dass ich die vorliegende Master-These mit dem Thema „Vergleich von Haltungssystemen in der Milchviehhaltung – Boxlaufstall versus freie Liegefläche (Kompostierungsstall)“ selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt und indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher und ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Velten, 09.03.2024

Lina Kersten