Universität Hohenheim

Modellanalyse zu Tierwohl und Wirtschaftlichkeit in der Milchviehhaltung: Bewertung verfahrenstechnischer Maßnahmen und deren ökonomische Auswirkungen

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades

der Agrarwissenschaften (Dr. sc. agr.)

Fakultät Agrarwissenschaften

Universität Hohenheim

Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre

vorgelegt von

Paul Gütschow

aus Pasewalk

2023

Die vorliegende Arbeit wurde am 26.01.2024 von der Fakultät Agrarwissenschaften der Universität Hohenheim als „Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Agrarwissenschaften“ angenommen.

Tag der mündlichen Prüfung: 26.04.2024

i. V. d. Dekans: Prof. Dr. Martin Hasselmann

Berichterstatter, 1. Prüfer: Prof. Dr. Clemens Fuchs

Mitberichterstatter, 2. Prüferin: Prof. Dr. med. vet. habil. Helen Louton

Weiterer Prüfer: Prof. Dr. Sebastian Hess

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Clemens Fuchs, der mich während der Bearbeitung meines Themas mit großer Geduld unterstützte und mir in den vergangenen Jahren unermüdlich mit Rat und Tat zur Seite stand.

Gleichfalls bedanke ich mich bei Frau Prof. Dr. Helen Louton für die hilfreichen Anregungen und Hinweise zum Tierwohl.

Ich danke den zahlreichen landwirtschaftlichen Betrieben, die unserer Forschungsgruppe von der Hochschule Neubrandenburg während der Datenerhebung im Forschungsprojekt Tierwohl in der zukunftsorientierten Milchviehhaltung „Tür und Tor“ öffneten, und so eine realistische Einschätzung der derzeitigen Haltungsbedingungen von Milchkühen ermöglichten.

Nicht zuletzt danke ich meiner Frau für den großen Rückhalt, die unerschütterliche Geduld, Rücksichtnahme, die konstruktiven Gedanken und fortwährende Bestätigung das Werk zu vollenden.

Ich danke der Familie, Freunden und Bekannten für die motivierenden Worte zum Gelingen der Promotion.

Abstract

The welfare of dairy cows is ethically (the animal as an individual) and economically (the animal as a production factor) of high relevance. At the same time, society's growing expectations about good husbandry conditions for dairy cows are increasingly encountering the requirements and framework conditions of modern dairy farming. In the study on animal welfare and economic efficiency, this discrepancy was taken up and examined in more detail based on 28 farms with 46 free-stall barns in north-eastern Germany.

The farms were divided into four classes: I < 300 animals, II 300 – 599 animals, III 600 – 900 animals, IV > 900 animals. The status quo on animal welfare was recorded, in the event of deficiencies in the housing conditions, short-term normative measures (additional cubicle care, replacement of the cubicle mat, conversion of the cubicle brackets, etc.) as well as medium-term normative measures (conversion of the lying and walking areas) were derived and the additional costs for improving animal welfare were calculated. In addition, the annual expenses for year-round grazing were calculated.

To describe the framework conditions in dairy farming, the development of the husbandry conditions of dairy cows in Germany since 1950 was outlined including essential technical and structural innovations with increasing of bedding-free husbandry methods and year-round barn husbandry from the seventies to today's modern free-stall barn husbandry. Based on this, the current status quo for the animal welfare of highly lactating dairy cows of the Holstein breed in the 46 barns was evaluated and factors influencing the housing environment in the barn on the characteristics of technopathies, contamination (data set D_1; 2,082 animals) and lying times (subsample D_2; 632 animals) on individual animals were evaluated with the help of statistical tests in two multi-level models (linear mixed model, generalized estimation equations) and decision trees.

Regarding technopathies, an assessment was made in five damage classes (0 without special findings, 1 hairless area, 2 skinless area, 3 circumferential increase covered, 4 circumferential increases open). In the survey, technopathies were found in all body regions examined. On average, the following ratings were given carpal joints (0.20), tarsal joints (0.60), knee joints (0.10), and withers (0.30). For the spine, a mean value of 1.20 was recorded. A total of 25.70 % or 535 animals were documented as unharmed (no technopathies) in the study. The aim would be to achieve a proportion of 100 % animals without injuries.

Regarding contamination, the assessment was carried out in the score from 1 clean to 6 strong clod formation. The body regions udder, abdomen, tail, tail tassel, hindquarters, cross, ischium and lower leg were rated on average with 2 (isolated, slightly discolored splotches).

Deviations from the reference values were recorded for the expression of the lying behavior. On average, the total lying time was 11.60 hours per day (norm 12 to 14 hours), with a lying bout duration of 74.90 minutes (norm 50 to 120 min) and an average number of 10 lying bouts per day (norm 11 to 12). The requirements for the duration of the stay (total lying time, number of lying bouts) were not met on average in the study.

Overall, deficiencies can be found in the three areas relevant to welfare of dairy cows (technopathies, cleanliness, lying times).

Furthermore, it was investigated to what extent the identified deficits in animal welfare are caused by weaknesses in the barns. For this purpose, the dimensions and condition of the lying, walking, and feeding areas were surveyed. In the barns, 58.70 % of the lying areas were found to be too short (< 182.50 cm); 93.50 % of the lying areas are recorded as too narrow (< 117.50 cm) and in 30.40 % of the deep boxes the fecal level is recorded as too low (< 20 cm). The stall and feeding corridors were documented as too narrow in 45.80 % (< 2.50 m) and 47.80 % (< 3.50 m) of the barns and were also rated as unsafe in 12 out of 46 barns. Furthermore, in 38 out of 45 barns, too low an upper demarcation in the feeding area (< 149 cm) was documented. In the lying area, 22 barns were equipped with high boxes and 26 with deep boxes. In these, deficiencies in the state of care were found. In 54.90 % of the high boxes, less than 50 % of the lying area was covered with bedding. In addition, 68.80 % of the deep boxes showed strong trough formation in the lying surface. In the area of animal comfort, 26 out of 46 barns were equipped with brushes and 25 out of 28 barns with foot baths. The housing conditions in the lying, walking, and feeding areas often show deviations from the reference values with an impact on animal welfare.

The clearest effects of the housing conditions on the severity of technopathies, contamination and lying times were recorded in the lying area. Significantly fewer animals without injuries were documented in barns with high boxes (14.70 % animals without technopathies) instead of barns with deep boxes (35.60 % animals without technopathies). In addition, animals in barns with high boxes were recorded with a higher value of contamination instead of barns with low boxes. In barns with narrow lying surfaces (< 117.50 cm), fewer animals without injuries (24.50 %) were found than in barns with wider lying areas (≥ 117.50 cm; 43.10 % without injuries). More animals with total lying times of < 12 hours per day (56 %) were recorded in barns with narrow lying areas than in barns with wider lying areas and a proportion of 27 % of

animals with less than 12 hours of total lying time per day. Furthermore, increases in technopathies were observed in the tarsal joints and spine as the length of the lying surface decreased.

For the economic evaluation, the investment requirements, the additional labor requirements, as well as the additional costs of grazing were estimated and the average annual costs per animal, as well as the costs per kg of energy-corrected milk (ECM) were calculated.

The calculated annual costs for the elimination of deficiencies with an impact on technopathies, contamination and lying times are between EUR 181 and EUR 1,615 per animal p.a. or EUR 0.02 and EUR 0.17 per kg ECM for short- and medium-term normative measures, as well as grazing. The average annual cost of grazing (365 days p.a.) is between EUR 0.02 and EUR 0.08 per kg of ECM. Mostly, the farms incur additional expenses for the pasture in the amount of EUR 0.03 per kg ECM. On average, additional annual expenditure for the improvement of housing conditions of EUR 741 per animal per annum and EUR 0.07 per kg ECM was calculated. In most farms, a conversion of the barns would involve changes in the lying area (e.g., enlargement of the lying area, reduction of the number of cubicles) and a reduction in the number of animals. On average in the study, conversions in the lying area would be associated with a reduction in the number of animals by - 24% and the resulting annual loss of income of EUR 96,622 per farm.

The evaluation of the full costs showed that for 37 out of 44 barns, a new building would be associated with lower individual costs than a comprehensive conversion of the barns. The lowest individual costs were found on farms with more than 900 cows. In this study group, the conversion in 5 out of 13 barns or 38 % would be associated with lower individual costs than a new barn construction.

The study found that improvements in husbandry conditions are necessary for most of the analyzed farms and entail significant additional costs of EUR 0.07 per kg of milk on average. The high additional costs make it difficult to achieve the goals of animal welfare and economic efficiency in free-stall barns at the same time.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung 3
Abstract 4
Inhaltsverzeichnis 7
Abkürzungsverzeichnis 12
Tabellenverzeichnis 14
Abbildungsverzeichnis 20
1 Einleitung 21
1.1 Problemstellung 24
1.2 Zielsetzung 25
1.3 Datengrundlage und Modell 26
1.4 Aufbau der Arbeit 27
2 Entwicklung der Milchviehhaltung in Deutschland 28
2.1 Die Entwicklung der Milchviehhaltung von 1950 bis 1989 in der DDR 28
2.1.1 Strukturelle Entwicklung der Milchproduktion in der DDR 28
2.1.2 Entwicklung der Milchviehhaltung in der DDR 29
2.2 Die Entwicklung der Milchviehhaltung von 1950 bis 1989 in der BRD 34
2.2.1 Strukturelle Entwicklung der Milchproduktion in der BRD 34
2.2.2 Entwicklung der Milchviehhaltung in der BRD 35
2.3 Entwicklung der Milchviehhaltung in Deutschland von 1990 bis 2020 39
2.3.1 Strukturelle Entwicklung der Milchproduktion in Deutschland von 1990 bis 2020 40
2.3.2 Entwicklung der Milchviehhaltung in Deutschland von 2010 bis 2020 46
2.3.3 Abgangsursachen und Nutzungsdauer von milchleistungsgeprüften Tieren 50
3 Stand des Wissens – Milchviehhaltung in Boxenlaufställen 52
3.1.1 Nutzungsdauer 52
3.1.2 Tierschutz und Möglichkeiten zur Erfassung von Tierwohl 53
3.1.3 Haltungsumwelt – Tierverhalten 56
3.1.4 Haltungsumwelt – Verletzungen 60
3.1.5 Haltungsumwelt – Verschmutzungen 63
3.1.6 Ökonomie und Tierwohl 63
4 Material und Methoden 66
4.1 Datenerhebung in den Untersuchungsbetrieben 67
4.1.1 Erfassung der Haltungsbedingungen im Stall 70

4.1.2 Erfassungen der Technopathien am Tier 72
4.1.3 Erfassung der Verschmutzungen am Tier 73
4.1.4 Erfassung des Liegeverhaltens und der Aktivität im Stall 74
4.1.5 Erfassung der Klimabedingungen im Untersuchungszeitraum 75
4.2 Untersuchungsdatensatz 76
4.2.1 Beschreibung der Untersuchungsbetriebe 78
4.2.2 Zustand der Untersuchungstiere 79
4.2.2.1 Technopathien und Lahmheiten 79
4.2.2.2 Verschmutzungen der Kühe 80
4.2.2.3 Liegeverhalten und Aktivität im Stall 82
4.2.2.4 Abgangsursachen in den zum Tierwohl untersuchten 34 Betrieben 83
4.2.3 Ausgangslage der Haltungsbedingungen 84
4.2.3.1 Liegeboxen 84
4.2.3.2 Abmessungen der Liegeboxen 85
4.2.3.3 Liegeboxenpflege 86
4.2.3.4 Zustand der Liegeboxen 87
4.2.3.5 Laufbereiche 88
4.2.3.6 Abmessungen der Laufbereiche 88
4.2.3.7 Reinigung der Laufbereiche 89
4.2.3.8 Zustand der Laufbereiche 90
4.2.3.9 Fressbereiche 90
4.2.3.10 Stallausstattung zum Tierkomfort 90
4.2.4 Strukturierung der Daten und Darstellung von Norm- und Richtwerten 91
4.2.4.1 Technopathien 92
4.2.4.2 Verschmutzung 92
4.2.4.3 Liegezeiten 92
4.2.4.4 Anzahl der Schritte pro Tag 93
4.2.4.5 Temperature-Humidity-Index 93
4.2.4.6 Liegebereiche 94
4.2.4.7 Laufbereiche 95
4.2.4.8 Zusätzliche Betriebscharakteristika 96
4.3 Statistische Analyse 96
4.3.1 Modell I: Mehr-Ebenen-Modell / lineares gemischtes Modell 97
4.3.2 Modell II: Mehr-Ebenen-Modell / Verallgemeinerte Schätzgleichungen 98
4.3.3 Entscheidungsbaum 98

4.4 Ökonomische Analyse 99
4.4.1 Durchschnittliche jährliche Kosten 100
4.4.2 Vollkostenrechnung 107
5 Ergebnisse der Modellberechnungen 109
5.1 Ergebnisse der Mehr-Ebenen-Modelle 109
5.1.1 Temperature-Humidity-Index 109
5.1.2 Gesamtliegezeit 112
5.1.3 Liegeperioden 118
5.1.4 Anzahl Schritte pro Tag 122
5.1.5 Technopathien 128
5.1.6 Unverletzte Tiere 128
5.1.7 Technopathien an den Karpalgelenken 132
5.1.8 Technopathien an den Kniegelenken 132
5.1.9 Technopathien an den Tarsalgelenken 132
5.1.10 Technopathien im Bereich des Widerrists 133
5.1.11 Technopathien an der Wirbelsäule 133
5.1.12 Verschmutzung 135
5.1.13 Verschmutzung aggregiert 135
5.1.14 Verschmutzungen an Euter und Bauch 138
5.1.15 Verschmutzungen an der Hinterhand 140
5.1.16 Verschmutzungen an der Schwanzquaste 142
5.1.17 Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Mehr-Ebenen-Modellen 144
5.2 Ergebnisse als Entscheidungsbäume dargestellt 148
5.2.1 Entscheidungsbäume 148
5.2.2 Liegezeit 149
5.2.3 Verletzungen 152
5.2.4 Verschmutzungen 155
5.3 Schwachstellenanalyse zum Tierwohl 158
6 Ökonomie 165
6.1 Ableitung von kurz- und mittelfristigen Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls im Stall 166
6.1.1 Kurzfristige normative Maßnahmen 168
6.1.2 Mittelfristige normative Maßnahmen 168
6.1.3 Zusammenfassung kurz- und mittelfristiger normativer Maßnahmen 169
6.2 Kosten der kurz- und mittelfristigen normativen Maßnahmen 171

6.2.1 Kosten der kurzfristigen normativen Maßnahmen 171
6.2.2 Kosten der mittelfristigen normativen Maßnahmen 172
6.2.3 Jährliche Kosten des Weideganges 174
6.3 Jährliche Aufwendungen für normative Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls in 46 Stallungen 176
6.3.1 Ergebnisse: Jährliche Kosten von kurz- und mittelfristigen normativen Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls 176
6.3.2 Ergebnisse: Jährliche Kosten von kurz- und mittelfristigen normativen Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls in Stallungen vom Typ einer 1930´er Milchviehanlage (n = 5) 182
6.3.3 Ergebnisse – Jährliche Kosten für die Durchführung von Weidegang 184
6.3.4 Ergebnisse – Zusammenfassung der jährlichen Kosten von kurz- und mittelfristigen normativen Maßnahmen und Weidegang 186
6.3.5 Vergleich der jährlichen Kosten für den Umbau und Neubau eines Boxenlaufstalles 189
6.4 Vollkostenberechnung; ökonomische Auswirkungen von Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls in den vier Untersuchungsgruppen 191
6.4.1 Entwicklung der Direktkostenfreien Leistung 196
6.4.2 Break-Even-Analyse 198
6.4.3 Einkommensverlust im Betriebszweig Milchproduktion 199
7 Diskussion 201
7.1 Relevanz von Tierwohl und Ökonomie 201
7.2 Ergebnisse zur Tierhaltung 203
7.2.1 Effekte der Haltungsbedingungen auf Gesamtliegezeiten, Liegeperioden und Schritte pro Tag 203
7.2.2 Effekte der Haltung auf Technopathien und Verschmutzung 208
7.3 Ergebnisse zur Ökonomie: Kosten von Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls 214
7.4 Limitationen der Untersuchung 220
7.4.1 Stichprobenauswahl 220
7.4.2 Untersuchung des Tierwohls 220
7.4.3 Erfassung der Haltungsbedingungen 221
7.4.4 Klimabedingungen im Untersuchungszeitraum 221
7.4.5 Ableitung von Maßnahmen und Berechnung der Kosten 222
7.5 Fazit 223

8 Zusammenfassung 225
Literaturverzeichnis 228
Eidesstattliche Versicherung über die eigenständig erbrachte Leistung 254
Lebenslauf 255
Anhang 1 257
Anhang 2 262
Anhang 3 263
Anhang 4 264

Abkürzungsverzeichnis

°C	Grad Celsius
AfA	Abschreibung
Ak	Arbeitskraft
Akh	Arbeitskraftstunde
Akmin	Arbeitskraftminute
AMS	Automatisches Melksystem
Anm.	Anmerkung
AW	Anschaffungswert
BK_t	Betriebskosten
BRD	Bundesrepublik Deutschland
cm	Zentimeter
d	Tag
D_1	Datensatz D_1
D_2	Teilstichprobe D_2
DDR	Deutsche Demokratische Republik
DK_{app}	Durchschnittskostenkalkulation
dK	durchschnittliche Kosten
DkfL	Direktkostenfreie Leistung
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
ECM	Energy-corrected-milk
elt.	elektrisch
f_i	Faktor für den durchschnittlich zu verzinsenden Anlagewert
Gw	Grenzwert bzw. Referenzwert
h	Stunden
i_{kalk}	kalkulatorischer Zins
j. K.	jährliche Kosten
Kap.	Kapitel
kg	Kilogramm
m	Meter
M	Mittelwert
max	Maximum
min	Minimum
Min	Minuten
MIV	Milchindustrie-Verband e. V.
MVA 1232	Milchviehanlage mit 1.232 Tierplätzen

MVA 1930	Milchviehanlage mit 1.930 Tierplätzen
N	Nutzungsdauer in Jahren
N / n	Stichprobenumfang insgesamt / Teilstichprobe
n. s.	nicht signifikant
Nr.	Nummer
Ost	Ostdeutschland (neue Bundesländer)
p.a.	per annum
q	Zinsfaktor
RH	relative Luftfeuchtigkeit
s.	signifikant
SED	Sozialistische Einheitspartei Deutschlands
S_{kl}	Schadensklasse
Std. Abw.	Standardabweichung
T	Temperatur
tgl.	täglich
THI	Temperature-Humidity-Index
Tiwoli	Tierwohl und Wirtschaftlichkeit in der zukunftsorientierten Milchviehhaltung – Bewertung verschiedener Maßnahmen und deren ökonomische Auswirkungen
TP	Tierplatz
Tsd.	Tausend
West	Westdeutschland (alte Bundesländer)
wl.	wöchentlich

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl Milchkühe (Tsd.), Umfang der Milchproduktion nach Menge (Tsd. Tonnen p.a.), Milchleistung je Tier nach Menge (Mittelwert in kg p.a.) und deren Veränderungen (%) in den Jahren von 1950 bis 1989 in der DDR 29
Tabelle 2: Ausstattungsmerkmale im Liege- und Laufbereich einer 1930´er Milchviehanlage (MVA) und Vergleich mit Normen für Hochboxen 32
Tabelle 3: Altersstruktur der zur Haltung von Milchkühen im Jahr 1980 in der DDR genutzten Stallungen 33
Tabelle 4: Anzahl Milchkühe (Tsd.), Umfang der Milchproduktion nach Menge (Tsd. Tonnen p.a.), Milchleistung je Tier nach Menge (Mittelwert in kg p.a.) und deren Veränderungen (%) in den Jahren von 1950 bis 1989 in der BRD 35
Tabelle 5: Anzahl der Betriebe in unterschiedlichen Herdengrößen in den Jahren von 1971 bis 1983 in der BRD 37
Tabelle 6: Stallformen in Abhängigkeit der Tieranzahl, Empfehlungen aus dem Institut für landwirtschaftliche Bauforschung im Jahr 1985 in der BRD 38
Tabelle 7: Anzahl und Anteil milchviehhaltender Betriebe in den Herdengrößen von 1 bis 5 im Jahr 1989 in der BRD 38
Tabelle 8: Anzahl und Verteilung (%) der Milchviehbetriebe von 1990 bis 2020 in Deutschland (West, Ost) 40
Tabelle 9: Anzahl (in Tsd.) von Milchkühen in Deutschland und Verteilung zwischen West und Ost in den Jahren 1990 bis 2020 42
Tabelle 10: Anzahl und Verteilung (%) der durchschnittlich gehaltenen Milchkühe je Betrieb in den Jahren von 1990 bis 2020 in Deutschland (West, Ost) 43
Tabelle 11: Anzahl der Haltungen und Verteilung (%) der Milchkühe nach Herdengröße in den Jahren 2010 und 2020 in Deutschland 44
Tabelle 12: Umfang der Milchproduktion nach Menge (in Tonnen p.a.) und Verteilung (%) in den Jahren von 1990 bis 2020 in Deutschland (West, Ost) 44
Tabelle 13: Milchleistung je Tier nach Menge (Mittelwert in kg p.a.) und Milchleistungssteigerung (%) in den Jahren von 1990 bis 2020 in Deutschland (West, Ost) 46
Tabelle 14: Verteilung (%) von Rindern verschiedener Nutzungsrichtungen in den Jahren 2010 und 2020 46
Tabelle 15: Anzahl und Verteilung (%) von Milchnutzungsrassen in den Jahren 2010 und 2020 in Deutschland 47

Tabelle 16: Verteilung (%) von Milchviehbetrieben und Haltungsplätzen nach Haltungsverfahren in den Jahren 2010 und 2020 in Deutschland.....47
Tabelle 17: In den neuen Bundesländern bis zum Jahr 2021 genutzte Typenanlagen 48
Tabelle 18: Anteil von Milchkühen mit Weidegang (%) an den insgesamt gehaltenen Milchkühen in den Jahren 2009/2010 und 2019/2020 in Deutschland.....49
Tabelle 19: Die vier häufigsten Abgangsursachen von milchleistungsgeprüften Milchkühen in Deutschland von 2000 bis 2021 50
Tabelle 20: Prinzipien und Kriterien im Welfare Quality® Assessment Protokoll (WQ) 55
Tabelle 21: Anzahl Betriebe und Stallungen sowie ihre Verteilung auf vier Größenklassen..67
Tabelle 22: Die aus dem Welfare Quality Assessment Protokoll genutzten Tierwohl-Prinzipien und Indikatoren zur Messung des Tierwohls.....69
Tabelle 23: Beurteilung von Technopathien an Gliedmaßen und Gelenken; nutzbare Kategorien von Schadensklasse von 0 bis 4 72
Tabelle 24: Metrische Bewertungsskala zur Erfassung von Verschmutzungen am Tier 74
Tabelle 25: Neu gebildete Variablen zur Gesamtliegezeit, Liegeperioden und Anzahl Schritte pro Tag 75
Tabelle 26: Für Datensatz D_1 und die Teilstichprobe D_2 selektierte Daten (a bis c).....76
Tabelle 27: Verteilungsparameter der in den Schadensklassen (S_{kl}) von 0 bis 4[1)] bewerteten Technopathien in Datensatz D_1 (N = 2.082) und der Teilstichprobe D_2 (n = 632) .79
Tabelle 28: Prozentuale Verteilung von Beurteilungen in den Schadensklassen (S_{kl}) in Datensatz D_1 (N = 2.082) und der Teilstichprobe D_2 (n = 632) 80
Tabelle 29: Verteilungsparameter der an den Untersuchungstieren festgestellten Verschmutzungen in den Scorenoten von 1 bis 6[1)], Datensatz D_1 (N = 2.082)[2)] ..81
Tabelle 30: Relative Verteilungen (%) von Verschmutzungen in den Scorenoten von 1 bis 6, Datensatz D_1 (N = 2.082)[1)] 81
Tabelle 31: Durchschnittliche Liegezeiten, Liegeperioden und Anzahl der Schritte, Datensatz D_2 (n = 632) 82
Tabelle 32: Abgangsursachen von Milchkühen für die im Rahmen der Untersuchung zum Tierwohl insgesamt analysierten Betriebe (N = 34) 83
Tabelle 33: Abmessungen (cm) der in den Erfassungsgruppen stichprobenartig bewerteten Liegebereiche in Datensatz D_1 (N = 46)[1)] und der Teilstichprobe D_2 (n = 41) 86
Tabelle 34: Pflegezustand der in den Erfassungsgruppen stichprobenartig bewerteten Liegeflächen für 22 Stallungen mit Hochboxen und 26 Stallungen mit Tiefboxen, Datensatz D_1 87

Tabelle 35: Anteil (%) von Verschmutzungen der in den Erfassungsgruppen stichprobenartig bewerteten Liegeboxen in 46 Stallungen, Datensatz D_1 88
Tabelle 36: In den Erfassungsgruppen erhobene durchschnittliche Abmessungen (cm) von Boxengang, Übergängen und Fressgang 89
Tabelle 37: Übersicht zu den verwendeten Merkmalsausprägungen der Liegezeiten 93
Tabelle 38: Richtwerte für die Mindestabmessungen von Liegeboxensystemen mit Tiefboxen (TB) und Hochboxen (HB) 94
Tabelle 39: Dichotome Abmessungen in der Liegebox, Datensatz D_1 (N = 46), Teilstichprobe D_2 (n = 41) 95
Tabelle 40: Dichotome Abmessungen im Boxengang (D_1, N = 43; D_2, n = 38) und im Fressgang (D_1, N = 44; D_2, n = 40) 95
Tabelle 41: Verwendete statistische Modelltypen I bis III 97
Tabelle 42: Maßnahmen zur Verbesserung der Tierwohls im Stall und ihre Berechnung der durchschnittlichen Kosten bestehend aus Kapitalkosten und Betriebskosten 102
Tabelle 43: Personalkosten zur Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls 103
Tabelle 44: Neubau eines Boxenlaufstalls (Stallhülle, Stallboden, Stallausstattung, Ausstattung im Fressbereich, Gülletechnik) und durchschnittlichen Kosten bestehend aus Kapitalkosten und Betriebskosten 106
Tabelle 45: Schema zur Vollkostenberechnung 108
Tabelle 46: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variablen Gesamtliegezeit, Liegeperioden und Schritte pro Tag (a) in Zusammenhang mit dem Temperature-Humidity-Index (b) in Modell II, Teilstichprobe D_2 (n = 632) 111
Tabelle 47: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable Gesamtliegezeit (a) in Zusammenhang mit Betriebscharakteristiken der Haltungsumwelt (b) in Modell I, Teilstichprobe D_2 (n = 632) 113
Tabelle 48: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable Gesamtliegezeit (a) in Zusammenhang mit Betriebscharakteristiken der Haltungsumwelt (b) in Modell II; Teilstichprobe D_2 (n = 632) 115
Tabelle 49: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable Technopathien (a) in Zusammenhang mit der Gesamtliegezeit (b) in Modell I, Teilstichprobe D_2 (n = 632) 117
Tabelle 50: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable Liegeperioden (a) in Zusammenhang mit Betriebscharakteristiken der Haltungsumwelt (b) in Modell II; Teilstichprobe D_2 (n = 632) 119

Tabelle 51: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable Technopathien im Bereich des Widerrists (a) in Zusammenhang mit den Liegeperioden (b) in Modell I, Teilstichprobe D_2 (n = 632) 121
Tabelle 52: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable Anzahl Schritte pro Tag (a) in Zusammenhang mit Betriebscharakteristiken der Haltungsumwelt (b) in Modell I; Teilstichprobe D_2 (n = 632) 123
Tabelle 53: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable Anzahl Schritte pro Tag (a) in Zusammenhang mit Betriebscharakteristiken der Haltungsumwelt (b) in Modell II, Teilstichprobe D_2 (n = 632) 125
Tabelle 54: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable Technopathien an den Karpal-, Tarsal- und Kniegelenken (a) in Zusammenhang mit Anzahl Schritte pro Tag (b) in Modell I, Teilstichprobe D_2 (n = 632) 127
Tabelle 55: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable „unverletzt“ (a) in Zusammenhang mit der Anzahl Schritte pro Tag und der Gesamtliegezeit (b) in Modell II, Teilstichprobe D_2 (n = 632) 129
Tabelle 56: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable „unverletzt“ (a) in Zusammenhang mit Betriebscharakteristiken der Haltungsumwelt (b) in Modell II, Datensatz D_1 (N = 2.082) 131
Tabelle 57: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable Technopathien (a) in Zusammenhang mit Betriebscharakteristiken der Haltungsumwelt (b) in Modell I, Datensatz D_1 (N = 2.082) 134
Tabelle 58: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable „Verschmutzung aggregiert“ (a) in Zusammenhang mit Betriebscharakteristiken der Haltungsumwelt (b) in Modell I, Datensatz D_1 (N = 2.082) 137
Tabelle 59: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable „Verschmutzung an Euter und Bauch“ (a) in Zusammenhang mit Betriebscharakteristiken der Haltungsumwelt (b) in Modell I, Datensatz D_1 (N = 2.082) 139
Tabelle 60: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable „Verschmutzung an der Hinterhand“ (a) in Zusammenhang mit Betriebscharakteristiken der Haltungsumwelt (b) in Modell I, Datensatz D_1 (N = 2.082) 141
Tabelle 61: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable „Verschmutzung an der Schwanzquaste“ (a) in Zusammenhang mit Betriebscharakteristiken der Haltungsumwelt (b) in Modell I, Datensatz D_1 (N = 2.082) 143
Tabelle 62: Zusammenfassung der Einflussgröße Betriebscharakteristika auf die Gesamtliegezeiten, Liegeperioden und Anzahl Schritte 145

Tabelle 63: Zusammenfassung der Einflussgröße Gesamtliegezeit und Schritte auf Technopathien am Tier 146
Tabelle 64: Zusammenfassung der Einflussgröße Betriebscharakteristika auf Technopathien am Tier 147
Tabelle 65: Zusammenfassung der Einflussgröße Betriebscharakteristika auf Verschmutzungen am Tier 148
Tabelle 66: Einflussfaktoren und Zielwerte aus dem Bereich der Haltungsbedingungen (Liegebereich (A), Laufbereich (B), Fressbereich (C) und Tierkomfort (D)) mit Bedeutung für das Tierwohl 161
Tabelle 67: Schwachstellen in den untersuchten Erfassungsgruppen der analysierten Stallungen, Datensatz D_1 (N = 46) 163
Tabelle 68: Übersicht von Schwachstellen und Maßnahmen im Liegebereich (A), Laufbereich (B), Fressbereich (C) und beim Tierkomfort (D) 170
Tabelle 69: Datengrundlage zur Berechnung der Kosten für kurzfristige Maßnahmen 172
Tabelle 70: Datengrundlage zur Berechnung der jährlichen Kosten für mittelfristige normative Maßnahmen 174
Tabelle 71: Datengrundlage zur Berechnung der jährlichen Kosten für den täglichen Weidegang 175
Tabelle 72: Normative Maßnahmen und deren durchschnittliche Kosten zur Verbesserung des Tierwohls in den vier Untersuchungsgruppen, Datensatz D_1 179
Tabelle 73: Verteilungsparameter der jährlichen Kosten von kurz- und mittelfristigen normativen Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls in den 46 untersuchten Stallungen 181
Tabelle 74: Zusammenfassung der durchschnittlichen jährlichen Kosten für kurz- und mittelfristige normative Maßnahmen in den 46 Stallungen 181
Tabelle 75: Normative Maßnahmen und deren durchschnittliche Kosten zur Verbesserung des Tierwohls in fünf Stallungen vom Typ einer 1930´er Milchviehanlage 183
Tabelle 76: Durchschnittliche jährliche Kosten für den täglichen Weidegang (EUR pro Tier; Nr. 42 bis 49) in der Untersuchungsgruppe I bis IV 184
Tabelle 77: Durchschnittliche jährliche Kosten für den täglichen Weidegang (EUR pro Tier; Nr. 42 bis 49), Mittelwerte der 46 Stallungen 185
Tabelle 78: Verteilungsparameter der jährlichen Kosten für die der Kosten zur Durchführung von Weidegang in den 46 Stallungen 186
Tabelle 79: Durchschnittliche jährliche Kosten von kurz- und mittelfristigen normativen Maßnahmen sowie Weidegang 186

Tabelle 80: Durchschnittliche jährliche Kosten pro Tier für kurz- und mittelfristige normative Maßnahmen im Liegebereich (A), Laufbereich (B), Fressbereich (C) und Tierkomfort (D) sowie Weidegang in den vier Untersuchungsgruppen (I bis IV) und 46 Stallungen 188
Tabelle 81: Verteilungsparameter der jährlichen Kosten für die Durchführung von kurz- und mittelfristigen Maßnahmen sowie Weidegang in den 46 untersuchten Stallungen bzw. 28 Betrieben 188
Tabelle 82: Vollkostenberechnung[1)] vor Umbau (EUR pro Tier p.a.) 192
Tabelle 83: Vollkostenberechnung nach Umbau und Neubau (EUR pro Tier p.a.) 194
Tabelle 84: Vergleich von Direktkostenfreien Leistungen, Deckungsbeiträgen und Einzelkostenfreien Leistung (vor Umbau, nach Umbau, Neubau) 195
Tabelle 85: Kostendeckungspunkte für normative Maßnahmen zum Tierwohl (a bis c) und Einzelkosten (d), EUR pro kg ECM 199
Tabelle 87: Fragebogen; Teil 1 allgemeine Daten 257
Tabelle 88: Fragebogen; Teil 2 Tierproduktion 258
Tabelle 89: Fragebogen; Teil 2 Tierproduktion 259
Tabelle 90: Fragebogen; Teil 2 Tierproduktion 260
Tabelle 91: Fragebogen; Teil 2 Tierproduktion 261
Tabelle 92: Vollkostenberechnung vor Umbau 262
Tabelle 93: Vollkostenberechnung nach Umbau und Neubau 263

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kompaktstall einer 1930 Milchviehanlage mit 1.930 Tierplätzen 31
Abbildung 2: Anzahl der Milchkühe (Tsd.) in den Bundesländern 1990 und 2020 41
Abbildung 3: Beziehung von Tierwohl und Produktivität in sechs Phasen nach McInerney (1994) 64
Abbildung 4: Abmessungen im Liegebereich, Erfassung mit CowsAndMore 71
Abbildung 5: Abmessungen im Fressbereich, Erfassung mit CowsAndMore 71
Abbildung 6: Körperregionen zur Beurteilung von Technopathien 72
Abbildung 7: Darstellung der erfassten Körperregionen zur Beurteilung von Verschmutzungen 73
Abbildung 8: Entscheidungsbaum-Modell d_1 Liegezeit, Datensatz D_2 150
Abbildung 9: Entscheidungsbaum-Modell d_2 Verletzungen, Datensatz D_1 153
Abbildung 10: Entscheidungsbaum-Modell d_3 Verschmutzungen, Datensatz D_1 156
Abbildung 11: Schema zur Ableitung normativer Maßnahmen 167
Abbildung 12: Modell zur Ableitung von Maßnahmen zur Beseitigung von Schwachstellen im Stall 167
Abbildung 13: relativer Anteil der jährlichen Kosten von kurz- und mittelfristigen normativen Maßnahmen sowie Weidegang in EUR pro kg ECM 187
Abbildung 14: Vergleich der durchschnittlichen jährlichen Kosten für einen Umbau und Neubau der Stallungen, EUR pro kg ECM 190
Abbildung 15: relative Anteile der jährlichen Kosten für Tierwohl, Direktkosten, Arbeitserledigungskosten und weitere Kosten an den Einzelkosten nach Umbau 196
Abbildung 16: Höhe der Direktkostenfreien Leistung vor- und nach Umbau 197
Abbildung 17: Veränderung der Tieranzahl nach Umbau pro Stall 199
Abbildung 18: Einkommensverlust im Betriebszweig Milchproduktion 200
Abbildung 19: Einzelkosten nach Umbau und Neubau in vier Untersuchungsgruppen 217

1 Einleitung

Mit der Aufnahme von Artikel 20a in das Grundgesetz (GG) der Bundesrepublik Deutschland zählt der Tierschutz seit August 2002 zu den in der Verfassung verankerten Staatszielen (Artikel 20a Abschnitt II Satz 1 GG). Dabei geht es um „den Schutz der Tiere vor nicht artgemäßer Haltung, vermeidbaren Leiden sowie der Zerstörung ihrer Lebensräume“ (DEUTSCHER BUNDESTAG, 2002). Erstmalig wurden im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts verbindliche Regelungen zum Schutz von Tieren im Reichstierschutzgesetz dokumentiert. Das heutige Tierschutzgesetz ist in seinen Grundzügen darauf zurückzuführen (vgl. SCHIMANSKI, 2009: 139). Mit der Ratifizierung des Übereinkommens zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere wurden 1998 in der Europäischen Union weitere Normen bestimmt: „Tiere sollten entsprechend ihren physiologischen und ethologischen Bedürfnissen unter Berücksichtigung praktischer und wissenschaftlicher Erkenntnisse gehalten, ernährt und versorgt werden“ (RAT DER EUROPÄISCHEN UNION, 1998: L 221/23). Im Jahr 2001 wurden mit der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutztV) weitere allgemeine Mindestanforderungen an Haltungseinrichtungen, Fütterung, Pflege sowie Überwachung und Anforderungen an die Haltung bestimmter Nutztiere festgelegt (vgl. TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG, 2006: 4 f.).

Die Tierhaltung wird von verschiedenen Gruppen kritisch diskutiert. Im Jahr 2015 bezeichnete der wissenschaftliche Beirat für Agrarpolitik in seinem Gutachten „Wege zu einer gesellschaftlich akzeptierten Nutztierhaltung“ die Tierhaltung für eine Mehrheit von Nutztieren als nicht zukunftsfähig (vgl. WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT FÜR AGRARPOLITIK BEIM BMEL, 2015: 1). Im selben Zeitraum ergab eine in der Europäischen Union durchgeführte Befragung[1] zur Einstellung der Europäer zum Tierschutz, dass für eine Mehrheit der Befragten (94 %) Tierschutz von Nutztieren wichtig ist. Weiterhin vertraten 82 % der befragten Personen die Meinung, dass der Tierschutz von Nutztieren besser sein sollte als er aktuell ist (vgl. TNS OPINION & SOCIAL, 2016: 5–6). In den vergangenen Jahren wurden zahlreiche Untersuchungen zur öffentlichen Wahrnehmung der Tierhaltung und zum Tierwohl von Nutztieren publiziert. Gesellschaftlich wird insbesondere die Stallhaltung von Nutztieren kritisch beurteilt. So werden Haltungsformen mit Außenklima, z.B. die Weidehaltung von Milchkühen priorisiert (vgl. KÜHL et al., 2018: 159–

[1] Die Umfrage „Einstellung der Europäer zum Tierschutz“ wurde 2015 im Auftrag der Europäischen Kommission in 28 Ländern der EU mit 27.672 Befragungsteilnehmenden durchgeführt. In der Frage zum Verständnis von Tierschutz gab es zu den Aussagen: „Tierschutz bezieht sich auf die Pflicht, alle Tiere zu respektieren.“ und „Bei Tierschutz geht es darum, wie Nutztiere behandelt werden und ihnen eine bessere Lebensqualität zu bieten.“ die häufigsten Zustimmungen (TNS OPINION & SOCIAL, 2016: 3–4).

160). Darüber hinaus bekommt „Natürlichkeit“ eine zunehme Bedeutung in der öffentlichen Wahrnehmung von Nutztierhaltung (vgl. BEAVER et al., 2020: 5754). Der zunehmende Einsatz von Automatisierungstechnik und weiter Technisierung zur Verbesserungen der Effizienz wird von den Verbrauchern eher ablehnend beurteilt und mit einer Reduzierung von Mensch-Tier-Interaktionen in Verbindung gebracht (vgl. ROVERS et al., 2018: 168). Im Gegensatz dazu könnten gesellschaftlich gewünschte Veränderungen in der Tierhaltung wie z.B. die Einführung von Weidehaltung durch den anhaltenden Strukturwandel in der Milchviehhaltung mit zunehmenden Betriebsgrößen schwieriger umzusetzen sein (vgl. WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT FÜR AGRARPOLITIK BEIM BMEL, 2015: 115).

Zur Modernisierung von Stallungen können emissionsschutzrechtliche Vorgaben der baulichen Verbesserung von Haltungsbedingungen z.B. zum Bau von Außenklimastallungen und Laufbereichen entgegen stehen (vgl. MAISACK und FELDE, 2019: 172). Seit 2014 sind Landwirte im Rahmen des Tierschutzgesetzes[2] verpflichtet die Einhaltung des Tierschutzes durch betriebliche Eigenkontrollen mit Hilfe von geeigneten Indikatoren zu überprüfen (vgl. TIERSCHUTZGESETZ, 2006: 12). Der Begriff des Tierschutzes umfasst in diesem Zusammenhang das Ziel, Bedingungen zu schaffen, um das Tierwohl zu gewährleisten (vgl. WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT FÜR AGRARPOLITIK BEIM BMEL, 2015: 89). Tierwohl und Tierschutz beschreiben dasselbe Thema aus verschiedenen Perspektiven (ebenda: 89). In der Wissenschaft werden zur Beurteilung von Tierwohl verschiedene Sichtweisen eingenommen. Dabei kann die Fokussierung auf einzelne Bereiche wie beispielsweise die Freiheit von Krankheiten und Verletzungen, die Freiheit von Schmerzen und Leid oder die Möglichkeit zum arteigenem Verhalten unterschiedliche Bewertungen des Tierwohls zur Folge haben (vgl. FRASER, 2008a: 1 f.). Generell sind Einschätzungen über den Status quo des Tierwohls mit Hilfe von direkten (tierbezogenen) und indirekten (haltungsbezogenen) Merkmale möglich (vgl. BRINKMANN et al., 2020: 7 f.). Tierwohl gilt als eine der zentralen Herausforderungen für eine zukunftsfähige Landwirtschaft (vgl. KOCH, 2022: 23). Um den Umbau der Tierhaltung in Deutschland zu unterstützen, wurde im Sommer 2019 das Kompetenznetzwerk Nutztierhaltung unter Einbeziehung von Wissenschaft, Verbänden, Wirtschaft und landwirtschaftlicher Praxis gebildet. Die Expertenkommission soll den Umbau in eine tierwohlgerechte, klimafreundliche und rentable Tierhaltung begleiten (KOMPETENZNETZWERK NUTZTIERHALTUNG, 2022). In der Wirtschaft werden Hal-

[2] Die betriebliche Eigenkontrolle (§ 11 Abs. 8, TierSchG, 2006) dient der Überprüfung von § 2 des Tierschutzgesetzes (vgl. TIERSCHUTZGESETZ, 2006: 12).

tungsbedingungen von Nutztieren mit Tierwohl-Labeln zur Preisdifferenzierung genutzt. Landwirtschaftliche Betriebe die freiwillig daran teilnehmen, müssen bestimmte Haltungsbedingungen garantieren und in regelmäßigen Audits überprüfen lassen. Im Jahr 2013 wurde das Tierschutzlabel „für mehr Tierschutz“ vom Deutschen Tierschutzbund eingeführt. Im Tierschutzlabel werden Haltungsbedingungen wie z.B. mehr Platz (Einstiegsstufe) oder Auslauf ins Freie (Premiumstufe) in einem zweistufigen System für Fleisch- und Milchprodukte sowie Hühnereier im Handel unterschieden (DEUTSCHER TIERSCHUTZBUND E.V., 2022). Die 2015 gestartete Initiative Tierwohl (ITW) zielt primär auf die Haltungsbedingungen von Schlachttieren und unterscheidet in einem vierstufigem System Stallhaltung, Stallhaltung Plus, Außenklima und Premium (INITIATIVE TIERWOHL, 2022). In der Milcherzeugung honorieren Molkereien den jährlichen Weidegang von mindestens 120 Tagen und 6 Stunden pro Tag mit Preisaufschlägen für die erzeugte Milch (KIRK-MECHTEL et al., 2021). Neben den privatwirtschaftlichen Initiativen ist die Einführung einer verpflichtenden staatlichen Tierhaltungskennzeichnung für die Zukunft vorgesehen. Diese soll Konsumenten über die jeweils genutzten Haltungsformen (Stall, Stall + Platz, Frischluftstall, Auslauf / Freiland, Bio) informieren (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT, 2022).

Die Erhöhung des Tierwohls wird nicht ohne eine Verminderung der Produktivität zu erreichen sein (vgl. MCINERNEY, 1994: 16; R. M. BENETT, 1994: 48). Dennoch könnten sich positive ökonomische Effekte durch eine Reduzierung von Effizienzverlusten aufgrund niedrigerer Erkrankungsraten durch die Verbesserung des Tierwohls ergeben (vgl. MCINERNEY, 1996: 304). In Bezug auf eine verpflichtende Umsetzung bestimmter tierwohlfördernder Maßnahmen in der landwirtschaftlichen Praxis sollten die Rahmenbedingungen insgesamt so ausbalanciert werden, dass die Wettbewerbsfähigkeit erhalten bleibt und gleichzeitig Verbesserungen möglich sind (vgl. ISERMEYER, 2014: 16–17; WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT FÜR AGRARPOLITIK BEIM BMEL, 2015: 288; KOMPETENZNETZWERK NUTZTIERHALTUNG, 2022: 1). In diesem Zusammenhang werden sowohl die Einführung einer die laufenden Kosten und Einkommensverluste deckenden Tierwohlprämie durch den Staat, die Vermarktung von Tierwohlkriterien mit höheren Verkaufspreisen im Handel und gezielte Investitionszuschüsse diskutiert (vgl. KARPENSTEIN et al., 2021: 233 f.).

Gemessen am Produktionswert der Landwirtschaft in Deutschland ist die Milcherzeugung besonders bedeutsam (vgl. DEBLITZ et al., 2021: 59). Mit 10,80 Milliarden Euro im Jahr 2020 entsprach der Produktionswert einem Anteil von 41,20 % an der tierischen Erzeugung insgesamt (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT, 2021). Für die Einführung

tierwohlbezogener Maßnahmen wurde ein Anstieg der Produktionskosten für die Milchviehhaltung zwischen 2 % und 5 % vom Wissenschaftlichen Beirat für Agrarpolitik geschätzt. Wobei betriebsindividuelle Unterschiede wie die Flächenverfügbarkeit zum Weidegang zu höheren Kostensteigerungen führen könnten (vgl. WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT FÜR AGRARPOLITIK BEIM BMEL, 2015: 293 f.). In einer von der Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft in Auftrag gegebenen Studie zur Machbarkeit des Umbaus der Nutztierhaltung wurde auf Basis der Empfehlungen des Kompetenznetzwerkes Nutztierhaltung (KNW) ein Finanzaufwand von 59,60 Milliarden Euro bis 2040 kalkuliert. Davon würden 33,24 Milliarden Euro bzw. 55,80 % auf die Milchviehhaltung entfallen (KARPENSTEIN et al., 2021: 243). Für die Umsetzung der drei vom KNW vorgeschlagenen Haltungsstufen (Boxenlaufstall Außenklima, Boxenlaufstall Außenklima Laufhof, Boxenlaufstall Außenklima Laufhof und Weide) berechnete das Thünen-Institut für einen Betrieb mit 140 Tieren einen Mehraufwand zwischen 3,92 und 7,49 Cent je kg Milch (vgl. DEBLITZ et al., 2021: 41).

Für den ablaufenden Strukturwandel in der Milchviehhaltung wird in Schätzungen bis zum Jahr 2040 von einem weiter anhaltenden starken Rückgang bei der Anzahl der milchviehhaltenden Betriebe um - 65 % ausgegangen und prognostiziert, dass etwa 70 % der gehaltenen Milchkühe zukünftig in Herden ab 200 Tieren gehalten werden (ebenda: 62). Prognosen unterstreichen die Notwendigkeit Zusammenhänge zwischen Tierwohl und Tierhaltung sowie Ökonomie im Kontext einer zu modernisierenden Boxenlaufstallhaltung detailliert zu betrachten und Handlungsmöglichkeiten unter den Bedingungen sich verschärfender Rahmenbedingungen zu erarbeiten. Unabhängig von einem gesellschaftlich erwarteten und politisch forcierten Umbau der Tierhaltung bis 2040 könnte angenommen werden, dass aktuelle Herausforderungen, wie die zu geringe Nutzungsdauer und Krankheitsgeschehen aufgrund ungenügender Haltungsbedingungen kurz- und mittelfristig weiter bestehen bleiben. Der Abschätzung von Einflussfaktoren auf das Tierwohl und deren ökonomischen Implikationen auf Betriebsebene sollten daher eine angemessene Würdigung in der Balance zwischen Tierhaltung und Ökonomie sowie zwischen Tiergesundheit und Wirtschaftlichkeit erfahren.

1.1 Problemstellung

Das Tierwohl von Nutztieren ist von Relevanz. Krankheiten und Verletzungen, hervorgerufen durch mangelhafte Haltungsbedingungen, können das Wohlbefinden von Nutztieren vermindern und als Folge die Rentabilität der tierischen Erzeugung negativ beeinflussen (vgl. FAWC, 1979: 1; MCINERNEY, 1994: 13 f.; R. M. BENETT, 1994: 28 f.). Darüber hinaus können Mängel in der Tierhaltung zum Verlust der gesellschaftlichen Akzeptanz führen (WISSENSCHAFTLICHER

BEIRAT FÜR AGRARPOLITIK BEIM BMEL, 2015: 284). Eine Analyse des Tierwohls ist dabei aus unterschiedlichen Perspektiven, ethisch und ökonomisch, möglich. In der ethischen Perspektive (das Tier als Mitgeschöpf) muss das Wohl des Tieres als die Freiheit von Schmerzen, Leid und Schäden eine elementare Voraussetzung der Tierhaltung sein (TIERSCHUTZGESETZ, 2006: 1). Ökonomisch betrachtet (das Tier als Produktionsfaktor) sind Tradeoffs zwischen den Aufwendungen für das Tierwohl und der Wirtschaftlichkeit der tierischen Erzeugung zu beachten (vgl. ISERMEYER, 2014: 4). In einer modernen Nutztierhaltung sollten beide Perspektiven angemessene Berücksichtigung finden. Für die Milchviehhaltung deuten Untersuchungen in Liegeboxenlaufställen darauf hin, dass sich die aktuellen Haltungsbedingungen negativ auf die Gesunderhaltung der Tiere auswirken und Verbesserungen notwendig sind (vgl. HOEDEMAKER ET AL., 2020: 149). Zum Beispiel können zu gering dimensionierte Liegebereiche und harte Liegeoberflächen zur Entwicklung von Technopathien an den Tarsal- und Karpalgelenken führen und die Entstehung von Lahmheiten begünstigen (vgl. DEVRIES et al., 2015: 86–87; GIESEKE et al., 2020: 1938). Mängel im Management der Liegeflächen- und Laufgangreinigung können zu einer Zunahme von Verschmutzungen am Tier führen und die Entwicklung von Eutererkrankungen befördern (vgl. MAYER et al., 2009: 56–57; BAUER et al., 2021: 4 f.). Eine Überbelegung mit einer zu hohen Anzahl von Tieren im Stall kann Verhaltensveränderungen bewirken und die Entwicklung von Klauen- und Eutererkrankungen begünstigen (vgl. FREGONESI et al., 2007b: 3351 f.; CHEBEL et al., 2016: 3220–3221). Im Jahr 2021 führten Fruchtbarkeitsprobleme, Eutererkrankungen und Erkrankungen der Klauen und Gliedmaßen dazu, dass mehr als ein Drittel der 2021 in Deutschland gehaltenen milchleistungsgeprüften Kühe mit 38,40 Monaten Nutzungsdauer vorzeitig aus der Produktion ausgeschieden sind (BRS, 2021a: 64 f.). Eine wirtschaftlich optimale Nutzungsdauer wird in der Literatur jedoch mit mindestens 6 Laktationen (ca. 96 Monate) für gesunde Milchkühe beschrieben (MIßFELDT und THOMSEN, 2017: 147). Eine Verbesserung der Haltungsbedingungen von Milchkühen könnte sich positiv auf die Gesunderhaltung der Tiere, die Länge der Nutzungsdauer und die Wirtschaftlichkeit der Produktion auswirken. Gleichzeitig könnte ein Beitrag zur Verbesserung der gesellschaftlichen Akzeptanz der Nutztierhaltung geleistet werden.

1.2 Zielsetzung

Das Ziel der Arbeit ist ein fundierter Beitrag zu Haltung und Ökonomie in Bezug auf die zum Tierwohl ausgewerteten Milchviehbetriebe in Nord-Ost-Deutschland.

Zur Bewertung des Tierwohls auf den Betrieben werden die folgenden drei Forschungsfragen gestellt:

(1) Wie ist der Status quo des Tierwohls in den untersuchten Milchviehbetrieben?
(2) Welche Zusammenhänge bestehen zwischen Tierwohl und Haltungsbedingungen in den untersuchten Milchviehbetrieben?
(3) Welche Maßnahmen könnten zu einer Verbesserung des Tierwohls auf den Betrieben beitragen und zu welchen Kosten wären Verbesserungen möglich?

Mit den Ergebnissen soll

- den beteiligten Betrieben ein Feedback zu ihrer aktuellen Situation gegeben werden,
- Verbesserungsvorschläge für kurz- und mittelfristige Maßnahmen ausgearbeitet werden,
- Empfehlungen für Architekten, Politik und den Markt gegeben werden,
- Break-Even-Analyse durchgeführt werden.

1.3 Datengrundlage und Modell

Die in der vorliegenden Arbeit dargestellten Daten zum Tierwohl wurden im Rahmen des Forschungsprojektes „Tierwohl in der zukunftsorientierten Milchviehhaltung“ auf 34 konventionell wirtschaftenden Milchviehbetrieben mit insgesamt 54 Stallungen in Nord-Ost-Deutschland zwischen 2016 und 2019 in den Teilbereichen Landtechnik und Ökonomie erhoben[3]. Die Untersuchungsbetriebe liegen in Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Schleswig-Holstein und halten zwischen 100 und 2.600 Milchrinder. Durch den regionalen Schwerpunkt der Erhebung auf Nordost-Deutschland liegt die durchschnittliche Herdengröße der untersuchten Betriebe mit 665 Milchrindern je Haltung deutlich über dem Mittelwert von 71 Tieren in Deutschland (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2022b). In der Erhebung zum Tierwohl wurden insgesamt 2.395 Milchrinder untersucht. Die Untersuchungsbetriebe halten überwiegend Rinder der Rasse Deutsche Holstein (87 % der Tiere), 13 % der Tiere sind Rinder verschiedener Milchviehrassen und Milchrindkreuzungen. Die Haltungsform ist ganzjährige Boxenlaufstallhaltung, fünf Untersuchungsbetriebe führen einen zeitlich begrenzten Weidegang durch. Wobei ein Untersuchungsbetrieb ein reiner Weidebetrieb ist, der den Stall nur in den Wintermonaten nutzt. Zwei Betriebe bieten den Tieren planbefestigte Auslaufflächen in Stallnähe an.

[3] Projekttitel Tiwoli: Tierwohl und Wirtschaftlichkeit in der zukunftsorientierten Milchviehhaltung – Bewertung verschiedener Maßnahmen und deren ökonomische Auswirkungen, Zuwendungsempfänger: Hochschule Neubrandenburg, Projektleitung: Prof. Dr. Sandra Rose, Projektlaufzeit: 01.04.2016 – 30.06.2019, Weitere Informationen: rose@hs-nb.de, Projektträger Jülich (PtJ) Forschung an Fachhochschulen: www.ptj.de/forschung_fachhochschulen.

Wegen der Vergleichbarkeit wurden die fünf Betriebe mit Rindern der Rasse Jersey, Weidegang und vollautomatischen Melksystemen ganz bzw. teilweise von der Analyse ausgeschlossen. Insgesamt wurden 28 Betriebe bzw. 2.082 Tiere ausgewertet. Zur statistischen Analyse der Zusammenhänge zwischen Stall und Tierwohl wurden zwei Mehr-Ebenen-Modelle (linear gemischtes Modell, verallgemeinerte Schätzgleichungen) verwendet. Zur explorativen Datenanalyse wurden Entscheidungsbaummodelle genutzt. Die ökonomische Analyse erfolgte mit einer Vollkostenrechnung. Material und Methoden werden in Kapitel 4 ausgiebig erläutert.

1.4 Aufbau der Arbeit

Zunächst wird ein Überblick über die Entwicklung der Milchviehhaltung in den vergangenen 70 Jahren in Deutschland gegeben (Kap. 2). Danach wird der Stand des Wissens zur Milchviehhaltung in Laufställen aus der Perspektive des Tierwohls beschrieben (Kap. 3). Im Abschnitt zu Material und Methoden wird die Datenerhebung und der Datensatz im Rahmen der deskriptiven Statistik vorgestellt, die Strukturierung der verwendeten Daten erläutert und die Modellstruktur skizziert (Kap. 4). Die Beschreibung der Berechnungsergebnisse zu Liegezeiten, Technopathien und Sauberkeit sowie eine darauf aufbauende Schwachstellenanalyse zum Tierwohl erfolgt in Kap. 5. Die Ergebnisse der Schwachstellenanalyse bilden die Grundlage für die anschließende Ableitung von Handlungsszenarien und deren ökonomische Bewertung (Kap. 6). Den Abschluss der Arbeit bildet die Diskussion der Ergebnisse und eine Einordnung in die aktuelle Debatte sowie ein Ausblick in perspektivische damit einhergehende Forschungsfragen (Kap. 7).

2 Entwicklung der Milchviehhaltung in Deutschland

Im folgenden Abschnitt wird die Entwicklung der Milchviehhaltung in Deutschland zwischen 1950 und 2020 skizziert und erläutert. Ein Großteil der untersuchten Betriebe in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg nutzt Stallungen, die vor 1989 in der DDR gebaut wurden. Da die Untersuchung auch einige Betriebe in Westdeutschland einbezieht, werden die unterschiedlichen Entwicklungspfade für die DDR (Kap. 2.1) und BRD (Kap. 2.2) bis 1989 dargestellt. In den Kapiteln 2.1 und 2.2 wird die Strukturentwicklung anhand von Tierzahlen, Milchmengen und Milchleistungen für die Milchviehhaltung abgebildet. Typische Entwicklungsschritte in der Haltung von Milchkühen werden beschrieben und zeitlich eingeordnet. Den Abschluss bildet Kapitel 2.3 für die Entwicklung der Milchviehhaltung von 1990 bis 2020 in der BRD.

2.1 Die Entwicklung der Milchviehhaltung von 1950 bis 1989 in der DDR

2.1.1 Strukturelle Entwicklung der Milchproduktion in der DDR

Die Entwicklung der Milchviehhaltung in der ehemaligen DDR stellt sich anhand der Anzahl gehaltener Milchkühe, der insgesamt erzeugten Milchmenge und der durchschnittlichen Milchleistung je Tier zwischen 1950 und 1989 wie folgt dar.

Im Zeitraum 1950 bis 1960 ist die Anzahl der Milchkühe im Vergleich zu den Folgejahren bis 1989 am stärksten angestiegen (+ 559 Tsd. Tiere). Zwischen 1960 und 1989 ist die Anzahl der Milchkühe kontinuierlich gesunken (- 174 Tsd. Tiere), lag jedoch mit + 385 Tsd. Tieren im Jahr 1989 noch oberhalb des Nachkriegsniveaus von 1950. Insgesamt wurde die Zahl der Milchkühe in 39 Jahren um 24 % im Vergleich zur Ausgangssituation mit 1.616 Tsd. Milchkühen gesteigert. Mit dem Anstieg der Tierzahlen ist es gleichfalls zu einem Anstieg der insgesamt produzierten Milchmenge gekommen. Diese wurde zwischen den Jahren 1950 und 1960 mit + 2.497 Tsd. Tonnen annährend verdoppelt und in den darauffolgenden 29 Jahren um durchschnittlich + 1.101 Tsd. Tonnen je Jahrzehnt erhöht. Die insgesamt erzeugte Milchmenge wurde von 1950 bis 1989 um 230 % gesteigert. Neben der insgesamt produzierten Milchmenge ist die jährliche Milchleistung der Tiere angestiegen. So wurde die durchschnittliche jährliche Milchmenge pro Tier von 1950 bis 1989 um + 2.525 kg bzw. 153 % gesteigert (Tab. 1).

Tabelle 1: Anzahl Milchkühe (Tsd.), Umfang der Milchproduktion nach Menge (Tsd. Tonnen p.a.), Milchleistung je Tier nach Menge (Mittelwert in kg p.a.) und deren Veränderungen (%) in den Jahren von 1950 bis 1989 in der DDR

Jahr	1950 (a)	1960 (b)	1970 (c)	1980 (d)	1989 (e)	Veränderungen 1950 bis 1989 (f)
Anzahl Milchkühe (Tsd.)	1.616	2.175	2.163	2.138	2.001	+24 %
Milchmenge insgesamt p.a. (Tsd. Tonnen p.a.)	2.517	5.014	6.205	7.281	8.316	+230 %
Milchleistung (Mittelwert in kg je Kuh p.a.)	1.655	2.315	2.900	3.433	4.180	+153 %

Quelle: vgl. STATISTISCHES AMT DER DDR, 1990: 236, 239, (a bis e); Anm.: Milchmenge insgesamt und durchschnittliche jährliche Milchleistung für Kuhmilch mit 4 % Fettgehalt; eigene Berechnungen (f)

2.1.2 Entwicklung der Milchviehhaltung in der DDR

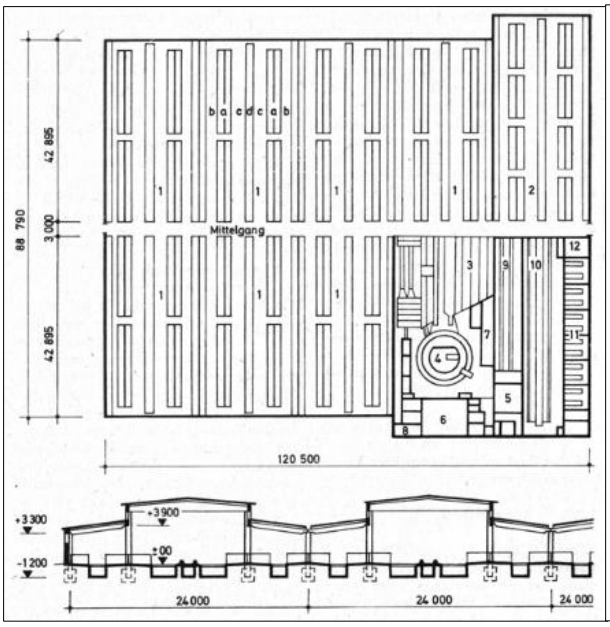
Die Entwicklung der Landwirtschaft in der DDR lässt sich in vier Abschnitte unterteilen: Kollektivierung (1952 bis 1960), Industrialisierung ab 1960, Spezialisierung ab 1970 und Kurskorrekturen ab 1980 (vgl. SCHÖNE, 2005: 23, 37, 51, 69). Für die Milchviehhaltung und die Entwicklung der Haltungsbedingungen ergab sich daraus folgender Verlauf.

In der Phase der Kollektivierung der Landwirtschaft wurden bis 1957 vorwiegend geschlossene Haltungssysteme mit Anbindehaltung gebaut. Parallel dazu gab es erste Ansätze die Haltungsbedingungen für die Milchkühe zu verbessern, da die ganzjährige Stallhaltung in abgeschlossenen Gebäuden als nachteilig für die Tiergesundheit (Verringerung der Fruchtbarkeit, Reduzierung der Nutzungsdauer) und damit für die Milchleistung eingeschätzt wurde. Infolgedessen kam es zur Entwicklung von Offenställen. Diese waren als Tieflaufställe angelegt, zu allen Seiten geöffnet und mit einem Dach als Schutz gegen Witterungseinflüsse ausgestattet (vgl. MEHLER, 1968: 18). Der Melkprozess erfolgte in diesen Ställen überwiegend in Fisch-Grätenmelkständen (vgl. ROSEGGER und BARTMANN, 1960: 361). Die Haltung der Tiere unter Außenklimabedingungen stellte jedoch hohe Anforderungen an den Einstreubedarf, die Futterversorgung und die Arbeitsbedingungen insbesondere während der Wintermonate. Häufig erfüllten die Haltungsbedingungen in den neu konzipierten Stallungen nicht die hygienischen Mindestanforderungen an die Haltung von Milchkühen (vgl. NUSSHAG, 1957: 311). Für die Weiterentwicklung der Offenstallanlagen erfolgten Anpassungen an der Gebäudehülle. Dazu wurden drei Stallseiten geschlossen und die südliche Stallseite geöffnet. Diese in Mastenbauweise errichteten Stallungen aus standardisierten vorgefertigten Modulen gelten als Ausgangspunkt für den industriellen Stallbau in der DDR und stellten gleichzeitig einen Übergang vom gedämmten Warmstall zum ungedämmten Kaltstall dar (vgl. MEHLER, 1968: 20). Bis 1963

wurden etwa 20.000 Offenstallungen für 1,5 Millionen Rinder gebaut (vgl. KAUFHOLD und HAASMANN, 1963: 577).

Der Zeitraum zwischen 1960 und 1970 markierte den Einstieg in die Industrialisierung[4] der Landwirtschaft in der DDR. Darunter fielen Maßnahmen die der Konzentration, Intensivierung und Spezialisierung im Produktionsprozess dienten und zum Ziel hatten die Qualität der Produktionsprodukte zu erhöhen (vgl. HOHMANN et al., 1980: 1). Im Zuge des Konzentrationsprozesses der Tierbestände kam es in der Milchviehhaltung Ende der sechziger Jahre zur Einführung strohloser bzw. einstreuloser Haltungsverfahren (vgl. BÄHR, 1970: 253; KORIATH, 1972: 248). Diese wurden als eine wesentliche Voraussetzung zur Konzentration der Rinderbestände angesehen (vgl. HUCKSTORF, 1969: 929; KLEIBER, 1972: 265). Die Entwicklung der Milchviehhaltung in den siebziger Jahren der DDR ging mit einem Rückgang der Weidehaltung und einer Zunahme ganzjähriger Stallhaltung von Milchkühen einher (vgl. STEIGER und MEHLHORN, 1969: 926; STEIGER et al., 1971: 545). Gleichzeitig kam es mit der Einführung der einstreulosen Haltung in den neu errichteten Milchviehanlagen vermehrt zum Auftreten haltungsbedingter Verletzungen im Bereich der Klauen und Gliedmaßen (vgl. TEICKNER et al., 1970: 717; KAISER, 1971: 727). Zur Haltung der anwachsenden Tierbestände wurden Milchviehanlagen (MVA) als Kompaktställe bzw. Typenanlagen entwickelt. Diese Stallungen vereinten sämtliche Produktionsbereiche der Milchproduktion in einem Gebäude (Abb.1) (vgl. THUM et al., 1985: 236).

[4] Im Januar 1963 wurde auf dem VI. Parteitag der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands der Übergang zu industriemäßigen Produktionsmethoden in der Landwirtschaft verkündet (vgl. SCHÖNE, 2005: 45).



Nummer		Funktionsbereich
1		Produktionsbereich
	a	Liegeboxen
	b	Liegeboxengang
	c	Fressgang
	d	Doppelkrippe
2		Trockensteherabteil
3		Vorwartehof
4		Melkkarussel
5		Tierbehandlungsraum
6		Milchkühlung, Milchlagerung
7		Elektroschaltraum
8		Maschinenraum
9		Krankenabteil
10		Abkalbeabteil
11		Kälberabteil
12		Werkstatt

Abbildung 1: Kompaktstall einer 1930 Milchviehanlage mit 1.930 Tierplätzen
Quelle: THUM et al., 1985: 236

Die Typenanlagen wurden in unterschiedlichen Dimensionen gebaut. So verfügten die Typenanlagen MVA 1232 bzw. MVA 1930 über 1.232 bzw. 1.930 Tierplätze. Der erste Anlagentyp zur industriemäßigen Milchproduktion wurde 1968 im Rahmen der Erforschung auf dem Lehr- und Versuchsgut Heinersdorf mit 1.068 Tierplätzen im Bundesland Brandenburg errichtet. Die in Heinersdorf errichtete Anlage bildete den Ausgangspunkt für alle weiteren in der DDR gebauten Anlagen zur industriemäßigen Milchproduktion (vgl. SCHMIDT, 2009: 55 f.). Zwischen 1971 und 1975 wurden 25 Milchviehanlagen mit jeweils 2.000 bis 4.000 Tierplätzen gebaut (vgl. GRÜNEBERG, 1975: 21 f.). Der Ausbau der Milchviehhaltung umfasste in diesem Zeitraum durchschnittlich 13.830 zusätzliche Stallplätze pro Jahr (vgl. HOHMANN et al., 1980: 79). Die neu konzipierten Milchviehanlagen wurden überwiegend als Laufställe mit getrennten Fress- und Liegebereichen errichtet. Die Liegebereiche waren mit Gummimatten ausgelegt, die Laufbereiche wurden mit Spaltenboden und Fließkanalentmistung ausgestattet. Zur Melkung der Tiere wurden Melkstandtypen wie Fischgrätenmelkstände und Melkkarusselle verwendet. In den Stallungen wurden die Abmessungen im Liege- und Laufbereich standardisiert. Seither haben sich die Vorschriften verändert, aber vor allem wurden die Milchkühe immer größer gezüchtet[5]. Letzteres trägt zur Verschärfung der Tierwohlproblematik bei (vgl. BRADE, 2017: 11–12). Zur Verdeutlichung sind in Tab. 2 die Normen für Hochboxen aufgezeigt, welche auch

[5] Die in der DDR zur Milchproduktion genutzten Schwarzbunten Milchrinder wurde nach 1990 insbesondere durch die deutlich größeren Rinder das Rasse Holstein-Schwarzbunt verdrängt (vgl. BRADE, 2014: 16).

später in der Arbeit für die Beurteilung der Stallhaltung in den Untersuchungsbetrieben verwendet werden. Die Diskrepanz wird besonders deutlich bei der Länge der Liegebox (+ 70 cm), Länge der Gummimatte (+ 30 cm bis 40 cm) und bei den Abmessungen im Lauf- und Fressgang mit + 0,70 m bzw. + 1,25 m (Tab. 2).

Tabelle 2: Ausstattungsmerkmale im Liege- und Laufbereich einer 1930´er Milchviehanlage (MVA) und Vergleich mit Normen für Hochboxen

Bereich		Abmessungen (a)	Normen (b)	Differenz
Liege-bereich	Breite der Liegefläche	110 cm	115 cm bis 120 cm	5 cm bis 10 cm
	Länge der Liegebox insgesamt	210 cm	≥ 280 cm	≥ 70 cm
	Länge der Gummimatte	150 cm	180 cm bis 190 cm	30 cm bis 40 cm
	Höhe der seitlichen Boxenabtrennung	90 cm bis 100 cm	133 cm	33 cm bis 43 cm
	Höhe der Kotstufe	18 cm	20 cm	2 cm
Lauf-bereich	Breite eines Laufganges	Minimum = 1,80 m	2,50 m	0,70 m
	Breite eines Fressganges	Minimum = 2,25 m	3,50 m	1,25 m

Quelle: vgl. HOHMANN et al., 1980: 85 (a); PELZER et al., 2007: 5–6 (b)

Für den Anlagentyp 1930 wurde ein Tier-Liegeplatzverhältnis von 1:1 und ein Tier-Fressplatzverhältnis von 1:3 angestrebt. Die Haltung und Futterversorgung der Tiere erfolgte in Leistungsgruppen. Die Anzahl der Tiere pro Gruppe konnte zwischen 30 und 80 Tieren variieren. Als Optimum wurden 60 Tiere angenommen. Die Gruppen wurden über stationäre Dosier- und Verteileinrichtungen mit Futter versorgt (vgl. HOHMANN et al., 1980: 85–93). Im Jahr 1975 betrug der Anteil der in industriemäßig organisierten Milchviehanlagen gehaltenen Tiere 3,60 %. Mehr als 90 % der Tiere wurden in klassischen Stallanlagen gehalten (vgl. GRÜNEBERG, 1975: 22). Eine im Jahr 1977 durchgeführte Bauzustandserhebung für die in der Rinderhaltung genutzten Stallungen ergab die folgende Verteilung. Als gut bewertet wurden 25 % der genutzten Stallungen, weitere 40 % der Stallungen galten als angegriffen. Mit schwer beschädigt wurden 25 % der Stallungen eingeschätzt. Bei diesen handelte es sich vorwiegend um Stallungen die vor 1950 errichtet wurden (vgl. MOTHES, 1984: 33).

Für den Zeitraum von 1976 bis 1980 wurde der Bau neuer Milchviehstallungen mit einem zusätzlichen Volumen von 220.000 Tierplätzen geplant (VOLKSKAMMER DER DDR, 1976: 130). Die Investitionen in die neuen industriemäßig organisierten und voll mechanisierten Milchviehanlagen mit mehr als 800 Tierplätzen führten zu einer Verminderung von Investitionen in die noch wenig mechanisierten Stallungen älteren Baujahrs (MOELLER, 1999: 20). Im Jahr 1977

wurden die Arbeitsgänge Entmistung und Fütterung in 36 % bzw. 42 % der genutzten Stallungen von Hand ausgeführt. Die Melkung erfolgte vollständig mechanisch (vgl. HOHMANN et al., 1980: 80). Die Verteilung der bis 1980 genutzten Stallungen stellt sich wie folgt dar (Tab.3).

Tabelle 3: Altersstruktur der zur Haltung von Milchkühen im Jahr 1980 in der DDR genutzten Stallungen

Nr.	Baujahr der Stallungen	Anteil der Milchkühe
1	bis 1950	36 %
2	1951 bis 1960	17 %
3	1961 bis 1970	30 %
4	1971 bis 1980	17 %

Quelle: vgl. HOHMANN et al., 1980: 80

In den Stallungen, die vor 1950 errichtet worden, wurden 36 % der Kühe gehalten. Etwa 47 % der Tiere wurden in Stallungen gehalten, die zwischen 1951 und 1970 errichtet wurden. In den zwischen 1971 und 1980 errichteten Stallungen wurden 17 % der Tiere gehalten. Bei diesen Ställen handelte es sich überwiegend um Stallungen zur industriemäßigen Milchproduktion (ebenda: 80).

Im weiteren Entwicklungsprozess zu einer industriemäßig produzierenden Landwirtschaft wurde im Mai 1976 die Trennung der Produktionsbereiche Pflanzenproduktion und Tierproduktion im Rahmen der Spezialisierung der Landwirtschaft politisch beschlossen[6]. Die daraus hervorgegangenen Veränderungen in der Organisation der landwirtschaftlichen Produktionsprozesse beeinflussten die Entwicklung der Landwirtschaft von 1980 bis 1989. In diesem Zeitraum wurden die eingeführten Veränderungen aufgegriffen und z.T. korrigiert. Dazu wurden im Herbst 1983 Kooperationsräte zur gemeinschaftlichen Planung von Tier- und Pflanzenproduktion gebildet. Eine grundsätzliche Aufhebung der Trennung von Tier- und Pflanzenproduktion erfolgte bis 1989 jedoch nicht.

Im Jahr 1979 wurden noch 85 % der Milchviehherden mit weniger als 800 Tieren in herkömmlichen Stallungen gehalten (vgl. SCHWEDLER, 1981: 243). In der Milchviehhaltung wurden in den achtziger Jahren vorwiegend Sanierungs- und Rationalisierungsmaßnahmen in bereits bestehenden Stallungen durchgeführt (vgl. SCHWEDLER, 1981: 245; SCHÖNE, 2005: 70–71). Ende der achtziger Jahre wurden in der DDR 75 % der Milchkühe in nicht industriemäßig produzierenden Milchviehanlagen gehalten (vgl. BREHME, 1989: 106).

Im Anschluss wird die Entwicklung der Milchviehhaltung in der BRD zwischen 1950 und 1989

[6] Auf dem IX. Parteitag der SED im Mai 1976 wurde die zukünftige Trennung der Tier- und Pflanzenproduktion mit der Spezialisierung der Landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften, Volkseigenen Güter und der kooperativen Einrichtungen beschlossen. Die Umsetzung der Abspaltung erfolgte im Jahr 1977 (vgl. SCHÖNE, 2005: 56–58).

skizziert. Zu Beginn wird die Struktur dargestellt und anschließend einzelne Entwicklungsschritte in der Haltung von Milchkühen benannt und zeitlich eingeordnet.

2.2 Die Entwicklung der Milchviehhaltung von 1950 bis 1989 in der BRD

2.2.1 Strukturelle Entwicklung der Milchproduktion in der BRD

In der BRD stellt sich die Entwicklung der Milchviehhaltung anhand der Anzahl gehaltener Milchkühe, der insgesamt produzierten Milchmenge und der durchschnittlichen Milchleistung je Tier von 1950 bis 1989 wie folgt dar. Von 1950 bis 1960 stieg die Anzahl von Milchkühen um + 71 Tsd. Tiere an (+ 1,30 %). In den darauffolgenden Jahrzehnten von 1960 bis 1989 kam es zu einer Reduzierung der Tieranzahl um 744 Tsd. Tiere. Im Jahr 1989 lag die Zahl der Milchkühe um - 12 % unterhalb des Niveaus von 1950. Der Rückgang ist durch die Einführung der Garantiemengenregelung[7] im Jahr 1984 begründet. Von 1980 bis 1989 kam es zu einer Reduzierung der Tieranzahl um - 540 Tsd. Tiere bzw. - 10 %.

Die Garantiemenge in Deutschland wurde für den Zeitraum 1984/1985 auf 23.487 Tsd. Tonnen Milch pro Jahr in Form einzelbetrieblicher Referenzmengen festgelegt (vgl. BUNDESREGIERUNG, 1985: 62–63). Als Grundlage für die Höhe der Garantiemenge im ersten Jahr wurden 93 % der Milchanlieferungen des Jahres 1983 angesetzt (ebenda: 63). Für die Entwicklung der erzeugten Milchmenge zeigen sich zwei gegenteilige Verläufe. Zwischen 1950 und 1980 erhöhte sich die jährlich erzeugte Milchmenge von 13.861 Tsd. Tonnen auf 24.779 Tsd. Tonnen (+ 79 %). Mit der Einführung der Milchquote, zwischen 1980 und 1989, verringerte sich die Milchmenge auf 24.243 Tsd. Tonnen pro Jahr (- 2,20 %). Bereits im ersten Jahr der Garantiemengenregelung wurde in Deutschland eine Verminderung der Milchmenge um 6 % gegenüber der Milchmenge im Jahr 1983 festgestellt (vgl. BUNDESREGIERUNG, 1985: 61). Die Zunahme der produzierten Milchmenge und die gleichzeitige Reduzierung der Anzahl gehaltener Milchkühe ging mit einer Steigerung der Milchleistung je Tier um 2.379 kg Milch bzw. + 96 % im Zeitraum von 1950 bis 1989 einher (Tab. 4).

[7] Die Einführung der Garantiemengenregelung am 31. März 1984 für die Milchviehhaltung in der EU erfolgte mit dem Ziel das Überangebot von Milch und Butter („Milchseen und Butterberge“) zu reduzieren. Milcherzeuger erhielten als Anreiz zur Deckelung der Produktionsmengen Preisgarantien, die oberhalb des Weltmarktniveaus lagen. Im März 2015 wurden die Regelungen zur Milchquote in der EU endgültig abgeschafft (EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2015).

Tabelle 4: Anzahl Milchkühe (Tsd.), Umfang der Milchproduktion nach Menge (Tsd. Tonnen p.a.), Milchleistung je Tier nach Menge (Mittelwert in kg p.a.) und deren Veränderungen (%) in den Jahren von 1950 bis 1989 in der BRD

Jahr	1950 (a)	1960 (b)	1970 (c)	1980 (d)	1989 (e)	Veränderung 1950 bis 1989 (f)
Anzahl Milchkühe (Tsd.)	5.602	5.673	5.593	5.469	4.929	-12 %
Milchmenge insgesamt (Tsd. Tonnen p.a.)	13.861	19.264	21.856	24.779	24.243	+75 %
Milchleistung (Mittelwert in kg je Kuh p.a.)	2.474	3.396	3.800	4.552	4.853	+96 %

Quelle: vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT, 1952: 149, (a); 1961: 183, (b); 1971: 160 f., (c); 1981: 154 f., (d); 1990: 166 f., (e); Anm.: (c bis e) Daten der Viehzählung im Dezember; eigene Berechnungen (f)

2.2.2 Entwicklung der Milchviehhaltung in der BRD

Die Milchviehhaltung in der BRD war bis 1960 Jahre durch eine kleinstrukturierte Haltung mit durchschnittlich 5 Kühen je Betrieb geprägt (vgl. KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E. V., 1987: 79). Die Haltung der Tiere erfolgte überwiegend in Anbindeställen[8] (vgl. OBER, 1956: 31). Diese wurden als Kompromisslösungen zwischen der Arbeitswirtschaftlichkeit und den Umweltansprüchen von Kühen betrachtet und bereits vereinzelt als nachteilig für die Tiergesundheit[9] eingeschätzt (vgl. KULKE, 1956: 76–77; STIETENROTH, 1956: 81).

Zwischen 1950 und 1970 kam es zu einer Reihe von technischen Veränderungen in der Haltung von Milchkühen. Diese hatten im Wesentlichen Arbeitserleichterung zum Ziel. Die tierischen Exkremente Kot und Urin wurden in dieser Zeit überwiegend getrennt voneinander aus dem Stall gebracht. Erst die Einführung einer durchgängig mechanisierten Festmistkette (vgl. ROSEGGER, 1983: 255–256) und die Entwicklung von Flüssigmistverfahren führte dazu Arbeitsbedarfe in diesem Bereich reduzieren zu können (vgl. VOGT, 1983: 13). Synonym zur Entwicklung der Haltungstechniken in der DDR wurde in der BRD die Einführung von Flüssigmistverfahren als eine Grundvoraussetzung zur Anwendung von einstreulosen Verfahren in der Haltung von Milchkühen betrachtet (ebenda: 15). Bis 1970 wurde vorwiegend von Hand gefüttert. Die Mechanisierung der Milchviehfütterung erfolgte in diesem Bereich durch vermehrte Nutzung stationärer und mobiler Fütterungsgeräte zur Verfütterung von Heu und Silage

[8] Anbindeställe wurden in verschiedenen Bauformen genutzt. Dazu zählten Kurz-, Mittel und Langstände vgl. IRPS (1985: 3).
[9] Im Durchschnitt wurden 1956 in der BRD 3 Laktationen je Kuh erzielt, bevor die Tiere aus dem Bestand gingen. Als Ursache wurde die Unfruchtbarkeit in Folge von Haltungsschäden angegeben vgl. KULKE (1956: 75–76).

(vgl. SCHÖN, 1969: 9–13). In dieser Entwicklungsphase der Milchviehhaltung wurden insbesondere die hohen Handarbeitsanteile für Routinearbeiten (Futterbergung, Milchentzug, Entmistung, Futterversorgung) als zu überwindende Hemmnisse für die Weiterentwicklung der Milchviehhaltung betrachtet (vgl. WENNER und SCHÖN, 1970: 724–727). Zur Verbesserung der Effizienz in der Milchproduktion wurde die Einführung der Laufstallhaltung als Voraussetzung und kostengünstigste Variante für weitere Mechanisierungsmaßnahmen in Melkung, Fütterung und Entmistung diskutiert (vgl. WENNER und SCHÖN, 1971: 90–100). Die Entwicklung der Laufställe erfolgte in der BRD über einen Zeitraum von 20 Jahren von den Einraumlaufställen zu Mehrraumlaufställen und folgend zu Liegenboxenlaufställen (vgl. IRPS, 1985: 4). Zur Verminderung der Arbeitszeitbedarfe wurden die neu errichteten Laufställe überwiegend mit stationärer Melktechnik ausgestattet. Diese brachte in Verbindung mit der Laufstallhaltung insbesondere für Herden ab 50 Tieren Arbeitserleichterungen für die Milchproduktion. Im Vergleich zur Verwendung von Rohrmelkanlagen in der Anbindehaltung konnte der mittlere jährliche Arbeitszeitbedarf je Tier um mehr als 50 % reduziert werden (vgl. RATIONALISIERUNGS-KURATORIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, 1975: 223 f.). Im Bereich der Futterversorgung im Stall wurden Fressfanggitter zur Kombination von Herden und Einzeltierfütterung verwendet (vgl. WENNER und SCHÖN, 1971: 95–97). Im Bereich der Fütterung kam es in der weiteren Entwicklung zu einer zunehmenden Mechanisierung der Futterentnahme und Futterverteilung im Stall (vgl. PIRKELMANN, 1982: 193). Für die Entwicklung der Milchviehhaltung ist bis 1986 eine Zunahme der Tierbestände je Betrieb feststellbar.

Im Zeitraum von 1971 bis 1983 ist der Anteil von Kühen in Herden mit bis zu 10 Tieren um - 29,70 % am stärksten zurückgegangen. Darüber hinaus nahm der Anteil von Tieren in Herden zwischen 11 und 19 Tieren um - 6,40 % ab. Der größte Anstieg mit 27,40 % konnte für Herden zwischen 20 und 49 Tieren festgestellt werden. Die geringste Zunahme um 0,70 % betrifft Herden mit 100 und mehr Tieren. Der sich abzeichnende Konzentrationsprozess der Tierbestände ging mit einer Spezialisierung der Tierhaltung auf eine Tierart einher (vgl. WENNER, 1984: 14). So ging der Anteil landwirtschaftlicher Betriebe mit Milchkuhhaltung zwischen 1971 und 1983 um 16,20 % von 66,40 % auf 50,20 % zurück (vgl. BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, 1986: 11) (Tab. 5).

Tabelle 5: Anzahl der Betriebe in unterschiedlichen Herdengrößen in den Jahren von 1971 bis 1983 in der BRD

Nr.	Herdengröße (Anzahl der Milchkühe)	Anteil der Milchkühe		
		1971 (a)	1983 (b)	Veränderung 1971 bis 1983 (c)
1	1 bis 10	49,10 %	19,40 %	-29,70 %
2	11 bis 19	32,40 %	26,00 %	-6,40 %
3	20 bis 49	17,20 %	44,60 %	+27,40 %
4	50 bis 99	1,10 %	9,10 %	+8,00 %
5	100 und mehr	0,20 %	0,90 %	+0,70 %
Insgesamt		100 %	100 %	

Quelle: vgl. BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, 1986: 10, (a, b); eigene Berechnungen (c)

In der weiteren Entwicklung der Milchviehhaltung in den 80´er Jahre wurden neben Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz in der Produktion auch Anforderungen zu tiergerechten Haltungsbedingungen und dem Wohlbefinden von Nutztieren zunehmend wichtiger (vgl. ROSEGGER, 1983: 257; IRPS, 1985: 1–2; BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, 1986: 13; AUERNHAMMER et al., 1987: 161). In diesen Jahren war die Politik bestrebt einem starken Anstieg der Tieranzahl je Betrieb entgegenzuwirken. Die bereits 1984 zur Begrenzung der Milchüberschüsse eingeführte Garantiemengenregelung wurde in diesem Zusammenhang als geeignetes Instrument bewertet den Strukturwandel sozialverträglich zu gestalten und Einkommen zu stabilisieren (vgl. BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, 1986: 14 f.; DEUTSCHER BUNDESTAG, 1999: 1). Im gleichen Zeitraum erhöhte sich die mittlere Herdengröße auf 14 Tiere. Wobei 50 % der milchviehhaltenden Betriebe weniger als 10 Tiere je Betrieb und etwa 30 % der Betriebe weniger als 20 Kühe hielten. Die größten Herden mit 50 und mehr Tieren kamen auf einen Anteil an den Haltungen von 1,50 %. Herden ab 50 Tiere wurden überwiegend in modernen Boxenlaufställen mit einer hohen Mechanisierungsstufe gehalten. Der Grad der Mechanisierung nahm mit sinkender Herdengröße ab und der Anteil in Handarbeit zu verrichtender Arbeiten zu (vgl. KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E. V., 1987: 79 f.). Zur höchsten Mechanisierungsstufe zählten in den 80´er Jahren Stallungen mit mechanischer Futterentnahme und Futterverteilung, einer automatischen Dosierung von Kraftfutter, einstreuloser Haltung mit Flüssigmistsystem sowie maschineller Milchentnahme (vgl. WENNER, 1984: 15 f.). Im Jahr 1985 veröffentlichte das Institut für landwirtschaftliche Bauforschung Empfehlungen für die zur Tieranzahl eines Betriebes passenden Haltungssysteme für Milchkühe (Tab. 6).

Tabelle 6: Stallformen in Abhängigkeit der Tieranzahl, Empfehlungen aus dem Institut für landwirtschaftliche Bauforschung im Jahr 1985 in der BRD

Nr.	Stallform	Melkstand	Tieranzahl
1	Anbindestall	-	+
2	Anbindestall mit Selbstfang	x	++
3	Fressliegeboxen-Laufstall	x	+++
4	Liegeboxen-Laufstall	x	++++

Quelle: vgl. IRPS, 1985: 5; Anm.: Melkstand (-) nicht vorhanden und (x) vorhanden, Tieranzahl: der Nummerierung nach ansteigend (Nr. 1 bis 4); eigene Darstellung

In den Empfehlungen wurde davon ausgegangen, dass Herdengrößen ab 30 Tieren für die Haltung in Laufstallsystemen geeignet sind und, dass die Anbindehaltung damit auch zukünftig für einen Großteil der Betriebe relevant bleibt (vgl. IRPS, 1985: 5). Im Jahr 1989 hielten im Durchschnitt 6,80 % der landwirtschaftlichen Betriebe 40 und mehr Milchkühe. Ungefähr ein Viertel der Betriebe (25,60 %) hielt zwischen 20 und 39 Tieren. Etwa zwei Drittel der Betriebe (68 %) hielten 1989 weniger als 20 Tiere. Damit blieb der Anteil der für die Laufstallhaltung empfohlenen Herdengrößen für die Milchviehhaltung bis 1989 insgesamt auf einem niedrigen Niveau (Tab. 7).

Tabelle 7: Anzahl und Anteil milchviehhaltender Betriebe in den Herdengrößen von 1 bis 5 im Jahr 1989 in der BRD

Nr.	Herdengröße (Anzahl der Milchkühe) (a)	Anzahl Betriebe (b)	Anteil Betriebe (c)
1	1 - 4	48.035	15,90 %
2	5 - 10	77.811	25,70 %
3	11 - 19	78.585	26,00 %
4	20 - 39	77.332	25,60 %
5	≥ 40	20.445	6,80 %
Insgesamt		302.208	100 %

Quelle: vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT, 1992: 162, (a, b); eigene Berechnungen (c)

Folgend wird in Kapitel 2.3 die Entwicklung der Milchviehhaltung in Deutschland von 1990 bis 2020 beschrieben. Zur Darstellung struktureller Unterschiede (Betriebsgröße, Tieranzahl, Stallbauform) wird nachfolgend eine regionale Differenzierung in alte und neue Bundesländer bzw. West und Ost verwendet. Die Daten der bis 2020 genutzten Milchviehrassen, Haltungsverfahren und die mittlere Nutzungsdauer werden für Deutschland insgesamt dargestellt.

2.3 Entwicklung der Milchviehhaltung in Deutschland von 1990 bis 2020

Die Landwirtschaft in Deutschland war in den neunziger Jahren mit zahlreichen Herausforderungen konfrontiert. Auf europäischer Ebene wirkte sich die Reform der gemeinsamen Agrarpolitik[10] (GAP) und Vorbereitungen zur Erweiterungen der Europäischen Gemeinschaft (EG) um weitere Mitgliedsländer aus (vgl. BUNDESREGIERUNG, 1998: 120; MÖLLER et al., 2020: 687). National galt es die Landwirtschaft der ehemaligen DDR aus den Strukturen einer staatlich gelenkten Planwirtschaft in das marktwirtschaftliche System der Bundesrepublik Deutschland zu integrieren und die Voraussetzungen für eine Eingliederung in die EG zu gewährleisten (vgl. SCHMIDT, 2009: 545–546; MÖLLER et al., 2020: 685 f.). Die Auflösung der bis zur Wiedervereinigung geltenden Produktionsbedingungen mit garantierten Erzeugerpreisen und Absatzmärkten brachte weitreichende Veränderungen für die Landwirtschaft sowie insbesondere die Tierhaltung in der ehemaligen DDR mit sich (vgl. SCHMIDT, 2009: 317 f.). Mit der Währungsumstellung kam es zu einem Nachfragerückgang für tierische Produkte von bis zu 40 %. Kurzfristig sanken die Erzeugerpreise für tierische Erzeugnisse um bis zu 28 % unterhalb des Preisniveaus der alten Bundesländer (vgl. SCHMIDT, 1991: 549). Von 1989 bis 1998 reduzierte sich die Anzahl der in den neuen Bundesländern in der Landwirtschaft tätigen Personen von 850.000 auf 145.000 (- 83 %) (BUNDESREGIERUNG, 1999: 31). In der Milchviehhaltung verringerte sich die Tieranzahl zwischen 1990 und 2000 von 6.355 Tsd. auf 4.564 Tsd. Tiere (- 28 %) (vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT, 1991: 182, 2001: 181). Neben den veränderten Rahmenbedingungen in einer freien Marktwirtschaft beeinflusste das 1991 eingeführte und seit 1984 in der EU geltende Garantiemengensystem zur Milchproduktion die Notwendigkeit zu Anpassungsmaßnahmen in den neuen Bundesländern zusätzlich (vgl. SCHMIDT, 2009: 318). Ausgehend von den skizzierten Rahmenbedingungen für die Milchproduktion und Milchviehhaltung stellt sich zwischen 1990 und 2020 folgende Entwicklung in Deutschland dar.

[10] Die GAP-Reform von 1992 (MacSharry-Reform) beinhaltete u.a. eine Senkung der Garantiepreise, die Umstellung von Markt- auf Erzeugersubventionen und die Einführung von Direktbeihilfen (vgl. MÖLLER et al., 2020: 689).

2.3.1 Strukturelle Entwicklung der Milchproduktion in Deutschland von 1990 bis 2020

Die Milchproduktion ist zwischen 1990 und 2020 gekennzeichnet durch einen Rückgang von Betrieben mit Milchkuhhaltung von 284.821 auf 57.322 Betriebe (- 80 %). Die stärkste Abnahme ist für den Zeitraum von 1990 bis 2010 mit - 149.221 Betrieben festzustellen. Dabei reduzierte sich die Anzahl der Milchviehhaltungen in den ersten 10 Jahren nach der Wiedervereinigung um 145.121 Betriebe bzw. - 53 % in den alten Bundesländern und um 4.100 Betriebe bzw. - 42 % in den neuen Bundesländern. Insgesamt verringerte sich die Anzahl der milchviehhaltenden Betriebe in einem Zeitraum von 30 Jahren ab 1990 um - 80 % in West bzw. - 64 % in Ost.

Eine vergleichbare Entwicklung ist für die Anzahl der Milchkühe, die zwischen 1990 und 2020 in Deutschland gehalten wurden, festzustellen. In diesem Zeitraum ist die Zahl der Milchkühe in West und Ost von 6.355 Tsd. auf 3.921 Tsd. Tiere (- 38 %) gesunken. In West beginnt diese Entwicklung bereits in den achtziger Jahren mit der Einführung der Garantiemengenregelung und setzt sich bis 2015 fort. Hier betrug die Verringerung der Milchkuhbestände von 1980 bis 1989 bereits - 540 Tsd. Tiere bzw. 10 % (vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT, 1981: 154, 1990: 166). In der Zeit von 1989 bis 2020 reduzierte sich die Tieranzahl weiter um - 34 % (Tab. 8).

Tabelle 8: Anzahl und Verteilung (%) der Milchviehbetriebe von 1990 bis 2020 in Deutschland (West, Ost)

	Jahre					
Anzahl der Milchviehbetriebe	1990 (a)	2000 (b)	2010 (c)	2015 (d)	2020 (e)	Veränderung 1990 bis 2020 (f)
West	275.121	130.000	88.630	69.126	53.848	-80 %
Ost	9.700	5.600	4.860	4.129	3.474	-64 %
Deutschland insgesamt	284.821	135.600	93.490	73.255	57.322	-80 %

Quelle: vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT, 2022a, (a bis e); Anm.: jährlicher Erfassungsmonat Mai, ohne Berlin; eigene Berechnungen (f)

Dabei ist die Verteilung der gehaltenen Milchkühe im Vergleich der Bundesländer zwischen 1990 und 2020 auf einem ähnlichen Niveau geblieben. In Bayern und Niedersachsen wurden am meisten Milchkühe gehalten und in einem Streifen von Mecklenburg-Vorpommern bis zum Saarland sind am wenigsten Tiere festzustellen (Abb. 2).

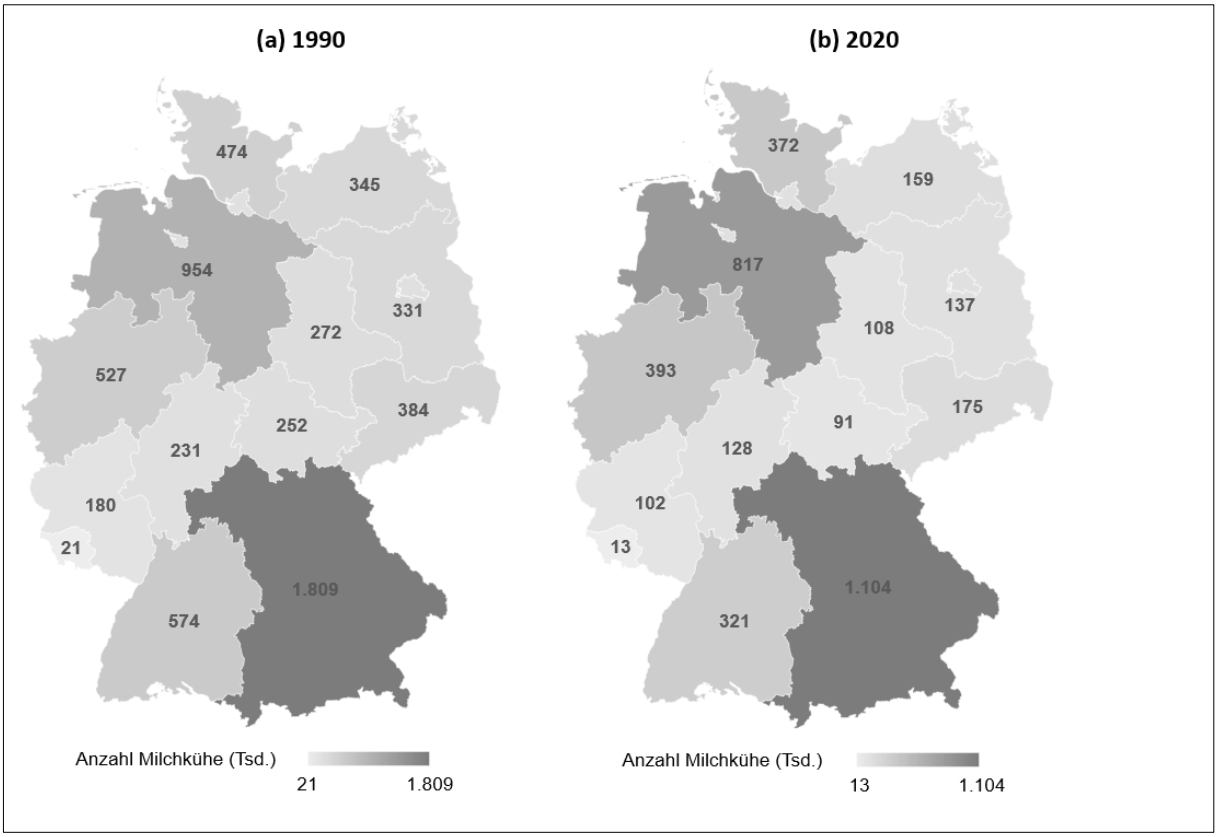


Abbildung 2: Anzahl der Milchkühe (Tsd.) in den Bundesländern 1990 und 2020
Quelle: STATISTISCHES BUNDESAMT, 1991: 182, 2021c; Anm.: Milchkühe in den Stadtstaaten Bremen, Hamburg und Berlin wurden den Bundesländern Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Brandenburg zugerechnet; eigene Darstellung

Nach dem Wegfall der Milchquote im Jahr 2015 sind in Deutschland insgesamt steigende Tieranzahlen festzustellen. In Ostdeutschland dagegen begann die Reduzierung des Milchviehbestandes mit der Wiedervereinigung und dem damit induzierten Veränderungen in der Landwirtschaft im Jahr 1989 und setze sich bis 2020 fort. Hier verringerte sich die Anzahl der gehaltenen Milchkühe in 31 Jahren um 1.330 Tsd. Tiere bzw. - 66 % (Tab. 9).

Tabelle 9: Anzahl (in Tsd.) von Milchkühen in Deutschland und Verteilung zwischen West und Ost in den Jahren 1990 bis 2020

Jahre		Jahre						
		1989 (a)	1990 (b)	2000 (c)	2010 (d)	2015 (e)	2020 (f)	Veränderung 1989 bis 2020 (g)
West	Anzahl Milch-kühe (Tsd.)	(a_1) 4.929	4.771	3.690	3.432	3.180	3.251	-34 %
Ost		(a_2) 2.001	1.584	874	750	771	671	-66 %
Ge-samt-tierzahl		6.930	6.355	4.564	4.182	3.951	3.921	-38 %
West	(e) Anteil an der Gesamt-tierzahl	71 %	75 %	81 %	82 %	80 %	83 %	+8 %
Ost		29 %	25 %	19 %	18 %	20 %	17 %	-8 %

Quelle: vgl. STATISTISCHES AMT DER DDR, 1990: 236, (a_2) ; STATISTISCHES BUNDESAMT, 1990: 166 f., (a_1) ; 1991: 182, (b); 2001: 181, (c); 2011: 357, (d); 2016: 492, (e); 2021c, (f); Anm.: (a_1, b) Viehzählung im Dezember; (d bis f) Viehzählung im November; (e) ohne Baden-Württemberg; eigene Berechnungen (e, g)

Insgesamt kam es zwischen 1989 und 2020 in Deutschland zu Veränderungen der prozentualen Verteilung von Milchkühen zwischen West- und Ostdeutschland. Dabei änderte sich der Anteil der jeweils gehaltenen Milchkühe von 71 % auf 83 % (West) bzw. von 29 % auf 17 % (Ost). In den neuen Bundesländern ist mit - 66 % eine deutlich stärkere Reduzierung der Tierzahlen festzustellen als in den alten Bundesländern mit - 34 %. Ein nicht unerheblicher Anteil dieser Reduzierungen könnte auf Betriebsschließungen zurückzuführen sein. In den alten Bundesländern sind zwischen 1990 und 2020 aufgrund der geringen Betriebsgröße deutlich mehr Betriebe (- 221.273 Betriebe) von der Verringerung der Tierzahlen betroffen als in den neuen Bundesländern (- 6.226 Betriebe) (vgl. Tab. 9).

Im Jahr 1990 wurden in Deutschland im Durchschnitt 22 Milchkühe je Betrieb gehalten. Dabei unterschieden sich die Bestandsgrößen in West mit 17 Tieren und in Ost mit 163 Tieren je Betrieb um 146 Tiere voneinander. Zwischen 1990 und 2020 erhöhte sich in Deutschland die Anzahl der durchschnittlich gehaltenen Milchkühe je Betrieb auf 68 Tiere (+ 205 %). Die Tieranzahl in den alten Bundesländern steigerte sich um 52 Tiere bzw. 298 % deutlicher als in den neuen Bundesländern mit zusätzlich 36 Tieren bzw. 22 %. Im Jahr 2020 wurden in West im Durchschnitt 130 Milchkühe je Betrieb weniger gehalten als in Ost. Das entspricht einer Annährung der Tierbestände in West und Ost von 16 Tieren im Vergleich zum Jahr 1990 (Tab. 10).

Tabelle 10: Anzahl und Verteilung (%) der durchschnittlich gehaltenen Milchkühe je Betrieb in den Jahren von 1990 bis 2020 in Deutschland (West, Ost)

Nr.	Anzahl Milchkühe (Mittelwert pro Betrieb)	Jahre 1990 (a)	2000 (b)	2010 (c)	2015 (d)	2020 (e)	Veränderung 1990 bis 2020 (f)
1	West	17	28	44	60	69	+298 %
2	Ost	163	156	162	193	199	+22 %
3	Deutschland insgesamt	22	33	46	58	68	+205 %

Quelle: vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT, 1991: 182, (a); 2002: 176, (b); 2011: 358, (c); 2016: 492, (d); 2020b: 29, (e); 2022a, (a); Anm.: (a) 1990 Viehzählung im Dezember; (c) 2010 und (d) 2015 Viehzählung am 03. November; (d) ohne Baden-Württemberg; eigene Berechnungen (a1 bis f1, a2 bis f2, a3, f3)

Ausgehend von den dargestellten Entwicklungen der Tierzahlen je Betrieb, der Verteilung der Herdengrößen (1 bis 6) zwischen 1 bis 9 und ≥ 200, der Anzahl Haltungen und der relativen Verteilung der Tierzahlen für die Jahre 2010 bis 2020 lassen sich für Deutschland folgende Verläufe darstellen.

Im Zeitraum von 2010 bis 2020 kam es zu einer Reduzierung der Anzahl von Haltungen um 36.175 bzw. 39 %. Dabei verminderten sich Haltungen unter 99 Tieren (Nr.1 bis 4) um - 23 % bis - 60 %, Haltungen von 100 und mehr Tieren (Nr. 5 bis 6) erhöhten sich um 45 % bis 66 %. Gleichzeitig kam es zu Veränderungen im Anteil der in den unterschiedlichen Herdengrößen (Nr. 1 bis 6) gehaltenen Milchkühe. Der Anteil Milchkühe, die in Herden zwischen 1 und 99 Tieren gehalten wurden, nahm im Zeitraum zwischen 2010 und 2020 um - 22 % ab. Im Jahr 2010 wurden 66 % der Milchkühe in Herden unterhalb von 100 Tieren gehalten. Der verbleidende Anteil von 34 % wurde in Herden mit 100 und mehr Tieren gehalten. Im Vergleich zum Jahr 2010 kam es 2020 bei den Herdengrößen ab 100 Tieren (Nr. 5 bis 6) zu einer Zunahme um 32 %. Mit einem Anteil von 56 % wurden mehr als die Hälfte der Milchkühe in Herden von 100 und mehr Tieren gehalten (Tab. 11).

Tabelle 11: Anzahl der Haltungen und Verteilung (%) der Milchkühe nach Herdengröße in den Jahren 2010 und 2020 in Deutschland

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	
	Jahre	2010		2020		Veränderung 2010 bis 2020	
Nr.	Herden-größe	Anzahl Haltungen	Anteil Milchkühe	Anzahl Haltungen	Anteil Milchkühe	Anzahl Haltungen	Anteil Milchkühe
1	1 - 9	15.573	2 %	8.758	1 %	-44 %	-1 %
2	10 - 19	16.519	6 %	6.630	2 %	-60 %	-3 %
3	20 - 49	34.501	26 %	16.093	13 %	-53 %	-13 %
4	50 - 99	19.757	32 %	15.116	27 %	-23 %	-5 %
5	100 - 199	5.366	17 %	7.776	27 %	+45 %	+10 %
6	≥ 200	1.781	17 %	2.949	29 %	+66 %	+12 %
Summe		93.497	100 %	57.322	100 %		

Quelle: vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT, 2010a: 9 f., (a bis c); 2020b: 10 f., (a, d bis e); Anm.: (a) angepasste Darstellung der Herdengrößen; (b bis f) gerundete Werte; eigene Berechnungen (c, e, f)

Mit Blick auf die seit 1990 in Deutschland produzierte Milchmenge sind zwei unterschiedliche Verläufe festzustellen. Bis zum Jahr 2000 reduzierte sich die Milchmenge von insgesamt 30.420 Tsd. Tonnen auf 28.330 Tsd. Tonnen p.a. (- 7 %). Zwischen 2000 und 2020 wird eine Erhöhung der Milchmenge um 4.832 Tsd. Tonnen sichtbar. Insgesamt erhöhte sich die jährlich produzierte Milchmenge ausgehend vom Jahr 1990 in 30 Jahren um 2.745 Tsd. Tonnen bzw. 9 % (Tab. 12).

Tabelle 12: Umfang der Milchproduktion nach Menge (in Tonnen p.a.) und Verteilung (%) in den Jahren von 1990 bis 2020 in Deutschland (West, Ost)

Jahre		1990 (a)	2000 (b)	2010 (c)	2015 (d)	2020 (e)	Veränderung 1990 bis 2020 (f)
Milchmenge (Tsd. Tonnen p.a.)	West	23.672	22.044	23.286	25.680	26.708	+13 %
	Ost	(a_1) 6.748	6.289	6.343	7.005	6.457	-4 %
	Deutschland insgesamt	30.420	28.330	29.629	32.685	33.165	+9 %
(g) Anteil an der Gesamtmilchmenge	West	78 %	78 %	79 %	79 %	81 %	+3 %
	Ost	22 %	22 %	21 %	21 %	19 %	-3 %
(h) Garantiemenge Milch in Deutschland insgesamt (Tsd. Tonnen im Milchwirtschaftsjahr)		(a_2) 1990/1991 21.834	1999/2000 27.764	2009/2010 29.038	(a_3) 2014/2015 30.225		+38 %

Quelle: vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT, 1991: 182, 185, (a); 2001: 184, (b); BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2020: 115, (c bis e); MIV, 2021, (a_1); BZL, 2023, (h); Anm.: insgesamt erzeugte Kuhmilch; (d) Milch von Kühen, Ziegen, Schafen, Büffeln; (e) vorläufige Werte; (a_2) früheres Bundesgebiet; (a_3) vorläufiger Wert; eigene Berechnungen (a_1, f)

Im Jahr 1990 wurden 78 % der in Deutschland produzierten Milch in den alten Bundesländern erzeugt, 22 % entfielen auf die neuen Bundesländer. Am 01.04.1991 wurde das Garantiemengensystem in Form einzelbetrieblicher Referenzmengen mit einer Gesamtquote von 6.158 Tsd. Tonnen p.a. in den neuen Bundesländern eingeführt (BUNDESREGIERUNG, 1991: 155,

1993: 105). Als Basis für die Höhe der Garantiemenge wurden 80 % der Milchanlieferungen des Jahres 1989 für den Zeitraum 1991/1992 und 1992/1993 festgelegt (BUNDESREGIERUNG, 1991: 155; BZL, 2023). Im Jahr 1989 wurden in der DDR 8.316 Tsd. Tonnen Milch p.a. abgeliefert (STATISTISCHES AMT DER DDR, 1990: 239). Mit der Wende gab es einen deutlichen Einbruch in den Liefermengen. Ausgehend vom Stand 1989 reduzierte sich die Milchmenge als Folge der Umstrukturierung in der ostdeutschen Milcherzeugung in den neuen Bundesländern bis zum Jahr 2000 um 2.027 Tsd. Tonnen bzw. - 24 %. In den alten Bundesländern kam es zwischen 1990 und 2000 ebenfalls zu einer Verringerung der Milchmenge. Diese fiel jedoch mit - 1.628 Tsd. Tonnen (- 7 %) im Jahr 2000 geringer aus als in den neuen Bundesländern. Die zur Verfügung stehende Referenzmenge für Deutschland veränderte sich zwischen den Milchwirtschaftsjahren 1990/1991 und 1999/2000 von 21.834 Tsd. Tonnen auf 27.764 Tsd. Tonnen (BZL, 2023). Ab dem Jahr 2000 ist ein Anstieg der in Deutschland produzierten Milchmenge festzustellen, wobei die Steigerung in den alten Bundesländern stärker ausfiel als in den neuen Bundesländern. Parallel dazu betrug die Zunahme der Referenzmenge zwischen den Milchwirtschaftsjahren 1999/2000 und 2014/2015 für Deutschland insgesamt + 2.461 Tsd. Tonnen bzw. 8 % (BZL, 2023). In Bezug auf die relative Verteilung der Milchmengen in Ost und West reduzierte sich der Anteil der produzierten Milch in den neuen Bundesländern in den vergangenen 20 Jahren um - 3 % auf 19 %. Im Jahr 2020 wurden 81 % der Milch in den alten Bundesländern erzeugt.

Die trotz abnehmender Tierzahlen (- 38 % seit 1990) dokumentierte Steigerung der jährlichen Milchmenge (+ 9 %) kann im Wesentlichen auf Milchleistungssteigerungen zurückgeführt werden. Für die Entwicklung der mittleren jährlichen Milchleistung ist zwischen 1990 und 2020 ein Anstieg um 3.747 kg Milch je Tier bzw. um 80 % festzustellen. Im Jahr 1990 betrug die durchschnittliche jährliche Milchleistung in den alten und neuen Bundesländern 4.881 kg bzw. 4.260 kg. Im Zeitraum von 1990 bis 2020 sind die Milchleistungen in West und Ost um 68 % bzw. 126 % auf 8.216 kg bzw. 9.625 kg Milch angestiegen. Wobei der stärkste Anstieg der Milchleistung in den neuen Bundesländern zu verzeichnen war. Im Jahr 2020 lag die mittlere jährliche Milchleistung in den neuen Bundesländern um 1.409 kg oberhalb des Mittelwertes der alten Bundesländer (Tab. 13).

Tabelle 13: Milchleistung je Tier nach Menge (Mittelwert in kg p.a.) und Milchleistungssteigerung (%) in den Jahren von 1990 bis 2020 in Deutschland (West, Ost)

Jahre		1990 (a)	2000 (b)	2010 (c)	2015 (d)	2020 (e)	Veränderung 1990 bis 2020 (f)
West-deutsch-land	kg Milch p.a.	4.881	5.974	6.786	7.309	8.216	+68 %
Ost-deutsch-land		4.260	7.195	8.455	9.085	9.625	+126 %
Deutsch-land insge-samt		4.710	6.122	7.080	7.628	8.457	+80 %

Quelle: vgl. MIV, 2021, (a bis e); eigene Berechnungen (f)

2.3.2 Entwicklung der Milchviehhaltung in Deutschland von 2010 bis 2020

Zur Milchproduktion gehalten werden überwiegend Rinder das Rasse Holstein-Schwarzbunt und Holstein-Rotbunt. Der Anteil dieser Rinder war in den Jahren 2010 und 2020 mit einem Anteil von 52 % bzw. 53 % an den in Deutschland insgesamt gehaltenen Rindern sehr ausgeprägt. Insgesamt lag der Anteil von Rindern aus Milchnutzungsrassen in den Jahren 2010 und 2020 im Vergleich zu Rindern aus Fleisch- und Doppelnutzungsrassen zwischen 54 % und 56 % (Tab. 14).

Tabelle 14: Verteilung (%) von Rindern verschiedener Nutzungsrichtungen in den Jahren 2010 und 2020

Jahre		2010 (a)	2020 (b)
Anzahl der Tiere insgesamt		4.900.009	4.547.724
davon	Milchnutzungsrasse Holstein-Schwarzbunt, Holstein-Rotbunt	52 %	53 %
	Andere Milchnutzungsrassen, insgesamt	2 %	3 %
	Fleischnutzungsrassen, insgesamt	10 %	10 %
	Doppelnutzungsrassen, insgesamt	36 %	34 %

Quelle: STATISTISCHES BUNDESAMT, 2010a: 13, (a); 2020b: 13, (b)

Jede zweite in Deutschland in den Jahren 2010 bzw. 2020 gehaltene Kuh konnte der Milchnutzungsrasse Holstein-Schwarzbunt bzw. Holstein-Rotbunt zugeordnet werden. Dabei gehörten zu den im selben Zeitraum in der Milchproduktion vorhandenen Milchnutzungsrassen überwiegend Holstein-Schwarzbunt und Holstein-Rotbunt Rinder mit einem aggregierten Anteil von 97 % (a) bzw. 95 % (b). Die relativen Anteile von Schwarzbunten- und Rotbunten-Holsteins an den insgesamt vorhandenen Milchrindrassen haben sich mit jeweils + 0,90 % und - 2,50 % in 10 Jahren moderat verändert (Tab 15).

Tabelle 15: Anzahl und Verteilung (%) von Milchnutzungsrassen in den Jahren 2010 und 2020 in Deutschland

		Jahre		
		2010 (a)	2020 (b)	Veränderung 2010 bis 2020 (c)
Anzahl der Tiere insgesamt		2.629.431	2.547.611	-3,10 %
davon	Holstein-Schwarzbunt	85,10 %	86,00 %	+0,90 %
	Holstein-Rotbunt	11,90 %	9,50 %	-2,50 %
	Kreuzung Milchrind mit Milchrind	1,80 %	3,40 %	+1,60 %
	Angler	0,60 %	0,50 %	-0,10 %
	Deutsche Schwarzbunte alter Zuchtrichtung	0,40 %	0,30 %	-0,10 %
	Sonstige	0,20 %	0,40 %	+0,20 %

Quelle: vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT, 2010a: 13, (a); 2020b: 13, (b); eigene Berechnungen (c)

Der Anteil von zur Milcherzeugung verwendeten Kreuzungstieren verschiedener Milchrindrassen ist von 2010 bis 2020 um 1,60 % angestiegen. Die Anteile weiterer Milchrindrassen, wie beispielsweise der Angler-Kuh und dem Schwarzbunten-Milchrind alter Zuchtrichtung, sind um jeweils - 0,10 % gesunken.

Mit Blick auf die von den Betrieben in der Milchviehhaltung verwendeten Haltungsformen für Milchrinder mit Anbinde- und Laufstallhaltung sind Veränderungen im Vergleich der Jahre 2010 und 2020 festzustellen. Der Anteil der Betriebe die Anbindehaltung nutzten ist von 2010 bis 2020 von 64 % auf 39 % und damit um 25 % zurückgegangen. Gleichzeitig ist der Anteil von Betrieben mit Laufstallhaltung um 27 % (von 54 % auf 81 %) angestiegen. In Bezug auf die Entwicklung der Haltungsplätze ist von 2010 bis 2020 eine ähnliche Entwicklung wie bei den Haltungsverfahren festzustellen. Der Anteil der Haltungsplätze in Anbindehaltung ist von 27 % auf 12 % und damit um 15 % gesunken. Parallel dazu ist der Anteil der Haltungsplätze in Laufstallhaltung um 15 % (von 72 % auf 87 %) gestiegen (Tab. 16).

Tabelle 16: Verteilung (%) von Milchviehbetrieben und Haltungsplätzen nach Haltungsverfahren in den Jahren 2010 und 2020 in Deutschland

	Verteilung			
	Betriebe		Haltungsplätze	
Haltungsform	2010 (a)	2020 (b)	2010 (a)	2020 (b)
Anbindehaltung	64 %	39 %	27 %	12 %
Laufstallhaltung	54 %	81 %	72 %	87 %
Andere Haltungsverfahren	1 %	2 %	1 %	2 %
Anzahl insgesamt	94.900	54.490	4.777 Tsd.	4.167 Tsd.

Quelle: TERGAST und HANSEN, 2020: 12, (a); 2021: 12, (b); Anm.: Doppeltnennungen für Betriebe mit verschiedenen Haltungsformen möglich (∑ ≥100 %)

Für die Entwicklung der Laufstallhaltung in den neuen Bundesländern lässt sich eine regionale Besonderheit herausstellen. Ein Teil, der im Jahr 2021 genutzten Laufställe, entstand bereits in den 70´er Jahren des vergangenen Jahrhunderts. Zu diesen Laufställen gehören insbesondere die Typenställe MVA 1930 und MVA 1232. Diese wurden im Rahmen einer in der DDR durchgeführten industriemäßigen Tierhaltung entwickelt und gebaut (vgl. Kap. 2.1). Es ist davon auszugehen, dass im Jahr 2021 noch mindestens 111 Typenanlagen zur Milchviehhaltung genutzt wurden[11] (Tab. 17).

Tabelle 17: In den neuen Bundesländern bis zum Jahr 2021 genutzte Typenanlagen

(a) Typenanlagen (Anzahl)	Typenanlagen insgesamt	111
	davon MVA 1930	79
	davon MVA 1232	23
	übrige Typenanlagen	9
(b) Milchkühe (Anzahl und Anteil in %)	Anzahl der Tiere in Deutschland insgesamt (b_1)	3.921.693
	Anzahl Tiere in den neuen Bundesländern insgesamt (b_2)	670.693
	davon in Typenanlagen gehaltene Tiere	113.300
	durchschnittliche Anzahl Tiere je Typenanlage	1.021
	Deutschland insgesamt, Anteil Tiere in Typenanlagen (b_3)	2,90 %
	Neue Bundesländer, Anteil Tiere in Typenanlagen (b_4)	17 %
(c) Milchmengen (Tsd. Tonnen p.a.)	Milchmenge in Deutschland	33.165
	davon aus den neuen Bundesländern	6.457
	davon aus Typenanlagen (c_1)	1.091
(d) Anteil der Milch aus Typenanlagen	Anteil Milchproduktion an Milchmenge in Deutschland	3,30 %
	Anteil Milchproduktion an Milchmenge in den neuen Bundesländern	17 %

Quelle: BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2020: 115, (c); SIEGMUND, 2021, (a); STATISTISCHES BUNDESAMT, 2021c, ($b_{1,2}$), Anm.: Anzahl der Tiere in Deutschland ($b_{1,2}$) und Milchmengen (c) aus dem Erfassungsjahr 2020; (c) vorläufig; eigene Berechnungen ($b_{3,4}$, c_1, d)

Der größte Anteil der Typenanlagen entfiel dabei auf den Stalltyp MVA 1930 mit 79 Anlagen bzw. 71 %. Für die Typenanlagen 1232 wurden 23 bzw. 21 % noch in Betrieb befindliche Anlagen erfasst. Auf die übrigen Typenanlagen vergleichbarer Bauart entfielen 9 aktive Anlagen bzw. 8 %. In den 111 Typenanlagen wurden 2021 insgesamt 113.300 Tiere bzw. 17 % des Milchkuhbestandes der neuen Bundesländer gehalten. Im Vergleich dazu wurden im Jahr 1989 etwa 25 % der Tiere aus DDR Milchviehbeständen in Stallungen zur industriemäßigen Milchproduktion gehalten (vgl. BREHME, 1989: 106). Die mittlere Tieranzahl je Anlage betrug 1.021 Tiere. Kalkulatorisch wurden in den 111 erfassten Typenanlagen 1.091 Tsd. Tonnen

[11] Mit dem Ende der DDR im Jahr 1989 sind die offiziellen Statistiken zur Anzahl der insgesamt gebauten Typenanlagen verloren gegangen. Die Angabe der bis 2021 genutzten Typenanlagen von insgesamt 111 erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit (SIEGMUND, 2022).

Milch produziert[12]. Diese Milchmenge entsprach 3,30 % der insgesamt in Deutschland produzierten Milch. Der Anteil an der speziell in den neuen Bundesländern produzierten Milchenge betrug 17 %.

Neben der in Deutschland insgesamt von 2010 bis 2020 festgestellten zunehmenden Laufstallhaltung von Milchkühen (+ 15 %, vgl. Tab. 17) ist der Anteil von Tieren mit Weidegang[13] rückläufig (vgl. TERGAST und HANSEN, 2020: 12, 2021: 12). Von 2010 bis 2020 reduzierte sich die Zahl von Milchkühen mit Weidegang von 42 % auf 31 % (- 11 %) (ebenda, 12). In den Jahren 2009 und 2019 wurden im Durchschnitt 42 % bzw. 31 % der Tiere mit Weidegang gehalten. Dabei unterschied sich der Anteil von Tieren mit Weidegang in Abhängigkeit der Herdengröße eines Betriebes. Im Jahr 2009 war der Weideganganteil in Herden zwischen 50 bis 199 Tieren mit 50 % bzw. 51 % am höchsten ausgeprägt. Im Vergleich dazu erfolgte Weidegang mit 7 % am seltensten in Herden mit mehr als 499 Tieren (Tab.18).

Tabelle 18: Anteil von Milchkühen mit Weidegang (%) an den insgesamt gehaltenen Milchkühen in den Jahren 2009/2010 und 2019/2020 in Deutschland

		insgesamt gehaltene Milchkühe (Anzahl)		Anteil Milchkühe mit Weidegang		
Nr.	Herdengröße (Anzahl der Milchkühe)	2010 (a)	2020 (b)	2009 (a)	2019 (b)	Veränderung 2009 bis 2019 (c)
1	1 - 9	61.300	24.100	40 %	44 %	+4 %
2	10 - 19	235.100	103.000	46 %	42 %	-3 %
3	20 - 49	1.141.100	543.100	41 %	41 %	0 %
4	50 - 99	1.359.100	1.078.600	51 %	39 %	-12 %
5	100 - 199	680.100	1.056.100	50 %	36 %	-14 %
6	200 - 499	400.700	680.700	25 %	18 %	-7 %
7	≥ 500	324.900	478.900	7 %	5 %	-2 %
Insgesamt		4.202.300	3.964.500	42 %	31 %	-11 %

Quelle: vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT, 2010b: 49, (a) ; 2020c: 142, (b); Anm.: insgesamt gehaltene Milchkühe zum Stichtag am 01. März; eigene Berechnungen (c)

Von 2009 bis 2019 reduzierte sich der relative Anteil von Tieren mit Weidegang um - 11 % auf 31 %. Mit - 12 % und - 14 % sind die stärksten Reduzierungen in den Herdengrößen von 50 bis 99 (Nr. 4) bzw. 100 bis 199 Tieren (Nr. 5) feststellbar. In den Herden mit 200 und mehr Tieren (ab Nr. 6) kam es zu Verminderung im Bereich von - 2 bis - 7 %. Der Anteil von Weidegang in der untersten Herdengröße von 1 bis 9 Tieren (Nr.1) ist um + 4 % angestiegen.

[12] Die in den Typenanlagen insgesamt produzierte Milchmenge wurde kalkulatorisch bestimmt. Sie ist das Produkt aus der mittleren Milchleistung in den neuen Bundesländern und der Gesamtanzahl in Typenanlagen gehaltener Milchkühe. Die durchschnittliche Milchleistung betrug im Jahr 2020 9.625 kg p.a. (MIV, 2021).

[13] In den hier verwendeten statistischen Daten zur Weidehaltung wurde der Weidegang definiert als Zeitraum in dem die Tiere mindestens 2 Stunden täglich auf der Weide waren (vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT, 2021b: 9)

Neben den skizzierten Veränderungen in der Haltung und Leistung von Milchkühen werden nachfolgend die vom Bundesverband Rind und Schwein (BRS) veröffentlichten Informationen über die Abgangsursachen und die durchschnittliche Nutzungsdauer am Beispiel von milchleistungsgeprüften Tieren zwischen 2000 und 2021 dargestellt.

2.3.3 Abgangsursachen und Nutzungsdauer von milchleistungsgeprüften Tieren

Von 3.832.700 im Jahr 2021 in Deutschland gehaltenen Milchkühen wurden 3.370.619 bzw. 88 % als milchleistungsgeprüft erfasst (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2021a; BRS, 2021a: 10). Zu den vier häufigsten Abgangsursachen von milchleistungsgeprüften Milchkühen (MLP-Kühen) zählten 2021 Unfruchtbarkeit 19,30 %, die Merzung von Tieren die nicht zur Zucht geeignet erschienen 13,70 %, Eutererkrankungen 13,00 % und Erkrankungen an Klauen und Gliedmaßen 11,30 %. Insgesamt sind mit 55,40 % und damit mehr als Hälfte der 2021 abgegangenen MLP-Kühe durch diese vier Abgangsgründe (a bis d) aus der Produktion ausgeschieden. Die relative Verteilung der Abgangsgründe auf Grund von Unfruchtbarkeit und Erkrankung an Euter, Klauen und Gliedmaßen ist zwischen den Jahren 2000 und 2021 mit -2,20 % bis + 1,90 % auf einem vergleichbaren Niveau geblieben. Der Anteil von durch Zuchterwägungen gemerzten Tieren ist moderat + 2,50 % angestiegen. Insgesamt ist damit im Zeitraum 2000 bis 2021 keine wesentliche Veränderung bei den Abgangsursachen von MLP-Kühen feststellbar (Tab. 19).

Tabelle 19: Die vier häufigsten Abgangsursachen von milchleistungsgeprüften Milchkühen in Deutschland von 2000 bis 2021

Abgänge			Abgangsursachen			
Jahr	Anzahl der MLP Kühe	Anteil in %	Zucht	Unfruchtbarkeit	Eutererkrankungen	Erkrankung der Klauen / Gliedmaßen
2000	1.495.936	39,90	11,20 %	19,60 %	15,20 %	9,40 %
2010	1.279.922	37,50	11,70 %	20,40 %	14,30 %	10,50 %
2021	1.241.002	36,00	13,70 %	19,30 %	13,00 %	11,30 %
(f) Veränderung 2000-2020			+2,50 %	- 0,30 %	-2,20 %	+1,90 %

Quelle: BRS, 2021a: 66; Anm.: Milchkühe der Rasse Braunvieh, Fleckvieh, Holstein-Rotbunt, Holstein-Schwarzbunt, Sonstige / Kreuzungen

Die durchschnittliche Nutzungsdauer[14] der geprüften Schwarzbunten-Holsteins ist von 2010 bis 2021 um 2,9 Monate angestiegen und beträgt 38,40 Monate, wobei das mittlere Abgangsalter bei 5,40 Jahren liegt (BRS, 2021a: 64 f.).

Im Anschluss wird der Stand des Wissens zur Beurteilung und Verbesserung der Haltungsumwelt für die Milchviehhaltung in Laufställen in Bezug auf die im Rahmen der Untersuchung zum Tierwohl erhobenen Daten zu Einflussfaktoren auf das Tierverhalten in Form der Liegezeiten, Technopathien und Verschmutzungen der Tiere beschrieben.

[14] Die Nutzungsdauer von milchleistungsgeprüften Tieren wird beschrieben, als die Anzahl der Lebenstage einer Kuh mit Beginn der Erstlaktation bis zum Austritt aus der Milchleistungsprüfung (vgl. BRS, 2021b: 4).

3 Stand des Wissens – Milchviehhaltung in Boxenlaufställen

Zum Stand des Wissens wird einleitend das in dieser Arbeit zu Grunde gelegte Spannungsfeld zwischen Tiergesundheit und Ökonomie am Beispiel der Nutzungsdauer von Milchkühen skizziert. Dazu werden die bereits genannten Abgangsursachen, die zu einer Verringerung der Nutzungsdauer führen können, aufgegriffen und weiter ausgeführt. In den daran anknüpfenden Abschnitten werden im Anschluss die Entwicklung und der aktuelle Status quo des Tierschutzes in Deutschland beschrieben, der Begriff des Tierwohls dargestellt und Möglichkeiten zur Erfassung des Tierwohls benannt. Davon ausgehend werden relevante Einflussfaktoren für die im Rahmen der Untersuchung erhobenen Daten (Abmessungen im Laufstall, Art und Zustand der Liegebereiche u.a.) aus dem Bereich der Tierhaltung auf das Tierverhalten und die Tiergesundheit mit Verletzungen und Verschmutzungen dargestellt. Den Abschluss dieses Kapitels bilden Ökonomie und Tierwohl.

3.1.1 Nutzungsdauer

Die Vermeidung von Schmerzen, Leiden und Schäden sollte über die gesetzlichen Bestimmungen im Tierschutzgesetz hinaus eine ethisch, moralisch und ökonomisch begründete Norm in der praktischen Tierhaltung darstellen (TIERSCHUTZGESETZ, 2006: 1). Der Gesunderhaltung von Milchkühen kommt dabei im Produktionsprozess eine wichtige Bedeutung zu. Zur Einschätzung der optimalen Länge der produktiven Nutzung kann die optimale Nutzungsdauer bzw. der optimale Ersatzzeitpunkt einer Kuh verwendet werden (vgl. ZEDDIES, 1973: 16). In der Literatur wird ein Erreichen des Milchleistungsmaximum zwischen der 5 und 8 Laktation beschrieben (EILERS, 2014: 51; MIßFELDT et al., 2015: 130). Eine ökonomisch optimale Nutzungsdauer wird bei gesunden Tieren mit mindestens 6 Laktation angegeben (MIßFELDT und THOMSEN, 2017: 147). Andere Autoren berichten von bis zu 9 Laktationen (HARMS et al., 2022: 3). Dabei sprechen sich beide Autorengruppen aus ökonomischer Perspektive für eine möglichst lange Nutzung von Milchkühen aus (vgl. MIßFELDT und THOMSEN, 2017: 147; HARMS et al., 2022: 6). Die Hauptabgangsgründe, die zum frühen Ausscheiden von Tieren aus dem Produktionsprozess beitragen, lassen sich in Fruchtbarkeit- und Stoffwechselprobleme sowie Erkrankungen an Euter, Klauen und Gliedmaßen einteilen (vgl. BRADE, 2016: 1). Als Ursachen, die zur Entstehung dieser Erkrankungen beitragen können, werden neben dem Einfluss des individuellen Betriebsmanagements, Folgen der Tierzucht diskutiert (vgl. BRADE, 2016: 1 f.; MARTENS, 2016: 253 f.; BAUER et al., 2021: 1 f.). So wird die Zucht auf Milchleistung von einigen Autoren in den Zusammenhang mit der Entstehung von Krankheiten wie Mastitis, Ketose

und Lahmheiten gestellt (vgl. SIMIANER et al., 1991: 4362 f.; KOECK et al., 2014: 5808 f.). Martens vertritt dazu die Auffassung, dass Schwankungen von Korrelationen zwischen der Milchleistung und den benannten Erkrankungen auf variierende Einflüsse des Managements hindeuten könnten (vgl. MARTENS, 2016: 255 f.). Bauer et al. sieht ebenfalls einen Einfluss von Aspekten des Managements auf die Ausprägung bestimmter Krankheiten. Bauer betont kritisch, dass der technische Fortschritt in Tierhaltung, Management und Zucht mit Blick auf die Entwicklung der Abgangsraten bisher wenig Erfolge gebracht hat (vgl. BAUER et al., 2021: 4). Römer beschreibt weiterhin die Bedeutung des Betriebsmanagements für die Entwicklung von Krankheiten und unterstreicht, dass eine hohe Milchleistungen nicht unmittelbar eine niedrige Nutzungsdauer zur Folge hat (vgl. RÖMER, 2011: 12 f.). Die Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV (LFA) weist in einer Analyse der Testherden in Mecklenburg-Vorpommern auf die Bedeutung einer verlängerten Zwischenkalbezeit und damit einhergehenden reduzierten Reproduktionsrate für Verlängerung der Nutzungsdauer hin. Ein Zusammenhang zwischen Milchleistung und Erkrankungshäufigkeit wird von der LFA nicht festgestellt (vgl. LFA, 2018: 63 f.). Hoedemaker et al. geben in ihrem Abschlussbericht zur Prävalenzstudie an, dass die Haltungs- und Managementbedingungen bei einer Mehrzahl der untersuchten Betriebe die Tiergesundheit negativ beeinflussen und gleichzeitig das Risiko für Verletzungen und Krankheiten mit Zunahme der Lebenszeit unter den gegebenen Haltungsbedingungen ansteigt (vgl. HOEDEMAKER ET AL., 2020: 149 f.).

3.1.2 Tierschutz und Möglichkeiten zur Erfassung von Tierwohl

In Deutschland werden die Mindestanforderungen zum Tierschutz durch das Tierschutzgesetz (TierSchG) geregelt. Die gesetzliche Regelung zum Schutz der Tiere begann mit dem Reichstierschutzgesetz der Nationalsozialisten vom 24. November 1933 (vgl. SCHIMANSKI, 2009: 139). Am 24. Juli 1972 wurde das bis dahin inhaltlich geltende Reichstierschutzgesetz durch das überarbeitete Tierschutzgesetz der Bundesrepublik Deutschland abgelöst (vgl. DIRSCHERL, 2012: 11, 205). Das Tierschutzgesetz und die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutztV) regeln die Standards zur Haltung von Tieren (vgl. JUNGBLUTH et al., 2017: 14–15). Im Tierschutzgesetz heißt es dazu im Grundsatz § 1 Abschnitt 1:

„Zweck dieses Gesetzes ist es, aus der Verantwortung des Menschen für das Tier als Mitgeschöpf dessen Leben und Wohlbefinden zu schützen. Niemand darf einem Tier ohne vernünftigen Grund Schmerzen, Leiden oder Schäden zufügen“ (TIERSCHUTZGESETZ, 2006: 1).

Darüber hinaus ist in drei weiteren Punkten zur Tierhaltung § 2 Abschnitt 2 festgeschrieben, dass „Wer ein Tier hält, betreut oder zu betreuen hat: (1) muss das Tier seiner Art und seinen

Bedürfnissen entsprechend angemessen ernähren, pflegen und verhaltensgerecht unterbringen, (2) darf die Möglichkeit des Tieres zu artgemäßer Bewegung nicht so einschränken, dass ihm Schmerzen oder vermeidbare Leiden oder Schäden zugefügt werden, (3) muss über die für eine angemessene Ernährung, Pflege und verhaltensgerechte Unterbringung des Tieres erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten verfügen“ (TIERSCHUTZGESETZ, 2006: 1–2). Das Tierschutzgesetz schreibt überdies seit 2014 vor, das die Einhaltung der Punkte 1 bis 3 durch betriebliche Eigenkontrollen von den Tierhaltern zu überprüfen ist (vgl. TIERSCHUTZGESETZ, 2006: 12). Neben den grundsätzlichen Standards zur Tierhaltung sind spezielle Anforderungen für die Haltung von Nutztieren[15] durch die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutztV) geregelt. In der TierSchNutztV sind in § 1 bis 4, Abschnitt 1 allgemeine Anforderungen zur Überwachung, Fütterung und Pflege von Nutztieren definiert, zusätzlich ist darin die Verpflichtung zur täglichen Kontrolle des Nutztierbestandes und die Dokumentation der Ergebnisse festgeschrieben (vgl. TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG, 2006: 5–6). Darüberhinausgehende explizite Anforderungen an die Haltung von adulten Hausrindern sind in der TierSchNutztV[16] nicht enthalten (ebenda: 1 f.).

Zur Bestimmung des Tierwohls sind die Parameter der „Five Freedoms“ als Basiskonzept allgemein akzeptiert (WOAH, 2021). Dieses Konzept wurde 1979 vom Farm Animal Welfare Council (FAWC) definiert als die Freiheit von: „Hunger und Durst; haltungsbedingten Beschwerden; Schmerz, Verletzungen und Krankheit; Angst und Stress sowie die Möglichkeit zum Ausleben natürlicher Verhaltensweisen“ und kann als notwendige Grundvoraussetzung zur Haltung von Nutztieren betrachtet werden (FAWC, 1979). Die fünf Freiheiten von 1979 sind Bestandteil unterschiedlicher Bewertungssysteme zur Beurteilung von Tierwohl bei Nutztieren (vgl. OFNER-SCHRÖCK et al., 2020: 13). Aktuell werden zur Erfassung des Tierwohls in der Milchviehhaltung das Welfare Quality® Assessment Protokoll (WQ), das National Dairy Farmers Assuring Responsible Management Program (FARM) und die Advancing Animal Welfare Assurance (AssureWel) genutzt (KNIERIM et al., 2021: 14). Zu den etabliertesten Bewertungssystemen zur Erfassung des Tierwohls zählt dabei das WQ (vgl. VAN EERDENBURG et al., 2021: 1). In diesem werden zur Erfassung des Tierwohls die vier Prinzipien Gute Fütterung,

[15] „Nutztiere: landwirtschaftliche Nutztiere sowie andere warmblütige Wirbeltiere, die zur Erzeugung von Nahrungsmitteln, Wolle, Häuten oder Fellen oder zu anderen landwirtschaftlichen Zwecken gehalten werden oder deren Nachzucht zu diesen Zwecken gehalten werden soll.“ TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG (2006: 4).

[16] In der TierSchNutztV vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043) sind in den Abschnitten 2 bis 7, im Paragraph 5 bis 37 Anforderungen an die Haltung von Kälbern, Legehennen, Masthühnern, Schweinen und Kaninchen erfasst vgl. TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG (2006: 6 f.) .

Gute Unterbringung, Gute Gesundheit und angemessenes Verhalten in insgesamt 11 Kriterien unterschieden (Tab. 20).

Tabelle 20: Prinzipien und Kriterien im Welfare Quality® Assessment Protokoll (WQ)

Lfd. Nr.	Tierwohl Prinzipien	Tierwohl Kriterien	Indikatoren
1	Gute Fütterung	Abwesenheit von anhaltendem Hunger und Durst	ressourcen- und managementbezogen
2 3 4	Gute Unterbringung	Ruhekomfort (a) Klimakomfort Bewegungsfreiheit	
5 6 7	Gute Gesundheit	Abwesenheit von Verletzungen Abwesenheit von Krankheiten Abwesenheit von Schmerz durch Managementverfahren	tierbezogen
8 9 10 11	angemessenes Verhalten	Ausdruck von Sozialverhalten Ausdruck zu anderem Verhalten Eine gute Mensch-Tier-Beziehung Positiver emotionaler Zustand	

Quelle: WELFARE QUALITY®, 2012: 16 f. Anm.: (a) Erfassung des Ruhekomforts mit einem tierbezogenen Indikator wie dem Liegeverhalten möglich

Die im WQ verwendeten Tierwohl Prinzipien zeigen inhaltliche Parallelen mit denen unter § 2 Abschnitt 2 zur Tierhaltung festgeschriebenen Grundsätzen des Deutschen Tierschutzgesetzes. Dabei ähneln Anforderungen zur bedürfnisgerechten Ernährung, Pflege und Unterbringung den Prinzipien Gute Fütterung (Abwesenheit von Hunger und Durst) und Gute Unterbringung (Ruhe- und Klimakomfort, Bewegungsfreiheit) (Nr. 1-4). Die Prinzipien Gute Gesundheit und angemessenes Verhalten (Nr. 5 bis 11) sind vergleichbar mit der im Gesetz formulierten Bedingung artgemäße Bewegung so zu ermöglichen, dass Schmerz und Schäden vermieden werden (vgl. TIERSCHUTZGESETZ, 2006: 1–2; WELFARE QUALITY®, 2012: 16). Zur Erfassung des Tierwohls werden im WQ tierorientierte- und ressourcen- sowie managementorientierte Indikatoren verwendet. Der Fokus liegt dabei primär auf der Erfassung tierorientierter Indikatoren in Bezug auf den körperlichen Zustand der Tiere (Verletzungen, Verschmutzungen, Tierverhalten u.a.). Dem Tierverhalten wird in der Beurteilung des Wohlbefindens von Tieren Bedeutung beigemessen. Dazu wird davon ausgegangen, dass die Ausübung natürlicher Verhaltensabläufe eine notwendige Bedingung für Wohlbefinden ist, das Schmerzen in Folge von Verletzungen natürliches Verhalten einschränken und das Wohlbefinden reduzieren (vgl. HIRT et al., 2023: 142–145).

Ressourcen- und managementorientierte Indikatoren werden im WQ hingegen sekundär verwendet. Diese Indikatoren beschreiben Merkmale wie beispielsweise in der Milchviehhaltung im Laufstall die Art und Abmessungen der Liegeboxen, die Beschaffenheit der Laufbereiche (Ressourcen) oder die Art der Gesundheitskontrolle (Management) (WELFARE QUALITY®, 2012: 6 f.; VAN EERDENBURG et al., 2021: 1). Mit Hilfe tierbezogener Indikatoren sind direkte

Schlussfolgerungen von Zusammenhängen zwischen dem Tierwohl und der Haltung, der Fütterung und Maßnahmen des Managements möglich. Im Gegensatz dazu werden mit ressourcen- und managementorientierten Indikatoren indirekte Zusammenhänge zwischen den Haltungsbedingungen (z.B. der Liegeboxenart, Abmessungen in der Liegebox u.a.), dem Management (Liegeboxenpflege, Reinigung der Laufgänge u.a.) und dem Tierwohl abgebildet (vgl. BRINKMANN et al., 2020: 7). Die Verwendung tierbezogener Indikatoren zur Erfassung des Tierwohls stellt spezifische Anforderungen an das Untersuchungsdesign. In diesem Kontext beschreibt Fraser die Komplexität des Tierwohls mit sich wechselseitig beeinflussenden und ineinander übergehenden Dimensionen aus Tiergesundheit, emotionalen Befinden und der Ausübung natürlicher Verhaltensweisen, die aus unterschiedlichen Perspektiven wahrgenommen werden können (vgl. FRASER, 2008b: 3 f.). Auf der technischen Seite wird die Erfassung tierbezogener Indikatoren ferner als vergleichsweise zeitintensiv beschrieben (vgl. RUSHEN J. und PASSILLE, 2009: 7 f.; KNIERIM et al., 2021: 15). Darüber hinaus ist die Inter-Beobachter Reliabilität bei der Datenerhebung mit verschiedenen Erhebungspersonen von Bedeutung (vgl. KNIERIM U. und WINCKLER C., 2009: 451 f.). Bokkers et al. zeigen, dass Unterschiede in der Beurteilung zwischen Personen insbesondere bei der Erfassung qualitativer Verhaltensmerkmale bei Milchkühen (Qualitative Behaviour Assessment (QBA)) zur Reduzierung der Inter-Beobachter Reliabilität beitragen können (vgl. BOKKERS et al., 2012: 307 f.). Vergleichbare Zusammenhänge werden auch in einer Untersuchung von Knierim et al. festgestellt, dort war die Inter-Beobachter Reliabilität bei der Erfassung qualitativer Verhaltensparameter zum positiven emotionalen Zustand der Tiere am geringsten ausgeprägt. Gleichfalls sind Abweichung in der Bewertung für die Variablen Lahmheit und Verletzungen u.a. zwischen verschiedenen Erhebungspersonen von den Autoren festzustellen gewesen (KNIERIM et al., 2021: 10–11).

Im Anschluss werden Einflussfaktoren auf die verwendeten Merkmale Verhalten (3.1.3), Verletzungen (3.1.4) und Verschmutzungen (3.1.5) dargestellt. Dazu werden diese der Reihe nach beschrieben und Zusammenhänge in Bezug auf die Haltung von Milchkühen erläutert.

3.1.3 Haltungsumwelt – Tierverhalten

Das Verhalten von Milchkühen lässt sich anhand des Bewegungsverhaltens mit Liegen, Stehen und Gehen beschreiben. In der Untersuchung zum Tierwohl wurden dazu die Liegezeiten, Schritte pro Tag und das Laufverhalten in Form von sichtbaren Lahmheiten erfasst.

Liegen wird als hochmotiviertes Verhalten beschrieben und in der tierspezifischen Bedeutung vor Futteraufnahme und Sozialkontakten eingeordnet (vgl. HOY, 2009: 93). Die Liegezeiten

von Milchkühen lassen sich in die Gesamtliegezeit sowie die Anzahl und Länge der Liegeperioden unterteilen. Die Gesamtliegezeit kann als Summe des kontinuierlichen Liegens von jeweils mehr als 20 Sekunden definiert werden. Daneben können die einzelnen Episoden des Liegens als Liegeperioden in Dauer und Anzahl beschrieben werden (vgl. HEINICKE et al., 2018: 70). Insgesamt werden die Liegezeiten von Milchkühen als tierwohlrelevante Merkmale betrachtet. So deuten Reduzierungen in diesem Bereich auf Verminderungen im Tierwohl hin (vgl. FISHER et al., 2002: 255 f.; PLESCH et al., 2010: 19 f.; TUCKER et al., 2021: 20 f.). Die Gesamtliegezeit beträgt unter optimalen Bedingungen im Liegebereich (verformbarer, trockener Untergrund, ausreichende Abmessungen) zwischen 12 und 14 Stunden täglich (vgl. LUTZ, 2000: 28). Für die Anzahl und Dauer der Liegeperioden von Milchkühen in Laufstallhaltung wird von 11 bis 12 Liegeperioden pro Tag und einer durchschnittlichen Länge zwischen 50 bis 120 Minuten ausgegangen (COOK et al., 2004: 2917; DRISSLER et al., 2005: 2386). Die Einflussfaktoren der Haltungsbedingen auf die Ausprägung der Liegezeiten sind vielfältig. Nach Tucker et al. können Gesamtliegezeiten von weniger als 10 Stunden täglich auf unvorteilhafte Bedingungen im Liegebereich (zu geringe Abmessungen, unkomfortable Liegenflächen), den Einfluss von Melk- und Fütterungszeiten, Temperatureffekte (Hitzestress) oder Krankheiten und Verletzungen hindeuten. Im Gegensatz dazu können Gesamtliegezeiten von mehr als 10 Stunden als Hinweis auf optimale Bedingungen im Liegebereich, ein ausreichendes Zeitbudget zur Deckung des Ruhebedarfs der Tiere und die Freiheit von Krankheiten und Verletzungen angenommen werden (vgl. TUCKER et al., 2021: 38). Gleichzeitig könnte eine Zunahme der Gesamtliegezeiten ebenfalls als Indiz für Verletzungen und Lahmheiten gedeutet werden (vgl. NAVARRO et al., 2013: 788 f.). Frondelius et al. berichten dazu, dass bei einer zunehmenden Ausprägung von Lahmheiten eine Zunahme der Gesamtliegezeit und der Anzahl von Liegeperioden sowie eine Verringerung der zur Futteraufnahme verwendeten Zeit zu beobachten ist (vgl. FRONDELIUS et al., 2022: 1 f.). Neben auftretenden Lahmheiten ist ebenfalls der Anteil, der für jedes Tier zur Verfügung stehenden Liegefläche für die Liegezeiten von Bedeutung, wobei Überbelegung die Gesamtliegezeiten der Tiere reduzieren kann (vgl. WINCKLER et al., 2015: 14 f.). Fregonesi et al. beschreiben dazu, dass die tägliche Gesamtliegezeit bei einer Überbelegung von 150 % von 12,90 Stunden auf 11,20 Stunden abnehmen (vgl. FREGONESI et al., 2007a: 3350–3351). Eine andere Untersuchung zeigt einen ähnlichen Zusammenhang. Hier nimmt die Gesamtliegezeit bei einer Überbelegung von 131 % ab, wobei die Ausprägung und Anzahl der Liegeperioden nicht beeinträchtigt wird (vgl. KRAWCZEL et al., 2012: 4302). Charlton et al. zeigen in ihrer Untersuchung, dass Betriebe mit einer Belegung von über 100% eine tägliche Gesamtliegezeit von 12 Stunden nicht erreichen (vgl. CHARLTON et al., 2014: 2694 f.). Hill et al. berichten von Verhaltensveränderungen von Milchkühen ab

einer Überbelegung von 113 % (vgl. HILL et al., 2009: 144 f.). Dabei kann Überbelegung zur vermehrten Standzeiten im Laufbereich führen und die Entwicklung von Lahmheiten begünstigen (vgl. ESPEJO und ENDRES, 2007: 306 f.). Weitere Autoren berichten, dass eine Überbelegung zu erhöhten Stehzeiten führen kann (vgl. FREGONESI et al., 2007a: 3351; FALK et al., 2012: 6413). Gleichzeitig kann Überbelegung zur Entstehung von Stress bei den Tieren beitragen und damit die Entwicklung von Krankheiten fördern (vgl. PROUDFOOT und HABING, 2015: 15 f.; CHEBEL et al., 2016: 3217 f.). In einer Untersuchung von Cook et al. zum Einfluss mit Sand- und Liegematten ausgestatteter Liegeboxen auf das Liegeverhalten zeigen sich Unterschiede bei als lahm bewerteten Tieren. Tiere mit Lahmheiten, die in Stallungen mit Sandeinstreu im Liegebereich gehalten werden, standen bis zu 4,31 Stunden weniger pro Tag als lahme Tiere in Stallungen mit Liegematten im Liegebereich. Die Ergebnisse deuten, so Cook et al., darauf hin, dass sich lahme Tiere in Stallungen mit Sandliegebereichen anders verhalten könnten als lahme Tiere in Stallungen mit Matten im Liegebereich. Einen kausalen Zusammenhang zwischen beiden Phänomenen konnte die Untersuchung jedoch nicht erklären (vgl. COOK et al., 2004: 2916 f.). Eine Erhöhung der Liegezeiten bei lahmen Tieren kann, unter unkomfortablen Bedingungen der Liegefläche, zur Entwicklung von Sprunggelenksverletzungen beitragen (vgl. POTTERTON et al., 2011: 2959). Fregonesi et al. zeigten, dass Milchkühe Liegebereiche mit trockener Einstreu zum Liegen priorisieren und dieser Effekt andere Einflussgrößen wie z.B. Stalldesign und Management überlagern kann (vgl. FREGONESI et al., 2007c: 5468 f.). Ito et al. wiesen in einer Untersuchung nach, dass Tiere die in Stallungen mit Tiefboxen gehalten wurden über längere Gesamtliegezeiten und Liegeperioden verfügen und die Anzahl der Liegeperioden geringer ist als bei Tieren mit Matratzen im Liegebereich (vgl. ITO et al., 2014: 2081 f.). In einem Vergleich zwischen Liegeflächen aus Beton und Liegeflächen mit Gummimatten zeigen Rushen et al., dass Tiere die in Stallungen mit Gummimatten gehalten werden, eine höhere Anzahl von Liegeperioden und ein insgesamt ausgeprägteres Liegeverhalten aufweisen als Tiere denen Liegebereichen aus Beton zur Verfügung gestellt wurden (vgl. RUSHEN et al., 2007: 3647 f.). Tucker et al. weisen weiterhin darauf hin, dass Milchkühe Tiefliegeboxen mit Sand- oder Sägemehleinstreu im Vergleich zu Liegeboxen mit einer Matratze bevorzugen (vgl. TUCKER et al., 2003: 521 f.). Als weiterer Einflussfaktor auf die Gesamtliegezeit wird die Phase der Laktation in der sich die Tiere befinden beschrieben. Bewley sowie Munksgaard et al. berichten dazu, dass die Gesamtliegezeit im Verlauf der Laktation ansteigt (vgl. BEWLEY et al., 2010: 1 f.). Maselyne und Brzozowska et al. beschreiben in diesem Zusammenhang einen geteilten Verlauf in dem die Gesamtliegezeiten bis zur 4. Woche post partum abnehmen und die Schritte pro Tag zunehmen (vgl. BRZOZOWSKA et al., 2014:

6 f.; MASELYNE et al., 2017: 1 f.). Im Anschluss (ab der vierten Woche bis zum Ende der Laktation) nehmen die Gesamtliegezeiten zu und die Schritte pro Tag ab (vgl. MASELYNE et al., 2017: 1f.). Brzozowska et al. führen zu ihrer Untersuchung weiterhin aus, dass die Anzahl der Laktationen einer Milchkuh bzw. das Alter der Kuh und die Jahreszeit (Klima) weitere Einflussfaktoren auf das Liegeverhalten darstellen (vgl. BRZOZOWSKA et al., 2014: 8 f.), wobei die Gesamtliegezeit mit Zunahme der Laktationen eines Tieres abnimmt (ebenda: 8).

Weiterhin deuten Untersuchungen zu Unterschieden im Liegeverhalten zwischen unterschiedlichen Milchrindrassen auf weitere Einflussfaktoren hin. Munskgaard et al. verweisen in ihrer Untersuchung zum Verhalten von Rindern der Rasse Jersey und Deutsche-Holstein auf einen Anstieg der Gesamtliegezeiten bzw. eine Abnahme der Schrittanzahl pro Tag mit der Zunahme der Laktationstage in beiden Rassen. Darüber hinaus berichten die Autoren von Unterschieden auf Grund der Rinderrasse und des Alters der Tiere. So zeigen sich die untersuchten Jersey-Rinder insgesamt aktiver. Sie laufen im Durchschnitt mehr Schritte pro Tag und verfügten über geringere Gesamtliegezeiten als die Deutschen Holsteins. Jüngere Tiere beider Rassen liefen unter gleichen Haltungsbedingungen mehr Schritte pro Tag als ältere Tiere (vgl. MUNKSGAARD et al., 2020: 4643 f.). Im Gegensatz zu Brzozowska et al. berichten die Autoren jedoch, dass bei den untersuchten Milchkühen beider Rassen die Gesamtliegezeiten mit zunehmender Anzahl von Laktationen (im Vergleich zu Tieren in der ersten Laktation) ansteigen (ebenda: 4646 f.). Neben den bisher beschriebenen Einflussfaktoren kann sich auch die Art des Melkverfahrens auf das Tierverhalten auswirken. Dabei ist neben der Art des Verfahrens (automatisches Melksystem - Melkroboter (AMS), konventioneller Melkstand), die Häufigkeit der täglichen Melkung für die Aktivität der Tiere von Bedeutung. Milchkühe, die in automatischen Melksystemen gemolken werden, weisen im Verhalten wie Ruhen und Fressen einen geringeren Grad an Synchronität auf, als Tiere die im konventionellen Melkstand in Gruppen und festen Tageszeiten gemolken werden, die Melkhäufigkeit in Betrieben mit AMS kann innerhalb einer Herde variieren (vgl. WAGNER-STORCH und PALMER, 2003: 1494 f.). Darüber hinaus können die Ruhezeiten in Betrieben mit AMS aufgrund von Wartezeiten vor dem Melksystem zusätzlich reduziert sein (vgl. MELIN et al., 2006: 201 f.; HALACHMI, 2009: 453 f.). In Folge könnte eine Verminderung der für Ruhe- und Fressphasen zur Verfügung stehenden Zeit das Tierwohl negativ beeinflussen (vgl. HELMREICH et al., 2014: 315 f.). Zu vergleichbaren Effekten auf das Zeitbudget berichten Charlton et al. aus einer Untersuchung von Milchkühen in Laufstallhaltung mit konventionellen Melksystemen. In dieser weisen die Autoren darauf hin, dass sich die Zeitspanne, in der sich die Tiere zur Melkung im Melkbereich aufhalten, negativ auf die durchschnittliche Länge der Liegeperioden auswirkt (vgl. CHARLTON et al., 2014: 2694

f.). Neben den beschriebenen Einflussfaktoren sind die klimatischen Bedingungen in der Haltungsumwelt für das Verhalten der Milchkühe und damit die Liegezeiten relevant (vgl. WEST, 2003: 2131 f.). Zur Abschätzung der Effekte von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Liegezeiten kann der Temperature-Humdity Index (THI) genutzt werden (NATIONAL RESEARCH COUNCIL NRC, 1971). In verschiedenen Untersuchungen zum Einfluss des THI auf die Liegezeiten zeigen sich Verhaltensveränderungen durch Hitzestress ab einem durchschnittlichen THI von 68 (vgl. COOK et al., 2007: 1674; ZIMBELMAN et al., 2009: 166 f.). Mit einem ansteigenden THI kann es zu Reduzierung bei der Gesamtliegezeit und Länge der Liegeperioden kommen (vgl. NORDLUND et al., 2019: 6495 f.; HEINICKE et al., 2020). Die Zunahme des THI wird mit Anstieg der Stehzeiten zur Abgabe der Körperwärme und mit einer Erhöhung der Schrittanzahl in Verbindung gebracht (vgl. HEINICKE et al., 2018: 67 f.). Neben Veränderungen in den Liegezeiten reagierten Milchkühe ab einem mittleren THI von ≥ 68 siebzehn Stunden nach dem Ereignis mit deutlichen Milchleistungsverminderungen (vgl. ZIMBELMAN und COLLIER R. J., 2011: 11).

3.1.4 Haltungsumwelt – Verletzungen

Untersuchungen deuten darauf hin, dass eine ganzjährige Stallhaltung im Vergleich zur Haltung mit Weidegang zur Entstehung von Problemen an Klauen- und Gliedmaßen beitragen kann (vgl. HASKELL et al., 2006: 4259; RUTHERFORD et al., 2008: 2267 f.; ADAMS et al., 2017: 2133; HÜTTEL et al., 2018: 102 f.). Wobei Hoedemaker et al. einen positiven Effekt ab 4 Stunden Weidegang pro Tag zur Verhinderung von Verletzungen an den Sprunggelenken und der Wirbelsäule nachweisen können (vgl. HOEDEMAKER ET AL., 2020: 155 f.). Durch die Förderung von synchronen Liegeverhalten kann sich Weidehaltung positiv auf das natürliche Verhalten von Rindern auswirken (vgl. CRUMP et al., 2019: 11). In Betrieben mit Weidegang wurden darüber hinaus niedrigere Lahmheitsprävalenzen festgestellt als in Betrieben ohne Weidegang (vgl. CHAPINAL et al., 2013: 318; HÜTTEL et al., 2018: 102; HOEDEMAKER ET AL., 2020: 144). Dabei gilt Lahmheit als bedeutsames tierwohlreduzierendes Merkmal (vgl. ITO K. et al., 2010: 3553; FRONDELIUS et al., 2022: 1). In Bezug auf nachteiligere Effekte der Stallhaltung im Vergleich zu Weidehaltung, weisen verschiedene Autoren bei der Stallhaltung von Milchkühen auf das Optimierungspotenzial durch gezielte Managementmaßnahmen hin (vgl. HASKELL et al., 2006: 4259 f.; MARCH et al., 2016: 66–67). So können eine regelmäßige Klauenpflege zur Verbesserung der Klauengesundheit und einer Reduzierung von Lahmheiten beitragen (vgl. ADAMS et al., 2017: 2134). Zusätzlich kann die Anwendung von Klauenbädern die Klauengesundheit fördern (vgl. CHAPINAL et al., 2013: 318; GIESEKE, 2018: 162). Daneben können

Maßnahmen zur Vermeidung von Überbelegung, langen Melkzeiten und Hitzestress negative Auswirkungen durch ansteigende Stehzeiten auf harten Stalloberflächen reduzieren helfen (vgl. COOK und NORDLUND, 2009: 367).

Im Liegebereich gelten Tiefboxen im Vergleich zur Hochboxen vorteilhafter für die Regeneration bereits lahmer Tiere (ebenda: 363). Weiterhin sind Tiere in Stallungen mit Tiefboxen im Vergleich weniger stark von Technopathien an den Tarsalgelenken betroffen als jene die in Stallungen mit Hochboxen gehalten werden (vgl. BRENNINKMEYER et al., 2012: 6). Als Risikofaktoren, die zur Ausbildung von Technopathien an Karpal- und Tarsalgelenken führen können, gelten raue bzw. harte Liegeflächen und Stöße an der Liegeboxenabtrennung (vgl. HASKELL et al., 2006: 4259–4260; KESTER et al., 2014: 227). Für die im Vergleich zur Tiefbox im Liegekomfort schlechter bewerteten Hochboxen kann der Einsatz weicher Liegematten zu einer allgemeinen Verbesserung des Liegekomforts (vergleichbar mit einer Stroheinstreu) beitragen (vgl. WECHSLER et al., 2000: 189 f.; EKMAN et al., 2018 f.). Wechsler et al. berichten jedoch, dass weiche Liegematten zur Vermeidung von Technopathien an den Tarsalgelenken einen geringeren Effekt ausübten als Liegebereiche, die mit Stroh eingestreut wurden (ebenda: 189 f.). Cook et al. berichten, dass an Tieren, die in Stallungen mit Liegematten gehalten werden, eine höhere Intensität von Verletzungen an den Karpal- und Tarsalgelenken zu beobachten ist, als in Liegebereichen mit Tiefboxen und losem Einstreumaterial (vgl. COOK et al., 2016: 5884). Hoedemaker et al. zeigen, dass sich die Anzahl von Verletzungen an der Wirbelsäule ab einer Liegeboxenbreite von unter 115 cm erhöht. Dabei treten Veränderungen in diesem Bereich überwiegend bei Tieren in Boxenlaufstallhaltung auf (vgl. HOEDEMAKER ET AL., 2020: 162). Weiterhin berichten die Autoren, dass unter dem Einfluss der Liegeboxenart Hochbox das Risiko für Verletzungen im Bereich der Wirbelsäule doppelt so hoch liegen kann wie in Liegebereichen mit Tiefboxen. Ein ähnlicher Zusammenhang zeigt sich für Technopathien an den Sprunggelenken. Hier war das Risiko für Verletzungen in Liegebereichen mit Hochboxen dreimal höher als in Liegebereichen mit Tiefboxen (ebenda: 153). In der Studie von Hoedemaker et al. sind in 2 von 3 Untersuchungsregionen[17] (Nord, Süd) Tiefboxen als risikomindernde Liegeboxenart gegen die Entstehung von Lahmheiten festzustellen. Als risikomindernd wird zusätzlich die Einstreu der Liegefläche, breitere Liegeflächen, eine Beschichtung der Laufflächen und ein gutes Liegeplatzangebot beschrieben. Als risikosteigernd wird ein größerer Abstand zwischen Nackenrohr und Kotkante und eine höhere Tieranzahl benannt. In drei Regionen werden Verletzungen im Bereich der Sprunggelenke und eine höhere

[17] In der Prävalenzstudie wurden Untersuchungen in drei Regionen Nord (Schleswig-Holstein, Niedersachsen), Ost (Mecklenburg-Vorpommern, Thüringen, Sachsen-Anhalt) und Süd (Bayern) durchgeführt (HOEDEMAKER ET AL., 2020: 9).

Anzahl von Kalbungen mit dem Risiko für Lahmheiten in Verbindung gebracht (vgl. HOEDEMAKER ET AL., 2020: 146–147). Ebenso können rutschige Laufbereiche mit Spaltenboden zur Entwicklung von Lahmheiten beitragen (vgl. ROUHA-MÜLLEDER et al., 2009: 130; DIPPEL et al., 2009: 110). Hoedemaker et al. konnten für keine der drei Untersuchungsregionen eine Beziehung zwischen der Tieranzahl und der Anzahl von Lahmheiten feststellen (vgl. HOEDEMAKER ET AL., 2020: 147). Andere Studien sind diesbezüglich uneinheitlich. De Vries et al deuten auf einen positiven Zusammenhang zwischen der Tieranzahl und der Häufigkeit von Lahmheiten, als Folge eines verminderten Mensch-Tier Kontaktes durch die stärkere Mechanisierung von Betrieben mit höherer Tieranzahl, hin (vgl. DEVRIES et al., 2014: 721). Im Gegensatz dazu beschrieben andere Autoren einen negativen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Lahmheiten und der Tieranzahl (vgl. SOLANO et al., 2015: 6983).

Mit Blick auf den Einfluss der Ausgestaltung von Liegeflächen in Boxenlaufstallhaltung zeigt eine Untersuchung von Potterton et al., dass die Häufigkeit von Schwellungen an den Tarsalgelenken ab einer Liegeflächenlänge von 178 cm und mehr abnimmt (vgl. POTTERTON et al., 2011: 2961). In einer anderen Studie nimmt der Anteil von Verletzungen an den Tarsalgelenken bei einem diagonalen Abstand zwischen Nackenrohr und Kotkante von ≤ 196 cm ab (vgl. KIELLAND et al., 2009: 5493). Gieseke et al. beobachteten im Gegensatz zum negativen Einfluss zu geringer Abmessungen, eine Zunahme von Kühen mit Schwellungen und Verletzungen an den Gelenken mit zunehmender Liegeboxenbreite (vgl. GIESEKE et al., 2020: 1938). Diese Beobachtung könnte auf weitere Einflussfaktoren neben den Abmessungen der Liegebox hindeuten. Potterton et al. zeigen, dass alte Liegematten das Risiko für Technopathien am Tarsalgelenk erhöhen und dass die Einstreu von Liegeflächen mit ungehäckselten Stroh die Häufigkeit des Auftretens von Haarausfall an den Gelenken reduzieren kann (vgl. POTTERTON et al., 2011: 2959). Potterton et al. betonen jedoch, dass keine eindeutigen Ursachen für die Entwicklung Tarsalgelenksläsionen identifiziert werden konnten (ebenda: 2962). Brenninkmeyer et al. verweisen darauf, dass ein zu geringer Abstand zwischen der seitlichen Liegeboxenabtrennung und dem Boden zur Entwicklung von Verletzungen an den Tarsalgelenken beitragen könnte (vgl. BRENNINKMEYER et al., 2012: 8). Ein Einfluss der Tieranzahl auf die Ausprägung des Tierwohl wird bisweilen kontrovers diskutiert. Gieseke et al. können diesbezüglich keinen Zusammenhang nachweisen (vgl. GIESEKE et al., 2018: 7397 f.).

3.1.5 Haltungsumwelt – Verschmutzungen

Tiefboxen können sich im Vergleich zu Hochboxen positiv auf die Ausprägung von Verletzungen, Liegezeiten und die Sauberkeit der Tiere auswirken (vgl. GIESEKE et al., 2020: 1934 f.). Tiefboxen verfügen durch die Art der Liegeflächeneinstreu über eine höhere Absorptionsfähigkeit von Feuchtigkeit als Hochboxen, gleichzeitig wird das Einstreumaterial durch eine die Liegefläche begrenzende Kotkante in der Box gehalten (vgl. DEVRIES et al., 2015: 80 f.). In der Untersuchung von de Vries wird gezeigt, dass in Tiefboxen gehaltene Tiere weniger Verschmutzungen an der Hinterhand und einen geringeren Anteil geschwollener Gelenke aufweisen als Tiere, die in Hochboxen gehalten wurden. Gleichfalls wurde in Anstieg von Verschmutzungen an der Hinterhand mit zunehmendem Anteil mit Kot verschmutzter Stallbereiche von den Autoren beschrieben (ebenda: 80 f.). Gieseke et al. stellten in Vergleich von Hoch- und Tiefliegeboxen mehr Tiere mit verschmutzten Beinen in Stallungen mit Hochboxen und Gummimatten im Liegebereich fest (vgl. GIESEKE et al., 2020: 1938). Darüber hinaus sind Verschmutzungen am Euter auf Liegeflächen mit Matten ausgeprägter als bei Tiefboxen mit losem Einstreumaterial (vgl. COOK et al., 2016: 5884). Eine verminderte Sauberkeit der Kühe erhöht das Risiko für hohe Zellzahlen in der Milch (vgl. MAYER et al., 2009: 54 f.). Haltung, Hygiene und das Management insgesamt können die Entwicklung von Eutererkrankungen begünstigen (vgl. BAUER et al., 2021: 4 f.). So könnte Überbelegung im Stall dazu beitragen, dass Tiere auf unkomfortablen (feuchten, verschmutzten) Untergründen abliegen und somit die Entwicklung von Verschmutzungen begünstigt wird (vgl. KRAWCZEL et al., 2012: 4306). Dieser Zusammenhang wird in den Untersuchungen von Lombard und Gieseke jedoch nicht bestätigt (vgl. LOMBARD et al., 2010: 4668 f.; GIESEKE, 2018: 159).

3.1.6 Ökonomie und Tierwohl

Die Beziehung zwischen Ökonomie und Tierwohl kann anhand der Überlegungen von McInerney[18] zu Zusammenhängen zwischen dem wahrgenommenen Tierwohl und der tierischen Produktivität verdeutlicht werden (Abb. 3).

[18] Die Arbeiten von McInerney zum Zusammenhang von Tierwohl und Ökonomie werden auch als Schlüsselpublikationen auf diesem Gebiet betrachtet (vgl. HOGEVEEN et al., 2019: 23.2).

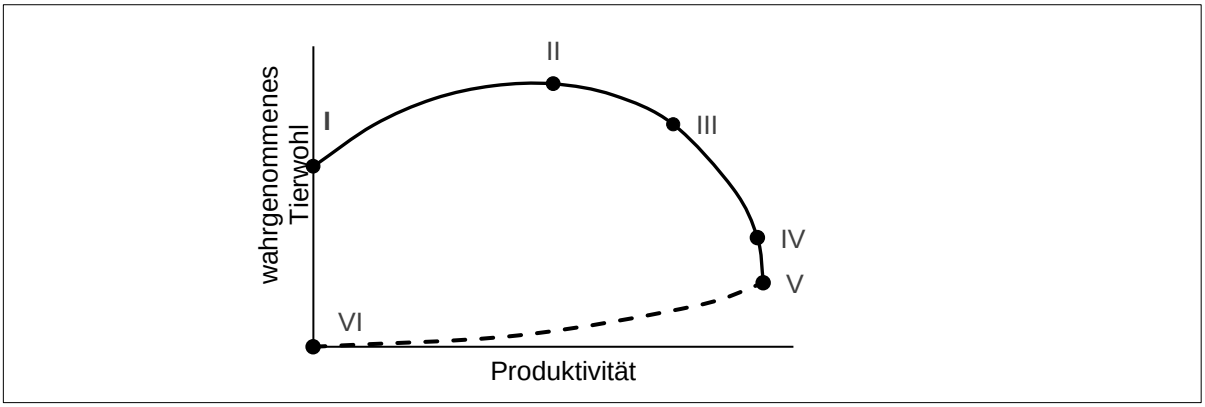


Abbildung 3: Beziehung von Tierwohl und Produktivität in sechs Phasen nach McInerney
Quelle: MCINERNEY, 1994: 16

In der Darstellung von McInerney werden unterschiedliche Phasen in der Beziehung zwischen Tierwohl und Produktivität beschrieben. In der ersten Phase erhöht sich die Produktivität mit steigendem Tierwohl (I zu II). Die folgenden Phasen sind durch einen Rückgang des Tierwohls und eine weitere Zunahme der Produktivität gekennzeichnet (II zu V). Erst im letzten Abschnitt (V bis VI), ist bei einem niedrigen Tierwohlniveau ein Rückgang der Produktivität zu beobachten. In der Interpretation der Darstellung McInerneys könnte die Phasen I bis III mit verschieden hoher Produktivität bei gleichem Tierwohl auf den Einfluss unterschiedlichen Betriebsmanagements hindeuten. Ein positiver Zusammenhang zwischen Managementmaßnahmen zur Vermeidung von Erkrankungen und dem Tierwohl wird in verschiedenen Arbeiten diskutiert (vgl. LUSK und NORWOOD, 2011: 464 f.; vgl. HOGEVEEN et al., 2019: 23.2 f.). Phase III bis V mit konstanter Produktivität und sinkendem Tierwohl, beschreibt die letzten Phasen in der eine Reduzierung des Tierwohls ohne Beeinträchtigung der Leistung noch möglich wäre. Im letzten Abschnitt Phase V bis VI nehmen Tierwohl und Produktivität gleichermaßen ab (vgl. MCINERNEY, 1994: 17). Die so beschriebenen Zusammenhänge zwischen dem wahrgenommenen Tierwohl und der Produktivität deuten auf eine hohe Persistenz der Produktivität bei sukzessive verringertem Tierwohl hin. Die ökonomischen Implikationen von Erkrankungen können sich aus Leistungsverminderungen, höheren Behandlungskosten bei einer verminderten Nutzungsdauer ergeben (vgl. MCINERNEY, 1996: 306). McInerney bezeichnet monetäre Aufwendungen in eine zusätzliche Gesundheitskontrolle der Tiere in diesem Zusammenhang als Maßnahmen zur Vermeidung von Produktionseffizienzverlusten (ebenda:304). Eine Untersuchung aus den USA berechnet die Kosten in Verbindung mit chronischen Lahmheiten auf bis zu 378 US-Dollar[19] je Fall (vgl. GUARD, 2006: 146). Eine in England durchgeführte Untersuchung be-

[19] 385 Euro (US-Dollar : Euro / 1 : 1,02).

richtet unter Berücksichtigung einer verminderten Fruchtbarkeit und einem höheren Merzungsrisiko für von Lahmheiten betroffene Tieren von Aufwendungen in Höhe von 273 Pfund[20] (vgl. CROSSMAN, 1997: 46 f.). Eine dänische Studie zu den ökonomischen Folgen von subklinischer Mastitis beschreibt eine durchschnittliche Verminderung der ökonomischen Leistung mit bis zu - 146 Euro pro Tier p.a. durch die Reduktion der Futteraufnahme, Verringerung der Milchmenge und Behandlungskosten (vgl. ØSTERGAARD et al., 2005: 4250 f.). Nielsen et al. schätzen die Kosten für klinische- und subklinische Mastitiserkrankungen auf 278 Euro bzw. 60 Euro je Tier p.a. in Folge geringerer Milchmengen und Behandlungskosten (vgl. NIELSEN et al., 2010: 1764). Die Vermeidungskosten werden von den Autoren auf 55 Euro p.a. geschätzt (ebenda: 1767). Eine Studie aus den Niederlanden beziffert die insgesamt zu erwartenden jährlichen Aufwendungen für die Prävention und Behandlung sowie Folgen der Erkrankung auf 240 Euro pro Tier (vgl. VAN SOEST et al., 2016: 8371). Hogeveen et al. bestimmen die mittleren Ausfallkosten in einer Auswertung von 34 zwischen 1992 und 2018 veröffentlichten Publikationen auf 147 US-Dollar[21] p.a. (HOGEVEEN et al., 2019: 23.6 f.). Andererseits könnten durch mehr Tierwohl höhere Erzeugerpreise erzielt werden, wenn Produkte mit Zusatznutzen wie beispielsweise Weidemilch entsprechend beworben und dies von Handel und Verbrauchern honoriert wird (vgl. HUNECKE et al., 2020: 67 f.). Untersuchungen zur Mehrzahlungsbereitschaft für Milch aus Haltungsformen mit einem höheren Tierwohlstandard berichten in diesem Zusammenhang über die von den Konsumenten akzeptierten Preisaufschläge zwischen 0,18 Euro pro kg Weidemilch (HELLBERG-BAHR et al., 2011: 18) bzw. 39 % vom Milchpreis für Milch aus Tierwohlprogrammen (HEISE und THEUVSEN, 2017: 109).

Im nächsten Kapitel wird die Datenerhebung beschrieben, die Ausgangslage der Betriebe skizziert und die Datenstrukturierung zur weiteren Analyse erläutert.

[20] 310 Euro (Pfund-Sterling : Euro / 1 : 1,14).
[21] 149,94 Euro (US-Dollar : Euro / 1 : 1,02).

4 Material und Methoden

In der Untersuchung Tierwohl und Wirtschaftlichkeit in der zukunftsorientierten Milchviehhaltung - Bewertung verschiedener Maßnahmen und deren ökonomische Auswirkungen (Tiwoli) wurden tier- und ressourcen- bzw. managementbezogene Daten zur Bewertung der Tierhaltung in 34 milchviehhaltenden Betrieben mit 54 Stallungen in Nord-Ost-Deutschland erfasst. Die Datenerhebung erfolgte in allen Betrieben durch je zwei Betriebsbesuche und wird im folgenden Kapitel genauer beschrieben. Diese Ausgangsdaten bilden die Grundlage für die weiteren Analysen. Der Ausgangsdatensatz wurde neu strukturiert, indem Betriebe mit Milchrindern der Rasse Jersey und Weidegang aus der Analyse ausgeschlossen wurden. Der derart veränderte Datensatz bestehend aus insgesamt 28 Betrieben, 46 Stallungen und 2.082 Tieren wird weiterhin als Datensatz D_1 bezeichnet. In etwa der Hälfte der Betriebe wurden bei zusätzlichen Terminen bei einzelnen Tieren für ca. vier Tage mit Hilfe von Pedometern weitere Daten erhoben. In einem nächsten Schritt wurden aus Datensatz D_1 Betriebe mit einem vollautomatischen Melksystem sowie Tiere ohne Aktivitätsdaten und Einzeltierbewertungen von Technopathien und Verschmutzungen herausgefiltert. Die verbleibende Teilstichprobe bestehend aus 25 Betrieben, 41 Stallungen und 632 Tieren wurde als Datensatz D_2 bezeichnet. Beide Datensätze D_1 und D_2 sind mit Hilfe von Mehr-Ebenen-Modellen sowie Entscheidungsbäumen in IBM SPSS Statistics 27.0 analysiert worden (IBM, 2022). Davon ausgehend wurden Maßnahmen zur Verbesserung der Haltungsbedingungen für die ausgewerteten Betriebe abgeleitet, die Kosten mit Hilfe der approximativen Durchschnittkostenkalkulation berechnet und die ökonomischen Auswirkungen in einer Vollkostenberechnung analysiert.

Zur Darstellung der dazu durchgeführten Arbeitsschritte werden nachfolgend die verwendeten Materialien und Methoden beschrieben. Zu Beginn wird der im Tiwoli-Projekt erarbeitete Ausgangsdatensatz vorgestellt und die praktische Datenerhebung dargestellt (4.1). Nachfolgend wird der im Rahmen der eigenen Analysen verwendete Datensatz vorgestellt (4.2) und davon ausgehend die Ausgangslage der Betriebe (4.2.1), der Zustand der Untersuchungstiere (4.2.2) sowie die Haltungsbedingungen (4.2.3) beschrieben. Daran anknüpfend wird die Strukturierung der Daten zur statistischen Analyse dargelegt (4.2.4) und die dazu verwendeten Modelle vorgestellt (4.3). Abschließend werden die im Rahmen der ökonomischen Analyse eingesetzten Materialien und Methoden erläutert (4.4).

4.1 Datenerhebung in den Untersuchungsbetrieben

Die praktischen Untersuchungen zum Tierwohl wurden zwischen Frühjahr und Herbst 2017 in einem Zeitraum von 9 Monaten von 2 Doktoranden der Teilbereiche Landtechnik und Ökonomie durchgeführt. Ziel war es mindestens 30 größere Herden im Nordosten zu befragen. Erfasst wurden insgesamt 34 Milchviehbetriebe in den drei Bundesländern Mecklenburg-Vorpommern (24 Betriebe), Brandenburg (8 Betriebe) und Schleswig-Holstein (2 Betriebe). Die Auswahl der Untersuchungsbetriebe erfolgte auf Basis unterschiedlicher Datenquellen. Genutzt wurden öffentlich zugängliche Adressen von Landwirtschaftsbetrieben im Internet. Des Weiteren konnten Adresslisten von landwirtschaftlichen Interessenvertretungen (Bauernverband u.a.) im Projekt verwendet werden. Die Ansprache der Betriebe erfolgte telefonisch und in Vor-Ortterminen. Im Rahmen dieser Termine wurde die Ausgangslage der Betriebe dokumentiert und der Untersuchungstermin zur praktischen Erhebung der Daten im Stall und am Tier festgelegt.

Untersucht wurden Tiere in der Phase der Hochlaktation. Die Untersuchungstiere in den einzelnen Betrieben wurden vor Beginn der Untersuchung zufällig ausgewählt. Zur Festlegung der zu untersuchenden Tieranzahl pro Betrieb wurden die im Welfare Quality Protocol angegebenen Richtwerte zur Stichprobengröße in Abhängigkeit der Tieranzahl einer Erfassungsgruppe verwendet (WELFARE QUALITY®, 2012: 93–94). Diese Richtwerte reichen von 30 zu erfassenden Tieren in Herden mit weniger als 50 Tieren bis mindestens 55 zu untersuchende Tiere in Herden mit 300 Tieren (ebenda: 93-94).

Die Anzahl der Tiere je Betrieb reichte von 100 bis 2.600 melkenden Kühen. In den Erhebungen zum Tierwohl wurden Betriebe in vier Größenklassen (I bis IV) untersucht. Die Verteilung der unterschiedlichen Betriebsgrößen lässt sich wie folgt darstellen. Zehn Betriebe hielten weniger als 300 Tiere (I). Jeweils acht Betriebe hielten zwischen 300 bis 599 (II), 600 bis 900 (III) bzw. über 900 Tiere (IV). Im Gesamtprojekt wurden die Haltungsbedingungen in 54 Stallungen erhoben (Tab. 21).

Tabelle 21: Anzahl Betriebe und Stallungen sowie ihre Verteilung auf vier Größenklassen

Größenklasse (Anzahl Tiere)	I < 300	II 300 - 599	III 600 - 900	IV > 900	∑
Betriebe (Anzahl)	10	8	8	8	34
Stallungen (Anzahl)	15	15	11	13	54

Quelle: Eigene Darstellung

Aus den erfassten Daten wurden im Rahmen der Arbeit zwei Datensätze (D_1, Teilstichprobe D_2) mit 28 Betrieben und 46 Stallungen bzw. 25 Betrieben und 41 Stallungen gebildet (vgl. Kap. 4.2). Gehalten wurden Rinder der Rasse Deutsche-Holstein Schwarzbunt (87 %) und Milchrinder verschiedener Milchrindkreuzungen (13 %). Insgesamt wurden an 2.395 hochlaktierenden Milchkühen Einzeltierdaten zu Technopathien und Verschmutzungen erhoben. Für 799 der 2.395 untersuchten Tiere wurden zusätzlich Informationen über die Aktivität (Liegezeiten, Stehzeiten, Schritte pro Tag) mit Pedometern gemessen. In den Stallungen wurden die Haltungsbedingungen im Liegebereich, Art und Zustand von Lauf- und Fressbereich und die Stallausstattung in der jeweiligen Erfassungsgruppe dokumentiert. Die Ausgangslage der Betriebe wurde in einem standardisierten Fragebogen erhoben. Dabei wurden neben den allgemeinen Informationen zu den Betriebszweigen zusätzliche Daten zum Betriebsmanagement wie beispielsweise zur Häufigkeit der Futtervorlage, zum Intervall der Liegeboxenpflege, Häufigkeit der Laufflächenreinigung im Stall, Stallausstattung (Kuhputzbürsten) u.a. erfasst (Anhang 1).

Die Datenerhebung erfolgte jeweils zu Beginn der ersten Melkschicht. Hier wurde einem Teil der Untersuchungstiere Pedometer angelegt. Genutzt wurden Pedometer von IceRobotics, Modell IceTag (IceRobotics, Edinburgh, Vereinigtes Königreich). Die Pedometermessungen wurden im Durchschnitt des Projektes über eine Dauer von 2,70 Tagen durchgeführt. Im Anschluss an die Anlage der Pedometer wurden mit dem Programm CowsAndMore (proPlant, Münster, Deutschland) die Haltungsbedingungen in der Erfassungsgruppe erhoben und die Einzeltierdaten zu Technopathien und Verschmutzungen erfasst. Die Erfassung der Stall- bzw. Einzeltierdaten wurde zur Vermeidung von Interobserver-Variabilitäten über den gesamten Erfassungszeitraum von jeweils derselben Person durchgeführt. Auf den Betrieben wurden in Abhängigkeit der örtlichen Gegebenheiten, wie z.B. die Haltung von Erfassungsgruppen in Ställen unterschiedlichen Alters (alter Stall und Neubau) oder unterschiedlicher Stallausstattung (Tiefboxen und Hochboxen), 1 bis 3 Ställe bzw. Erfassungsgruppen untersucht.

Zur Beurteilung der Haltung wurde das Welfare Quality Assessment Protokoll verwendet und Indikatoren der Tierwohl-Prinzipien Gute Fütterung, Gute Unterbringung, Gute Gesundheit und angemessenes Verhalten erfasst (WELFARE QUALITY®, 2012: 16). Untersucht wurden ausschließlich Milchkühe in der Phase der Hochlaktation. In den Tierwohl-Prinzipien „Gute Unterbringung“ wurde die Art des Liegebereichs und der hygienische Zustand der Liegeflächen sowie der Laufbereiche mit haltungsbezogenen Daten bestimmt. Zur Bewertung von Verletzungen („Gute Gesundheit“), Verschmutzungen („Gute Unterbringung“) und der Aktivitätsdaten

mit den Liegezeiten wurden tierbezogene Daten verwendet. In den Stallungen wurden Indikatoren zur Einschätzung der Haltungsbedingungen im Teilbereich Landtechnik erhoben. Dazu zählen u.a. die Besatzdichte (Verhältnis von Liege- und Fressplätzen zur Tieranzahl), die Art und der Pflegezustand der Liegeboxen, die Abmessungen im Liegebereich, Abmessungen im Fressbereich, die Breite der Lauf- und Übergänge zwischen den Liegeboxenreihen, die Hygiene im Stall, die Stallausstattung, Informationen über Fütterungs- und Melkintervalle, die Bauart des Stalles und die Möglichkeit von Weide- bzw. Zugang zu stallnahen Außenbereichen für die Tiere (Tab. 22).

Tabelle 22: Die aus dem Welfare Quality Assessment Protokoll genutzten Tierwohl-Prinzipien und Indikatoren zur Messung des Tierwohls

Tierwohl-Prinzipien	Tierwohl-Kriterien	Indikatoren	Messungen	Nr.
Gute Fütterung	Abwesenheit von Hunger	Ressourcen- und managementbezogen	Häufigkeit der täglichen Futtervorlage	1
	Abwesenheit von Durst		Art und Anzahl der Tränken	2
			Hygienischer Zustand der Tränken	3
Gute Unterbringung	Ruhekomfort, Bewegungsfreiheit		Art und hygienischer Zustand des Liegebereichs	4
			Art und hygienischer Zustand des Laufbereichs	5
			Abmessungen im Liegebereich	6
			Art des Laufbereichs	7
		tierbezogen	Liegeverhalten	8
			Verschmutzungen am Tier	9
Gute Gesundheit	Abwesenheit von Verletzungen		Technopathien	10
Angemessenes Verhalten	Ausdruck eines anderen Verhaltens		Auffällige Lahmheiten	11
			Zugang zur Weide	12

Quelle: WELFARE QUALITY®, 2012: 22; Anm.: Nr. 1, 2, 3, 11 wurden gesondert im Teilbereich Landtechnik ausgewertet

Den Abschluss der Datenerhebung auf den Betrieben bildete die Abnahme der Pedometer während einer Melkschicht. Insgesamt wurden drei Vororttermine je Betrieb realisiert. Nachfolgend wird die Vorgehensweise zur Erfassung der Haltungsbedingungen (4.1.1), Technopathien (4.1.2), Verschmutzungen (4.1.3), Liegezeiten (4.1.4) und Klimabedingungen (4.1.5) genauer beschrieben.

4.1.1 Erfassung der Haltungsbedingungen im Stall

Im Teilbereich Landtechnik wurden die Haltungsbedingungen in den Stallungen festgestellt. Die Erfassung im Liegebereich (Abmessungen, Sauberkeit, Bedeckung der Liegeflächenoberfläche mit Einstreumaterial), Abmessungen im Fress- und Laufbereich, Zustand der Oberflächen im Laufbereich sind repräsentativ für eine untersuchte Erfassungsgruppe als Mittelwert am Tag der Datenerhebung erfasst worden. Die Auswahl der Stichprobe im Liege- und Fressbereich einer Erfassungsgruppe erfolgte zufällig und in Abhängigkeit der Anzahl von Liegeboxen bzw. Fressplätzen.

Für die Abmessungen im Laufbereich wurden jeweils die Breiten der einzelnen Laufgänge bzw. Übergänge in einer Erfassungsgruppe erhoben und in CowsAndMore dokumentiert. Zusätzliche Informationen wie die Häufigkeit der Lauf- und Liegeflächenreinigung, die Häufigkeit der täglichen Melkung und Futtervorlage, Bodenverhältnisse im Laufbereich (Spaltenboden, planbefestigter Boden), Stallausstattung (Ventilatoren, Kuhputzbürsten, Mineralsteine, Klauenbad) wurden mit Hilfe eines Fragebogens erfasst. Weitere Informationen zu den Haltungsbedingungen, wie die Art und Anzahl von Tränken und der Zustand der Laufbereich (rutschfest, trittsicher) wurde im Rahmen der Datenerhebung in der Erfassungsgruppe dokumentiert. Zur Einschätzung des Oberflächenzustandes in den Laufbereichen (Boxengang, Fressgang, Übergänge) der Stallungen wurden die Trittsicherheit (Test auf Festigkeit von Bodenelementen wie Spaltenböden, Löcher und Materialausbrüche) und Rutschfestigkeit (Prüfung auf Gleitwiderstände mit dem Schuhwerk[22]) subjektiv eingeschätzt.

Zur Erfassung der Abmessungen im Liege- und Fressbereich wurden die einzelnen Maße mit Hilfe schematischer Abbildungen für die Liegeboxenart[23] (Hochbox, Tiefbox) bzw. die Art des Fressbereichs (Fressfanggitter, Nackenrohr) dokumentiert. Im Liegebereich wurden folgende Abmessungen verwendet: Länge der Liegefläche (Abstand zwischen der Bugschwelle (2) und der oberen Kante der Kotstufe (3), Breite der Liegefläche (innerer Abstand zwischen der seitlichen Liegeboxenbegrenzung (1) links und rechts), Abstand von Nackenrohr (5) zur oberen Kante der Kotstufe (3), Höhe der Kotstufe (Abstand von der oberen Kante der Kotstufe (3) zur Lauffläche (6)). In Hochboxen ohne Bugschwelle wurde die Länge der Liegefläche als Abstand zwischen dem oberen Ende der Liegematte (7) und der oberen Kante der Kotstufe (3) erfasst.

[22] Die Einschätzung der Laufbereiche wurde im gesamten Erhebungszeitraum von derselben Person durchgeführt. Verwendet wurden Sicherheitsstiefel für den Agrarsektor.
[23] Die erfassten Abmessungen der Liegeboxenart hochverlegte Tiefbox wurden aufgrund der geringen Verbreitung in den in dieser Arbeit analysierten Betrieben als Tiefbox bewertet.

In Tiefboxen wurde die Liegeflächenlänge als Fläche zwischen der Innenseite der Kotstufe (3) und der Bugschwelle (2) erfasst (Abb. 4).

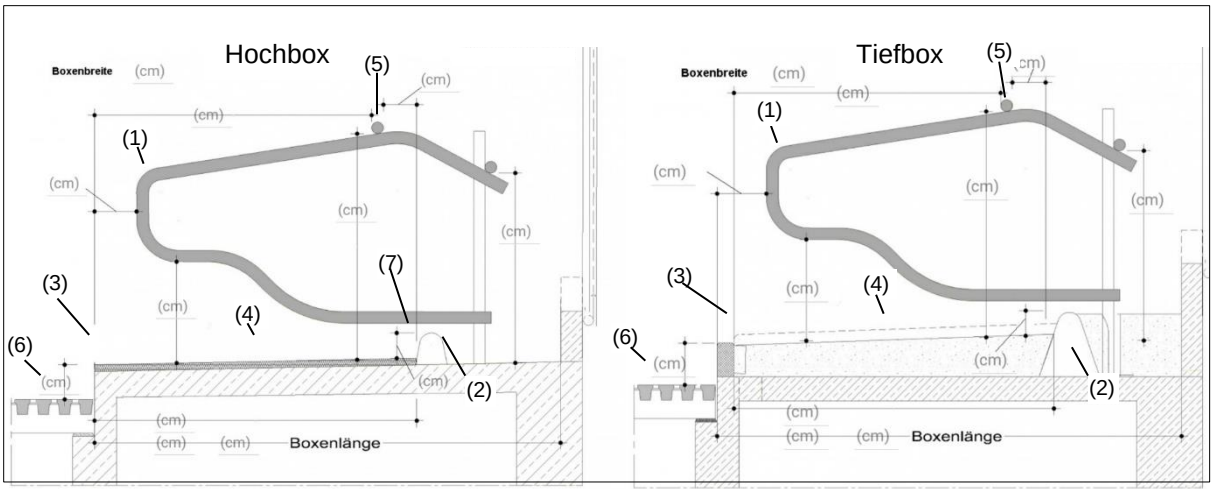


Abbildung 4: Abmessungen im Liegebereich, Erfassung mit CowsAndMore
Quelle: LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NORDRHEIN-WESTFALEN, 2017; Anm.: Legende 1 bis 7, siehe Text

Im Fressbereich wurden folgende Abmessungen genutzt: die Breite des Fressplatzes in Fressfanggittern (2), gemessen zwischen der links- und rechtsseitigen Begrenzung sowie die Höhe des Fressplatzes mit Fressfanggittern bzw. Nackenrohren. Die Fressplatzhöhe (1) wurde als Abstand zwischen dem Laufbereich und der oberen Begrenzung des Fressbereichs (gemessen von der Unterseite) erfasst (Abb. 5).

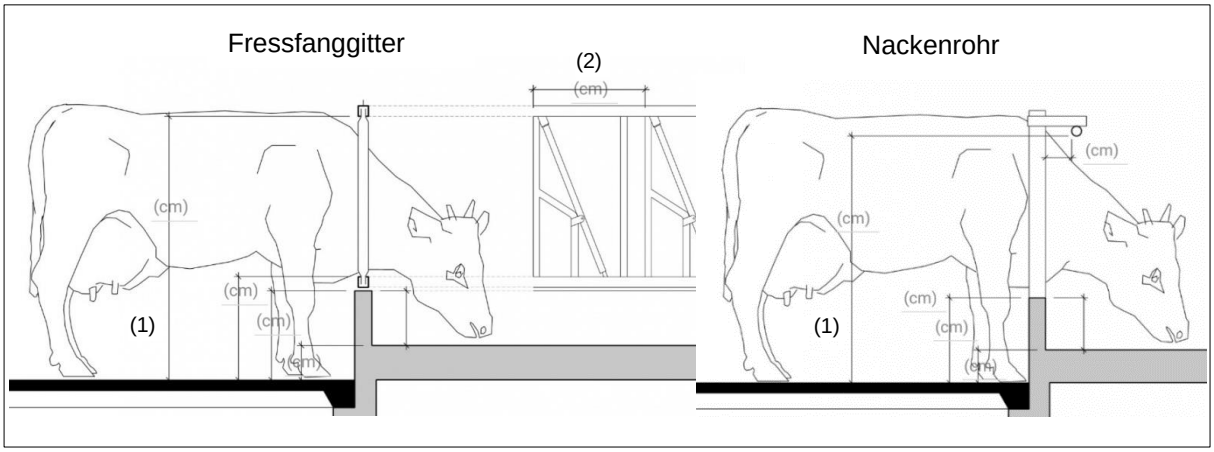


Abbildung 5: Abmessungen im Fressbereich, Erfassung mit CowsAndMore
Quelle: LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NORDRHEIN-WESTFALEN, 2017; Anm.: Legende 1 und 2, siehe Text

Die Datenauswertung zu den Haltungsbedingungen ist in IBM SPSS Statistics 27.0 erfolgt (IBM, 2022).

4.1.2 Erfassungen der Technopathien am Tier

Zur Bewertung des Gesundheitszustandes der Tiere wurden Einzeltierbewertungen zu Erfassung von Schäden an Gelenken und Gliedmaßen in CowsAndMore durchgeführt. Schäden wurden in sechs Körperregionen erfasst (Abb. 6).

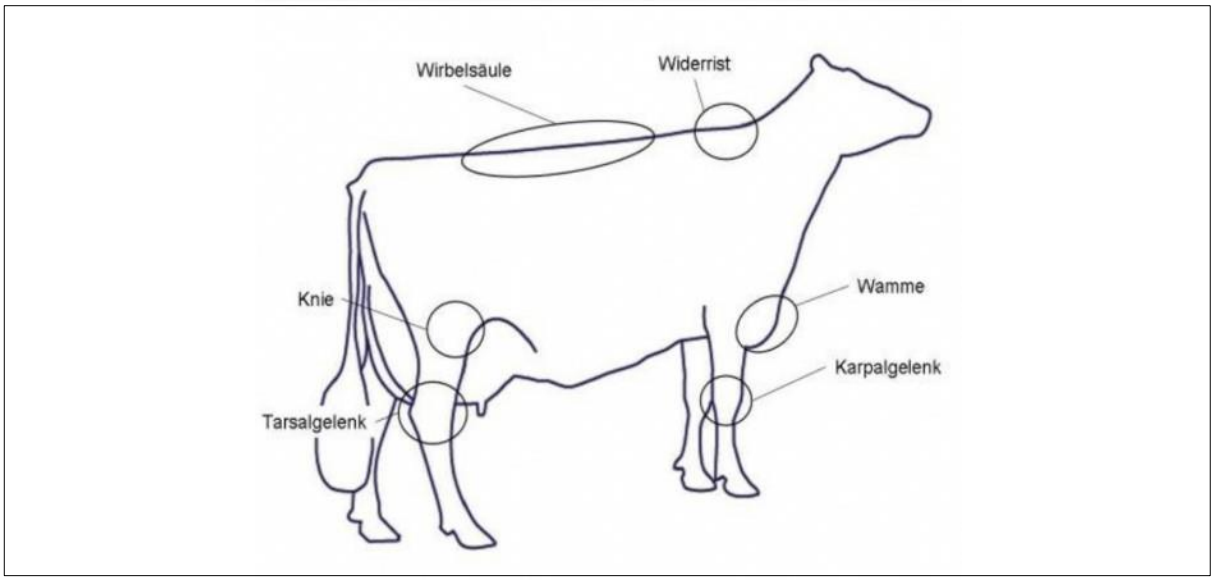


Abbildung 6: Körperregionen zur Beurteilung von Technopathien
Quelle: LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NORDRHEIN-WESTFALEN, 2017

Die Beurteilung erfolgte in den Schadensklassen (S_{kl}) von 0 bis 4 (ohne besonderen Befund bis Umfangsvermehrung offen). An den Tarsal-, Karpal- und Kniegelenken wurden die Erhebungen jeweils links (li) und rechts (re) durchgeführt (Tab. 23).

Tabelle 23: Beurteilung von Technopathien an Gliedmaßen und Gelenken; nutzbare Kategorien von Schadensklasse von 0 bis 4

Schadensklasse		Tarsal-gelenke (li, re)	Knie-gelenke (li, re)	Karpal-gelenke (li, re)	Wirbel-säule	Widerrist	Wamme
0	ohne besonderen Befund	X	X	X	X	X	X
1	haarlose Stelle	X	X	X		X	X
2	hautlose Stelle	X	X	X		X	
3	Umfangsvermehrung, gedeckt	X	X		X	X	
4	Umfangsvermehrung offen	X			X		

Quelle: vgl. REUBOLD, 2003: 14 ; DAHLHOFF, 2014: 66–67; eigene Darstellung

Zum Gesundheitszustand der Tiere wurde zusätzlich die Anzahl auffälliger Lahmheiten von Tieren in der Herde einer Erfassungsgruppe dokumentiert. Als auffällig lahm wurden Tiere mit ungleichmäßigem Bewegungsablauf unter Schonung mindestens eines Beines betrachtet. Diese Bewertung entspricht der Note 1 auf einer Skala von 0 bis 2 (0 nicht lahm, 1 geringgradig lahm, 2 hochgradig lahm) (vgl. KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E. V. DARMSTADT, 2016: 24). Um eine Doppelbewertung von Tieren mit auffälligen Lahmheiten zu vermeiden, wurden die Ohrmarkennummern miterfasst. Zur Analyse von Technopathien und Lahmheiten wurde IBM SPSS Statics 27.0 verwendet (IBM, 2022).

4.1.3 Erfassung der Verschmutzungen am Tier

Verschmutzungen am Tier wurden in den Bereichen Euter und Bauch, Schwanz und Schwanzquaste, Kreuz, Hinterhand sowie Sitzbein und Unterbein in CowsAndMore erfasst (Abb. 7).

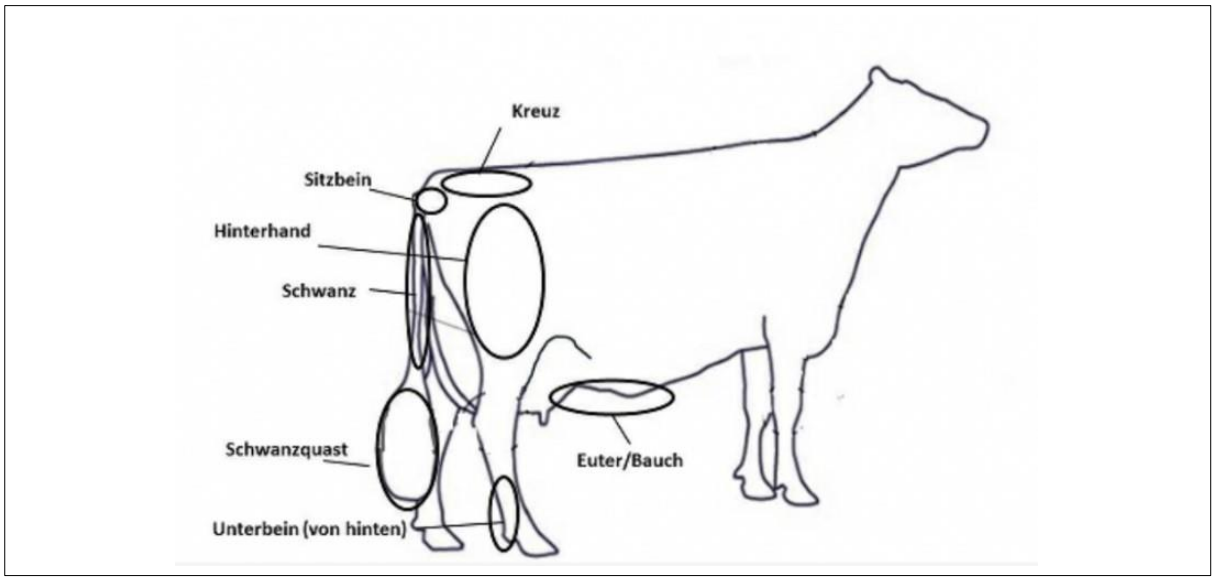


Abbildung 7: Darstellung der erfassten Körperregionen zur Beurteilung von Verschmutzungen
Quelle: LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NORDRHEIN-WESTFALEN, 2017

Die Verschmutzungen wurden mit Hilfe einer metrischen Bewertungsskala in Scorenoten von 1 sauber bis 6 starke Klutenbildung dokumentiert und in IBM SPSS Statistics 27.0 ausgewertet (IBM, 2022) (Tab. 24).

Tabelle 24: Metrische Bewertungsskala zur Erfassung von Verschmutzungen am Tier

Scorenoten	Beschreibung
1	sauber
2	leicht verfärbt / vereinzelt Spritzer
3	stark verfärbt / Flecken / viele Spritzer
4	Anhaftungen von Kot
5	Klutenbildung
6	starke Klutenbildung

Quelle: Pelzer et al. 2007 zitiert nach DAHLHOFF, 2014: 66

4.1.4 Erfassung des Liegeverhaltens und der Aktivität im Stall

Zur Erfassung der täglichen Liegezeiten wurden 799 Tiere für durchschnittlich 2,70 Tage mit Pedometern ausgestattet. Die Auswahl der Tiere erfolgte zufällig mit Hilfe der zur Datenerhebung von Technopathien und Verschmutzung erstellten Untersuchungsliste. Nicht erfasst wurden Tiere mit Verbänden an den Gliedmaßen (Gelenken, Klauen) sowie brünstige Tiere. Die Anlage und Abnahme der Pedometer erfolgte jeweils während der Melkzeiten eines Betriebes. Dabei wurden die Pedometer in Abhängigkeit der technischen Ausführung des Melkstandes und der damit verbundenen seitlichen Ausrichtung der Untersuchungstiere jeweils am rechten bzw. linken hinteren Unterbein befestigt. Die verwendeten Pedometer waren mit einem Lagesensor ausgestattet der zwischen horizontaler Ausrichtung (liegen) und vertikaler Ausrichtung (stehen) sowie der Häufigkeit von Beinbewegungen (gehen) differenziert. Das Messintervall der verwendeten Pedometer betrug 1 Sekunde. Die erfassten Daten wurden als Standardvariablen von IceRobotics: (1) Lying Time, (2) Motion Index, (3) Lying Bouts, (4) Standing Time und (5) Steps ausgegeben[24]. Zur Auswertung des täglichen Liegeverhaltens der Tiere wurde die Variable (1) Lying Time neu gruppiert und in die Variablen Gesamtliegezeit pro Tag, Anzahl der Liegeperioden pro Tag und Liegeperiodenlänge umgerechnet. Zur Beschreibung der Aktivität im Stall wurde zusätzlich die Anzahl der Schritte pro Tag (3) verwendet (Tab 25).

[24] Die Standardvariablen von IceRobotics (2 bis 4) wurden nicht verwendet.

Tabelle 25: Neu gebildete Variablen zur Gesamtliegezeit, Liegeperioden und Anzahl Schritte pro Tag

Variablen	Definition
Gesamtliegezeit (Stunden pro Tag	Summe der Minuten, die ein Tier pro Tag gelegen hat, gemessen ab einer kontinuierlichen Liegezeit von > 20 Sekunden
Anzahl Liegeperioden	durchschnittliche Anzahl der Liegeperioden pro Tag, gemessen ab einer kontinuierlichen Liegezeit von > 4 Minuten
Liegeperiodenlänge (Minuten pro Liegeperiode	Dauer aller Liegeperioden pro Tag basierend auf den exakten Start- und Endzeiten
Anzahl der Schritte pro Tag	Summe der Schritte pro Tag

Quelle: vgl. HEINICKE et al., 2018: 70; eigene Darstellung

Nach der Abnahme wurden die Messwerte der Pedometer im Teilbereich Landtechnik um die Messungen während der Anlage- bzw. Abnahme der Pedometer korrigiert. Dazu wurden jeweils die Uhrzeiten in einem An- bzw. Abnahmeprotokoll zu den Tier- und Pedometernummern erfasst. Nachträglich ausgeschlossen wurden Daten von Tieren, die sich zum Zeitpunkt der Pedometerabnahme in einer anderen Tiergruppe befanden und Tiere bei denen eine Veränderung am Pedometer (verdreht bzw. am anderen Gelenk befestigt) durch das Stallpersonal nicht ausgeschlossen werden kann. Weiterhin wurden fehlerhafte (unvollständige) Messungen sowie Pedometer mit einer Fehlermeldung (rotes Blinksignal) selektiert. Die Verarbeitung und Analyse der Daten wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit in Microsoft Excel und IBM SPSS Statistics 27.0 durchgeführt (MICROSOFT, 2022; IBM, 2022).

4.1.5 Erfassung der Klimabedingungen im Untersuchungszeitraum

Die Untersuchungen zum Tierwohl wurden zwischen Frühjahr und Herbst 2017 mit jahreszeitlich bedingten Temperaturunterschieden durchgeführt. Um damit einhergehende Effekte des Klimas in Form von Hitzestress auf Veränderungen bei Liege- und Stehzeiten erkennen zu können, wurden stündliche Daten zu Temperatur und Luftfeuchtigkeit von insgesamt zwanzig jeweils stallnahen Messstationen des Deutschen Wetterdienstes genutzt. Zur Abschätzung der Entfernung zwischen Messstation und Stall wurde die Luftlinie in Google Earth Pro bestimmt (GOOGLE EARTH, 2021). Für die Verarbeitung der aus den Wetterstationsdaten stündlich erfassten Temperatur- und Luftfeuchtigkeitswerten wurde die Microsoftprogramme Dateneditor und Excel verwendet (MICROSOFT, 2021, 2022). Auf Basis dieser Informationen wurde der Temperature-Humidity-Index (THI) für das Außenklima bestimmt (Gleichung 1) (NATIONAL RESEARCH COUNCIL NRC, 1971).

$$THI = (1{,}8 * T + 32) - (0{,}55 - 0{,}0055 * RH) * (1{,}8 * T - 26) \qquad \text{(Gleichung 1)}$$

mit T Temperatur (°C), RH relative Luftfeuchtigkeit (%)

Zur Annäherung des THI (Außenklima) an die Bedingungen in den Stallungen wurden die stündlichen Werte jeweils mit (+3 THI Punkten) angepasst (vgl. GEISCHEDER, 2017: 103). Die Analyse der Daten wurde in IBM SPSS Statistics 27.0 durchgeführt (IBM, 2022). Dazu wurden die THI-Werte an die dem Standort und der Uhrzeit entsprechenden Pedometerdaten der Einzeltiere zugeordnet.

4.2 Untersuchungsdatensatz

Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit durchgeführte Untersuchung zum Tierwohl in Betrieben in Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Schleswig-Holstein unterteilt sich in Datensatz D_1 und einer daraus neu gebildeten Teilstichprobe mit Datensatz D_2. Die beiden Datensätze wurden für folgende Fragestellungen verwendet:

D_1: Einfluss von Haltungsbedingungen auf Technopathien und Verschmutzung

D_2: Einfluss von Haltungsbedingungen und Technopathien auf die Liegezeiten

In beiden Datensätzen wurden ausschließlich Tiere mit vollständigen Einzeltierbewertungen von Technopathien und Verschmutzungen (D_1) sowie Technopathien, Verschmutzungen und Liegezeiten (D_2) berücksichtigt. Unvollständige Messungen wurden aus der Analyse ausgeschlossen. Weiterhin wurden zur Analyse gezielt Tiere mit Weidegang (a), Rinder der Rasse Jersey (b) und Betriebe mit einem vollautomatischen Melksystem (c) aus dem Ausgangsdatensatz (D_0) ausgeschlossen. Die Veränderungen stellen sich wie folgt dar (Tab. 26).

Tabelle 26: Für Datensatz D_1 und die Teilstichprobe D_2 selektierte Daten (a bis c)

Datensätze			D_0 Betriebe	D_0 Tiere	D_1 Betriebe	D_1 Tiere	D_2 Betriebe	D_2 Tiere
Forschungsprojekt „Tiwoli“		Einzeltierbewertungen	34	2.395	34	2.395		
		davon mit Einzeltierbewertungen und Liegezeiten	33	799			33	799
ausgeschlossene Daten	a)	Tiere mit Weidegang	5	280	-5	-280	-5	-86
	b)	Tiere der Rinderrasse Jersey	1	33	-1	-33	-1	-26
	c)	Tiere die in automatischen Melksystemen gemolken werden	2	55			-2	-55
genutzte Daten			Betriebe (Anzahl Stallungen)		N = 28 (46)	N = 2.082	n = 25 (41)	n = 632

Quelle: Anm.: (a) Ein Betrieb bot einer von zwei untersuchten Erfassungsgruppen Weidegang an, in diesen Betrieben wurde ausschließlich die Erfassungsgruppe mit Zugang zur Weide ausgeschlossen; eigene Darstellung

Datensatz D_1 bezieht sich auf 28 Betriebe, 46 Stallungen und 2.082 untersuchte Tiere. Erfasst wurde der äußere Gesundheitszustand der Milchkühe in Form von Technopathien, Verschmutzungen sowie die Abmessungen im Stall und das Stallmanagement mit Blick auf den hygienischen Zustand der Ställe. Für die neu gebildete Teilstichprobe D_2 wurden Tiere mit Pedometer-Daten verwendet. D_2 bezieht sich auf 632 von 2.082 Tieren und 25 von 28 Betrieben. Die Teilstichprobe D_2 beinhaltet ausnahmslos Betriebe und Tiere aus Datensatz D_1.

Die untersuchten Betriebe führen eine ganzjährige Laufstallhaltung durch. Tiere aus Betrieben mit Laufstall- und Weidehaltung (Tab. 27, a) wurden aufgrund der geringen Anzahl und damit reduzierten Vergleichbarkeit ausgeschlossen. Ein Betrieb mit Milchkühen der Rasse Jersey wurde zusätzlich ausgeschlossen (Tab. 27, b). Rinder dieser Rasse stellen aufgrund ihrer geringeren Größe und des niedrigeren Gewichts andere Ansprüche an die Abmessungen im Liege- und Laufbereich eines Stalles (vgl. HASKELL et al., 2006: 4265).

Für die Betrachtungen zum Einfluss von Technopathien und Sauberkeit auf die Aktivitäten der Tiere wurden in Datensatz D_2 zwei Betriebe mit automatischen Melksystemen unberücksichtigt gelassen (Tab. 27, c), da es durch den Einsatz von automatischen Melksystemen mit individuellen Melkzeiten von Einzeltieren im Vergleich zur konventionellen Melkung in Tiergruppen zu Einschränkungen in der Vergleichbarkeit von Aktivitätsdaten kommen kann (vgl. CHARLTON et al., 2014: 2697; HALACHMI, 2009: 457; WAGNER-STORCH und PALMER, 2003: 1497).

Die in der Auswertung zum Tierwohl genutzten Indikatoren zu Haltungsbedingungen, Technopathien, Verschmutzungen und den Liegezeiten unterscheiden sich in ihrer Skalierung. Merkmale der Haltungsbedingungen (Ressourcen- und managementbezogene Indikatoren) wurden als Durchschnittswerte einer Erfassungsgruppe verwendet. Sie repräsentieren die spezifischen Haltungsbedingungen in der jeweils untersuchten Tiergruppe einer Stallung. Tierbezogene Indikatoren wie Technopathien, Verschmutzungen sowie die Aktivitätsdaten (Liegezeit, Liegeperioden, Schritte pro Tag) sind als Einzelwerte je Tier erfasst worden. Zur Auswertung wurden die Aktivitätsdaten als Mittelwerte je Tier für die Dauer einer Pedometermessung berechnet. Im Durchschnitt der Untersuchung wurden die Aktivitäten der Tiere über einen Zeitraum von 2,70 Tagen erfasst. Die zur Analyse der Aktivitätsdaten verwendete Variable des Temperature-Humidity-Index (THI) ist als stündlicher Wert, der jeweils am nächsten zu einem Untersuchungsort gelegenen Wetterstation verwendet worden.

Im Folgenden Abschnitt der Arbeit wird die Ausgangslage der untersuchten Betriebe beschrieben. Dazu werden die festgestellten Haltungsbedingungen, der Zustand der Tiere (Technopathien, Verschmutzungen), deren Aktivitätsdaten und die erfassten Abgangsursachen beschrie-

ben. Dabei wird insbesondere auf den Ausgangsdatensatz D_1 eingegangen. Von D_1 abweichende Zahlen in der Teilstichprobe D_2 werden zur vollständigen Abbildung beider Datensätze jeweils in Klammern aufgeführt.

4.2.1 Beschreibung der Untersuchungsbetriebe

Im Durchschnitt halten die 28 untersuchten Betriebe 741 (D_2 779) laktierende Tiere mit einer mittleren jährlichen Milchleistung von 9.633 kg (D_2 9.733 kg) fett- und eiweißkorrigierte Milchmenge (Energy-corrected-milk (ECM))[25] pro Tier. Die Tieranzahl der Untersuchungsbetriebe liegt um ein Vielfaches über den Durchschnittswerten der alten und neuen Bundesländer mit 60 bzw. 193 Tieren pro Haltung (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2021c). Die mittlere jährliche Milchleistung der untersuchten Betriebe entspricht dem Mittelwert der neuen Bundesländer mit 9.625 kg Milch und liegt oberhalb der durchschnittlichen Milchleistung der alten Bundesländer mit 8.216 kg Milch (MIV, 2021). Die Untersuchungsbetriebe halten überwiegend Tiere der Rasse Deutsch-Holstein 93 % (D_2 96 %) sowie Kreuzungen aus Deutschen-Holstein-Rindern und anderen Milchviehrassen mit 7 % (D_2 4 %). Das Verhältnis der in den Untersuchungsbetrieben gehaltenen Milchviehrassen entspricht in etwa dem Anteil der in Deutschland insgesamt gehaltenen Milchviehrassen mit 95 % Rindern der Rasse Deutsche Holstein sowie 5 % Milchrind-Kreuzungen und sonstigen Milchrindern (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2020a).

Die Hälfte der Untersuchungsbetriebe in D_1 48 % melkt die Tiere 2x täglich (D_2 54 %). Etwas weniger als die Hälfte (45 % der Betriebe) melkt 3x täglich (D_2 46 %). Zwei Betriebe mit automatischen Melksystemen in D_1 bzw. 7 % melken mehr als 3x täglich. In den Untersuchungsbetrieben wurden unterschiedliche Melkstandformen verwendet. In 21 Betrieben[26] wurden Side-by-Side, Fischgräten und Tandem Melkstände genutzt. 6 Betriebe setzten Melkkarusselle ein.

Das Alter der untersuchten Stallungen ist heterogen. Es handelt sich um z.T. modernisierte bzw. umgebaute Stallungen, Neubauten und Stallungen die, wie die 1930er Milchviehanlagen (1.930 Tierplätze) bereits in den 70´er Jahren gebaut wurden. Der Zustand der Stallungen wird in Kapitel 4.2.3 näher beschrieben.

---

[25] Zum Vergleich der Milchleistung zwischen den untersuchten Betrieben wurde die fett- und eiweißkorrigierte Milchmenge (ECM; Energy-corrected-milk) aus den in der Datenerhebung erfassten durchschnittlichen jährlichen Milchmengen (Betriebsdurchschnitt im Erfassungsjahr 2017) bestimmt (WEIß, 2023: 2).

$$ECM\ (kg) = Milch\ (kg) * \frac{[0{,}38 * (\text{Fett}\ \%) + 0{,}21 * (\text{Eiweiß}\ \%) + 1{,}05]}{3{,}28}$$ (Gleichung 2).

[26] Doppelnennung: ein Untersuchungsbetrieb nutzt zwei Melkstandformen.

4.2.2 Zustand der Untersuchungstiere

Im Folgenden werden Umfang und Verteilung von Technopathien und Verschmutzungen für 2.082 untersuchte Tiere (D_2, n = 632) dargestellt.

4.2.2.1 Technopathien und Lahmheiten

Der sichtbare Gesundheitszustand an den Tarsalgelenken, Karpalgelenken, Kniegelenken sowie an der Widerrist und Wamme wurde mit Hilfe einer fünfstufigen Bewertungsskala an N = 2.082 Tieren (D_2, n = 632) erfasst. Zur Zusammenfassung der links- und rechtsseitig erfassten Technopathien an den Gelenken (Karpalgelenk, Tarsalgelenk, Kniegelenk) wurde ein arithmetischer Mittelwert für jedes Gelenk gebildet[27] (Tab. 27).

Tabelle 27: Verteilungsparameter der in den Schadensklassen (S_{kl}) von 0 bis 4[1)] bewerteten Technopathien in Datensatz D_1 (N = 2.082) und der Teilstichprobe D_2 (n = 632)

	Karpal-gelenk		Tarsal-gelenk		Knie-gelenk		Widerrist		Wirbel-säule		Wamme	
Datensatz	D_1	(D_2)	D_1	(D_2)	D_1	(D_2)	D_1	(D_2)	D_1	(D_2)	D_1	(D_2)
Anzahl Tiere	2.082	(632)	2.082	(632)	2.082	(632)	2.082	(632)	2.082	(632)	2.082	(632)
Fehlend	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)
Mittelwert	0,20	(0,20)	0,60	(0,60)	0,10	(0,10)	0,30	(0,30)	0,60	(0,70)	0,00	(0,00)
Median	0,00	(0,00)	0,50	(0,50)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)
Std.-Abweichung	0,50	(0,40)	0,70	(0,70)	0,30	(0,30)	0,70	(0,60)	1,20	(1,30)	0,10	(0,10)
Minimum	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)
Maximum	3,00	(3,00)	4,00	(4,00)	2,00	(2,00)	3,00	(3,00)	4,00	(4,00)	1,00	(1,00)

Quelle: Anm.: [1)] 0 ohne besonderen Befund, 1 haarlose Stelle, 2 hautlose Stelle, 3 Umfangsvermehrung gedeckt, 4 Umfangsvermehrung offen; eigene Erhebungen

Die Mittelwerte der beurteilten Gliedmaßen und Gelenke lagen zwischen 0,00 und 0,60 (D_2, *M* = 0,00 - 0,70), wobei die Standardabweichung zwischen 0,10 und 1,20 (D_2 Std.-Abw. von 0,10 bis 1,30) rangierte. Das Spektrum der abgegebenen Bewertungen lag insgesamt betrachtet zwischen 0 und 4 (min = 0; max = 4). Die höchsten Bewertungen wurden mit dem Wert 4 (Umfangsvermehrung offen) bei den Tarsalgelenken und der Wirbelsäule vergeben. Die prozentuale Verteilung der in den Schadensklassen von 0 bis 4 abgegebenen Bewertungen stellt sich wie folgt dar.

[27] Zur Rechtfertigung der Verwendung eines arithmetischen Mittelwertes für die rechts- und linksseitigen Gelenke wurde der Korrelationskoeffizient nach Pearson in IBM SPSS Statistics berechnet (N = 2.082). Der festgestellte Umfang des Zusammenhangs von Technopathien an den links- und rechtseitig geprüften Karpal-, Tarsal- und Kniegelenken war auf einem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Insgesamt betrachtet lagen 77,50 % (D_2 76,90 %) der abgegebenen Bewertungen in der Schadensklasse 0 (ohne Befund). Etwa 18,10 % (D_2 18,30 %) der erfassten Körperregionen wurden mit haarlos bzw. hautlos (Schadensklasse 2) bewertet. Weitere 4,20 % (D_2 4,60 %) der Bewertungen entfielen auf Schadensklasse 3 (Umfangsvermehrung gedeckt). In der höchsten Schadensklasse 4 (Umfangsvermehrung offen) wurden 0,20 % der Bewertungen abgegeben. An 534 von 2.082 (D_2 165 von 632) bewerteten Tiere wurden keine Technopathien festgestellt (Tab. 28).

Tabelle 28: Prozentuale Verteilung von Beurteilungen in den Schadensklassen (S_{kl}) in Datensatz D_1 (N = 2.082) und der Teilstichprobe D_2 (n = 632)

	Tarsus		Carpus		Knie		Widerrist		Wirbelsäule		Wamme		kumulierte Häufigkeit	
S_{kl}	D_1	(D_2)	D_1	(D_2)	D_1	(D_2)	D_1	(D_2)	D_1	(D_2)	D_1	(D_2)	D1	(D_2)
0,0	46,60	(-0,10)	72,90	(-1,40)	88,80	(-0,90)	76,40	(+2,70)	81,00	(-4,40)	99,00	(+0,50)	77,50	(-0,60)
0,5	18,20	(-2,20)	13,20	(+0,60)	7,40	(+0,70)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)	83,90	(-0,70)
1,0	24,20	(+2,40)	9,90	(+1,00)	3,00	(+0,30)	19,00	(-1,60)	0,00	(0,00)	1,00	(-0,50)	93,40	(-0,50)
1,5	3,70	(+0,40)	2,70	(+0,30)	0,50	(-0,20)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)	94,60	(-0,40)
2,0	4,60	(0,00)	0,90	(-0,30)	0,20	(+0,10)	0,00	(+0,10)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)	95,50	(-0,40)
2,5	0,70	(-0,20)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)	95,70	(-0,40)
3,0	1,80	(-0,60)	0,40	(-0,30)	0,00	(0,00)	4,50	(-1,20)	18,00	(+4,10)	0,00	(0,00)	99,80	(-0,10)
3,5	0,20	(+0,10)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)	99,80	(-0,10)
4,0	0,10	(+0,10)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)	1,00	(+0,30)	0,00	(0,00)	100,00	(0,00)

Quelle: Eigene Erhebungen

Die Anzahl der als auffällig eingestuften Lahmheiten betrug im Durchschnitt 2 Tiere pro Erfassungsgruppe. Dabei wurden insgesamt zwischen 0 und 14 auffällig lahme Tiere pro Erfassungsgruppe dokumentiert. Der relative Anteil auffälliger Lahmheit pro Erfassungsgruppe lag zwischen 0,00 % und 15,05 %.

4.2.2.2 Verschmutzungen der Kühe

Die dargestellten Verschmutzungen der Tiere beziehen sich in den bewerteten Kategorien I sowie IV bis VII auf 2.082 Tiere. Die Kategorien II und III beziehen sich auf 2.079 bzw. 2.060 Tiere. Bei den fehlenden Tieren waren Schwanz bzw. die Schwanzquaste nicht vorhanden.

Insgesamt wurde jede Kategorie von I bis VII in den Scorenoten von 1 bis 6 bewertet (min = 1; max = 6). Dabei schwanken die Bewertungen innerhalb der Kategorien I bis VII um jeweils eine Scorenote (Std.-Abw. von 0,80 bis 1,30). Die Mittelwerte der Bewertungen in den einzelnen Kategorien lagen zwischen 2,70 und 4,10. Die niedrigsten Scorenoten und damit die besten wurden in den Kategorien Euter / Bauch und Kreuz (M = 2,70) vergeben. Im Durchschnitt wurde die Kategorie III Schwanzquaste am höchsten bewertet (M = 4,10) (Tab. 29).

Tabelle 29: Verteilungsparameter der an den Untersuchungstieren festgestellten Verschmutzungen in den Scorenoten von 1 bis 6[1)], Datensatz D_1 (N = 2.082)[2)]

Kategorien	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Euter / Bauch	Schwanz	Schwanz-quaste	Hinter-hand	Kreuz	Sitzbein	Unterbein
Anzahl Tiere	2.082	2.079	2.060	2.082	2.082	2.082	2.082
Fehlend	0	1	20	0	0	0	0
Mittelwert	2,70	3,30	4,10	2,80	2,70	3,30	3,30
Median	2,00	3,00	4,00	3,00	2,00	3,00	3,00
Std.-Abweichung	0,80	1,10	1,30	1,10	1,00	1,10	1,00
Minimum	1	1	1	1	1	1	1
Maximum	6	6	6	6	6	6	6
25	2	3	3	2	2	2	3
50	2	3	4	3	2	3	3
Perzentile 75	3	4	5	3	3	4	4

Quelle: Anm.: [1)] 1 sauber, 2 leicht verfärbt / vereinzelt Spritzer, 3 stark verfärbt / Flecken / viele Spritzer, 4 Anhaftungen von Kot, 5 Klutenbildung, 6 starke Klutenbildung; [2)] II und III waren bei einem Teil der Tiere nicht zu erfassen; eigene Erhebungen

Die relative Verteilung der erfassten Verschmutzung der Tiere stellt sich wie folgt dar. Im Durchschnitt der Bewertungen wurden 66,70 % der Scorenoten im Bereich zwischen 2 (leicht verfärbt / vereinzelt Spritzer) und 3 (stark verfärbt / Flecken / viele Spritzer) vergeben. Die Scorenoten 5 (Klutenbildung) und 6 (starke Klutenbildung) nahmen einen Anteil von 14,60 % der durchschnittlichen Bewertungen ein. Die Note 1 (sauber) ist mit durchschnittlich 0,80 % am wenigsten häufig vergeben worden. Der gewogene Mittelwert der Bewertungen in den Kategorien I bis VII entspricht der Note 3,20. Damit wurden die untersuchten Tiere durchschnittlich in der Kategorie III (stark verfärbt / Flecken / viele Spritzer) bewertet (Tab. 30).

Tabelle 30: Relative Verteilungen (%) von Verschmutzungen in den Scorenoten von 1 bis 6, Datensatz D_1 (N = 2.082)[1)]

Kategorien	I	II	III	IV	V	VI	VII	kum. Häufigkeit*
Scorenoten	Euter / Bauch	Schwanz	Schwanz-quaste	Hinter-hand	Kreuz	Sitz-bein	Unter-bein	
1	2,00	0,70	0,20	1,60	0,70	0,50	0,00	0,80
2	49,70	22,70	11,20	47,10	56,30	27,90	23,70	34,90
3	33,40	40,90	21,50	30,60	26,40	33,00	42,10	67,50
4	12,90	18,80	25,60	11,10	8,40	24,70	23,10	85,30
5	0,90	10,80	24,70	5,80	5,00	9,50	7,90	94,50
6	1,20	6,00	15,80	3,80	3,10	4,40	3,20	99,80

Quelle: Anm.: [1)] fehlende Werte in II (0,05 %) und III (1,0 %); eigene Erhebungen

Zur weiteren Beurteilung des Gesundheitszustandes wurden in einer Teilstichprobe ($D_{2)}$ mit n = 632 Tieren, Daten über die täglichen Liegezeiten und Anzahl der täglichen Schritte erhoben. Diese werden im folgenden Abschnitt vorgestellt.

4.2.2.3 Liegeverhalten und Aktivität im Stall

Die Einzeltierdaten zum Liegeverhalten und der Aktivität im Stall wurden zu einem Mittelwert für jedes Tier (n = 632) im Untersuchungszeitraum der Pedometer Messungen zusammengefasst und deskriptiv ausgewertet.

Im Durchschnitt betrug die tägliche Liegezeit der mit Pedometern untersuchten Tiere 11,60 Stunden pro Tag[28]. Wobei die geringste Liegezeit 2,50 Stunden und die längste 17,20 Stunden betrug. Der Standardabweichung lag bei 2,20 Stunden und der Variationskoeffizient betrug 19,20 %. Die erfassten täglichen Liegeperioden waren im Durchschnitt 74,90 Minuten lang. Dabei betrug die geringste Dauer einer Liegeperiode 23,90 Minuten und die längste 239,50 Minuten. Die Standardabweichung lag bei 23,50 Minuten mit einem Variationskoeffizienten von 31,40 %. Im Durchschnitt der Untersuchung lagen die Tiere 10x täglich, wobei die geringste und größte Häufigkeit täglicher Liegeperioden 2,60 bzw. 22,90 betrug. Die Standardabweichung belief sich auf 3,30 Liegeperioden mit einem Variationskoeffizienten von 32,60 %. Die Anzahl der täglichen Schritte im Stall lag durchschnittlich bei 1.967,80 Schritten. Dabei betrug das Minimum 473,10 und das Maximum 6.405,10 Schritte pro Tag. Die Standardabweichung beträgt 665,70 Schritte mit einem Variationskoeffizienten von 33,80 % (Tab. 31).

Tabelle 31: Durchschnittliche Liegezeiten, Liegeperioden und Anzahl der Schritte, Datensatz D_2 (n = 632)

Variable		Liegezeit, Stunden pro Tag	Dauer Liegeperiode, Minuten pro Liegeperiode	Anzahl Liegeperioden	Anzahl der Schritte pro Tag
Anzahl Tiere		632			
Fehlend		0			
Mittelwert		11,60	74,90	10,00	1.967,80
Median		11,80	71,80	9,80	1.901,30
Std.-Abweichung		2,20 (19,20 %)	23,50 (31,40 %)	3,30 (32,60 %)	665,70 (33,80 %)
Minimum		2,50	23,90	2,60	473,10
Maximum		17,20	239,50	22,90	6.405,10
Perzentile	25	10,40	59,30	7,90	1.550,90
	50	11,80	71,80	9,80	1.901,30
	75	13,10	86,30	11,70	2.236,30

Quelle: Eigene Erhebungen

[28] Die normale Länge der Liegezeit liegt zwischen 12 und 14 Stunden täglich (LUTZ, 2000: 28; FREGONESI et al., 2007a: 3351).

Zur Abbildung der Klimabedingungen, während der Pedometer Messungen wurden Informationen über Temperatur und Luftfeuchtigkeit verwendet. Diese werden im folgenden Abschnitt zusammengefasst beschrieben.

Die Klimabedingungen im Untersuchungszeitraum wurden durch den Temperature-Humidity-Index (THI) abgebildet (Gleichung 1). Für den Zeitraum der Pedometer Messung wurden die stündlichen Werte des THI zu einem Mittelwert für jedes Tier zusammengefasst und deskriptiv ausgewertet.

Im Durchschnitt des Untersuchungszeitraumes von Frühjahr bis Herbst 2017 erlebten die Tiere einen mittleren THI von 57,50[29]. Wobei der niedrigste und höchste gemittelte THI 42,20 bzw. 69,20 betrug. Die absolute und relative Standardabweichung lag bei 7,70 THI Punkten bzw. 13,40 %.

4.2.2.4 Abgangsursachen in den zum Tierwohl untersuchten 34 Betrieben

Als häufigste Abgangsursache gaben 20 der 34 befragten Betriebe bzw. 58,80 % Erkrankungen am Euter an. Weiterhin wurden mit 16 Nennungen (47,10 %) Erkrankungen an Klauen und Gliedmaßen als Abgangsgrund benannt. Darüber hinaus wurden Stoffwechselerkrankungen und Leistungsminderungen mit 10 bzw. 7 Nennungen (29,40 % bzw. 20,60 %) als Gründe aufgeführt. Zwei Nennungen entfielen auf die, von den Betrieben nicht explizit beschriebe Kategorie Sonstiges (5,90 %) (Tab. 32).

Tabelle 32: Abgangsursachen von Milchkühen für die im Rahmen der Untersuchung zum Tierwohl insgesamt analysierten Betriebe (N = 34)

Abgangsursachen	geringe Leistung	Stoff-wechsel	Euterer-krankungen	Erkrankungen der Klauen / Gliedmaßen	Sonsti-ges
Anzahl der Nennungen	7	10	20	16	2
relativer Anteil (% von N = 34)	20,60 %	29,40 %	58,80 %	47,10 %	5,90 %

Quelle: Eigene Erhebungen

Die Anteile von Eutererkrankungen und Erkrankungen der Gliedmaßen liegen in den Untersuchungsbetrieben deutlich oberhalb der für die milchleistungsgeprüften Kühe angegebenen Abgangsursachen (vgl. Tab. 19). Insbesondere die häufig genannten Erkrankungen von Euter und Gliedmaßen deuten darauf hin, dass Mängel in den zur Tierhaltung genutzten Laufställen

[29] Bei hochleistenden Milchkühen sind ab einem THI von 68 Punkten Verhaltensveränderungen aufgrund von Hitzestress möglich (vgl. COOK et al., 2007: 1674; ZIMBELMAN et al., 2009: 166 f.).

der 34 untersuchten Betriebe bestehen und Verbesserungspotenziale im Rahmen weiterer Analysen aufgedeckt werden könnten.

4.2.3 Ausgangslage der Haltungsbedingungen

Die Haltungsbedingungen der Untersuchungstiere wurden in zufällig ausgewählten Stichproben in den hochlaktierenden Gruppen eines Betriebes erhoben. Je Betrieb wurden Erfassungsgruppen in 1 bis 3 Stallungen untersucht. Maßgeblich für die Anzahl der untersuchten Stallungen je Betrieb, war die Art der Stallung (alter Stall, umgebauter Stall, neuer Stall) bzw. die Stallausstattung. In Betrieben mit hochlaktierenden Gruppen in Stallungen unterschiedlichen Alters bzw. unterschiedlicher Liegenboxart wurden mehrere Stallungen erfasst. Dazu wurden die Daten der Tierschutzindikatoren jeweils in den einzelnen Erfassungsgruppen eines Stalles oder mehrerer Ställe eines Untersuchungsbetriebes dokumentiert. Die Abmessungen und der Zustand der Liegeboxen wurde als repräsentativer Mittelwert für eine Erfassungsgruppe erhoben. Die Auswahl der überprüften Liegeboxen erfolgte zufällig und in Abhängigkeit der Liegeboxenanzahl in der Erfassungsgruppe mit CowsAndMore. In Datensatz D_1 wurden insgesamt 46 Stallungen (D_2 42) untersucht. Die durchschnittliche Größe einer Erfassungsgruppe betrug 105 Tiere (D_2 108). Dabei waren zwischen 41 (D_2 44) und 206 Tieren in einer Erfassungsgruppe vorhanden.

4.2.3.1 Liegeboxen

Die Untersuchungstiere wurden in Liegeboxen-Laufställen und drei Liegeboxen Systemen gehalten. Dazu zählten Hochboxen mit einer verformbaren Liegefläche aus Gummi, Kunststoff oder Schaumstoff sowie Tiefboxen und hochverlegte Tiefboxen mit organischen Einstreumaterialien auf der Liegefläche (u.a. Gärsubstrate, Stroh-Mist-Gemische, Kalk-Stroh-Einstreu). Hochverlegte Tiefboxen kamen in 4 von 46 bzw. 41 (D_2) Stallungen vor und wurden folgend unter der Liegeboxenart Tiefbox subsumiert.

In 24 von 46 untersuchten Stallungen kamen ausschließlich Tiefboxen im Liegebereich vor (22 von 41 D_2). 19 Stallungen waren vollständig mit Hochboxen im Liegebereich ausgestattet (16 von 41 D_2). In drei Stallungen kamen Hoch- und Tiefboxen vor. In diesen drei Stallungen waren 58 % der Liegeflächen als Tiefboxen und 42 % als Hochboxen vorhanden. Insgesamt kamen in den untersuchten Erfassungsgruppen 5.063 Liegeboxen vor (D_2 4.674). Davon waren 2.812 Tiefboxen und 2.251 Hochboxen (D_2 2.627 Tiefboxen, 2.047 Hochboxen). Die Abmessungen

der Liegeboxen wurden stichprobenartig erfasst und als repräsentativer Mittelwert für die untersuchten Stallungen dokumentiert.

4.2.3.2 Abmessungen der Liegeboxen

Die Abmessungen im Liegebereich werden unabhängig von der Art der Liegebox betrachtet. Erfasst wurden die Variablen Breite der Liegefläche, Länge der Liegefläche, Höhe des Nackenrohres, Abstand der Kotstufe vom Nackenrohr im Liegebereich und Höhe der Kotstufe als Mittelwert je Erfassungsgruppe einer Stallung. Die Verteilungsparameter der Abmessungen sind nachfolgenden aufgeführt.

Die Breite der Liegeflächen betrug im Mittel 111,80 cm (D_2 111,40 cm) bei einer Spannweite von 24,00 cm (D_2 20,00 cm)[30]. Liegeflächen waren durchschnittlich 183,50 cm (D_2 182,80 cm) lang[31]. Dabei geringste und höchste Länge wurde mit 160,00 cm bzw. 224,00 cm dokumentiert. Die Höhe des Nackenrohres im Liegebereich betrug durchschnittlich 113,10 cm (D_2 114,10 cm), das Minimum lag bei 74,00 cm (D_2 92,00 cm) und das Maximum bei 132,00 cm. Der Abstand von Nackenrohr zur Kotstufe war im Mittel 153,20 cm lang, bei einer Spannweite von 56,00 cm[32]. Die Kotstufen waren durchschnittlich 23,90 cm (D_2 24,20 cm) hoch[33]. Mit einem Minimum von 10 cm und einem Maximum von 47 cm Höhe. In 28 von 46 Ställen (60,80 %) war eine Bugschwelle mit einer mittleren Höhe von 15,90 cm im Liegebereich vorhanden (Tab. 33).

[30] Richtwert für die Breite der Liegefläche: 115 cm Hochbox; 120 cm Tiefbox (PELZER et al., 2007: 6).
[31] Richtwert für die Länge der Liegefläche: 180 cm Hochbox; 185 cm Tiefbox (ebenda: 6).
[32] Richtwert für Abstand Nackenrohr zur Kotstufe: 165 cm Hochbox; 170 cm Tiefbox (ebenda: 6).
[33] Richtwert für die Höhe der Kotstufe: 20 cm (ebenda: 6).

Tabelle 33: Abmessungen (cm) der in den Erfassungsgruppen stichprobenartig bewerteten Liegebereiche in Datensatz D_1 (N = 46)[1)] und der Teilstichprobe D_2 (n = 41)

		Breite der Liegefläche (cm)		Länge der Liegefläche (cm)		Höhe des Nackenrohes (cm)		Abstand Nackenrohr zur Kotstufe	
Datensatz		D_1	(D_2)	D_1	(D_2)	D_1	(D_2)	D_1	(D_2)
Anzahl Stallungen		46	(41)	46	(41)	46	(41)	44	(41)
Fehlend		0	(0)	0	(0)	0	(0)	2	(0)
Mittelwert		111,80	(111,40)	183,50	(182,80)	113,10	(114,10)	153,20	(153,10)
Median		111,50	(111,00)	181,00	(181,00)	112,00	(115,00)	159,00	(159,00)
Std.-Abweichung		4,30	(3,90)	13,80	(13,00)	11,20	(9,70)	13,00	(13,30)
Minimum		100,00	(100,00)	160,00	(160,00)	74,00	(92,00)	117,00	(117,00)
Maximum		124,00	(120,00)	224,00	(224,00)	132,00	(132,00)	173,00	(173,00)
Perzentile	25	110,00	(110,00)	175,80	(175,50)	106,80	(108,50)	144,30	(144,50)
	50	111,50	(111,00)	181,00	(181,00)	112,00	(115,00)	159,00	(159,00)
	75	115,00	(114,00)	185,80	(185,00)	121,30	(121,50)	162,80	(163,50)

Quelle: Anm.: [1)] in zwei Stallungen konnte der Abstand von Nackenrohr zur Kotstufe (N = 44) nicht festgestellt werden; eigene Erhebungen

4.2.3.3 Liegeboxenpflege

Zur weiteren Beurteilung der Liegebereiche wird folgend die Häufigkeit sowie Art und Umfang der Liegeboxenpflege beschrieben.

Die Liegebereiche in den Liegeboxen wurden im Durchschnitt der untersuchten Stallungen zwischen 1x und 3x täglich gereinigt. In 25 von 46 Stallungen erfolgte die Reinigung 2x täglich, in 15 Stallungen 3x täglich, in 5 Stallungen 1x täglich. In einem Stall wurden die Liegebereiche einmalig jeden zweiten Tag gereinigt.

Die Erneuerung der Einstreu (u.a. Stroh-Kalkgemische, Sägespäne, andere organische Substrate) im Liegebereich erfolgte in Abhängigkeit der Liegeboxenart in unterschiedlichen Intervallen. In 18 Ställen, in denen ausschließlich Hochboxen vorhanden waren, erfolgte die Erneuerung der Liegeboxeneinstreu 1x täglich (8 Stallungen bzw. 42,10 %), 1x bis 3x wöchentlich (16 Stallungen bzw. 42,10 %) und 1x in 2 Wochen (1 Stall bzw. 5,30 %). In einem Stall wurde keine Einstreu in den Hochboxen verwendet.

In 23 Ställen in denen Tiefboxen vorhanden waren, erfolgte die Einstreu der Liegeboxen zwischen 1x wöchentlich (13 Stallungen bzw. 54,20 %) und 1x in 2 Wochen (6 Stallungen bzw. 25 %). In 3 Stallungen mit Tiefboxen (12,50 %) wurden die Liegeboxen 2x bis 3x wöchentlich eingestreut. In einem Stall (4,20 %) wurde die Einstreu der Tiefboxen täglich erneuert. In drei Ställen mit Hoch- und Tiefboxen erfolgte die Einstreu der Liegeboxen 1x wöchentlich (1 Stall) und 3x wöchentlich (2 Stallungen).

4.2.3.4 Zustand der Liegeboxen

Der Zustand der Liegeboxen umfasst die Merkmale Bedeckung der Liegeflächen mit Einstreumaterialien für Hochboxen, den Umfang von Muldenbildung in Tiefboxen und die Verschmutzung der Liegeflächen. Die Beurteilung des Zustandes der Liegeboxen erfolgte zusammen mit der Erfassung der Abmessungen in zufällig ausgewählten Boxen. Wobei die Anzahl der geprüften Boxen in Abhängigkeit der Liegeboxenanzahl in der Erfassungsgruppe bestimmt wurde. Die hier dargestellten Werte sind repräsentative Mittelwerte für den Zustand der Liegeboxen in den untersuchten Erfassungsgruppen.

Die Bedeckung der Liegeflächen in Hochboxen wurde differenziert nach vollständiger Bedeckung (100 %), lückenhafte Bedeckung (> 50 %), vereinzelte Bedeckung (< 50 %) erfasst. Für Tiefboxen wurde die Beschaffenheit der Liegefläche ohne Muldenbildung (= ebene Liegefläche) und starke Muldenbildung (= unebene Liegefläche) erfasst. Die Beurteilung von Verschmutzungen auf der Liegefläche erfolgte unabhängig von der Liegeboxenart nach Lokalisation von Verschmutzungen auf der Liegefläche (unter dem Liegeboxenbügel, mittig auf der Liegefläche). Der stichprobenartig erfasste Zustand der Liegeflächen in den 46 untersuchten Stallungen stellt sich wie folgt dar.

Im Durchschnitt waren 54,90 % der Liegeflächen in den untersuchten Hochboxen vereinzelt (< 50 %) mit Einstreu bedeckt. Der Anteil der lückenhaft (> 50 %) bedeckten Hochboxen umfasst 27,80 %. Insgesamt waren 17,30 % der Hochboxen vollständig (100 %) mit Einstreumaterial bedeckt. Bei etwa zwei Drittel der Tiefboxen (68,80 %) wurde eine starke Muldenbildung und unebene Liegeflächen festgestellt. Bei etwa einem Drittel der Tiefboxen (31,20 %) konnte keine Muldenbildung beobachtet werden (Tab. 34).

Tabelle 34: Pflegezustand der in den Erfassungsgruppen stichprobenartig bewerteten Liegeflächen für 22 Stallungen mit Hochboxen und 26 Stallungen mit Tiefboxen, Datensatz D_1

Art der Liegebox	Hochbox			Tiefbox	
Pflegezustand	vollständig bedeckt (100 %)	lückenhaft bedeckt (> 50 %)	vereinzelt bedeckt (< 50 %)	ohne Muldenbildung / ebene Liegefläche	starke Muldenbildung / unebene Liegefläche
Anzahl Stallungen	22			26	
Fehlend	0			1	
Mittelwert	17,30 %	27,80 %	54,90 %	31,20 %	68,80 %
Std.- Abweichung	28,90 %	29,90 %	42,50 %	34,90 %	34,90 %

Quelle: Eigene Erhebungen

Der Umfang von Verschmutzungen im Bereich des Boxenbügels (a) und auf der Liegefläche (b) stellt sich folgendermaßen dar.

Im Durchschnitt wiesen 7,70 % der in den Erfassungsgruppen untersuchten Liegeboxen unter dem Liegeboxenbügel Verschmutzungen auf. Im Maximum waren 39,80 % der geprüften Liegeboxen unter den Boxenbügeln verschmutzt. Drei von 46 Stallungen waren frei Verschmutzungen unterhalb der Boxenbügel. Im Durchschnitt wiesen 7,40 % der erfassten Liegeboxen Verschmutzungen in der Mitte der Liegefläche auf. Im Maximum wurden bei 34,40 % der Liegeboxen einer Stallung Verschmutzungen in der Mitte der Liegefläche festgestellt. In acht von 46 Stallungen wurden keine Verschmutzungen in diesem Bereich festgestellt. Insgesamt sind 31,30 % der in den Erfassungsgruppen bewerteten Liegeboxen unter dem Boxenbügel bzw. auf der Liegefläche als verschmutzt beurteilt worden (Tab. 35).

Tabelle 35: Anteil (%) von Verschmutzungen der in den Erfassungsgruppen stichprobenartig bewerteten Liegeboxen in 46 Stallungen, Datensatz D_1

Bereich der Verschmutzung		(a) unter dem Liegeboxenbügel verschmutzt		(b) mittig verschmutzte Liegeflächen		$Mittelwert_{a,b}$	
Anzahl Stallungen			46		46		46
Fehlend			0		0		0
Mittelwert			7,70 %		6,60 %		7,20 %
Median			6,50 %		4,00 %		5,60 %
Std.-Abweichung			6,90 %		7,40 %		5,70 %
Minimum		N = 3	0 %	N = 8	0 %	N = 1	1,40 %
Maximum			39,80 %		34,40 %		31,30 %
Perzentile	25		3,40 %		2,20 %		3,40 %
	50		6,50 %		4,00 %		5,60 %
	75		9,60 %		8,90 %		8,90 %

Quelle: Eigene Erhebungen

4.2.3.5 Laufbereiche

In den untersuchten Stallungen waren 60,90 % der Laufbereiche (Boxengänge, Fressgänge) planbefestigt. Die Laufbereiche in den verbleibenden Stallungen (39,10 %) waren mit Spaltenboden ausgestattet. Die Abmessungen der Laufbereiche wurden für die gesamte Erfassungsgruppe je Stallung dokumentiert.

4.2.3.6 Abmessungen der Laufbereiche

Neben den Abmessungen in den Liegebereichen der Stallungen wurden die Maße im Laufbereich der Tiere erhoben. Dazu zählen die Breiten des Boxenganges, Fressganges und die

Abmessungen der Übergänge zwischen den Liegeboxenreihen[34]. In Stallungen mit mehreren Gängen wurden Mittelwerte für die Abmessungen im Laufbereich gebildet.

Die Boxengänge in den untersuchten Ställen waren im Durchschnitt 252,90 cm (D_2 250,90 cm) breit. Die Spannweite der Messwerte betrug 268 cm. Die Übergänge zwischen den Liegeboxenreihen waren im Mittel der Ställe 269,10 cm (D_2 264,80 cm) breit. Das Minimum bei den Abmessungen der Übergänge betrug 152,70 cm und das Maximum 437 cm (D_2 423,30 cm). Als Mittelwert der Fressgangbreiten wurden 349 cm (D_2 345,40 cm) ermittelt, wobei die erfassten Fressgänge im Minimum zwischen 265 cm und 481 cm (D_2 448 cm) breit waren (Tab. 36).

Tabelle 36: In den Erfassungsgruppen erhobene durchschnittliche Abmessungen (cm) von Boxengang, Übergängen und Fressgang

		Breite des Boxenganges (cm)		Breite der Übergänge (cm)		Breite des Fressganges (cm)	
Datensatz		D_1	(D_2)	D_1	(D_2)	D_1	(D_2)
Anzahl Stallungen		43	(38)	43	(39)	44	(40)
Fehlend		3	(3)	3	(2)	2	(1)
Mittelwert		252,90	(250,90)	269,10	(264,80)	349,00	(345,40)
Median		244,00	(241,70)	250,30	(250,30)	338,50	(326,50)
Std.-Abweichung		65,80	(66,60)	76,60	(71,10)	53,90	(50,80)
Minimum		159,00	(159,00)	152,70	(152,70)	265,00	(265,00)
Maximum		427,00	(427,00)	437,00	(423,30)	481,00	(448,00)
Perzentile	25	200,00	(199,50)	194,00	(194,00)	299,10	(299,10)
	50	244,00	(241,70)	250,30	(250,30)	338,50	(326,50)
	75	300,00	(300,00)	323,00	(319,00)	397,00	(396,80)

Quelle: Eigene Erhebungen

Zur weiteren Darstellung der Haltungsbedingungen in den untersuchten Stallungen werden folgend die Häufigkeit der Laufflächenreinigung dargestellt und die Rutschfestigkeit und Trittsicherheit der Laufbereiche beschrieben. Dazu wurde der Zustand der Laufbereiche werden der Datenerhebung in der Erfassungsgruppe eingeschätzt.

4.2.3.7 Reinigung der Laufbereiche

In 38 von 46 Stallungen (D_2 35 von 41) wurden die Laufbereiche (Fressgang, Boxengang, Übergänge) zwischen 1x und 24x täglich gereinigt. Dabei wurden in 63 % (D_2 61 %) der untersuchten Stallungen automatische Systeme (stationäre Schiebeanlagen) zur Reinigung der Laufbereiche genutzt. Die verbleibenden 27 % (D_2 29 %) nutzten mobile Systeme (z.B. Traktor) und reinigten die Flächen manuell. Im Durchschnitt der untersuchten Stallungen wurden

[34] Richtwerte für die Breite von Boxengang (3,50 m) und Fressgang (2,50 m) (TIERSCHUTZLEITLINIE FÜR DIE MILCHKUHHALTUNG, 2007: 32).

die Laufbereiche 9,5x (D_2 9,6x) pro Tag gereinigt. In 6 Stallungen erfolgte keine Reinigung der Laufbereiche.

4.2.3.8 Zustand der Laufbereiche

Insgesamt wurden die Laufbereiche in 27 von 46 Stallungen (D_2 25 von 41 Stallungen) als rutschfest eingeschätzt. In 19 von 46 Stallungen (D_2 16 von 41 Stallungen) wurden die Laufbereiche als nicht rutschfest eingeschätzt. In 34 von 46 Stallungen (D_2 31 von 41) sind die Laufbereiche mit trittsicher bewertet worden. Wobei in 12 von 46 Stallungen (D_2 10 von 41 Stallungen) keine Trittsicherheit in den Laufbereichen festgestellt werden konnte.

4.2.3.9 Fressbereiche

Die Abmessungen im Fressbereich der untersuchten Erfassungsgruppen wurden an zufällig ausgewählten Abschnitten der Fressfanggitter bzw. Nackenrohre erhoben und als repräsentativer Mittelwert für die untersuchte Erfassungsgruppe in CowsAndMore dokumentiert. Die Fressbereiche in den untersuchten Stallungen lassen sich wie folgt beschreiben. In 10 von 46 Stallungen (22 %) wurden Fressfang-Gitter genutzt. 36 Stallungen waren im Fressbereich mit einem Nackenrohr ausgestattet (72 %). Die Fressplatzbreite der Fressfang-Gitter betrug im Durchschnitt 62 cm bei einem Minimum von 27 cm und einem Maximum von 93 cm. Die Höhe der Fressfang-Gitter[35] betrug im Durchschnitt 149,10 cm bei einer Spannweite der Messwerte von 55 cm. Für die in den Ställen verbauten Nackenrohre konnte eine durchschnittliche Höhe von 120,50 cm festgestellt werden, die Spannweite der Messwerte betrug 31 cm.

4.2.3.10 Stallausstattung zum Tierkomfort

Neben den Abmessungen im Stall wurden weitere Merkmale der Haltungsbedingungen erfasst. Diese werden im Folgenden kurz beschrieben.

In den untersuchten Stallungen waren im Durchschnitt 1,10 Liegeplätze pro Tier vorhanden. Dabei reichte die Spanne von 0,70 bis 1,50 Liegeplätze je Tier. Die Fressbereiche waren

[35] Höhe des Fressbereiches – gemessen vom Boden zur Unterseite der oberen Abgrenzung. Richtwert für die Höhe der oberen Abgrenzung im Fressbereich für Fressfang-Gitter und Nackenrohr (149 cm (ZAFFINO HEYERHOFF et al., 2014: 182 f.).

durchschnittlich mit 0,80 Plätzen pro Tier ausgestattet. Hier reichte die Spanne von 0,50 bis 1,70 Plätze je Tier[36].

In 43 von 46 bzw. 9 von 46 Stallungen waren Mehrplatz- bzw. Einzelplatztränken verbaut. Im Durchschnitt waren 3,50 Mehrplatztränken und 0,80 Einzelplatztränken in den untersuchten Stallungen vorhanden. Dabei hatten im Durchschnitt der Stallungen 30,60 bzw. 50 Tiere Zugang zu einer Mehrplatz bzw. Einzelplatztränke[37].

Darüber hinaus waren 23 von 46 Stallungen mit einem oder mehreren Ventilatoren in den Liege- und Laufbereichen ausgestattet.

In 26 von 46 Stallungen waren zwischen einer und drei Kuhputzbürsten in den Erfassungsgruppen vorhanden. In Stallungen in denen Kuhputzbürsten verbaut wurden hatten im Durchschnitt 72,90 Tiere Zugang zu einer Bürste[38]. Dabei lag das Verhältnis zwischen 24 und 140 Tieren pro Kuhputzbürste. Zusätzlich wurden in 13 von 46 Stallungen Mineralien in Form von „Lecksteinen“ zur Verfügung gestellt. Weiterhin waren 25 von 28 Betrieben mit Klauenbädern ausgestattet.

Im folgenden Abschnitt der Arbeit wird der Prozess der Datenstrukturierung zur Analyse von haltungs- und tierbezogenen Merkmalen für die verwendeten Modellen vorgestellt und erläutert.

4.2.4 Strukturierung der Daten und Darstellung von Norm- und Richtwerten

Die in Kapitel 4.2 vorgestellten tier- und haltungsbezogenen Variablen zur Ausgangslage der Betriebe wurden für die weiteren Analysen von Datensatz D_1 und der Teilstichprobe D_2 mit Hilfe von Richtwerten aus der Literatur strukturiert und diesbezüglich eingeordnet (4.2.4.1 Technopathien bis 4.2.4.7 Laufbereiche). Für einen Teil der Variablen wurde der Median zur Dichotomisierung verwendet (4.2.4.4 Anzahl Schritte, 4.2.4.8 zusätzliche Betriebscharakteristika).

[36] Richtwert für die Anzahl der Liegeplätze je Tier (1 : 1) (TIERSCHUTZLEITLINIE FÜR DIE MILCHKUHHALTUNG, 2007: 23).
[37] Als Richtwert sollten etwa zwei Tränken je Gruppe zur Verfügung stehen, wobei das Tier-Tränke-Verhältnis für Einzeltiertränken jedoch nicht größer als 7 : 1 sein sollte (TIERSCHUTZLEITLINIE FÜR DIE MILCHKUHHALTUNG, 2007: 55).
[38] Richtwert für die Anzahl von Kuhputzbürsten je Tier (1 : 60) (ALBRECHT, 2022: 12).

4.2.4.1 Technopathien

Mit Blick auf den Gesundheitszustand der Tiere wurde die dichotome Variable „unverletzt“ gebildet. Als „unverletzt“ wurden alle Tiere betrachtet, die in keinem der erfassten Bereiche Technopathien aufwiesen und durchgängig in der Schadensklasse 0 bewertet wurden. In der Untersuchung wurden insgesamt 25,70 % (D_2 26,10 %) der bewerteten Tiere (D_1 N = 2.082) als „unverletzt“ Tiere eingeschätzt.

4.2.4.2 Verschmutzung

Zur weiteren Beurteilung des Zustandes der Untersuchungstiere wurden die an den Tieren festgestellten Verschmutzungen in den Bereichen Euter und Bauch, Schwanz, Schwanzquaste, Hinterhand, Kreuz, Sitzbein und Unterbein in einer Faktorenanalyse zusammengefasst. Die aggregierten Werte für die Verschmutzungen liegen zentriert um den Nullpunkt zwischen -2,10 und 3,50 (D_2 -2,20 und 3,70). Dabei ist der Umfang von Verschmutzungen direkt proportional zur Höhe der aggregierten Variable. Im Durchschnitt wurde die aggregierte Verschmutzung mit 0,10 (D_2 0,02) und einer Standardabweichung von 0,90 bestimmt. Mit Hilfe der aggregierten metrischen Variable wurde weiterhin eine dichotomisierte Variable Verschmutzung (verschmutzt, sauber) zur Verwendung im Entscheidungsbaummodell gebildet.

Die Strukturierung der Variablen Liegezeit (c), Schritte pro Tag (d) und (e) Klimabedingungen im Untersuchungszeitraum stellt sich für die Teilstichprobe D_2 folgendermaßen dar.

4.2.4.3 Liegezeiten

Die durchschnittlichen Liegezeiten der Teilstichprobe D_2 wurden für die Variablen Gesamtliegezeit (I), Liegeperiodenlänge (II) und Anzahl der Liegeperioden (III) in drei Gruppen eingeteilt. Als Norm für die tägliche Liegezeit wurde eine Gesamtliegezeit von 12 bis 14 Stunden, eine Liegeperiodenlänge von 50 bis 120 Minuten und 11 bis 12 Liegeperioden pro Tag unterstellt. Liegezeiten darunter und darüber werden folgend mit unter der Norm (< Norm) bzw. über der Norm (> Norm) bezeichnet. Als Basis der Normierungen wurden Richtwerte für Liegezeiten von Milchkühen in Liegeboxenlaufställen verwendet. Dabei wird davon ausgegangen, dass Veränderungen im Liegeverhalten mit zu geringen bzw. erhöhten Liegezeiten auf Mängel im Tierwohl hin (vgl. FISHER et al., 2002: 255 f.; PLESCH et al., 2010: 19 f.; TUCKER et al., 2021: 20 f.) (Tab. 37).

Tabelle 37: Übersicht zu den verwendeten Merkmalsausprägungen der Liegezeiten

	Variable	Merkmalsausprägung < Norm	Norm	> Norm
I	Gesamtliegezeit (Stunden pro Tag)	12	12 bis 14	14
II	Liegeperiodenlänge (Minuten pro Liegeperiode)	50	50 bis 120	120
III	Anzahl Liegeperioden	11	11 bis 12	12

Quelle: LUTZ, 2000: 28, (I); FREGONESI et al., 2007a: 3351, (I); COOK et al., 2004: 2917, (II, III); DRISSLER et al., 2005: 2386, (II, III); eigene Darstellung

Für die untersuchten Daten der Einzeltiere (D_2 n = 632) ergab sich folgende Verteilung. Bei den Liegezeiten (I) lagen 344 Tiere (54,40 %) weniger als 12 Stunden pro Tag und damit unterhalb der Norm. Zwischen 12 und 14 Stunden lagen 216 Tiere bzw. 34,20 %. Weitere 72 Tiere (11,40 %) lagen länger als 14 Stunden täglich und damit oberhalb der Norm. Die Dauer einer Liegeperiode (II) war bei 69 Tieren (10,90 %) mit weniger als 50 Minuten unterhalb der Norm. Weitere 538 Tiere (85,10 %) lagen zwischen 50 und 120 Minuten in einer Liegeperiode. Oberhalb der Norm mit mehr als 120 Minuten lagen 25 Tiere (4 %). In der Anzahl täglicher Liegeperioden (III) lagen 413 Tiere (65,30 %) mit weniger als 11 Liegeperioden am Tag unterhalb der Norm. Zwischen 11 und 12 Liegeperioden konnten für 76 Tiere (12 %) festgestellt werden. Mit mehr als 12 Liegeperioden lagen 143 Tiere (22,60 %) oberhalb der Norm.

4.2.4.4 Anzahl der Schritte pro Tag

Zur Dichotomisierung der Variable Anzahl der Schritte pro Tag wurde ein Median-Split (Median = 1.909) durchgeführt. Unterhalb und oberhalb des Medians lagen 324 (51,30 %) bzw. 308 Tiere (48,70 %).

4.2.4.5 Temperature-Humidity-Index

Für den durchschnittlichen Temperature-Humidity-Index im Untersuchungszeitraum wurde ein Wert von ≥ 68 THI-Punkten zur Dichotomisierung verwendet. Ab diesem mittleren THI sind bei hochleistenden Milchkühen Verhaltensänderungen auf Grund von Hitzestress wahrscheinlich (vgl. COOK et al., 2007: 1674; ZIMBELMAN et al., 2009: 166 f.). Für 605 Tiere (95,70 %) konnte im Verlauf der Untersuchung keine Überschreitung des kritischen Wertes von 68 festgestellt werden. Bei 27 Tieren bzw. 4,30 % lag der mittlere THI während der Pedometer Messungen oberhalb von 68 (M_{max} = 69,17).

Synonym zu den tierbezogenen Daten wurden die haltungsbezogenen Variablen zur Ausgangslage der Stallungen für die (f) Liegebereiche und (g) Laufbereiche strukturiert.

4.2.4.6 Liegebereiche

Insgesamt kamen die stichprobenartig erfassten Liegebereiche in den Stallungen zu 55 % als Tiefboxen (TB) und zu 45 % als Hochboxen (HB) vor (D_2 56 % TB, 44 % HB). Zur Analyse der Abmessungen Länge der Liegefläche, Breite der Liegefläche, Abstand Nackenrohr zur Kotstufe wurden Richtwerte zur Haltung von Rindern der Rasse Deutsche Holstein in Tiefboxen (a) bzw. Hochboxen (b) verwendet und zu einem neuen Mittelwert (c) zusammengefasst. Die neu gebildeten Mittelwerte (c) für die Mindestabmessungen weichen in einem sehr geringen Umfang (d) von ± 1,40 % bis ± 2,20 % von den Ausgangswerten in der Literatur ab. Für die Höhe der Kotstufe wurde der Richtwert 20 cm verwendet (PELZER et al., 2007: 6) (Tab. 38).

Tabelle 38: Richtwerte für die Mindestabmessungen von Liegeboxensystemen mit Tiefboxen (TB) und Hochboxen (HB)

Abmessungen	Richtwert TB (a)	Richtwert HB (b)	berechneter Mittelwert (c)	rel. Abweichung vom Richtwert (d)
Länge der Liegefläche, cm	185	180	182,50	± 1,40 %
Breite der Liegefläche, cm	120	115	117,50	± 2,20 %
Abstand Nackenrohr zur Kotstufe, cm	170	165	167,50	± 1,50 %

Quelle: vgl. PELZER et al., 2007: 6 (a, b); eigene Berechnungen (c, d)

Zur Einschätzung der durchschnittlichen Abmessungen der Liegeboxen in den untersuchten Stallungen in Datensatz D_1 (N = 46) und der Teilstichprobe D_2 (n = 41) wurden vier dichotome Merkmalsausprägungen (zu kurz, zu schmal, zu gering, zu niedrig) genutzt. Die Unter- bzw. Überschreitung eines Richtwertes durch die jeweilige Abmessung in Datensatz D_1 und der Teilstichprobe D_2 wurde mit ja bzw. nein dokumentiert.

Die Länge der Liegefläche wurde in 27 von 46 (D_2 24 von 41) Stallungen als zu kurz eingeschätzt. In 19 (D_2 17) Stallungen entsprach die Länge der Mindestanforderung. Mit zu schmal wurden die Liegeboxbreite in 43 von 46 (D_2 39 von 41) Stallungen bewertet. In 6,50 % (D_2 4,90 %) der Stallungen wurde die Mindestanforderung erfüllt. Der Abstand vom Nackenrohr zur Kotstufe wurde in 40 von 44 Stallungen (D_2 37 von 41) mit zu gering beurteilt. Im verbleibenden Anteil der Stallungen 8,70 % (D_2 9,80 %) war der Abstand zwischen Nackenrohr und Kotstufe größer als 167,50 cm. Die Höhe der Kotstufe lag in 14 von 46 (D_2 12 von 41) Stallungen unterhalb des empfohlenen Richtwertes von 20 cm (Tab. 39).

Tabelle 39: Dichotome Abmessungen in der Liegebox, Datensatz D_1 (N = 46), Teilstichprobe D_2 (n = 41)

Abmessungen[1]	Merkmalsausprägung dichotom	Merkmalsausprägung metrisch, cm	D_1 ja	D_1 %	D_1 nein	D_1 %	D_2 ja	D_2 %	D_2 nein	D_2 %	Anzahl Stallungen D_1 (D_2)
Länge der Liegefläche	zu kurz	< 182,50	27	58,70	19	41,30	24	58,50	17	41,50	46 (41)
Breite der Liegefläche	zu schmal	< 117,50	43	93,50	3	6,50	39	95,10	2	4,90	46 (41)
Abstand Nackenrohr zu Kotstufe[2]	zu gering	< 167,50	40	87,00	4	8,70	37	90,20	4	9,80	44 (41)
Höhe der Kotstufe	zu niedrig	< 20,00	14	30,40	32	69,60	12	29,30	29	70,70	46 (41)

Quelle: Anm.: [1] arithmetischer Mittelwert für jede Stallung; [2] in zwei Stallungen konnte der Abstand von Nackenrohr zur Kotstufe nicht erhoben werden; eigene Erhebungen

4.2.4.7 Laufbereiche

Für die Laufbereiche, Boxengang und Fressgang wurde als Mindestanforderung eine Breite von 2,50 m und 3,50 m verwendet (TIERSCHUTZLEITLINIE FÜR DIE MILCHKUHHALTUNG, 2007: 32). Die Unter- bzw. Überschreitung der Abmessungen durch die festgestellten mittleren Breiten der Laufbereiche wurde mit ja bzw. nein beschrieben.

Die Abmessungen der Boxengänge wurden in 22 von 43 (D_2 20 von 38) Stallungen als zu schmal eingeschätzt. 21 (D_2 18) Stallungen lagen oberhalb der Mindestanforderung. In 22 von 44 (D_2 21 von 40) Stallungen lag die Breite des Fressganges unterhalb des Richtwertes mit 3,50 m. Die restlichen 22 (D_2 19) Stallungen lagen oberhalb des Richtwertes (Tab. 40).

Tabelle 40: Dichotome Abmessungen im Boxengang (D_1, N = 43; D_2, n = 38) und im Fressgang (D_1, N = 44; D_2, n = 40)

Abmessungen	Merkmalsausprägung dichotom	Merkmalsausprägung metrisch (m) (a)	D_1 ja	D_1 %	D_1 nein	D_1 %	D_2 ja	D_2 %	D_2 nein	D_2 %	Anzahl Stallungen D_1 (D_2)
Breite des Boxenganges	zu schmal	< 2,50	22	(47,80)	21	(45,70)	20	(48,80)	18	(43,90)	43 (38)
Breite des Fressganges	zu schmal	< 3,50	22	(47,80)	22	(47,80)	21	(51,20)	19	(46,30)	44 (40)

Quelle: TIERSCHUTZLEITLINIE FÜR DIE MILCHKUHHALTUNG, 2007: 32, (a); eigene Erhebungen (D_1, D_2)

Im Fressbereich der Tiere wurde zusätzlich die Höhe der oberen Abgrenzung (Nackenrohr, Fressfanggitter) bewertet (Datensatz D_1). Als Richtwert wurde eine Mindesthöhe (Abstand vom Boden zum unteren Rohr) von 149 cm verwendet (ZAFFINO HEYERHOFF et al., 2014: 182

f.). In 38 von 45 Stallungen wurde dieser Wert unterschritten und 7 Stallungen lagen oberhalb des Richtwertes. Neben der Strukturierung der Ausgangsdaten mit Richtwerten, wurden einzelne Variablen mit Hilfe des Median-Splits dichotomisiert.

4.2.4.8 Zusätzliche Betriebscharakteristika

Die Variable Anzahl Tiere in der Erfassungsgruppe (D_1 Median = 109 Tiere, D_2 Median = 95 Tiere) wurde zur Analyse von Einflussfaktoren auf Technopathien und Verschmutzungen in Datensatz D_1 und das Liegeverhalten in der Teilstichprobe D_2 mit Hilfe eines Mediansplitts eingeteilt. Für Datensatz D_2 wurde weiterhin die jährliche Milchleistung (D_2 Median = 9.578 kg), die Häufigkeit der Laufflächenreinigung (D_2 Median = 6x täglich), die Häufigkeit der täglichen Futtervorlage (D_2 Median = 2x täglich) und die Melkhäufigkeit (D_2 Median = 3x täglich) verwendet.

Die statistische Analyse der tier- und haltungsbezogenen Variablen zum Tierwohl in Datensatz D_1 und der Teilstichprobe D_2 bildet den Kern der weiteren Betrachtungen. Dazu werden zu Beginn die verwendeten statistischen Modelle vorgestellt und Unterschiede für die Auswertung metrischer und dichotomer Variablen dargelegt. Im Anschluss werden die in IBM SPSS Statistics 27.0 genutzten Modell-Spezifikationen modellweise erläutert (IBM, 2022) (Kap. 4.3).

4.3 Statistische Analyse

In der Untersuchung zum Einfluss von Haltungsbedingungen auf tierwohlrelevante Merkmale von Milchkühen in Boxenlaufställen wurden Mehr-Ebenen-Modelle verwendet: (I) lineare gemischte Modelle und (II) verallgemeinerte Schätzgleichungen (engl.: generalized estimation equations (GEE)). Weiterhin wurden drei Klassifizierungsmodelle in Form von Entscheidungsbäumen (III) zur explorativen Datenanalyse erstellt. Die Umsetzung der Modelle (a bis c) erfolgte im Programm IBM SPSS Statistics Version 27.0 (IBM, 2022) (Tab. 41).

Tabelle 41: Verwendete statistische Modelltypen I bis III

Modelltypen		Modellklasse	Merkmalsausprägungen			
			abhängige Variable		unabhängige Variable	
			metrisch	dichotom	metrisch	dichotom
(I)	Mehr-Ebenen-Modell: lin. gemischtes Modell	Random-Intercept und random slope	X			X
			X		X	
(II)	Mehr-Ebenen-Modell: verallgemeinerte Schätzgleichungen			X		X
(III)	Entscheidungsbaum			X		X

Quelle: Eigene Darstellung

Analysiert wurde der Einfluss der Abmessungen und Hygiene im Liege- und Laufbereich der Stallungen (haltungsbezogene Daten) auf das Liegeverhalten mit Dauer, Umfang und Frequenz sowie Technopathien und dem Grad von Verschmutzungen am Tier (tierbezogene Daten). In den Modellen wurden metrische und dichotome Variablen verwendet. Zur Spezifizierung der Effekte wurden ausgewählte metrische Variablen mit Hilfe von Referenzwerten aus der Literatur dichotomisiert (vgl. Kap. 4.2.4).

In den linearen gemischten Modellen (I) wurden metrische abhängige Variablen analysiert. Die verallgemeinerten Schätzgleichungen (II) und die Entscheidungsbäume (III) wurden zur Analyse von dichotomen Variablen verwendet. Im folgenden Abschnitt der Arbeit wird die Struktur der Modelle genauer beschrieben.

Da die Beobachtungen nicht unabhängig voneinander waren, wurden Mehr-Ebenen-Modelle anstelle von linearen bzw. logistischen Regressionen verwendet. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die Tiere eines Betriebes jeweils ähnlichen Bedingungen ausgesetzt sind und sich dadurch ähnlicher verhalten als Tiere in unterschiedlichen Betrieben. Diese Abhängigkeit wird in Mehr-Ebenen-Modellen berücksichtigt.

4.3.1 Modell I: Mehr-Ebenen-Modell / lineares gemischtes Modell

In den linearen gemischten Modellen der Modellklasse Random-Intercept, random slope wurde die Satterthwaite-Approximation genutzt. Es wurden 95%-Konfidenzintervalle bestimmt. Insgesamt wurden bis zu 100 Iterationen pro Berechnung mit einer schrittweisen Halbierung von maximal 10 durchgeführt. In den Tests auf feste Effekte wurde die Quadratsummenmethode vom Typ III gewählt und zum Schätzen die REML-Methode (Restricted-Maximum-Likelihood) genutzt. Für die Kovarianzstruktur wurden die Varianzkomponenten (VC) als Standard für die Zufallseffekte verwendet (vgl. TABACHNICK und FIDELL, 2007: 837–913).

4.3.2 Modell II: Mehr-Ebenen-Modell / Verallgemeinerte Schätzgleichungen

Für die dichotomen abhängigen Variablen wurde die Logit-Funktion[39] als kumulative Verknüpfungsfunktion gewählt. Die Parameterschätzung erfolgte im Fisher-Scoring (Anzahl der Iterationen < 2) und in der Newton-Raphson Methode (Anzahl der Iterationen ≥ 2). Insgesamt wurden je Simulation bis zu 100 Iterationen mit einer schrittweisen Halbierung von maximal 5 durchgeführt. Das Konvergenzkriterium zur Parameterschätzung wurde mit $1x\ 10^{-6}$ angenommen. Zum Testen der Modelleffekte wurde die Typ-III-Analyse nach Wald festgelegt. Es wurden 95 % - Konfidenzintervalle bestimmt. Als Likelihood-Funktion wurde der Log-Likelihood genutzt. Für die Kovarianzmatrix wurde ein robuster Parameter Schätzer angewendet. Fehlende Werte wurden aus der Berechnung ausgeschlossen (McCullagh und Nelder, 1989: 21–47).

4.3.3 Entscheidungsbaum

In drei Entscheidungsbäumen wurden signifikante Einflussfaktoren unabhängiger Variablen aus dem Bereich der Haltungsbedingungen auf die abhängigen und tierbezogenen Variablen für Verschmutzungen, Verletzungen und die Liegezeit untersucht. Mit Hilfe von Entscheidungsbäumen lässt sich die Gesamtstichprobe anhand der Einflussfaktoren aus dem Bereich der Haltungsbedingungen in verschiedene Teilpopulationen (Segmente) einteilen, so dass die jeweiligen abhängigen Variablen (Verschmutzungen, Verletzungen bzw. Liegezeit) in den verschiedenen Segmenten unterschiedliche Ausprägungen aufweisen. Die einzelnen Segmente können bezüglich des Grades dieser Ausprägungen angeordnet werden. Das Ergebnis wird in einem Baumdiagramm dargestellt, das erkennen lässt, welche Einflussfaktoren einen besonders großen Einfluss auf die abhängigen tierbezogenen Variablen für Verschmutzungen, Verletzungen und die Liegezeit haben. Zur Entwicklung der Entscheidungsbäume wurde die Klassifikationsmethode CHAID (Chi-squared Automatic Interaction Detection) genutzt. Die maximale Baumtiefe wurde mit 3 bestimmt. Als Mindestanzahl der über- bzw. untergeordneten Knoten wurden 100 bzw. 50 Fälle definiert. Für die Outputs wurde das Verfahren Bothsamples verwendet. Als Alphasplit und Alphamerge wurde ein Signifikanzniveau von 0,05 festgelegt. In der Modellkonfiguration wurde weiterhin bestimmt, dass sich bereits aufgeteilte Prädiktorkategorien nicht erneut aufteilen können. Als statistischer Test wurde der Pearson-Chi-Quadrat-Test genutzt. Zur Schätzung des CHAID-Modells wurde ein Konvergenzwert von 0,001 defi-

[39] Logit-Funktion: $f(x) = \log(x / (1 - x))$.

niert. In der Klassifikationsanalyse wurden bis zu 100 Iterationen je Modellberechnung durchgeführt. Die Anpassung der Signifikanzniveaus erfolgte in der Bonferroni-Methode. Zur Berechnung der Entscheidungsbäume wurden die Kosten von Fehlklassifikationen in den Kategorien der abhängigen Variablen als gleich angenommen. Vereinzelt fehlende unabhängige Variablen wurden gemäß der Klassifikationsmethode CHAID als schwebende Kategorien behandelt. Das Entscheidungsbaum-Modell wurde nicht validiert (vgl. BIGGS et al., 1991: 49–62).

Nachfolgend werden die zur ökonomischen Analyse verwendeten Daten und Methoden vorgestellt. Dazu wird die Berechnung der durchschnittlichen jährlichen Kosten für die Durchführung von Verbesserungsmaßnahmen in der Haltungsumwelt der Tiere im Boxenlaufstall erläutert und das Verfahren der Vollkostenrechnung beschrieben (Kap. 4.4).

4.4 Ökonomische Analyse

In den ökonomischen Betrachtungen zum Tierwohl wurden die Kosten für Verbesserungsmaßnahmen in der Haltungsumwelt der untersuchten Tiere ausgehend von den Ergebnissen der statistischen Analyse in Mehr-Ebenen-Modellen für die vier Untersuchungsgruppen (< 300 Tiere; 300 bis 599 Tiere; 600 bis 900 Tiere; > 900 Tiere) berechnet. Mit Hilfe der festgestellten Einflussfaktoren auf das Tierwohl (Technopathien, Verschmutzungen, Liegeverhalten) im Stall wurde eine Schwachstellenanalyse durchgeführt und Maßnahmen zur Beseitigung von Mängeln in der Haltung abgeleitet. Diese wurden in kurzfristig und mittelfristig umsetzbare Maßnahmen unterschieden. Kurzfristig umsetzbare Maßnahmen umfassen dabei einfache Reparaturen im Stall, wie beispielsweise die Neuausrichtung der Liegeboxenabtrennung und zusätzliche Reinigungsmaßnahmen im Liegebereich. Als mittelfristig umsetzbare Maßnahmen wurden umfangreiche Umbauten im Liege- und Laufbereich wie ein Austausch vorhandener Liegeboxen und eine Vergrößerung der Liegeflächen betrachtet. Für diese Maßnahmen wurden eine höhere Kapitalbindung und ein größerer Planungsaufwand angenommen. Darüber hinaus wurden die Aufwendungen zur Durchführung eines ganzjährigen Weideganges berechnet. Die durchschnittlichen jährlichen Kosten wurden mit Hilfe von Richtpreisen aus der Literatur kalkuliert. Dazu wurden Daten aus der Betriebsplanung Landwirtschaft 2020 / 2021 des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL) und Richtpreise für den Neu- und Umbau landwirtschaftlicher Wirtschaftsgebäude der Arbeitsgemeinschaft für Rationalisierung, Landtechnik und Bauwesen in der Landwirtschaft Hessen e. V. (ALB Hessen) verwendet (ACHILLES et al., 2020; ALB HESSEN, 2021/2022). Weiterhin wurden Daten von Heidenreich zum Pflegeaufwand von Tiefliegeboxen genutzt (HEIDENREICH, 2010).

Davon ausgehend wurden die Auswirkungen der Investitionen bis zur Einzelkostenfreien Leistung in einer Vollkostenrechnung mit Kalkulationsdaten zur Milchviehhaltung aus der Datensammlung für die betriebswirtschaftliche Bewertung landwirtschaftlicher Produktionsverfahren im Land Brandenburg geprüft (WÖHE et al., 2020: 892 f.; HANFF und LAU, 2022). In der ökonomischen Auswertung wurde weiterhin der Kostendeckungspunkt (Break-Even) für die im Rahmen der Durchschnittkostenkalkulation berechneten jährlichen Kosten (j. K.) für kurz- und mittelfristige Maßnahmen und Weidegang, für die variablen Kosten (j. K. Tierwohl, Direktkosten, Arbeitserledigungskosten) und Einzelkosten berechnet (vgl. WÖHE et al., 2020: 831–833).

Zur Durchführung der ökonomischen Analysen wurde Microsoft Excel Version 2304 genutzt (MICROSOFT, 2022). Die verwendeten Methoden werden nachfolgend beschrieben.

4.4.1 Durchschnittliche jährliche Kosten

Die jährlichen Kosten für kurz- und mittelfristig umsetzbare Maßnahmen sowie den täglichen Weidegang wurden mit Hilfe der approximativen Durchschnittskostenkalkulation[40] berechnet (Gleichung 3 bis 4) (BRANDES und ODENING, 1992: 42–43; MUßHOFF und HIRSCHAUER, 2020: 252).

$$DK_{app} = \frac{AW-RW}{N} + \left[(AW - RW) \times f_{i_{kalk;N}} + RW\right] \times i_{kalk} + \frac{1}{N} \times \sum_{t=1}^{N} BK_t \qquad \text{(Gleichung 3)}$$

Formel für f = Faktor für den durchschnittlich zu verzinsenden Anlagewert:

$$f = \frac{q^N}{q^N - 1} - \frac{1}{N\,(q-1)} \qquad \text{(Gleichung 4)}$$

Die Abschreibung (AfA) der Investitionen erfolgt linear bis zum Restwert RW = 0. Dazu wurde die Dauer der Nutzung nach Art der Maßnahme in drei Abstufungen nach Jahren (N) und Betriebskosten (BK_t) differenziert. Unterschieden wurden bewegliche Teile (N = 10; BK_t = 3 %), feste Teile (N = 15; BK_t = 2 %) und Gebäude (N = 30; BK_t = 1 %) (ACHILLES et al., 2020: 20). Als Kalkulationszinsfuß (i_{kalk}) wurden 3 % p.a. unterstellt (ebenda: 19). Für die Berechnung von Personalkosten wurden Arbeitszeitbedarfe für die Milchviehhaltung und ein Stundenlohn von 21 Euro als Kalkulationswerte genutzt (ACHILLES et al., 2020: 720). Insgesamt wurden für 20 Maßnahmen (Pflege / Ausstattung im Liege- und Laufbereich (Nr. 1 bis 16), Stallausstattung

[40] Approximative Kalkulation: N: Nutzungsdauer in Jahren, i_{kalk}: kalkulatorischer Zins, BK_t: Betriebskosten (Reparaturkosten, Betriebsstoffe, Versicherungen), $f_{i_{kalk;N}}$: Faktor für den durchschnittlich zu verzinsenden Anlagewert, AW: Anschaffungswert im Jahr Null, RW: Restwert (RW = 0).

zur Verbesserung des Tierwohls (Nr. 15-16), Weidegang (Nr. 17 bis 20)) die durchschnittlichen jährlichen Kosten (DK_{app}) kalkuliert. Diese setzen sich zusammen aus den Kapitalkosten (AfA, Zinskosten) und den Betriebskosten BK_t (Tab. 42). Verbrauchsgüter wie die Liegeboxeneinstreu wurden im ersten Jahr der Anschaffung abgeschrieben (N = 1) (Nr. 1 bis 3). Für bewegliche Teile wie Klauenwannen, Kuhputzbürsten und Technik zur Laufflächenreinigung u.a. wurde eine Nutzungsdauer von N = 10 Jahren angenommen (Nr. 8 bis 11, 15, 16, 18 bis 20). Maßnahmen zum Umbau des Liegebereichs und den Ersatz von Betonspaltenelementen im Laufbereich wurden mit einer Nutzungsdauer von N = 15 Jahren eingeschätzt (Nr. 3 bis 7, 13). Für die Erweiterung des Güllekanals im Stall und den Bau eines befestigten Triebweges zur Weide wurde eine Nutzungsdauer von N = 30 Jahren unterstellt (Nr. 12, 17). Zur Berücksichtigung von Montagekosten wurde mit zusätzlichen Aufwendungen von 22,50 % des Anschaffungswertes (AW) gerechnet (Nr. 4 bis 11, 15 bis 17, 19, 20) (vgl. ALB HESSEN, 2021/2022: 13). Für einen Teil der Maßnahmen im Laufbereich waren diese Aufwendungen bereits im Anschaffungswert enthalten (Nr. 12 bis 14) bzw. wurden im Rahmen der weiteren Berechnungen gesondert kalkuliert (Nr. 18) (Tab. 42).

Tabelle 42: Maßnahmen zur Verbesserung der Tierwohls im Stall und ihre Berechnung der durchschnittlichen Kosten bestehend aus Kapitalkosten und Betriebskosten

Lfd. Nr.	Maßnahme		AW	N	AfA	Zinskosten	BK_t	DK_{app}
1	Hochbox, Einstreu (0,25 kg / TP / Tag x 0,34 € / kg Sägespähne)	€ / TP	31,03 €	1	31,03 €	0,93 €	0,93 €	32,89 €
2	Tiefbox, Stroh (1,5 kg / TP / Tag x 0,11 € / kg)	€ / TP	60,23 €	1	60,23 €	1,81 €	1,81 €	63,84 €
3	Kalk (260 kg / Kuh p.a. x 0,42 € / kg Hygienekalk)	€ / TP	109,33 €	1	109,33 €	3,28 €	3,28 €	115,89 €
4	Hochbox, Liegematratze	€ / TP	394,03 €	15	26,27 €	6,74 €	7,88 €	40,89 €
5	Betonliegemulden 2,30 m x 1,25 m	€ / TP	367,50 €	15	24,50 €	6,28 €	7,35 €	38,13 €
6	Liegeboxenabtrennung	€ / TP	226,63 €	15	15,11 €	3,88 €	4,53 €	23,52 €
7	Kotkante (Streuschwelle)	€ / m	34,99 €	15	2,33 €	0,60 €	0,70 €	3,63 €
8	Antriebsaggregat Flachschieberanlage	€ / Stk.	13.965,00 €	10	1.396,50 €	240,62 €	418,95 €	1.028,04 €
9	Umlenkrolle für Seil 8 mm	€ / Stk.	535,94 €	10	53,59 €	9,23 €	16,08 €	78,91 €
10	Stahlseil	€ / m	9,19 €	10	0,92 €	0,16 €	0,28 €	1,35 €
11	Faltschieber 1,50 bis 3 m Breite	€ / Stk.	2.866,50 €	10	286,65 €	49,39 €	86,00 €	422,04 €
12	Güllekanal; ohne Abdeckung, mit Erdarbeiten	€ / m²	264,00 €	30	8,80 €	4,67 €	2,64 €	16,11 €
13	Spaltenboden aus Beton, mit verlegen	€ / m²	85,00 €	15	5,67 €	1,45 €	1,70 €	8,82 €
14	Sauberkeitsschicht 5 cm in Beton	€ / m²	13,50 €	30	0,45 €	0,24 €	0,14 €	0,82 €
15	Elektrische Kuhbürste	€ / Stk.	3.858,75 €	10	385,88 €	66,49 €	115,76 €	568,13 €
16	Klauenwanne	€ / Stk.	980,00 €	10	98,00 €	16,89 €	29,40 €	144,29 €
17	Triebwegbefestigung Spezial Kunststoffgittergewebe (500 m Länge, 3 Breite = 1.500 m²)	€ / Stk.	96.468,75 €	30	3.215,63 €	1.706,14 €	964,69 €	5.886,45 €
18	Weidezaun als Elektrozaun (ohne Gerät)	€ / m	5,50 €	10	0,55 €	0,09 €	0,17 €	0,81 €
19	2 V elt. Akku-Hütegerät 4,30 Joule	€ / Stk.	508,38 €	10	50,84 €	8,76 €	15,25 €	74,85 €
20	Tränkewanne mit Schwimmer, 2 m für ca. 25 Tiere	€ / Stk.	612,50 €	10	61,25 €	10,55 €	18,38 €	90,18 €

Quelle: HEIDENREICH, 2010, Nr. 3: 9; ACHILLES et al., 2020, Nr. 1, 2: 489; Nr. 16: 137; ALB HESSEN, 2021/2022, Nr. 4-6: 107; Nr. 8-11: 131; Nr. 12: 109; Nr. 13: 108; Nr. 14: 61; Nr. 15: 120; Nr. 17-18: 50; Nr. 19: 58; Nr. 20: 106 ; BAYWA, 2023, Nr. 3; SULZBERGER, 2023, Nr. 7; eigene Berechnungen

Zu den dargestellten Maßnahmen in Tab. 42 wurden die Personalkosten (AEK) je Tier auf Basis des Arbeitszeitbedarfs (Akh[41]) kalkuliert (Tab. 43; Nr. 21 bis 33).

Tabelle 43: Personalkosten zur Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls

Lfd. Nr.	Maßnahme	Akh	AEK	Einheit
21	Hochbox; Einstreuen	0,33	7,00 €	€ / Tier p.a.
22	Tiefbox; Beladen; Mischen	0,17	3,50 €	€ / Tier p.a.
23	Tiefbox; Einstreuen	0,17	3,50 €	€ / Tier p.a.
24	Tiefbox; Liegeboxenpflege	4,08	85,75 €	€ / Tier p.a.
25	Rautenmuster rillieren		10,00	€ / m²
26	Abbrucharbeiten durchführen		51,00	€ / m²
27	1x Klauenpflege		25,00	€ / Tier
28	jährliche Unterhaltkosten pro Tierplatz (Instandhaltung)		0,47 €	€ / TP p.a.
29	Aufbau halbstationärer Weidezaun	0,01	0,13 €	€ / m
30	Weidegang, Entfernung 500 m zum Stall; 1 täglicher. Austrieb 2 Ak	0,01	0,20 €	€ / Tier
31	tägliche Wasserversorgung auf der Weide	0,00	0,08 €	€ / Tier
32	Tränkebecken wöchentlich reinigen	0,0003	0,01 €	€ / Tier
33	Zaunkontrolle	18,90	396,90 €	€ p.a.
34	Verwaltung, Weidetagebuch	0,20 - 0,47	4,12 € - 9,87 €	€ / Tier p.a.

Quelle: HEIDENREICH, 2010, Nr. 21 bis 24: 9; ACHILLES et al., 2020, Nr. 27: 515; Nr. 28: 529; Nr. 29: 498; Nr. 30-32: 523; Nr. 33: 495; Nr. 34: 722; ALB HESSEN, 2021/2022, Nr. 25: 108; Nr. 26: 60; eigene Berechnungen

Nachfolgend werden die Maßnahmen (Tab. 42; Nr. 1 bis 20) zusammen mit den dazugehörigen Aufwendungen (Tab. 43; Nr. 21 bis 33) beschrieben. Im Liegebereich wurden die durchschnittlichen jährlichen Kosten für zusätzliches Einstreumaterial, die Erneuerung der Liegeflächenoberfläche und den Umbau bestehender Liegeboxen zu Tiefliegeboxen kalkuliert (Nr. 1 bis 7). Weiterhin wurden die Personalkosten für die Vorbereitung des Einstreumaterials, das Einstreuen der Liegeflächen und die Liegeboxenpflege berechnet (Nr. 21 bis 24). Für Umbauten im Liegebereich wie die Verlängerung der Liegeflächen und den Austausch vorhandener Liegeboxen wurden die Kosten für Beton- und Abrissarbeiten sowie die Erneuerung technischer Anlagen zur Reinigung des Laufbereiches kalkuliert (Nr. 8 bis 14; 26). Zur Berechnung der Aufwendungen für einfache Umbaumaßnahmen wie die Verbreiterung der Liegefläche durch Neuausrichtung der seitlichen Liegeboxenabtrennung, wurde der Richtwert für den jährlichen Instandhaltungsaufwand je Tier zu Grunde gelegt (Nr. 28). Als einzelne Sanierungsmaßnahme für den Laufbereich wurden die Kosten zur Bearbeitung der Laufflächenoberfläche verwendet (Nr. 25). Weiterhin wurden anknüpfend an die Investition in eine Klauenwanne, Aufwendungen für die einmalige Klauenpflege je Tier mitberücksichtigt (Nr. 27). Neben den

[41] Arbeitskraftstunde.

Maßnahmen zur Instandsetzung bzw. zum Umbau der Stallungen wurden die Kosten für die Durchführung eines täglichen Weideganges berechnet. Diese umfassen Aufwendungen für den Bau und Betrieb der Triebwegbefestigung, die Einzäunung der Weideflächen und die Ausstattung der Weide mit Tränkebecken (Nr. 17 bis 20). Sowie die Kosten für den Aus- und Eintrieb der Tiere, die tägliche Wasserversorgung, wöchentliche Reinigung der Tränkebecken und den jährlichen Aufwand zur Zaunkontrolle (Nr. 29 bis 34). Zur Berücksichtigung von Aufwendungen für die Verwaltung und Dokumentation des Weideganges z.B. in Form eines Weidetagebuchs wurden zusätzliche Arbeitszeitbedarfe genutzt (Nr. 34) (ACHILLES et al., 2020: 722). Zur Kalkulation von tieranzahlabhängigen Arbeitszeitansprüchen wurden dazu interpoliert Werte verwendet.

Die beschriebenen Maßnahmen wurden zur Berechnung der monetären Aufwendungen zur Verbesserung des Tierwohls in kurz- und mittelfristige Maßnahmen unterteilt.

Als kurzfristige Maßnahmen werden die Neuausrichtung der seitlichen Liegeboxenbügel zur Vergrößerung der Liegefläche, Verlängerung der Liegefläche, Erhöhung der Kotstufe, Austausch von Liegematten in Hochboxen, zusätzliche Einstreu auf der Liegefläche, die Sanierung der Laufflächenoberfläche (rillieren der Lauffläche), Erhöhung der oberen Abgrenzung im Fressbereich sowie Maßnahmen zur Klauenpflege und die Installation von Kuhputzbürsten betrachtet. Mittelfristige Maßnahmen erfordern umfangreiche Umbaumaßnahmen im Liege- und Laufbereich. Diese beinhalten den Abriss der vorhandenen Liegeboxen, damit Umbaumaßnahmen im Laufbereich und den Einbau von Tiefliegeboxen sowie neuer Liegeboxenabtrennungen. Für Umbaumaßnahmen im Liegebereich die mit einer Verbreiterung der bestehenden Liegefläche einhergehen (kurzfristig: Neuausrichtung der seitlichen Liegeboxenbügel auf 117,50 cm; mittelfristig: Umbau der bestehenden Liegeboxen auf eine Breite von 125 cm)[42] wurde von einer Reduzierung der insgesamt zur Verfügung stehenden Liegeboxen in der Erfassungsgruppe ausgegangen und eine neue Tieranzahl für ein Tier : Liegeboxen Verhältnis von 1:1 berechnet. Neben den Aufwendungen für die kurz- und mittelfristig umsetzbaren Maßnahmen wurden die Kosten für die Durchführung eines einmal täglichen Weideganges kalkuliert. Die Kosten für kurz- und mittelfristige Maßnahmen sowie die Aufwendungen für die Weide wurden in EUR pro Tier, EUR pro kg energiekorrigierte Milch[43] und Kosten in % vom Milchpreis

[42] Zur Verbreiterung der Liegefläche wurde als kurzfristige Maßnahme ein Mittelwert der empfohlenen Breiten von Hoch- und Tiefboxen verwendet (117,50 cm) (vgl. Kap. 4.2.4). Mittelfristig wurde der Austausch alter Liegeboxen angenommen, hierzu wurde das Einbaumaß einer neuen Tiefbox als Referenzwert (125 cm) für die Breite der Liegefläche genutzt (ALB HESSEN, 2021/2022: 107).
[43] Die durchschnittlichen Milchleistungen der Betriebe wurden mit Hilfe des Betriebsfragenbogens für das Jahr 2017 ermittelt.

dargestellt. Die kalkulieren Aufwendungen zur Verbesserung des Tierwohls wurden dabei jeweils auf die neu errechnete Anzahl von Tieren in der Erfassungsgruppe bezogen.

Neben dem Investitionsbedarf für den Umbau alter Stallungen wurden die jährlichen Kosten (DKapp) für den Neubau eines Boxenlaufstalles mit der dazu gehörigen Stallausstattung im Liege- und Fressbereich sowie Gülletechnik für unterschiedliche Betriebsgrößen (237 Kühe, 408 Kühe, 624 Kühe) kalkuliert (Nr. 21 bis 29) (ALB HESSEN, 2021/2022: 19–20). Für den Neubau des Stalles mit der Gebäudehülle, Stallboden, Gülletechnik sowie einer Lagerstätte für Fest- und Flüssigmist wurde eine Nutzungsdauer von N = 30 Jahren angenommen (Nr. 21 bis 23, 27 bis 29). Die Abschreibungsdauer für die Stallausstattung im Fressbereich mit einer Krippe und Tränketechnik beträgt N = 10 Jahre (Nr. 24 bis 26). Zur Berücksichtigung von Montagekosten wurde weiterhin mit zusätzlichen Aufwendungen von 22,50 % des Anschaffungswertes (AW) gerechnet (ebenda: 13) (Tab. 44).

Tabelle 44: Neubau eines Boxenlaufstalls (Stallhülle, Stallboden, Stallausstattung, Ausstattung im Fressbereich, Gülletechnik) und durchschnittlichen Kosten bestehend aus Kapitalkosten und Betriebskosten

Lfd. Nr.	Maßnahme		AW	N	AfA	Zinskosten	BK_t	DK_{app}
21	Stall mit Fußboden, Gebäudehülle, Stalleinrichtung (237 Kühe)	€ / TP	5.856,00 €	30	195,20 €	103,57 €	58,56 €	357,33 €
22	Stall mit Fußboden, Gebäudehülle, Stalleinrichtung (408 Kühe)	€ / TP	5.636,40 €	30	187,88 €	99,68 €	56,36 €	343,93 €
23	Stall mit Fußboden, Gebäudehülle, Stalleinrichtung (624 Kühe)	€ / TP	4.745,80 €	30	158,19 €	83,93 €	47,46 €	289,59 €
24	Fressbereich mit Krippen und Tränken (237 Kühe)	€ / TP	134,20 €	10	13,42 €	2,31 €	4,03 €	19,76 €
25	Fressbereich mit Krippen und Tränken (408 Kühe)	€ / TP	67,10 €	10	6,71 €	1,16 €	2,01 €	9,88 €
26	Fressbereich mit Krippen und Tränken (624 Kühe)	€ / TP	54,90 €	10	5,49 €	0,95 €	1,65 €	8,08 €
27	Gülletechnik mit Schieberanlage, Mist- und Güllelager (237 Kühe)	€ / TP	1.390,80 €	30	46,36 €	24,60 €	13,91 €	84,87 €
28	Gülletechnik mit Schieberanlage, Mist- und Güllelager (408 Kühe)	€ / TP	1.146,80 €	30	38,23 €	20,28 €	11,47 €	69,98 €
29	Gülletechnik mit Schieberanlage, Mist- und Güllelager (624 Kühe)	€ / TP	1.030,90 €	30	34,36 €	18,23 €	10,31 €	62,90 €

Quelle: ALB HESSEN, 2021/2022: 19–20, Anm.: AW = Mittelwerte der angegebenen Preisspannen; eigene Berechnungen

Zur Darstellung der Auswirkungen zusätzlicher kurz- und mittelfristiger Maßnahmen auf die Produktionskosten für den Betriebszweig Milchproduktion wurde eine Vollkostenrechnung durchgeführt und anhand der Untersuchungsgruppen (< 300 Tiere; II 300 bis 599 Tiere; III 600 bis 900 Tiere; IV > 900 Tiere) ausgewertet. Die dazu verwendeten Materialien und Methoden werden im Anschluss beschrieben.

4.4.2 Vollkostenrechnung

In der Vollkostenrechnung wurden Stückleistungen und Stückgewinn nach der Investition in Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohl (kurzfristige Maßnahmen; mittelfristige Maßnahmen; Weidegang) ermittelt. Dazu wurden die in der Untersuchung kalkulierten durchschnittlichen jährlichen Kosten zum Tierwohl (b) genutzt und durch Kalkulationsdaten wie Direktkosten (c), Arbeitserledigungskosten (d) und Aufwendungen für Gebäude, Ausrüstung und die Berufsgenossenschaft (e) aus der digitalen Datensammlung für die betriebswirtschaftliche Bewertung landwirtschaftlicher Produktionsverfahren im Land Brandenburg ergänzt (HANFF und LAU, 2022). In der Berechnung wurden die durchschnittlichen Milchleistungen der Untersuchungsbetriebe im Jahr 2017 (Datensatz D_1; N = 28) und der mittlere Milchpreis von 2014 bis 2023 in Höhe von 0,3622 EUR pro kg Milch verwendet (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2023). Ein Teil der Direktkosten (Tierarzt / Medikamente; Reproduktion; Energie, Wasser, Brennstoffe; Grundfutter; Kraftfutter; Mineralfutter) wurde im Ausgangsdatensatz als milchleistungsabhängige Variablen beschrieben. Wobei von einem Anstieg der Direktkosten und Arbeitserledigungskosten mit steigender Milchleistung in vier Milchleistungsklassen (8.000 bis 11.000 kg energiekorrigierte Milch pro Kuh) ausgegangen wurde (HANFF und LAU, 2021: 120) . Zur Durchführung der Vollkostenberechnung wurde dieser Zusammenhang übernommen und die milchleistungsabhängigen Variablen in Microsoft Excel Version 2306 interpoliert (MICROSOFT, 2022). Die verbleibenden Variablen wurden als milchleistungsunabhängig (fest) betrachtet. Weiterhin wurden zur Berechnung der zusätzlichen Kosten (e) Veränderungen der Tieranzahl in der Erfassungsgruppe berücksichtigt. Dazu wurden die zusätzlichen Kosten in Prozent je Tier kalkuliert und die Summe korrigiert. Mit Hilfe der einzelnen Kostenpositionen wurden die Stückkosten (f) und ein Stückgewinn (g) in EUR pro kg ECM kalkuliert. Zur Berechnung der Arbeitserledigungskosten wurde ein Kalkulationswert von 21 Euro je Arbeitskraftstunde verwendet (ACHILLES et al., 2020: 720). Schematisch stellt sich die Aufteilung der Vollkostenberechnung mit festen und variablen Größen wie folgt dar (Tab. 45).

Tabelle 45: Schema zur Vollkostenberechnung

Nr.	Kostenart		fest	milchleistungs-abhängig
1	(a) Leistung	Milchleistung, kg ECM p.a.	X	
2		Erlös Altkuh	X	
3		Erlös Kalb	X	
4	(b) Erhöhung der Kosten für Tierwohls	kurzfristige Maßnahmen (Reparaturen; Haltungsmanagement)	X	
5		mittelfristige Maßnahmen (Umbauten im Liege- u. Laufbereich)	X	
6		Weidegang	X	
7	(c) Direktkosten	Bestandsergänzung	X	
8		Tierarzt / Medikamente		X
9		Reproduktion		X
10		Energie, Wasser, Brennstoffe		X
11		sonstiges	X	
12		Einstreu	X	
13		Grundfutter		X
14		Kraftfutter		X
15		Milchaustauscher	X	
16		Mineralfutter, sonstige Futtermittel und Futtermittelzusätze		X
17	(d) Arbeitserledigungskosten	mobile Technik (variable + feste Kosten)		X
18		kalkulatorischer Zinsansatz		X
19		Lohn		X
20	(e) weitere Kosten	Berufsgenossenschaft	X	
21		Gebäude und Ausrüstung (AfA, Zinsanspruch, Reparaturkosten, Versicherungskosten)	X	
22	(f) Stückkosten[44]	Tierwohl (b) + Direktkosten (c) + Arbeitserledigungskosten (d) + weitere Kosten (e)		
23	(g) Stückgewinn[45]	Leistung (a) – Stückkosten (f)		

Quelle: HANFF und LAU, 2022; Milchproduktion in Stallhaltung Nr. 2, 3, 7 bis 21; eigene Darstellung

Im folgenden Abschnitt der Arbeit werden die Ergebnisse der statistischen Analysen vorgestellt und erläutert. Eingangs werden die Resultate der Modellberechnungen für die einzelnen Untersuchungsbereiche Liegezeit, Technopathien, Verschmutzungen aufgeführt und am Ende des Kapitels zusammengefasst. Danach werden die Entscheidungsbaum-Modelle vorgestellt und inhaltlich beschrieben.

[44] Stückkosten, weiterhin bezeichnet als Einzelkosten.
[45] Stückgewinn, weiterhin bezeichnet als Einzelkostenfreie Leistung.

5 Ergebnisse der Modellberechnungen

In den Berechnungen der Mehr-Ebenen-Modelle (I) lineares gemischtes Modell und (II) verallgemeinerte Schätzgleichungen wurde der p-Wert zur Interpretation der berechneten Modelleffekte verwendet. Zur Einordnung der Irrtumswahrscheinlichkeit wurde ein Signifikanzniveau von 5 % bzw. $\alpha = 0{,}05$ gewählt (vgl. BACKHAUS et al., 2011: 100). Die signifikanten (s) – p-Wert $< \alpha$ – und nicht signifikanten Effekte (n. s.) – p-Wert $\geq \alpha$ – werden in den Ergebnistabellen gekennzeichnet. Zur eingrenzenden Darstellung der Berechnungsergebnisse wird ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0{,}10$ als Grenzwert gewählt. Insgesamt werden im Datensatz D_1 und D_2 110 Effekte innerhalb des Grenzwertes identifiziert. Höhere Werte sind aus der Darstellung ausgeschlossen.

In den nachfolgenden Ausführungen werden zuvorderst die Ergebnisse der Modellberechnungen vorgestellt und mit Hilfe des Regressionskoeffizienten (Modell I - II) und dem p-Wert beschrieben. Die Effekte sind jeweils mit einer laufenden Nummerierung gekennzeichnet. Zum Tierverhalten sind 57 Effekte (Nr. 1 bis 57) in der Teilstichprobe D_2 dokumentiert. Für die Kategorie Technopathien und Verschmutzungen werden 19 Effekte (Nr. 58 bis 76) bzw. 34 Effekte (Nr. 77 bis 110) in Datensatz D_1 erfasst. Begleitend wurden dabei für die dichotomen Variablen Kreuztabellen und für metrische und dichotome Variablen Mittelwertvergleiche genutzt.

5.1 Ergebnisse der Mehr-Ebenen-Modelle

5.1.1 Temperature-Humidity-Index

Zur Feststellung von Verhaltensveränderungen aufgrund von Temperatur und Luftfeuchteeinflüssen wurden die standortspezifischen Mittelwerte des THI für die im Untersuchungszeitraum durchgeführten Pedometermessungen verwendet. Zur Berechnung der Effekte wurde das Modell II mit den Variablen Gesamtliegezeit, Liegeperioden, Schritte pro Tag (a) und dem THI (b) genutzt. Insgesamt konnten 9 signifikante Effekte (c) dokumentiert werden (Tab. 46).

In Datensatz D_2 wurden für 27 Tiere bzw. 4,30 % der Teilstichprobe Überschreitungen des mittleren THI von 68 um + 2 THI-Punkte auf 69,97 festgestellt. Für 605 Tiere bzw. 95,70 % lag der THI im Durchschnitt unterhalb von 68 THI-Punkten. In den durchgeführten Messungen wurden für Tiere bei denen eine Überschreitung des verwendeten THI-Grenzwertes (≥ 68) festzustellen war folgende Zusammenhänge dokumentiert. Wie erwartet nahmen die Gesamtliegezeiten unter dem Normbereich zu und die Gesamtliegezeiten im Normbereich nahmen ab

(lfd. Nr. 1, 2). Eine vergleichbare Entwicklung konnte für die Dauer und die Anzahl der Liegeperioden festgestellt werden. Die Liegeperiodenlänge- und -anzahl nahmen im Normbereich ab und unter dem Normbereich zu (lfd. Nr. 4 bis 7). Darüber hinaus konnte eine Verminderung der Liegeperiodenanzahl und der Gesamtliegezeiten über dem Normbereich festgestellt werden (lfd. Nr. 3, 8). Für die Anzahl der Schritte pro Tag wurde eine Zunahme der Schrittanzahl erfasst (lfd. Nr. 9).

Tabelle 46: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variablen Gesamtliegezeit, Liegeperioden und Schritte pro Tag (a) in Zusammenhang mit dem Temperature-Humidity-Index (b) in Modell II, Teilstichprobe D_2 (n = 632)

lfd. Nr	abhängige Variablen (a)		Grenzwert (Gw)		unabhängige Variablen (b) THI-Mittelwert ≥ 68: nein (< 68 THI-Punkte)	unabhängige Variablen (b) THI-Mittelwert ≥ 68: ja (≥ 68 THI-Punkte)	Parameterschätzer (c): Regressionskoeffizient B	Parameterschätzer (c): p-Wert	Parameterschätzer (c): s. bei (α=0,05)
1	Gesamtliegezeit pro Tag	unter der Norm	< 12 h	nein	46,80 % (n = 283)	22,20 % (n = 6)	1,12	<0,001	s.
				ja	53,20 % (n = 322)	77,80 % (n = 21)			
2		in der Norm	12 bis 14 h	nein	65,00 % (n = 393)	81,50 % (n = 22)	-0,86	<0,001	s.
				ja	35,00 % (n = 212)	18,50 % (n = 5)			
3		über der Norm	> 14 h	nein	88,30 % (n = 534)	96,30 % (n = 26)	-1,24	<,001	s.
				ja	11,70 % (n = 71)	3,70 % (n = 1)			
4	Liegeperiodenlänge	unter der Norm	< 50 Min	nein	89,40 % (n = 541)	81,50 % (n = 22)	0,65	<0,001	s.
				ja	10,60 % (n = 64)	18,50 % (n = 5)			
5		in der Norm	50 bis 120 Min	nein	14,70 % (n = 89)	18,50 % (n = 5)	-0,28	0,032	s.
				ja	85,30 % (n = 516)	81,50 % (n = 22)			
6	Anzahl Liegeperioden pro Tag	unter der Norm	< 11	nein	35,20 % (n = 213)	22,20 % (n = 6)	0,64	<0,001	s.
				ja	64,80 % (n = 392)	77,80 % (n = 21)			
7		in der Norm	11 bis 12	nein	87,80 % (n = 531)	92,60 % (n = 25)	-0,56	<0,001	s.
				ja	12,20 % (n = 74)	7,40 % (n = 2)			
8		über der Norm	> 12	nein	77,00 % (n = 466)	85,20 % (n = 23)	-0,54	<0,001	s.
				ja	23,00 % (n = 139)	14,80 % (n = 4)			
9	Anzahl Schritte pro Tag	Anzahl Schritte pro Tag	> 1.909 Schritte	nein	50,60 % (n = 306)	37,00 % (n = 10)	0,55	0,003	s.
				ja	49,40 % (n = 299)	63,00 % (n = 17)			

Quelle: COOK et al., 2004: 2917, Gw (a) lfd. Nr. 4, 5; DRISSLER et al., 2005: 2386, Gw (a) lfd. Nr. 6 bis 8; LUTZ, 2000: 28, Gw (a) lfd. Nr. 1 bis 3; FREGONESI et al., 2007a: 3351, Gw (a) lfd. Nr. 1 bis 3; ZIMBELMAN et al., 2009: 166, Gw (b); COOK et al., 2007: 1674, Gw (b); Anm.: (a, b) dichotome Variablen; s. = signifikant; n. s. = nicht signifikant; eigene Berechnungen, Gw (a) lfd. Nr. 9, (c)

Als Nächstes wird der Einfluss von Variablen aus dem Bereich Haltungsumwelt und Technopathien auf das Liegeverhalten und die Aktivität im Stall beschrieben.

5.1.2 Gesamtliegezeit

In der Analyse auf Zusammenhänge zwischen der Gesamtliegezeit, der Haltungsumwelt und Technopathien wurden mit Hilfe der Modelle (I, II) insgesamt 14 Effekte erfasst (Tab. 47 bis 49). In Modell I wurde die Gesamtliegezeit (a) mit der Haltungsumwelt (b) verglichen. Dabei wurden 2 Effekte (c) dokumentiert und davon 1 Effekt als signifikant eingeschätzt (Tab. 47).

Als Einflussgröße auf die Gesamtliegezeit (a) wurde die Breite der Liegefläche als signifikant bewertet (lfd. Nr. 10). In Stallungen, in denen die durchschnittliche Breite der Liegeflächen als zu gering erfasst wurde (< 117,50 cm), war die Gesamtliegezeit mit 11,53 h im Durchschnitt geringer als in Stallungen mit einer größeren Liegeboxenbreite (≥ 117,50 cm) mit 12,71 h Gesamtliegezeit. Die Variable Anzahl der Tiere in der Erfassungsgruppe wurde als nicht signifikant bewertet (lfd. Nr. 11).

Tabelle 47: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable Gesamtliegezeit (a) in Zusammenhang mit Betriebscharakteristiken der Haltungsumwelt (b) in Modell I, Teilstichprobe D_2 (n = 632)

lfd. Nr.	abhängige Variable (a)	unabhängige Variablen (b)					Schätzung fester Parameter (c)		
			Grenzwert (α = 0,10)	nein	ja	Skalierung	Regressions-koeffizient	p-Wert	s. bei α = 0,05
10	Gesamtliegezeit pro Tag	Liegebox, Breite der Liegefläche zu schmal	< 117,50 cm	12,71 h (n = 37)	11,53 h (n = 595)	dichotom	1,10	0,029	s.
11		Erfassungsgruppe, Anzahl Tiere	> 95 Tiere	11,37 h (n = 333)	11,86 h (n = 299)		-0,43	0,094	n. s.

Quelle: Anm.: (a) metrische Variable; s. = signifikant; n. s. = nicht signifikant; eigene Berechnungen, Gw (b) lfd. Nr. 10, 11, (c)

In Modell II wurde die Gesamtliegezeit (a) mit der Haltungsumwelt (b) verglichen. Insgesamt wurden 8 Effekte (c) erfasst und davon 7 Effekte als signifikant eingeschätzt (Tab. 48).

Für die Gesamtliegezeit unter dem Normbereich wurden 3 Effekte untersucht. In Stallungen, in denen die Häufigkeit der täglichen Futtervorlage über dem Median der Stichprobe lag (> 2x täglich), war der relative Anteil von Tieren mit Gesamtliegezeiten unter dem Normbereich größer als in Stallungen mit einem geringerem Fütterungsintervall (lfd. Nr. 12).

In Ställen, in denen die Breite der Liegeflächen als zu gering eingeschätzt wurde (< 117,50 cm), war der Anteil von Tieren mit Gesamtliegezeiten unter dem Normbereich mit 56 % größer als in Stallungen mit ausreichend dimensionierter Liegeboxenbreite (≥ 117,50 cm) und 27 % Gesamtliegezeiten unter dem Normbereich (lfd. Nr. 13).

Für die Variable Lahmheit in der Erfassungsgruppe konnte kein signifikanter Effekt nachgewiesen werden (lfd. Nr. 14). Mit Blick auf die Gesamtliegezeiten im Normbereich wurden 5 signifikante Effekte festgestellt.

In Betrieben, in denen die durchschnittliche jährliche Milchleistung über dem Median der Teilstichprobe D_2 (> 9.578 kg ECM) lag, war der Anteil von Tieren mit Gesamtliegezeiten im Normbereich mit 30 % niedriger als in Betrieben mit einer Milchleistung unterhalb des Medians und 40,40 % Gesamtliegezeiten im Normbereich (lfd. Nr. 15).

In Stallungen mit mehr als 2x täglicher Fütterung war der Anteil von Tieren mit Gesamtliegezeiten im Normbereich mit 30,30 % niedriger als in Stallungen mit geringerem Fütterungsintervall und 41,50 % Gesamtliegezeiten im Normbereich (lfd. Nr. 16).

Als weitere Einflussgrößen auf die Gesamtliegezeit im Normbereich wurden die Variablen Melkhäufigkeit und Breite der Liegefläche erfasst. In Betrieben, in denen mehr als 2x täglich gemolken wurde, war der Anteil von Tieren mit Gesamtliegezeiten im Normbereich mit 29,80 % niedriger als in Betrieben mit 2x täglicher Melkung und 39,20 % (lfd. Nr. 17). Für Stallungen, in denen die Breite der Liegeflächen als zu gering eingeschätzt wurde, war der Anteil von Tieren mit Gesamtliegezeiten im Normbereich mit 33,30 % niedriger als in Betrieben mit größerer Liegeboxenbreite (≥ 117,50 cm) und 51,40 % (lfd. Nr. 18). In Stallungen mit mindestens einer auffälligen Lahmheit in der Erfassungsgruppe wurde mit 27,50 % ein geringerer Anteil von Tieren mit Gesamtliegezeiten im Normbereich festgestellt als in Gruppen ohne Lahmheiten und 40,80 % (lfd. Nr. 19).

Tabelle 48: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable Gesamtliegezeit (a) in Zusammenhang mit Betriebscharakteristiken der Haltungsumwelt (b) in Modell II; Teilstichprobe D_2 (n = 632)

lfd. Nr.	abhängige Variablen (a)	Grenzwert (Gw)	unabhängige Variablen (b)	Grenzwert (α = 0,10)		zu (a) nein	zu (a) ja	Parameterschätzer (c) Regressionskoeffizient B	p-Wert	s. bei α = 0,05
12	Gesamtliegezeit pro Tag	unter Normbereich < 12 h	Futtervorlage, tägliche Häufigkeit	> 2 x	nein	53,30 % (n = 122)	46,70 % (n = 107)	0,48	0,046	s.
					ja	41,40 % (n = 167)	58,60 % (n = 236)			
13			Liegebox, Breite der Liegefläche zu schmal	< 117,50 cm	nein	73,00 % (n = 27)	27,00 % (n = 10)	1,23	<0,001	s.
					ja	44,00 % (n= 262)	56,00 % (n = 333)			
14			Lahmheit	ja / nein	nein	50,60 % (n= 165)	49,40 % (n = 161)	0,41	0,083	n. s.
					ja	40,50 % (n= 124)	59,50 % (n = 182)			
15		im Normbereich 12 bis 14 h	Milchleistung, ECM	> 9.578 kg	nein	59,60 % (n = 183)	40,40 % (n = 124)	-0,46	0,041	s.
					ja	70,00 % (n = 187)	30,00 % (n = 80)			
16			Futtervorlage, tägliche Häufigkeit	> 2 x	nein	58,50 % (n = 134)	41,50 % (n = 95)	-0,49	0,032	s.
					ja	69,70 % (n = 281)	30,30 % (n = 122)			
17			Melken, tägliche Häufigkeit	> 2 x	nein	60,80 % (n = 186)	39,20 % (n = 120)	-0,42	0,050	s.
					ja	70,20 % (n = 229)	29,80 % (n = 97)			
18			Liegebox, Breite der Liegefläche zu schmal	< 117,50 cm	nein	48,60 % (n = 18)	51,40 % (n = 19)	-0,75	0,046	s.
					ja	66,70 % (n = 397)	33,30 % (n = 198)			
19			Lahmheit	ja / nein	nein	59,20 % (n = 193)	40,80 % (n = 133)	-0,60	0,020	s.
					ja	72,50 % (n = 222)	27,50 % (n = 84)			

Quelle: LUTZ, 2000: 28, Gw (a); FREGONESI et al., 2007a: 3351, Gw (a); Anm.: (a, b) dichotome Variablen; s. = signifikant; n. s. = nicht signifikant; eigene Berechnungen, Gw (b) lfd. Nr. 12, 13, 15 bis 18, (c)

Zur Analyse von Technopathien (a) und der Gesamtliegezeit (b) wurden in Modell I[46] insgesamt 4 Effekte (c) dokumentiert. Davon wurden 3 Effekte als signifikant bewertet (Tab. 49).

Die Ausprägung von Technopathien an den Karpalgelenken stieg mit der Zunahme der Gesamtliegezeit an (lfd. Nr. 20). Ein weiterer Zusammenhang zeigte sich für die Gesamtliegezeit über dem Normbereich. Bei Tieren, bei denen Gesamtliegezeiten über dem Normbereich erfasst wurden, waren die Technopathien an den Karpalgelenken und an der Wirbelsäule mit 0,42 und 1,15 ausgeprägter als bei Tieren mit Gesamtliegezeiten von weniger als 14 Stunden mit 0,22 bei den Karpalgelenken bzw. 0,55 an der Wirbelsäule (lfd. Nr. 21, 23). Für Technopathien an den Tarsalgelenken konnte kein signifikanter Einfluss der Gesamtliegezeit nachgewiesen werden (lfd. Nr. 22).

[46] vgl. Kap. 4.3.

Tabelle 49: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable Technopathien (a) in Zusammenhang mit der Gesamtliegezeit (b) in Modell I, Teilstichprobe D_2 (n = 632)

lfd. Nr.	abhängige Variablen (a)		unabhängige Variablen (b)					Schätzung fester Parameter (c)		
				Grenzwert (α = 0,10)	nein	ja	Skalierung	Regressions-koeffizient	p-Wert	s. bei α = 0,05
20	Technopa-thien	Carpus	Gesamtliegezeit pro Tag	-			metrisch	0,02	0,002	s.
21		Carpus	Gesamtliegezeit pro Tag, über der Norm	> 14 h	0,22 (n = 560)	0,42 (n = 72)	dichotom	-0,20	0,007	s.
22		Tarsus			0,55 (n = 560)	0,71 (n = 72)		-0,18	0,059	n. s.
23		Wirbelsäule			0,66 (n = 560)	1,15 (n = 72)		-0,45	0,001	s.

Quelle: LUTZ, 2000: 28, Gw (b) lfd. Nr. 21 bis 23; FREGONESI et al., 2007a: 3351, Gw (b) lfd. Nr. 21 bis 23; Anm.: (a) metrische Variablen, entspricht Regressionskoeffizient; s. = signifikant; n. s. = nicht signifikant; eigene Berechnungen, (c)

5.1.3 Liegeperioden

Die Liegeperioden (a) wurden zusammen mit Variablen der Haltungsumwelt und Technopathien (b) in den Modellen (I, II) analysiert. In Modell II wurden insgesamt 7 Effekte (c) dokumentiert und davon 6 Effekte als signifikant eingeschätzt (Tab. 50).

In Ställen, in denen die Tiere in Hochboxen gehalten wurden, war der Anteil von Tieren mit einer Liegenperiodenlänge unter dem Normbereich mit 14,90 % größer als in Stallungen ohne Hochboxen mit 7,40 % (lfd. Nr. 24). Gleichzeitig war der Anteil von Tieren mit Liegeperiodenlängen im Normbereich geringer ausgeprägt (lfd. Nr. 25). Der Anteil von Tieren mit Liegeperiodenlängen über dem Normbereich war in Ställen, in denen die Tiere in Tiefboxen gehalten wurden, mit 4,60 % größer als in Stallungen ohne Tiefboxen mit 2,90 % (lfd. Nr. 26). In Stallungen, in denen die Anzahl der Tiere einer Erfassungsgruppe über dem Median der Teilstichprobe lag (> 95 Tiere), war der Anteil von Tieren mit Liegeperiodenlängen über der Norm mit 5,40 % höher als in Stallungen mit 95 bzw. weniger Tieren in der Erfassungsgruppe und 2,70 % (lfd. Nr. 27).

Für die Anzahl der Liegeperioden wurden 3 Effekte untersucht, 2 davon wurden mit signifikant bewertet. In Stallungen, in denen die Häufigkeit der täglichen Futtervorlage über dem Median lag (> 2x täglich), war die Anzahl der Liegeperioden unter dem Normbereich mit 69,70 % im Vergleich zu 57,60 % größer und über dem Normbereich mit 19,40 % zu 28,40 % geringer als in Stallungen mit geringerer Fütterungsintensität (lfd. Nr. 28, 30). Für die Variable Lahmheit in der Erfassungsgruppe konnte kein signifikanter Effekt nachgewiesen werden (lfd. Nr. 29).

Tabelle 50: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable Liegeperioden (a) in Zusammenhang mit Betriebscharakteristiken der Haltungsumwelt (b) in Modell II; Teilstichprobe D_2 (n = 632)

lfd. Nr.	abhängige Variablen (a)		Grenzwert (Gw)	unabhängige Variablen (b)	Grenzwert (Gw)		zu (a) nein	zu (a) ja	Parameterschätzer (c) Regressionskoeffizient B	p-Wert	s. bei α = 0,05
24	Liegeperiodenlänge	unter Normbereich	< 50 Min	Hochboxen im Liegebereich	ja / nein	nein	92,60 % (n = 312)	7,40 % (n = 25)			
						ja	85,10 % (n = 251)	14,90 % (n = 44)	0,78	0,008	s.
25		im Normbereich	50 bis 120 Min	Hochboxen im Liegebereich	ja / nein	nein	11,90 % (n = 40)	88,10 % (n = 297)			
						ja	18,30 % (n = 54)	81,70 % (n = 241)	-0,51	0,024	s.
26		über Normbereich	> 120 Min	Tiefboxen im Liegebereich	ja / nein	nein	97,10 % (n = 234)	2,90 % (n = 7)			
						ja	95,40 % (n = 373)	4,60 % (n = 18)	0,48	0,036	s.
27		über Normbereich	> 120 Min	Erfassungsgruppe, Anzahl Tiere	> 95	nein	97,30 % (n = 324)	2,70 % (n = 9)			
						ja	94,60 % (n = 283)	5,40 % (n = 16)	0,71	0,050	s.
28	Anzahl Liegeperioden	unter Normbereich	< 11	Futtervorlage, tägliche Häufigkeit	> 2 x	nein	42,40 % (n = 97)	57,60 % (n = 132)			
						ja	30,30 % (n = 122)	69,70 % (n = 281	0,53	0,017	s.
29		im Normbereich	11 bis 12	Lahmheit, ja / nein	ja / nein	nein	85,90 % (n = 280)	14,10 % (n = 46)			
						ja	90,20 % (n = 276)	9,80 % (n = 30)	-0,41	0,067	n. s.
30		über Normbereich	> 12	Futtervorlage, tägliche Häufigkeit	> 2 x	nein	71,60 % (n = 164)	28,40 % (n = 65)			
						ja	80,60 % (n = 325)	19,40 % (n = 78)	-0,50	0,033	s.

Quelle: COOK et al., 2004: 2917, Gw (a) lfd. Nr. 24 bis 27; DRISSLER et al., 2005: 2386, Gw (a) lfd. Nr. 28 bis 30; Anm.: (a, b) dichotome Variablen; s. = signifikant; n. s. = nicht signifikant; eigene Berechnungen, Gw (b) lfd. Nr. 27, 28, 30, (c)

In den weiteren Analysen zu Einflussfaktoren auf die Liegeperioden wurden die Technopathien auf signifikante Effekte in Modell I überprüft. Insgesamt wurden dabei 3 Effekte untersucht und als nicht signifikant bewertet (Tab. 51).

Tabelle 51: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable Technopathien im Bereich des Widerrists (a) in Zusammenhang mit den Liegeperioden (b) in Modell I, Teilstichprobe D_2 (n = 632)

lfd. Nr.	abhängige Variable (a)	unabhängige Variablen (b)					Schätzung fester Parameter (c)		
			Grenzwert (Gw)	nein	ja	Skalierung	Regressionskoeffizient	p-Wert	s. bei α = 0,05
31	Technopathien, Widerrist	Anzahl der Liegeperioden	-			metrisch	0,00	0,060	n. s.
32		Liegeperiodenlänge, unter der Norm	< 50 Min	0,28 (n = 563)	0,22 (n = 69)	dichotom	0,13	0,096	n. s.
33		Liegeperiodenlänge, in der Norm	50 bis 120 Min	0,21 (n = 94)	0,29 (n = 538)		-0,12	0,085	n. s.

Quelle: COOK et al., 2004: 2917, Gw (b) lfd. Nr. 32, 33; Anm.: (a) metrische Variablen, entspricht Regressionskoeffizient; s. = signifikant; n. s. = nicht signifikant; eigene Berechnungen, (c)

5.1.4 Anzahl Schritte pro Tag

In der Analyse der täglichen Schrittanzahl wurden Variablen aus den Bereichen Haltungsumwelt und Technopathien in den Modellen (I, II) betrachtet. In Modell I wurden dabei insgesamt 7 Effekte (c) dokumentiert und davon 6 Effekte als signifikant bewertet (Tab. 52).

Mit Zunahme der täglichen Laufflächenreinigung nahm die Anzahl der täglichen Schritte zu (lfd. Nr. 34). Darüber hinaus liefen Tiere in Ställen mit als „trittsicher“ eingeschätzten Laufflächen mit 2.062,47 Schritten pro Tag mehr als Tiere in Ställen mit nicht „trittsicher“ bewerteten Laufbereichen und 1.704,10 Schritte je Tag (lfd. Nr. 37). Neben diesen Effekten wurden weitere Einflussgrößen auf die tägliche Schrittanzahl dokumentiert. Tiere, die in Betrieben mit einer mittleren Milchleistung oberhalb des Medians des Teilstichprobe D_2 gehalten wurden (> 9.578 kg ECM), liefen mit 2.128,27 Schritten täglich mehr Schritte als Tiere aus Betrieben mit einer geringeren Milchleistung und 1.837,01 Schritten (lfd. Nr. 35).

In Ställen, in denen mehr als 2x täglich gemolken wurde, liefen die Tiere mit 2.088,12 Schritten täglich ebenfalls mehr als in Stallungen mit geringerer Melkhäufigkeit und 1.839,55 Schritten pro Tag (lfd. Nr. 38). Im Gegensatz dazu war die tägliche Schrittanzahl in Stallungen mit zu geringen Abmessungen der Boxen- und Fressgänge mit 1.825,51 Schritten niedriger als in Stallungen mit größeren Abmessungen in diesem Bereich und 2.107,34 Schritten pro Tag (lfd. Nr. 39, 40). Für die Häufigkeit der Futtervorlage (> 2x täglich) wurde kein signifikanter Effekt zur Anzahl der täglichen Schritte nachgewiesen (lfd. Nr. 36).

Tabelle 52: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable Anzahl Schritte pro Tag (a) in Zusammenhang mit Betriebscharakteristiken der Haltungsumwelt (b) in Modell I; Teilstichprobe D_2 (n = 632)

lfd. Nr.	abhängige Variable (a)	unabhängige Variablen (b)	Grenzwert (Gw)	nein	ja	Skalierung	Schätzung fester Parameter (c) Regressions-koeffizient	p-Wert	s. bei α = 0,05
34	Anzahl Schritte pro Tag	Laufflächenreinigung, tägliche Häufigkeit	-			metrisch	10,29	0,049	s.
35		Milchleistung, ECM	> 9.578 kg	1.837,01 (n = 307)	2.128,27 (n = 267)	dichotom	-263,67	0,019	s.
36		Futtervorlage, tägliche Häufigkeit	> 2 x	1.834,44 (n = 229)	2.043,52 (n = 403)		-204,75	0,073	n. s.
37		Trittsicherheit im Laufbereich	ja / nein	1.704,10 (n = 167)	2.062,47 (n = 465)		-323,15	0,006	s.
38		Melken, tägliche Häufigkeit	> 2 x	1.839,55 (n = 306)	2.088,12 (n = 326)		-258,80	0,019	s.
39		Boxengang, Breite zu schmal	< 2,50 m	2.107,34 (n = 319)	1.825,51 (n = 313)		228,38	0,012	s.
40		Fressgang, Breite zu schmal	< 3,50 m	2.107,34 (n = 319)	1.825,51 (n = 313)		235,96	0,001	s.

Quelle: TIERSCHUTZLEITLINIE FÜR DIE MILCHKUHHALTUNG, 2007: 32, Gw (b) lfd. Nr. 39, 40; Anm.: (a) metrische Variable; s. = signifikant; n. s. = nicht signifikant; eigene Berechnungen, Gw (b) lfd. Nr. 35, 36, 38, (c)

In der weiteren Analyse von Einflussfaktoren auf die tägliche Schrittanzahl der Tiere (a) wurden die Variablen der Haltungsumwelt in Modell II[47] betrachtet. Dabei wurden 8 Effekte (c) dokumentiert und davon 6 Effekte als signifikant bewertet (Tab. 53).

In Betrieben, in denen die durchschnittliche jährliche Milchleistung über dem Median der Teilstichprobe D_2 lag (> 9.578 kg ECM), war der Anteil von Tieren mit weniger als 1.909 Schritten pro Tag mit 38,60 % geringer als in Betrieben mit einer Milchleistung unterhalb des Medians und 58 % (lfd. Nr. 41). In Betrieben, in denen mehr als 2x täglich gefüttert bzw. gemolken wurde, war der Anteil von Tieren mit weniger als 1.909 Schritten pro Tag mit 43,40 % bzw. 40,80 % niedriger als in Betrieben mit einer geringeren Häufigkeit (≤ 2x täglich) für Futtervorlage und Melkung mit 61,60 % bzw. 59,80 % (lfd. Nr. 42, 44).

Ein weiterer Effekt wurde für die Trittsicherheit im Laufbereich erfasst. In Laufbereichen, die als „trittsicher“ bewertet wurden, war der Anteil von Tieren mit einer Schrittanzahl unterhalb des Medians mit 42,20 % geringer ausgeprägt als in Stallungen mit nicht „trittsicher“ bewerteten Laufbereichen und einem Anteil von 71,90 % (lfd. Nr. 43). Tiere in Stallungen mit trittsicheren Laufbereichen liefen damit mehr Schritte als Tiere, die in Stallungen mit trittunsicheren Laufbereichen gehalten wurden.

Für die Abmessung der Breite in den Lauf- und Fressbereichen zeigte sich folgender Zusammenhang. In Stallungen, in denen die Lauf- und Fressbereiche mit weniger als 2,50 bzw. 3,50 m Breite als zu schmal bewertet wurden, war der Anteil von Tieren mit weniger als 1.909 Schritten je Tag mit 61 % größer als in Stallungen mit breiteren Abmessungen in diesem Bereich und einem Anteil 39,20 % (lfd. Nr. 45, 46). Für den Einfluss der Oberflächenbeschaffenheit (planbefestigt / perforiert) wurde kein signifikanter Effekt nachgewiesen (lfd. Nr. 47, 48).

[47] vgl. Kap. 4.3.

Tabelle 53: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable Anzahl Schritte pro Tag (a) in Zusammenhang mit Betriebscharakteristiken der Haltungsumwelt (b) in Modell II, Teilstichprobe D_2 (n = 632)

lfd. Nr.	abhängige Variable (a) Grenzwert (Gw)	unabhängige Variablen (b)	Grenzwert (Gw)		zu (a) nein	zu (a) ja	Parameterschätzer (c) Regressionskoeffizient B	p-Wert	s. bei α = 0,05
41	Schritte pro Tag (< 1.900 Schritte)	Milchleistung, ECM	> 9.578 kg	nein	42,00 % (n = 129)	58,00 % (n = 178)	-0,79	0,018	s.
				ja	61,40 % (n = 164)	38,60 % (n = 103)			
42		Futtervorlage, tägliche Häufigkeit	> 2 x	nein	38,40 % (n = 88)	61,60 % (n = 141)	-0,74	0,047	s.
				ja	56,60 % (n = 228)	43,40 % (n = 175)			
43		Trittsicherheit im Laufbereich	ja / nein	nein	28,10 % (n = 47)	71,90 % (n = 120)	-1,25	0,001	s.
				ja	57,80 % (n = 269)	42,20 % (n = 196)			
44		Melken, tägliche Häufigkeit	> 2 x	nein	40,20 % (n = 123)	59,80 % (n = 183)	-0,77	0,026	s.
				ja	59,20 % (n = 193)	40,80 % (n = 133)			
45		Boxengang, Breite zu schmal	< 2,50 m	nein	60,80 % (n = 194)	39,20 % (n = 125)	0,80	0,013	s.
				ja	39,00 % (n = 122)	61,00 % (n = 191)			
46		Fressgang, Breite zu schmal	< 3,50 m	nein	60,80 % (n = 194)	39,20 % (n = 125)	0,95	0,001	s.
				ja	39,00 % (n = 122)	61,00 % (n = 191)			
47		Bodengestaltung Futtergang, plan	ja / nein	nein	41,40 % (n = 116)	58,60 % (n = 164)	-0,62	0,060	n. s.
				ja	56,80 % (n = 200)	43,20 % (n = 152)			
48		Bodengestaltung Laufgang, plan	ja / nein	nein	41,40 % (n = 116	58,60 % (n = 164	-0,62	0,060	n. s.
				ja	56,80 % (n = 200	43,20 % (n = 152			

Quelle: TIERSCHUTZLEITLINIE FÜR DIE MILCHKUHHALTUNG, 2007: 32, Gw (b) lfd. Nr. 45, 46; Anm.: (a, b) dichotome Variablen; s. = signifikant; n. s. = nicht signifikant; eigene Berechnungen, Gw (a), Gw (b) lfd. Nr. 41, 42, 44, (c)

Der Zusammenhang zwischen Technopathien (a) und der Schrittanzahl (b) wurde in Modell I analysiert. Dabei wurden 6 Effekte (c) dokumentiert und davon 5 Effekte als signifikant eingeschätzt (Tab. 54).

Für die metrischen Variablen zeigte sich, je weniger Schritte von den Tieren gelaufen wurden, desto ausgeprägter waren die festgestellten Technopathien an den Karpal-, Knie- und Tarsalgelenken (lfd. Nr. 49 bis 51). Bei Tieren, die im Durchschnitt des Untersuchungszeitraumes mehr als 1.909 Schritte pro Tag gelaufen sind, war die Intensität von Technopathien an den Knie- und Tarsalgelenken geringer ausgeprägt als bei Tieren mit weniger als 1.909 Schritten pro Tag (lfd. Nr. 53, 54). Zwischen der dichotomen Variable Technopathien an den Karpalgelenken und der Schrittanzahl konnte kein signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden (lfd. Nr. 52).

Tabelle 54: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable Technopathien an den Karpal-, Tarsal- und Kniegelenken (a) in Zusammenhang mit Anzahl Schritte pro Tag (b) in Modell I, Teilstichprobe D_2 (n = 632)

lfd. Nr.	abhängige Variablen (a)		unabhängige Variablen (b)					Schätzung fester Parameter (c)		
			Grenzwert (Gw)		nein	ja	Skalierung	Regressionskoeffizient	p-Wert	s. bei α = 0,05
49	Technopathien	Carpus	Anzahl Schritte pro Tag	-			metrisch	0,00	0,007	s.
50		Knie		-				-4,8892 E-5	0,001	s.
51		Tarsus		-				0,00	<0,001	s.
52		Carpus		> 1.909 Schritte	0,28 (n = 316)	0,20 (n = 316)	dichotom	0,08	0,051	n. s.
53		Knie			0,13 (n = 316)	0,04 (n = 316)		0,05	0,043	s.
54		Tarsus			0,68 (n = 316)	0,46 (n = 316)		0,14	0,003	s.

Quelle: Anm.: (a) metrische Variablen; s. = signifikant; n. s. = nicht signifikant; eigene Berechnungen, Gw (b) lfd. Nr. 52 bis 54, (c)

Im Anschluss werden die in den Modellen (I, II) erfassten Zusammenhänge zwischen der Haltungsumwelt und dem äußeren Gesundheitszustand der Tiere beschrieben.

5.1.5 Technopathien

Die erfassten Technopathien wurden in Datensatz D_1 (N = 2.082) und der Teilstichprobe D_2 (n = 632) analysiert und in den Schadensklassen (S_{kl})[48] von 0 (unverletzt bzw. ohne besonderen Befund) bis 4 (Umfangsvermehrung offen) angegeben. Zu Beginn werden die Zusammenhänge zwischen dem äußerlich unverletzten Gesundheitszustand der Tiere und der Ausprägung von Liegezeiten und Schritten pro Tag für die Teilstichprobe D_2 beschrieben. Im Anschluss daran erfolgen die Analysen von Datensatz D_1 mit der Darstellung von Einflussfaktoren der Haltungsumwelt auf den unverletzten Zustand von Tieren in den untersuchten Erfassungsgruppen und von Effekten, die mit dem Auftreten bestimmter Technopathien in Zusammenhang stehen könnten. Diese werden im Folgenden genauer beschrieben.

5.1.6 Unverletzte Tiere

In der Analyse der Variable „unverletzt“ wurden in Modell II für Datensatz D_1 und die Teilstichprobe D_2 insgesamt 6 Effekte als signifikant erfasst. Davon wurden in der Teilstichprobe D_2 mit Liegezeiten und Schritten pro Tag 3 signifikante Effekte dokumentiert. Insgesamt betrug der Anteil unverletzter Tiere 25,70 % in Datensatz D_1 und 26,10 % in der Teilstichprobe D_2 (vgl. Kap. 4.2.4.1).

Die zwischen der Tieraktivität und der Variablen „unverletzt“ dokumentierten Zusammenhänge stellen sich wie folgt dar (Tab. 55). In der Gruppe von Tieren, die im Durchschnitt mehr als 1.909 Schritte pro Tag gelaufen sind, wurde ein höherer Anteil unverletzter Tiere mit 31,60 % festgestellt als in der Gruppe mit weniger als 1.909 Schritten täglich. Hier betrug der Anteil unverletzter Tiere 20,60 % (lfd. Nr. 55). Bei den Gesamtliegezeiten im Normbereich und über dem Normbereich wurden ebenfalls Effekte für die Variable unverletzt erfasst. Für die Gesamtliegezeit im Normbereich wurde mit 32,30 % ein höherer Anteil unverletzter Tiere erfasst als bei den Gesamtliegezeiten außerhalb des Normbereichs mit 22,90 % unverletzter Tiere (lfd. Nr. 56). Synonym dazu wurde für die Gesamtliegezeiten über dem Normbereich (> 14 h) ein geringerer Anteil unverletzter Tiere mit 16,70 % dokumentiert (lfd. Nr. 57).

[48] vgl. Kap. 4.1.

Tabelle 55: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable „unverletzt“ (a) in Zusammenhang mit der Anzahl Schritte pro Tag und der Gesamtliegezeit (b) in Modell II, Teilstichprobe D_2 (n = 632)

lfd. Nr.	abhängige Variable (a)	unabhängige Variablen (b)	Grenzwert (Gw)		zu (a) nein[1)]	zu (a) ja[2)]	Parameterschätzer (c) Regressionskoeffizient B	p-Wert	s. bei α = 0,05
55	unverletzt	Anzahl der Schritte pro Tag	> 1.909 Schritte	nein	79,40 % (n = 251)	20,60 % (n = 65)	0,58	0,029	s.
				ja	68,40 % (n = 216)	31,60 % (n = 100)			
56		Gesamtliegezeit im Normbereich	12 bis 14 h	nein	77,10 % (n = 320)	22,90 % (n = 95)	0,47	0,035	s.
				ja	67,70 % (n = 147)	32,30 % (n = 70)			
57		Gesamtliegezeit über Normbereich	> 14 h	nein	72,70 % (n = 407)	27,30 % (n = 153)	-0,63	0,019	s.
				ja	83,30 % (n = 60)	16,70 % (n = 12)			

Quelle: LUTZ, 2000: 28, Gw (b) lfd. Nr. 56, 57; FREGONESI et al., 2007a: 3351, Gw (b) lfd. Nr. 56, 57; Anm.: (a, b) dichotome Variablen; [1)] „unverletzt“ nein: Tiere mit Technopathien an mindestens einer der 6 untersuchten Körperregionen (vgl. Kap. 4.1 (b)); [2)] „unverletzt“ ja: Tiere ohne festgestellte Technopathien; s. = signifikant; n. s. = nicht signifikant; eigene Berechnungen, Gw (b) lfd. Nr. 55, (c)

Für den Einfluss der Haltungsbedingungen (b) auf die Variable „unverletzt“ (a) wurden in Datensatz D_1 3 signifikante Effekte (c) dokumentiert (Tab. 56).

In Stallungen mit Tiefboxen im Liegebereich war der Anteil an unverletzten Tieren mit 33,40 % insgesamt größer als in Stallungen ohne Tiefboxen mit 14,80 % (lfd. Nr. 58). Im Gegensatz dazu war der Anteil von unverletzten Tieren in Stallungen mit Hochboxen im Liegebereich mit 14,70 % geringer ausgeprägt als in Stallungen ohne Hochboxen mit 35,60 % (lfd. Nr. 59). Als weitere Einflussgröße aus dem Bereich der Haltungsumwelt im Stall wurde die Breite der Liegefläche identifiziert. In Stallungen, in denen die Breite der Liegefläche als zu gering eingeschätzt wurde (< 117,50 cm), war der Anteil unverletzter Tiere mit 24,50 % geringer als in Stallungen mit breiteren Liegeflächen (≥ 117,50 cm) und einem Anteil von 43,10 % unverletzter Tiere (lfd. Nr. 60).

Tabelle 56: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable „unverletzt“ (a) in Zusammenhang mit Betriebscharakteristiken der Haltungsumwelt (b) in Modell II, Datensatz D_1 (N = 2.082)

lfd. Nr.	abhängige Variable (a)	unabhängige Variablen (b)	Grenzwert (Gw)		zu (a) nein	zu (a) ja	Parameterschätzer (c) Regressionskoeffizient B	p-Wert	s. bei α = 0,05
58	unverletzt	Tiefboxen im Liegebereich		nein	85,20 % (n = 732)	14,80 % (n = 127)	1,08	0,004	s.
				ja	66,60 % (n = 814)	33,40 % (n = 409)			
59		Hochboxen im Liegebereich		nein	64,40 % (n = 707)	35,60 % (n = 391)	-1,18	0,001	s.
				ja	85,30 % (n = 839)	14,70 % (n = 145)			
60		Liegebox, Breite der Liegefläche zu schmal	< 117,50 cm	nein	56,90 % (n = 82)	43,10 % (n = 62)	-0,85	<0,001	s.
				ja	75,50 % (n = 1.464)	24,50 % (n = 474)			

Quelle: Anm.: (a, b) dichotome Variablen; s. = signifikant; n. s. = nicht signifikant; eigene Berechnungen, Gw (b) lfd. Nr. 60, (c)

Folgend werden die in Modell I betrachteten Zusammenhänge zwischen der Haltungsumwelt (b) und den festgestellten Technopathien (a) für Datensatz D_1 beschrieben. Insgesamt konnten 16 Effekte (c) dokumentiert werden, davon wurden 13 Effekte als signifikant eingestuft (Tab. 57).

5.1.7 Technopathien an den Karpalgelenken

In Erfassungsgruppen, denen mindestens eine auffällige Lahmheit festzustellen war, ist die Intensität von Technopathien an der Karpalgelenken mit 0,27 S_{kl} ausgeprägter als in Stallungen ohne auffällige Lahmheit mit 0,20 S_{kl} (lfd. Nr. 61, 62). Als weitere Einflussgröße für die Ausprägung von Technopathien an den Karpalgelenken wurde die durchschnittliche Breite der Liegeflächen identifiziert. In Stallungen, in denen die Breite der Liegeflächen als zu schmal erfasst wurde (< 117,50 cm), war die Intensität von Technopathien an Karpalgelenken mit 0,25 S_{kl} ausgeprägter als in Stallungen mit breiteren Liegeflächen und 0,04 S_{kl} (lfd. Nr. 63). Für die Ausstattung der Stallungen mit Hochboxen und die Ausprägung von Technopathien an den Karpalgelenken konnte kein signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden (lfd. Nr. 64).

5.1.8 Technopathien an den Kniegelenken

Für die Kniegelenke zeigte sich, je größer die durchschnittliche Länge der Liegeflächen beschaffen war, desto ausgeprägter waren die Technopathien in diesem Bereich (lfd. Nr. 65). In Stallungen, in denen die Tiere in Tiefboxen gehalten wurden, war die Intensität von Technopathien an den Kniegelenken mit 0,03 S_{kl} geringer ausgeprägt als in Stallungen ohne Tiefboxen mit 0,15 S_{kl} (lfd. Nr. 66). Im Gegensatz dazu waren die Technopathien in Stallungen, in denen die Tiere in Hochboxen gehalten wurden, mit 0,14 S_{kl} stärker ausgeprägt als in Stallungen ohne Hochboxen mit 0,03 S_{kl} (lfd. Nr. 67).

5.1.9 Technopathien an den Tarsalgelenken

Für die Ausprägung von Technopathien an den Tarsalgelenken zeigte sich, je geringer die durchschnittliche Länge der Liegefläche beschaffen war, desto ausgeprägter waren die Technopathien an den Tarsalgelenken festzustellen (lfd. Nr. 68). Bei Tieren, die in Tiefboxen gehalten wurden, waren die Technopathien an den Tarsalgelenken mit 0,31 S_{kl} geringer ausgeprägt als bei Tieren in Stallungen ohne Tiefboxen mit 0,91 S_{kl} (lfd. Nr. 69). In Stallungen mit Hochboxen im Liegebereich waren die Technopathien an den Tarsalgelenken mit 0,87 S_{kl} stärker ausgeprägt als in Stallungen ohne Hochboxen mit 0,28 S_{kl} (lfd. Nr. 70).

5.1.10 Technopathien im Bereich des Widerrists

Als Einflussgrößen für Verletzungen im Bereich des Widerrists wurden zu geringe Abmessungen im Fress- und Liegebereich der Stallungen erfasst. Es zeigte sich, dass je geringer die durchschnittliche Höhe der oberen Abgrenzung im Fressbereich beschaffen war, desto ausgeprägter waren die Technopathien im Bereich des Widerrists (lfd. Nr. 71). Gleichzeitig nahm die Intensität der Technopathien an der Widerreist mit einer Verringerung der Breite und Länge der Liegeflächen zu (lfd. Nr. 72, 73). Für die dichotomisierte Variable einer zu kurzen Liegefläche (< 182,50 cm) konnte jedoch kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden (lfd. Nr. 74).

5.1.11 Technopathien an der Wirbelsäule

Als Einflussfaktor für Verletzungen an der Wirbelsäule wurde die durchschnittliche Länge der Liegefläche erfasst. Je kürzer die Liegeflächen beschaffen waren, desto größer war die Intensität von Technopathien an der Wirbelsäule ausgeprägt (lfd. Nr. 75). Für die Ausstattung der Liegebereiche mit Hochboxen wurde kein signifikanter Zusammenhang in Bezug auf die Ausprägung von Verletzungen an der Wirbelsäule nachgewiesen (lfd. Nr. 76).

Tabelle 57: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable Technopathien (a) in Zusammenhang mit Betriebscharakteristiken der Haltungsumwelt (b) in Modell I, Datensatz D_1 (N = 2.082)

lfd. Nr.	abhängige Variablen (a)	unabhängige Variablen (b)	Grenzwert (Gw)	nein	ja	Skalierung	Schätzung fester Parameter (c) Regressionskoeffizient	p-Wert	s. bei α = 0,05
61	Technopathien, Carpus (li, re)	Lahmheiten, Anzahl	-			metrisch	0,03	0,044	s.
62		Lahmheit	ja / nein	0,20 (n = 1.030)	0,27 (n = 1.052)	dichotom	-0,11	0,031	s.
63		Liegebox, Breite der Liegefläche zu schmal	< 117,50 cm	0,04 (n = 144)	0,25 (n = 1.938)		-0,21	0,038	s.
64		Hochboxen im Liegebereich	ja / nein	0,22 (n = 1.098)	0,26 (n = 984)		-0,08	0,086	n. s.
65	Technopathien, Knie (li, re)	Liegebox, Länge der Liegefläche	-			metrisch	0,00	<0,001	s.
66		Tiefboxen im Liegebereich	ja / nein	0,15 (n = 859)	0,03 (n = 1.223)	dichotom	0,12	<0,001	s.
67		Hochboxen im Liegebereich	ja / nein	0,03 (n = 1.098)	0,14 (n = 984)		-0,11	0,001	s.
68	Technopathien, Tarsus (li, re)	Liegebox, Länge der Liegefläche	-			metrisch	-0,01	<0,001	s.
69		Tiefboxen im Liegebereich	ja / nein	0,91 (n = 859)	0,31 (n = 1.223)	dichotom	0,43	<0,001	s.
70		Hochboxen im Liegebereich	ja / nein	0,28 (n = 1.098)	0,87 (n = 984)		-0,44	<0,001	s.
71	Technopathien, Widerrist	Höhe der oberen Abgrenzung, Fressbereich	-			metrisch	-0,01	0,016	s.
72		Liegebox, Breite der Liegefläche	-				-0,02	0,006	s.
73		Liegebox, Länge der Liegefläche	-				0,00	0,002	s.
74		Liegebox, Länge der Liegefläche zu kurz	< 182,50 cm	0,24 (n = 900)	0,39 (n = 1.182)	dichotom	-0,10	0,058	n. s.
75	Technopathien, Wirbelsäule	Liegebox, Länge der Liegefläche	-			metrisch	-0,01	0,023	s.
76		Hochboxen im Liegebereich	ja/ nein	0,28 (n = 1.098)	0,91 (n = 984)	dichotom	-0,38	0,056	n. s.

Quelle: Anm.: (a) metrische Variable; s. = signifikant; n. s. = nicht signifikant; eigene Berechnungen, (a) lfd. Nr. 61 bis 70, Gw (b) lfd. Nr. 63, 74, (c)

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Modellberechnungen zum Einfluss von Variablen der Haltungsumwelt auf die Ausprägung von Verschmutzungen am Tier für den Datensatz D_1 (N = 2.082) vorgestellt.

5.1.12 Verschmutzung

In Modell I wurde der Einfluss der Haltungsumwelt auf die Verschmutzung der Tiere betrachtet. Dazu wurde aus den Einzelwerten der Verschmutzung an Euter und Bauch, Schwanz und Schwanzquaste, Kreuz, Hinterhand, Sitzbein und Unterbein die Variable „Verschmutzung aggregiert“ gebildet (c_1). Zusätzlich zu dieser zusammengefassten Variablen wurden die einzelnen Verschmutzungen an Euter- und Bauch (c_2), Hinterhand (c_3) und Schwanzquaste (c_4) auf Basis der verwendeten Skalierung in Scorenoten (von 1 bis 6) geprüft.

5.1.13 Verschmutzung aggregiert

Die zu einer Variable zusammengefassten Einzelwerte (N = 2.082) reichen vom Minimum mit -2,12 bis zu einem Maximum mit 3,49. Je niedriger der Wert, desto geringer ist der Umfang von Verschmutzungen am Tier insgesamt. Der Mittelwert für die aggregierte Variable Verschmutzung beträgt insgesamt 0,05. In der Analyse der Variablen Verschmutzung aggregiert (a) und der Haltungsumwelt (b) wurden 7 als signifikant eingeschätzte Effekte (c) dokumentiert (Tab. 58).

Als Einflussgrößen für Verschmutzung am Tier wurden Variablen aus dem Liegebereich identifiziert. Dazu zählen die Oberflächenbeschaffenheit im Liegebereich, die Abmessungen - und die Art der Liegebox. In Stallungen mit Hochboxen nahm die Intensität von Verschmutzung am Tier mit der Zunahme des Anteils lückenhaft[49] bedeckter Hochboxen im Liegebereich ab (lfd. Nr. 77). Daneben nahmen Verschmutzungen am Tier mit Verringerung der Breite der Liegefläche (lfd. Nr. 78, 80) und der Höhe der Kotstufe (lfd. Nr. 79, 82) zu. In Stallungen mit einer zu geringen Breite der Liegefläche (< 117,50 cm) waren die Tiere mit 0,11 verschmutzter als in Stallungen mit einer ausreichenden Breite in diesem Bereich und - 0,75 (≥ 117,50 cm) (lfd. Nr. 80). In Ställen mit einer zu niedrigen Kotstufe in der Liegebox (< 20 cm) waren die Tiere mit 0,56 ebenfalls verschmutzter als in Ställen mit einer ausreichend hohe Kotstufe (≥ 20 cm) und - 0,18 (lfd. Nr. 82). Bei der Liegeboxenart wirkten sich Hochboxen im Liegebereich negativ auf die Intensität der Verschmutzung aus. Tiere, die in Stallungen mit Hochboxen gehalten

[49] Lückenhaft bedeckte Liegefläche: > 50 % des Liegebereichs sind mit Substrat bedeckt.

wurden, waren mit 0,36 insgesamt verschmutzter als Tiere die in Stallungen ohne Hochboxen mit - 0,23 (lfd. Nr. 81). Wobei Tiere in Stallungen mit Tiefboxen im Liegebereich und - 0,24 als weniger verschmutzt bewertet wurden als Tiere in Stallungen ohne Tiefboxen mit 0,47 (lfd. Nr. 83).

Tabelle 58: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable „Verschmutzung aggregiert“ (a) in Zusammenhang mit Betriebscharakteristiken der Haltungsumwelt (b) in Modell I, Datensatz D_1 (N = 2.082)

Lfd Nr.	abhängige Variable (a)	unabhängige Variablen (b)	Grenzwert (Gw)	nein	ja	Skalierung	Schätzung fester Parameter (c) Regressionskoeffizient	p-Wert	s. bei α = 0,05
77	Verschmutzung, aggregiert	Bedeckung der Hochboxen, lückenhaft	> 50 %			metrisch	0,00	0,027	s.
78		Liegebox, Breite der Liegefläche	-				-0,03	<0,001	s.
79		Liegebox, Höhe der Kotstufe	-				-0,06	<0,001	s.
80		Liegebox, Breite der Liegefläche zu schmal	< 117,50 cm	-0,75 (n = 144)	0,11 (n = 1.938)	dichotom	-0,75	<0,001	s.
81		Hochboxen im Liegebereich	ja / nein	-0,23 (n = 1.098)	0,36 (n = 984)		-0,56	0,005	s.
82		Liegebox, Höhe der Kotstufe zu niedrig	< 20 cm	-0,18 (n = 1.441	0,56 (n = 641)		-0,71	0,002	s.
83		Tiefboxen im Liegebereich	ja / nein	0,47 (n = 859)	-0,24 (n = 1.223)		0,71	<0,001	s.

Quelle: PELZER et al., 2007: 6, Gw (b) lfd. Nr. 82; Anm.: (a) metrische Variable; s. = signifikant; n. s. = nicht signifikant; eigene Berechnungen, (a), Gw (b) lfd. Nr. 80, (c)

5.1.14 Verschmutzungen an Euter und Bauch

Für Verschmutzungen an Euter und Bauch (a) wurden 8 signifikante Effekte (c) erfasst (Tab. 59).

Diese umfassen die Art und Abmessungen im Liegebereich sowie die Anzahl der Liegeplätze im Stall. Im Vergleich der untersuchten Stallungen nahm die Intensität von Verschmutzungen an Euter und Bauch mit der Abnahme der Liegeplätze je Tier zu (lfd. Nr. 84). Im Liegebereich erhöhten zu geringe Abmessungen in der Breite der Liegebox (lfd. Nr. 85, 88), Höhe der Kotstufe (lfd. Nr. 86, 90) und Länge der Liegefläche (lfd. Nr. 87) die Verschmutzungen an Euter und Bauch. In Stallungen mit Liegeboxenbreiten unter 117,50 cm waren Verschmutzungen an Euter und Bauch mit der Note 2,67 ausgeprägter als in Stallungen mit breiteren Liegeboxen und der Note 2,25 (lfd. Nr. 88). In Ställen mit zu niedrig eingeschätzten Kotstufen (< 20 cm) waren Verschmutzungen an Euter und Bauch in der Note 2,91 ebenfalls ausgeprägter als in Stallungen mit höheren Kotstufen (≥ 20 cm) und der Note 2,52 (lfd. Nr. 90). Die Haltung der Tiere in Hochboxen wirkte sich ebenfalls auf die Intensität von Verschmutzungen an Euter und Bauch aus. Die Verschmutzung von Tieren, die in Stallungen mit Hochboxen gehalten wurden, waren in diesem Bereich mit der Note 2,83 stärker ausgeprägt als in Stallungen mit Tiefboxen (lfd. Nr. 89). In diesen wurden Euter und Bauch mit der Note 2,47 im Durchschnitt sauberer bewertet (lfd. Nr. 91).

Tabelle 59: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable „Verschmutzung an Euter und Bauch“ (a) in Zusammenhang mit Betriebscharakteristiken der Haltungsumwelt (b) in Modell I, Datensatz D_1 (N = 2.082)

Lfd. Nr.	abhängige Variable (a)	unabhängige Variablen (b)	Grenzwert (Gw)	nein	ja	Skalierung	Schätzung fester Parameter (c) Regressionskoeffizient	p-Wert	s. bei α = 0,05
84	Verschmutzung Euter und Bauch	Liegeplätze, Anzahl pro Tier	-			metrisch	-0,75	<0,001	s.
85		Liegebox, Breite der Liegefläche in cm	-				-0,02	0,006	s.
86		Liegebox, Höhe der Kotstufe in cm	-				-0,03	<0,001	s.
87		Liegebox, Länge der Liegefläche in cm	-				-0,02	<0,001	s.
88		Liegebox, Breite der Liegefläche zu schmal	< 117,50 cm	2,25 (n = 144)	2,67 (n = 1.938)	dichotom	-0,28	0,049	s.
89		Hochboxen im Liegebereich	ja / nein	2,47 (n = 1.098)	2,83 (n = 984)		-0,42	0,011	s.
90		Liegebox, Höhe der Kotstufe zu niedrig	< 20 cm	2,52 (n = 1.441)	2,91 (n = 641)		-0,44	0,015	s.
91		Tiefboxen im Liegebereich	ja / nein	2,89 (n = 859)	2,47 (n = 1.223)		0,49	0,004	s.

Quelle: PELZER et al., 2007: 6, Gw (b) lfd. Nr. 90; Anm.: (a) metrische Variable; Scorenoten: 1 sauber, 2 leicht verfärbt / vereinzelt Spritzer, 3 stark verfärbt / Flecken / viele Spritzer, 4 Anhaftungen von Kot, 5 Klutenbildung, 6 starke Klutenbildung; s. = signifikant; n. s. = nicht signifikant; eigene Berechnungen, Gw (b) lfd. Nr. 88, (c)

5.1.15 Verschmutzungen an der Hinterhand

In der Analyse von Einflussfaktoren für die Verschmutzung an der Hinterhand der Tiere (a) wurden insgesamt 11 Effekte (c) dokumentiert und davon wurden 8 Effekte als signifikant eingeschätzt (Tab. 60).

Als Einflussfaktoren auf die Verschmutzung an der Hinterhand der Tiere wurden die Abmessungen im Liege- und Laufbereich, die Art des Liegebereichs und die Anzahl der Liegeplätze identifiziert. Es zeigte sich, dass die Verringerung der Liegeplätze je Tier mit einer Erhöhung der Verschmutzungen an der Hinterhand der Tiere einherging (lfd. Nr. 92). Darüber hinaus nahm die Intensität von Verschmutzung an der Hinterhand mit zu geringen Abmessungen für die Höhe der Kotstufe (lfd. Nr. 95, 101), die Länge der Liegefläche (lfd. Nr. 96) und für die Breite der Liegefläche (lfd. Nr. 98) zu. In Stallungen, in denen die Höhe der Kotstufe als zu niedrig erfasst wurde (< 20 cm), waren Verschmutzungen an der Hinterhand der Tiere mit der Note 3,38 deutlich ausgeprägter als in Stallungen mit höheren Kotstufen (≥ 20 cm) und einer Bewertung von 2,59. Daneben waren Verschmutzungen in diesem Bereich in Ställen mit als zu schmal eingeschätzten Liegeflächen (< 117,50 cm) mit Note 2,87 ausgeprägter als in Stallungen mit breiteren Liegebereichen (≥ 117,50 cm) und einer Bewertung von 2,28. Weiterhin waren Verschmutzungen an der Hinterhand bei Tieren in Stallungen mit Hochboxen mit 3,19 ausgeprägter als in Stallungen mit Tiefboxen (lfd. Nr. 100). In diesen wurden die Tiere mit der Note 2,50 sauberer bewertet (lfd. Nr. 102). Für die Abmessungen im Laufbereich des Fressganges wurde deutlich, dass eine Verringerung der Breite des Fressganges zur Erhöhung von Verschmutzungen an der Hinterhand beitragen kann (lfd. Nr. 97). Bei den Variablen Bedeckung der Hochbox (lfd. Nr. 93) und Breite des Boxenganges (lfd. Nr. 94, 99) wurde kein signifikanter Zusammenhang zur Verschmutzung der Hinterhand nachgewiesen.

Tabelle 60: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable „Verschmutzung an der Hinterhand“ (a) in Zusammenhang mit Betriebscharakteristiken der Haltungsumwelt (b) in Modell I, Datensatz D_1 (N = 2.082)

Lfd. Nr.	abhängige Variable (a)	unabhängige Variablen (b)	Grenzwert (Gw)	nein	ja	Skalierung	Schätzung fester Parameter (c) Regressionskoeffizient	p-Wert	s. bei α = 0,05
92	Verschmutzung Hinterhand	Liegeplätze, Anzahl pro Tier	-			metrisch	-0,58	0,009	s.
93		Bedeckung der Hochboxen, vollständig	100 %				-0,01	0,094	n. s.
94		Boxengang, Breite	-				0,00	0,052	n. s.
95		Liegebox, Höhe der Kotstufe	-				-0,05	<0,001	s.
96		Liegebox, Länge der Liegefläche	-				-0,02	<0,001	s.
97		Fressgang, Breite	-				0,00	0,007	s.
98		Liegebox, Breite der Liegefläche zu schmal	< 117,50 cm	2,28 (n = 144)	2,87 (n = 1.938)	dichotom	-0,46	0,010	s.
99		Boxengang, Breite zu schmal	< 2,50 m	2,57 (n = 986)	3,12 (n = 969)		-0,30	0,098	n. s.
100		Hochboxen im Liegebereich	ja / nein	2,51 (n = 1.098)	3,19 (n = 984)		-0,60	0,002	s.
101		Liegebox, Höhe der Kotstufe zu niedrig	< 20 cm	2,59 (n = 1.441)	3,38 (n = 641)		-0,71	0,002	s.
102		Tiefboxen im Liegebereich	ja / nein	3,31 (n = 859)	2,50 (n = 1.223)		0,72	<0,001	s.

Quelle: TIERSCHUTZLEITLINIE FÜR DIE MILCHKUHHALTUNG, 2007: 32, Gw (b) lfd. Nr. 99; PELZER et al., 2007: 6, Gw (b) lfd. Nr. 101; Anm.: (a) metrische Variable; Scorenoten: 1 sauber, 2 leicht verfärbt / vereinzelt Spritzer, 3 stark verfärbt / Flecken / viele Spritzer, 4 Anhaftungen von Kot, 5 Klutenbildung, 6 starke Klutenbildung; s. = signifikant; n. s. = nicht signifikant; eigene Berechnungen, Gw (b) lfd. Nr. 98, (c)

5.1.16 Verschmutzungen an der Schwanzquaste

In der Betrachtung von Einflussfaktoren der Haltungsumwelt (b) auf die Verschmutzung der Schwanzquaste (a) wurden 8 Effekte (c) dokumentiert. Davon wurden 7 Effekte als signifikant bewertet (Tab. 61).

In der Analyse von Einflussfaktoren auf die Verschmutzung der Schwanzquaste zeigten sich folgende Zusammenhänge. Zu geringe Abmessungen im Liegebereich wirkten sich in einer Zunahme von Verschmutzungen an der Schwanzquaste aus. Wobei eine Verringerung in der Höhe der Kotstufe mit einer Zunahme von Verschmutzungen an der Schwanzquaste in Verbindung zu bringen ist (lfd. Nr. 104). In Stallungen mit einer als zu niedrig eingeschätzten Kotstufe (< 20 cm) waren die Verschmutzungen an der Schwanzquaste mit der Note 4,73 ausgeprägter als in Stallungen mit höheren Kotstufen (≥ 20 cm) und 3,78 (lfd. Nr. 109). In Stallungen mit zu kurzen Liegeflächen (< 182,50 cm) waren Verschmutzungen an der Schwanzquaste mit 4,02 geringer ausgeprägt als in Stallungen mit ausreichend langen Liegeflächen (≥ 182,50 cm) und der Note 4,14 (lfd. Nr. 106). In Ställen mit einer zu geringen Breite der Liegeflächen (< 117,50 cm) waren die Verschmutzungen an der Schwanzquaste mit Note 4,18 ausgeprägter als in Stallungen mit breiteren Liegeflächen (≥ 117,50 cm) und einer Bewertung mit 2,63 (lfd. Nr. 107).

Neben den Boxenmaßen zeigten sich weitere Zusammenhänge für die Art der Liegebox. In Stallungen mit Hochboxen im Liegebereich wurden die Verschmutzungen an der Schwanzquaste mit der Note 4,50 ausgeprägter beurteilt als in Stallungen mit Tiefboxen (lfd. Nr. 108). In diesen wurden die Schwanzquasten mit der Note 3,74 sauberer eingeschätzt (lfd. Nr. 110). Für die Variablen Verschmutzung an der Schwanzquaste und Boxengangbreite zeigten sich keine eindeutigen Zusammenhänge (lfd. Nr. 103).

Tabelle 61: Test auf Modelleffekte der abhängigen Variable „Verschmutzung an der Schwanzquaste“ (a) in Zusammenhang mit Betriebscharakteristiken der Haltungsumwelt (b) in Modell I, Datensatz D_1 (N = 2.082)

Lfd. Nr.	abhängige Variable (a)	unabhängige Variablen (b)					Schätzung fester Parameter (c)		
			Grenzwert	nein	ja	Skalierung	Regressionskoeffizient	p-Wert	s. bei α = 0,05
103	Verschmutzung Schwanzquaste	Boxengang, Breite	-			metrisch	0,00	0,006	s.
104		Liegebox, Höhe der Kotstufe	-				-0,11	<0,001	s.
105		Fressgang, Breite	-				0,00	0,054	n. s.
106		Liegebox, Länge der Liegefläche zu kurz	< 182,50 cm	4,14 (n = 900)	4,02 (n = 1.182)	dichotom	-0,40	0,045	s.
107		Liegebox, Breite der Liegefläche zu schmal	< 117,50 cm	2,63 (n = 144)	4,18 (n = 1.938)		-1,34	0,001	s.
108		Hochboxen im Liegebereich	ja / nein	3,69 (n = 1.098)	4,50 (n = 984)		-0,85	<0,001	s.
109		Liegebox, Höhe der Kotstufe zu niedrig	< 20 cm	3,78 (n = 1.441)	4,73 (n = 641)		-0,73	0,003	s.
110		Tiefboxen im Liegebereich	ja / nein	4,54 (n = 859)	3,74 (n = 1.223)		0,83	<0,001	s.

Quelle: PELZER et al., 2007: 6, Gw (b) lfd. Nr. 109; Anm.: (a) metrische Variable; Scorenoten: 1 sauber, 2 leicht verfärbt / vereinzelt Spritzer, 3 stark verfärbt / Flecken / viele Spritzer, 4 Anhaftungen von Kot, 5 Klutenbildung, 6 starke Klutenbildung; s. = signifikant; n. s. = nicht signifikant; eigene Berechnungen, Gw (b) lfd. Nr. 106, 107, (c)

Im Anschluss werden die mit Hilfe der Modelle als signifikant ($p \leq 0{,}05$) bewerteten Betriebscharakteristiken der Haltungsumwelt in einem Gesamtüberblick für die Liegezeiten und Schritte pro Tag, Technopathien sowie Verschmutzungen dargestellt. Die Richtung des Einflusses der unabhängigen Variablen auf die abhängigen Variablen wurde dabei jeweils mit (+) für steigernd und (-) für reduzierend gekennzeichnet. Zur formalen Unterscheidung von metrischen und dichotomen Variablen wurden die metrischen Variablen entsprechend gekennzeichnet (Ø). Wobei die Richtung des Einflusses für die metrischen Variablen mit (↑) zunehmend und (↓) abnehmend gekennzeichnet wurde. Zur thematischen Zuordnung der Variablen wurden mit Liegebereich / Liegebox (A), Laufbereich (B), Fressbereich (C) und weitere Betriebscharakteristika (D) vier Kategorien gebildet. Diese werden im nachfolgenden Kapitel zur Ökonomie (Kap. 6) ebenfalls verwendet.

5.1.17 Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Mehr-Ebenen-Modellen

Als Einflussfaktoren auf die Gesamtliegezeiten, Liegeperioden und Anzahl der Schritte wurden in den drei Kategorien insgesamt 12 Variablen erfasst (Tab. 62).

Für die Gesamtliegezeiten wurden zu schmale Liegeflächen (< 117 cm), die Häufigkeit der täglichen Futtervorlage (> 2x), die Melkintervalle (> 2x), die durchschnittliche jährliche Milchleistung eines Betriebes (> 9.578 kg ECM) und das Vorhandensein von lahmen Tieren in der Erfassungsgruppe (≥ 1 Tier) in Zusammenhang mit einer Reduzierung der Gesamtliegezeit dokumentiert. Bei den Liegeperiodenlängen wurden Unterschiede bei der Art der Liegebox deutlich, wobei sich Hochboxen reduzierend und Tiefboxen steigernd auswirkten. Darüber hinaus wurde ein positiver Zusammenhang zwischen Erfassungsgruppen mit mehr als 95 Tieren und Liegeperiodenlängen über 120 Minuten dokumentiert. Für die Anzahl der Liegeperioden wurde die Häufigkeit der täglich Futtervorlage (> 2x) als steigernder Einflussfaktor erfasst. Auf den Umfang der täglichen Schritte der Tiere wirkten sich trittunsichere und zu schmale Laufbereiche, die Häufigkeit der täglichen Futtervorlage (> 2x), die Melkintervalle (> 2x) und die durchschnittliche jährliche Milchleistung eines Betriebes (> 9.578 kg ECM) reduzierend aus. Darüber hinaus wurde in Betrieben mit häufigerer Laufflächenreinigung eine höhere Anzahl täglicher Schritte festgestellt, als in Betrieben mit einer geringeren Intensität in der Reinigung der Laufbereiche.

Tabelle 62: Zusammenfassung der Einflussgröße Betriebscharakteristika auf die Gesamtliegezeiten, Liegeperioden und Anzahl Schritte

unabhängige Variablen (b) / abhängige Variablen (a)			Gesamtliegezeit pro Tag				Liegeperioden-länge			Anzahl der Liegeperioden			Schritte pro Tag	
			Ø	< 12 h	12 bis 14 h	> 14 h	< 50 Min	50 bis 120 Min	> 120 Min	< 11	11 bis 12	> 12	Ø	< 1.909
(A) Liegebereich, Liegebox	Breite der Liegefläche	< 117,50 cm	-	+	-									
	Hochbox	ja					+	-						
	Tiefbox	ja							+					
(B) Laufbereich	Boxengang	< 2,50 m											-	+
	Fressgang	< 3.50 m											-	+
	Trittsicherheit	ja											+	-
	Häufigkeit der täglichen Reinigung	Ø (↑)											+	
(D) weitere Betriebscharakteristika	Größe der Erfassungsgruppe	> 95 Tiere							+					
	Futtervorlage	> 2x pro Tag		+	-					+		-		-
	Melken	> 2x pro Tag			-								+	-
	Milchleistung	> 9.578 kg ECM pro Jahr			-								+	-
	Lahmheit	≥ 1 Tier			-									

Quelle: Eigene Berechnungen

Folgend werden die Zusammenhänge zwischen der Gesamtliegezeit, den Schritten pro Tag und den Technopathien zusammengefasst dargestellt (Tab. 63). Bei Tieren mit Technopathien an den Karpalgelenken und an der Wirbelsäule war der Anteil von Gesamtliegezeiten über dem Normbereich (> 14 h) größer ausgeprägt. Insgesamt wurde bei Verletzungen an den Karpalgelenken eine Zunahme der Gesamtliegezeiten festgestellt. An Tieren mit einer höheren Anzahl von Schritten pro Tag wurde ein geringerer Anteil von Technopathien an Karpal-, Tarsal- und Kniegelenken festgestellt. Wobei der Anteil von Tieren mit weniger als 1.909 Schritten pro Tag bei Verletzungen an den Tarsal- und Kniegelenken größer ausgeprägt war. Im Vergleich dazu war bei unverletzten Tieren eine Zunahme der täglichen Schritte festzustellen. Der Anteil von Tieren mit Gesamtliegezeiten im Normbereich (12 h bis 14 h) war bei Unverletztheit größer ausgeprägt als bei verletzten Tieren.

Tabelle 63: Zusammenfassung der Einflussgröße Gesamtliegezeit und Schritte auf Technopathien am Tier

unabhängige Variablen (b)	abhängige Variablen (a)	Technopathien						
			Karpal-gelenke	Tarsal-gelenke	Knie-ge-lenke	Wirbel-säule	Wider-rist	Unver-letzt (ja)
		Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Max	3,00	4,00	2,00	4,00	3,00	
		M	0,24	0,56	0,08	0,58	0,33	
Gesamtliegezeit	Ø (↑)		+					
	12 h bis 14 h							+
	> 14 h		+			+		-
Schritte pro Tag	Ø (↑)		-	-	-			
	> 1.909			-	-			+

Quelle: Eigene Berechnungen

Des Weiteren wird der Einfluss der als bedeutsam identifizierten Betriebscharakteristika auf die Ausprägung von Technopathien (Tab. 64) und Verschmutzungen am Tier (Tab. 65) zusammengefasst. Als Einflussfaktor zur Ausprägung von Technopathien wurden 6 Variablen erfasst, wobei 4 davon dem Liegebereich zuzuordnen und eine dem Fressbereich zuzurechnen ist. Mit der Variable Lahmheit wurde eine weitere Variable als Indikator für den Zustand der Erfassungsgruppe erfasst.

In Ställen mit einer zu geringen Breite der Liegefläche (< 117,50 cm) war die Intensität von Verletzungen an den Karpalgelenken ausgeprägter und der Anteil unverletzter Tiere geringer als in Stallungen mit breiteren Liegebereichen. Gleichzeitig nahm der Anteil von Technopathien im Bereich des Widerrists mit abnehmender Breite der Liegefläche zu. Für die Länge der Liegefläche können folgende Effekte zugefasst werden. Die Reduzierung der Länge ging mit einem Anstieg von Technopathien an den Tarsalgelenken, der Wirbelsäule und an der Widerrist einher. Mit der Zunahme der Liegenflächenlänge erhöhte sich andererseits die Intensität von Verletzungen an den Kniegelenken. Im Fressbereich wirkte sich eine Verminderung in der Höhe der oberen Abgrenzung in Steigerung der Intensität von Technopathien im Bereich des Widerrists aus. Neben den Abmessungen in den Liegeboxen wurde die Art der Liegebox als wichtiger Einflussfaktor für Technopathien beschrieben. In Stallungen mit Hochboxen nahm die Intensität von Technopathien an den Tarsal- und Kniegelenken zu, der Anteil unverletzter Tiere nahm ab. In Stallungen mit Tiefboxen zeigte sich im Vergleich dazu ein entgegengesetzter Einfluss, die Intensität von Technopathien an den Tarsal- und Kniegelenken nahm ab und der Anteil unverletzter Tiere zu. Für die weiteren Betriebscharakteristika und die Variable

„Lahmheit“ zeigte sich eine Zunahme der Intensität von Technopathien an Karpalgelenken mit Anstieg des Anteils lahmer Tiere in der Erfassungsgruppe.

Tabelle 64: Zusammenfassung der Einflussgröße Betriebscharakteristika auf Technopathien am Tier

unabhängige Variable (b)		abhängige Variable (a)	Technopathien						
				Karpal-gelenke	Tarsal-ge-lenke	Knie-ge-lenke	Wirbel-säule	Wi-der-rist	Unver-letzt (ja)
			Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			Max	3,00	4,00	2,00	4,00	3,00	
			M	0,24	0,56	0,08	0,58	0,33	
(A) Liegebereich, Liegebox	Breite der Liegefläche	Ø (↓)						+	
		< 117,50 cm		+					-
	Länge der Liegefläche	Ø (↑)				+			
		Ø (↓)			+		+	+	
	Hochbox	ja			+	+			-
	Tiefbox	ja			-	-			+
(C) Fressbereich	Höhe der oberen Abgrenzung	Ø (↓)						+	
(D) weitere Betriebs-charakteristika	Lahmheit	Ø (↑)		+					
		≥ 1		+					

Quelle: Eigene Berechnungen

Abschließend werden die Zusammenhänge für 7 Betriebscharakteristika auf die Ausprägung von Verschmutzungen am Tier im Überblick dargestellt (Tab. 65).

Eine zu geringe Breite der Liegefläche (< 117,50 cm) ging mit einer Erhöhung von Verschmutzungen an Euter und Bauch, Hinterhand und Schwanzquaste einher. Mit der Abnahme der Liegeflächenlänge nahmen Verschmutzungen an Euter und Bauch sowie der Hinterhand zu. Im Gegensatz dazu waren Verschmutzungen an der Schwanzquaste bei Liegeboxen mit einer geringeren Länge der Liegefläche (< 182,50 cm) niedriger ausgeprägt als bei längeren Liegeflächen. Tiere in Stallungen mit zu niedrigen Kotstufen (< 20 cm) wurden insgesamt als verschmutzter bewertet. Für die Liegeboxenart zeigten sich zwei gegenteilige Richtungen. Tiere in Tiefboxen waren insgesamt sauberer als Tiere in Hochboxen. Im Bereich der Liegeflächenpflege von Hochboxen zeigte sich zusätzlich eine Abnahme von Verschmutzungen bei einem steigenden Anteil von mehr als zu 50 % bedeckten Liegeflächen. In der Kategorie Laufbereich nahmen Verschmutzungen an der Hinterhand und der Schwanzquaste bei abnehmenden Breiten der Fress- bzw. Laufbereiche zu. Neben den Abmessungen im Stall stand die Anzahl der zur Verfügung stehenden Liegeflächen in Beziehung zur Verschmutzung der Tiere. Mit der

Reduzierung des Tier: Liegeplatzverhältnisses nahmen Verschmutzungen an Euter und Bauch sowie Hinterhand zu.

Tabelle 65: Zusammenfassung der Einflussgröße Betriebscharakteristika auf Verschmutzungen am Tier

unabhängige Variable (b)		abhängige Variable (a)	Verschmutzungen			
			Verschmutzung aggregiert	Euter / Bauch	Hinterhand	Schwanzquaste
		Min	-2,12	1	1	1
		Max	3,49	6	6	6
		M	0,05	2,65	2,84	4,12
(A) Liegebereich, Liegebox	Breite der Liegefläche	Ø (↓)	+	+		
		< 117,50 cm	+	+	+	+
	Länge der Liegefläche	Ø (↓)		+	+	
		< 182,50 cm				-
	Höhe der Kotstufe	Ø (↓)	+	+	+	+
		< 20 cm	+	+	+	+
	Bedeckung der Hochbox > 50%	Ø (↑)	-			
	Hochbox	ja	+	+	+	+
	Tiefbox	ja	-	-	-	-
(B) Laufbereich	Fressgang, Breite	Ø (↓)			+	
	Boxengang, Breite	Ø (↓)				+
(D) weitere Betriebscharakteristika	Liegeplätze pro Tier	Ø (↓)		+	+	

Quelle: Eigene Berechnungen

5.2 Ergebnisse als Entscheidungsbäume dargestellt

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Klassifikationsanalyse in drei Entscheidungsbäumen vorgestellt. Dazu werden mit Hilfe der Entscheidungsbäume die größten Einflussfaktoren aus dem Bereich der Haltungsbedingungen auf die tierbezogenen Variablen (Liegezeiten, Technopathien, Verschmutzungen) verdeutlicht und erläutert.

5.2.1 Entscheidungsbäume

In den Entscheidungsbäumen wurde der Einfluss der Haltungsumwelt auf drei in dieser Untersuchung als tierwohlrelevant eingeschätzte Variablen „Gesamtliegezeit“, „Verletzungen“ und

„Verschmutzungen“ geprüft. Dazu wurden die in den vorher durchgeführten Modellberechnungen (Modell I, II) geprüften dichotomen Variablen verwendet. Für die Analyse der Variablen „Verletzungen“ und „Verschmutzungen“ wurde Datensatz D_1 (N = 2.080)[50] genutzt.

Zur Darstellung von Einflussfaktoren auf die Liegezeiten wurde die Teilstichprobe D_2 (n = 632) verwendet. Im Entscheidungsbaummodell wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 0{,}05$ als signifikant festgelegt.

5.2.2 Liegezeit

Zur Abbildung von Einflussfaktoren auf die Liegezeit wurden die Mittelwerte der täglichen Gesamtliegezeit in drei Kategorien verwendet: unter der Norm (< 12 h), in der Norm (12 h bis 14 h) und über der Norm (> 14 h). Dabei verteilte sich die Gesamtliegezeit wie folgt 54,30 % der Tiere lagen weniger als 12 Stunden täglich, 34,30 % der Tiere lagen zwischen 12 und 14 Stunden und 11,40 % der Tiere lagen mehr als 14 Stunden am Tag. Im Entscheidungsbaum-Modell zu den Liegezeiten wurden Variablen zu Lahmheiten in der Erfassungsgruppe ($K_{1\text{-}2}$), zum Liegebereich ($K_{3\text{-}6}$) sowie zur Häufigkeit der täglichen Futtervorlage ($K_{7\text{-}8}$) in insgesamt 9 Knoten ($K_{0\text{-}8}$) als signifikante Einflussfaktoren auf die mittlere Gesamtliegezeit (K_0) der Tiere dargestellt (Abb. 8).

[50] Zwei Tiere wurden modellintern ausgeschlossen.

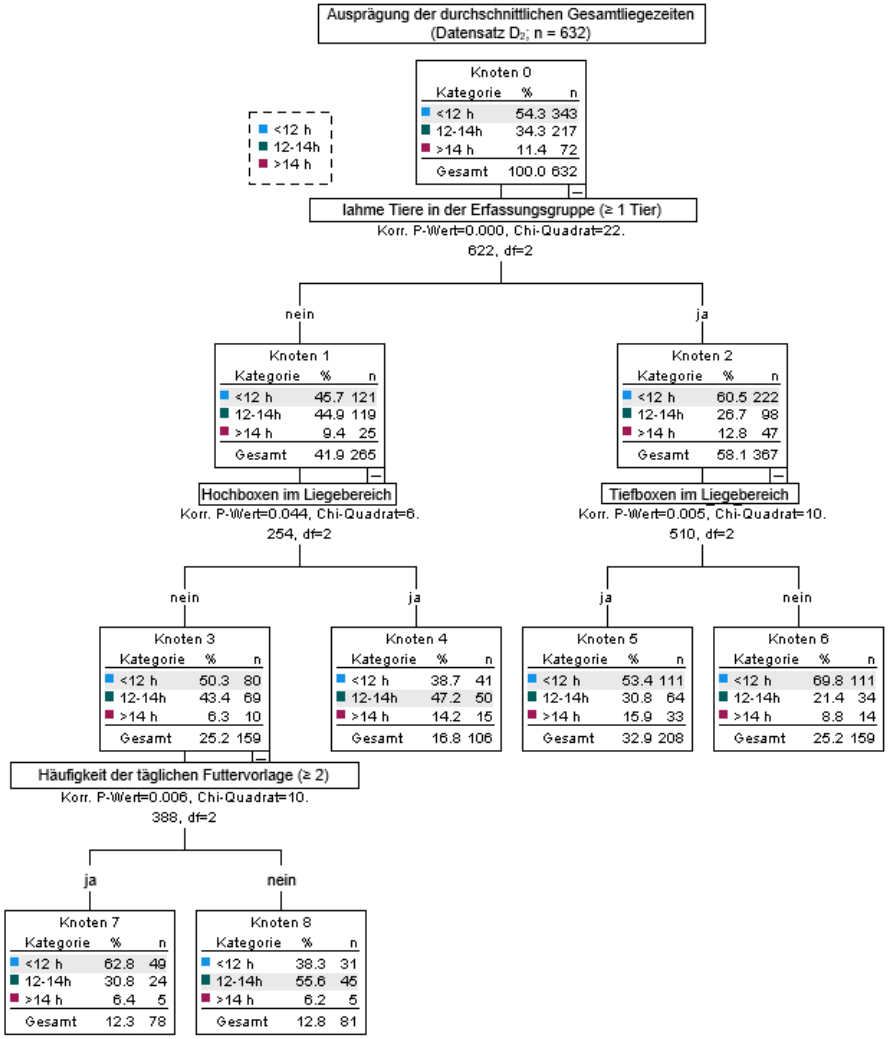


Abbildung 8: Entscheidungsbaum-Modell d_1 Liegezeit, Datensatz D_2 (n = 632)
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

Aus dem entwickelten Modell d_1 gehen die folgenden Zusammenhänge hervor. Das Vorhandensein von mindestens einer auffälligen Lahmheit in der Erfassungsgruppe wurde als wesentliches Merkmal für die Ausprägung der Gesamtliegezeiten ausgewiesen (K_{1-2}). In Erfassungsgruppen, in denen diese Bedingung erfüllt wurde, war der relative Anteil von Tieren mit einer Gesamtliegezeit unter dem Normbereich mit 60,50 % am stärksten ausgeprägt (K_2, gesamt n = 367). Daneben betrug der Anteil von Tieren mit Gesamtliegezeiten im- und über dem Normbereich 26,70 % und 12,80 %. Im Vergleich dazu betrugen die täglichen Gesamtliegezeiten in Stallungen ohne Lahmheiten in den zwei Kategorien im Normbereich und unter dem Normbereich mit 44,90 % bzw. 45,70 % (K_1, gesamt n = 265). Auf die Kategorie über dem Normbereich entfielen weiterhin 9,40 %. Die Verteilung der Gesamtliegezeiten wurde von der Art des Liegebereichs mit Hochboxen Knoten K_{3-4} und Tiefboxen K_{5-6} beeinflusst.

In Stallungen mit mindestens einer erfassten Lahmheit in der Erfassungsgruppe und Tiefboxen im Liegebereich betrug der Anteil von Tieren mit Gesamtliegezeiten unter dem Normbereich 53,40 % in Knoten K_5 (K_5, gesamt n = 208). Auf die Bereiche im Normbereich und über dem Normbereich entfielen in K_5 weiterhin 30,80 % und 15,90 %. In Stallungen mit lahmen Tieren und Hochboxen lagen etwa zwei Drittel der Tiere mit 69,80 % unter dem Normbereich von mindestens 12 Stunden täglich (K_6, gesamt n = 159). Auf die Gesamtliegezeiten in der Norm und über der Norm entfielen in K_6 21,40 % und 8,80 %. Im Vergleich der Knoten K_{5-6} zeigte sich ein höherer Anteil von Gesamtliegezeiten unterhalb des Normbereichs in Stallungen mit Hochboxen im Liegebereich und mindestens einem lahmen Tier in der Erfassungsgruppe.

In Stallungen mit Hochboxen, ohne festgestellte Lahmheiten war der Anteil von Tieren mit Liegezeiten im Normbereich am höchsten ausgeprägt (K_4, gesamt n = 106). In diesen Stallungen lagen 38,70 % bzw. 14,20 % der Gesamtliegezeiten unter bzw. über dem Normbereich. In Stallungen mit Tiefboxen im Liegebereich und ohne Lahmheiten in der Erfassungsgruppe war der Anteil von Tieren mit Gesamtliegezeiten unter dem Normbereich mit 50,30 % am höchsten ausgeprägt (K_3, gesamt n = 159). Auf die Bereiche im Normbereich und über dem Normbereich entfielen in diesen Stallungen 43,40 % und 6,30 % der Gesamtliegezeiten. In der relativen Verteilung der Gesamtliegezeiten zeigt sich in den Knoten K_{3-4} folgendes. In K_3 (Stallungen mit Tiefboxen) war der Anteil von Tieren unterhalb des Normbereichs größer als in K_4 (Stallungen mit Hochboxen). Weiterhin waren die täglichen Liegezeiten in Ställen mit Tiefboxen (K_3) im Normbereich und über dem Normbereich niedriger ausgeprägt als in Stallungen mit Hochboxen im Liegebereich (K_4). Tiere in Erfassungsgruppen ohne Lahmheiten und mit

Hochboxen lagen damit im Durchschnitt etwas länger (61,40 % ≥ 12 h, K_4) als Tiere in Stallungen mit Tiefboxen (49,70 % ≥ 12 h, K_3). Für diese Gruppe wurde die Häufigkeit der täglichen Futtervorlage als Einflussfaktor auf die Gesamtliegezeit untersucht (K_{7-8}).

In Knoten K_7 mit einer täglichen Futtervorlage oberhalb des Medians (> 2x täglich) war der Anteil der Gesamtliegezeiten in der Kategorie unter dem Normbereich mit 62,80 % am höchsten ausgeprägt (K_7, gesamt n = 78). Im Vergleich dazu war die Gesamtliegezeit in Stallungen, in denen die Häufigkeit der täglichen Futtervorlage unter dem Median lag, mit 55,60 % im Normbereich am höchsten ausgeprägt (K_8, gesamt n = 81). Die Häufigkeit der Futtervorlage könnte daher für einen Teil der Tiere zur Verminderung der Gesamtliegezeiten in Ställen mit Tiefboxen (ohne Lahmheiten) beigetragen haben.

Mit Hilfe des Entscheidungsbaum-Modells d_1 (n = 632) konnte festgestellt werden, dass Unterschiede in der Verteilung der Gesamtliegezeiten (< 12 h, 12 bis 14 h, > 14 h) mit lahmen Tieren in der Herde, unterschiedlichen Liegeboxen (Hochbox, Tiefbox) und der Häufigkeit der täglichen Futtervorlage einhergehen.

Im Anschluss werden die Entscheidungsbaumdiagramme für Datensatz D_1 (N = 2.080) mit Verletzungen (d_2) und Verschmutzungen (d_3) dargestellt und erläutert.

5.2.3 Verletzungen

Für den Bereich Verletzungen wurde die Variable „unverletzt“ verwendet. In Datensatz D_1 wurden 25,70 % der untersuchten Tiere als „unverletzt“ und damit frei von sichtbaren Technopathien erfasst. Mehr als zwei Drittel der Tiere (74,30 %) wurden als verletzt bewertet. Das darauf aufbauende Entscheidungsbaumdiagramm d_2 gliedert sich in insgesamt 12 Knoten (K_{0-11}). Als Einflussfaktoren wurden Variablen zum Liegebereich (K_{1-2}, K_{9-10}), zur Größe der Erfassungsgruppe (K_{3-4}) und zum Vorhandensein von mindestens einer auffälligen Lahmheit in der Erfassungsgruppe (K_{5-6}, K_{7-8}) als signifikante Effekte abgebildet (Abb. 9).

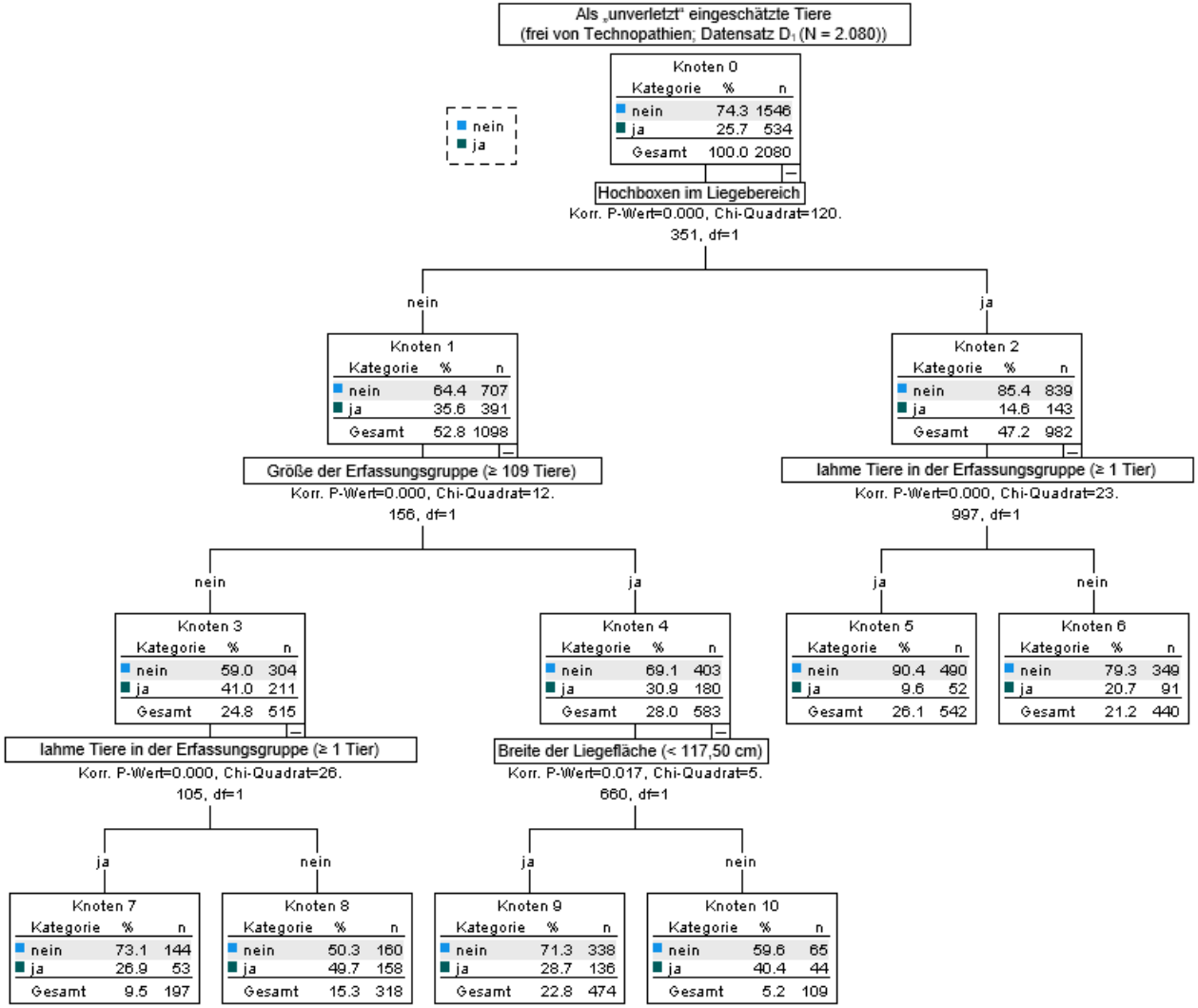


Abbildung 9: Entscheidungsbaum-Modell d_2 Verletzungen, Datensatz D_1 (N = 2.080)
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

Als Einflussfaktor auf die Ausprägung der Variable „unverletzt“ wurde die Ausstattung des Liegebereichs mit Hochboxen identifiziert (K_{1-2}). Knoten 0, unterteilt sich mit den Knoten 1 (n = 1.098) und Knoten 2 (n = 982) in eine ungefähr gleich große Anzahl Tiere. In Knoten K_2 mit Hochboxen war der relative Anteil unverletzter Tiere mit 9,82 % von 982 Tieren geringer als in K_1 ohne Hochboxen bzw. mit Tiefboxen mit 35,60 % von 1.098 Tieren. Für Stallungen mit Hochboxen wurden lahme Tiere in der Erfassungsgruppe als ein weiteres Merkmal abgebildet (K_{5-6}). In Stallungen mit Hochboxen im Liegebereich und mindestens einer Lahmheit in der Erfassungsgruppe war der Anteil unverletzter Tiere mit 9,60 % von 542 Tieren (K_5) geringer ausgeprägt als in Stallungen ohne Lahmheiten. Hier betrugt der Anteil an unverletzten Tieren 20,70 % von 440 Tieren (K_6). Für Stallungen mit Tiefboxen wurden drei signifikante Einflussfaktoren im Entscheidungsbaummodell dokumentiert. Diese lassen sich wie folgt beschreiben. In Ställen mit Tiefboxen ab 109 Tieren in der Erfassungsgruppe war der relative Anteil unverletzter Tiere mit 30,90 % von 583 Tieren (K_4) geringer als in Stallungen mit weniger als 109 Tieren in der Erfassungsgruppe und 41,00 % unverletzter Tiere (K_3, gesamt n = 515). Für Stallungen mit Tiefboxen und mehr als 109 Tiere in der Erfassungsgruppe wurde die durchschnittliche Breite der Liegeboxen als weiterer Einflussfaktor dargestellt. In diesen Stallungen war der Anteil unverletzter Tiere bei zu schmalen Liegeboxen (< 117,50 cm) mit 28,70 % von 474 Tieren (K_9) geringer ausgeprägt als bei breiteren Liegeboxen (> 117,50 cm) mit 40,40 % unverletzter Tiere (K_{10}, gesamt n = 109).

In Erfassungsgruppen mit weniger als 109 Tieren und Tiefboxen im Liegebereich wurde, die Variable Lahmheit als ein weiteres signifikantes Merkmal für die Verteilung unverletzter Tiere erfasst. In dieser Gruppe betrug der relative Anteil unverletzter Tiere in Ställen mit mindestens einem lahmen Tier 26,90 % (K_7, gesamt n = 197). Im Vergleich dazu betrug der Anteil unverletzter Tiere in Stallungen mit Tiefboxen, weniger als 109 Tieren in der Erfassungsgruppe und ohne Lahmheiten 49,70 % von 318 Tieren (K_8).

Zusammenfassend dargestellt, wurden als Einflussgrößen für die Verteilung unverletzter Tiere im Entscheidungsbaum-Modell d_2 (N = 2.080) die Liegeboxenart, die Größe der Erfassungsgruppe, Breite der Liegefläche in Tiefboxen (< 117,50 cm) und das Vorhandensein lahmer Tiere (≥ 1) ermittelt.

Abschließend wird die Variable „Verschmutzung“ im Entscheidungsbaumdiagramm d_3 für den Datensatz D_1 und 1.957 Tiere betrachtet. Zur Zuordnung von Effekten der Haltungsumwelt aus dem Bereich der Liegeboxen wurden Betriebe mit Hoch- und Tiefboxen im Liegebereich aus der Betrachtung ausgeschlossen (vgl. Kap. 4.2.3.1).

5.2.4 Verschmutzungen

Im verwendeten Modell wurden die Variablen Bedeckung der Hochbox (K_{1-2}), Tiefbox (K_3), Höhe der Kotstufe im Liegebereich (K_{4-7}) und Breite der Liegebox (K_{8-9}) als signifikant für die Verschmutzung der Tiere bewertet. Insgesamt wurden 47,40 % und 52,60 % der Tiere als verschmutzt bzw. sauber eingeschätzt (K_0) (Abb. 10).

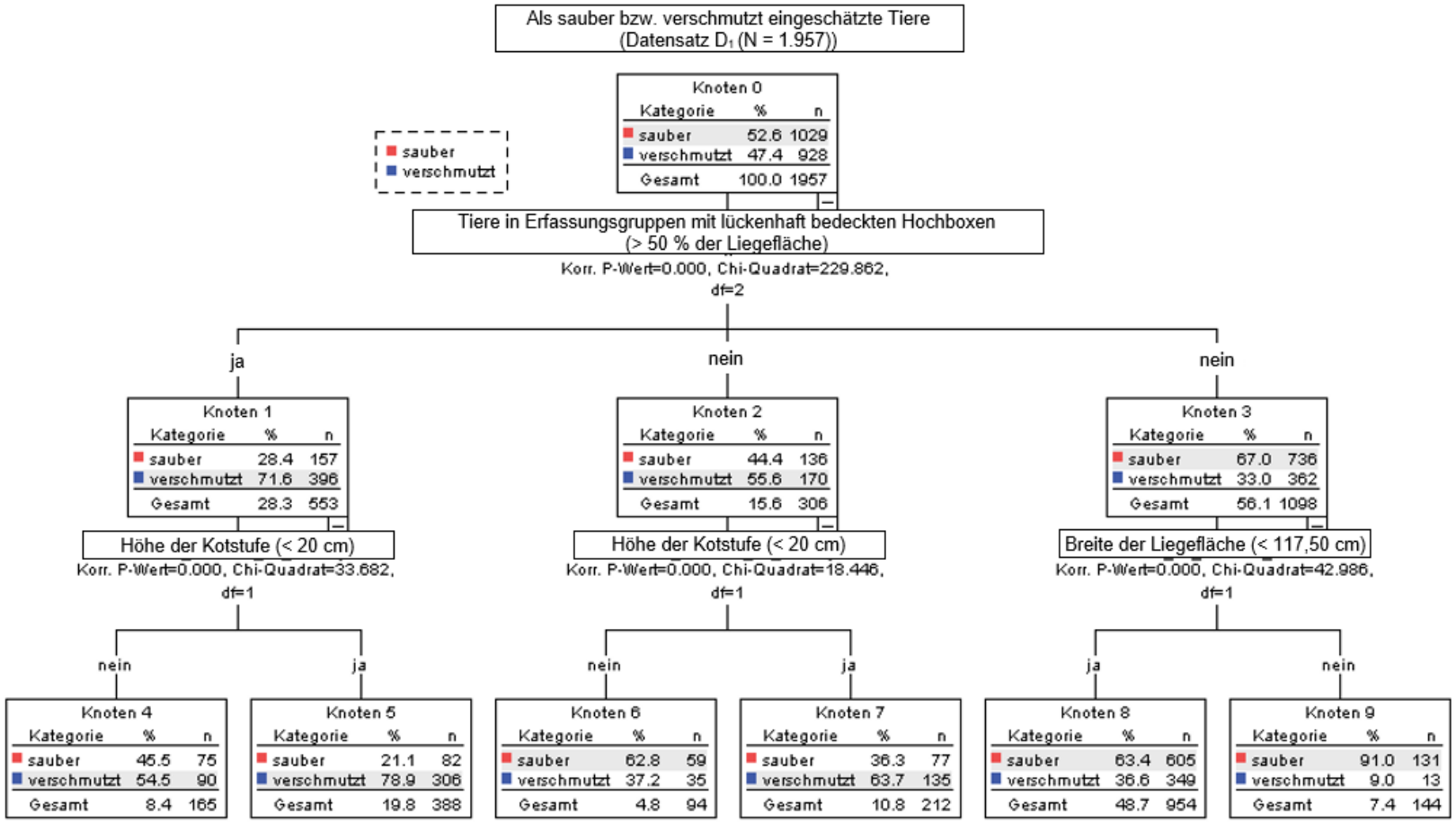


Abbildung 10: Entscheidungsbaum-Modell d_3 Verschmutzungen, Datensatz D_1 (N = 1.957)
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

In Stallungen, in denen die Bedeckung in der Hochbox als nicht lückenhaft[51] bewertet wurde (K_2), war der relative Anteil von sauberen Tieren mit 44,40 % von 306 Tieren größer als in Stallungen, in denen die Liegebereiche in der Hochbox als lückenhaft eingeschätzt wurden (K_1). Hier betrug der relative Anteil sauberer Tiere 28,40 % von 553 Tieren. In Stallungen, in denen Tiefboxen im Liegebereich vorhanden waren, betrug der Anteil sauberer Tiere 67,00 % von 1.098 Tieren. Als weiteren Einflussfaktor wurde die Höhe der Kotstufe für Stallungen mit Hochboxen dokumentiert. Für Stallungen mit lückenhaft bedeckten Liegeflächen in der Hochbox ergab sich daraus folgender Zusammenhang. Bei einer als zu niedrig eingeschätzten Kotstufe (< 20 cm) wurden mit 78,90 % von 388 Tieren mehr verschmutzte Tiere festgestellt (K_5) als in Stallungen mit einer ausreichend hohen Kotstufe (K_4). Der Anteil verschmutzter Tiere betrug in diesen Ställen 54,50 % von 165 Tieren. In Stallungen mit ausreichend bedeckten Liegeflächen in der Hochbox wurde die Höhe der Kotstufe ebenfalls als signifikanter Einflussfaktor identifiziert. In diesen Stallungen wurden bei einer zu niedrig eingeschätzten Kotstufe 63,70 % von 212 Tieren als verschmutzt eingeschätzt (K_7). Im Vergleich dazu wurden in Stallungen mit einer ausreichend hohen Kotstufe 37,20 % von 94 Tieren als verschmutzt bewertet (K_6). Im horizontalen Vergleich der Knoten $K_{4\text{-}7}$ zeigten sich Unterschiede zwischen der Sauberkeit der Tiere und dem Pflegezustand der Hochbox in Abhängigkeit von der Höhe der Kotstufe. In Stallungen mit einer als zu niedrig eingeschätzten Kotstufe und ausreichend bedeckten Liegeflächen (K_7) war der Anteil sauberer Tiere mit 36,30 % (gesamt n = 212) größer als in Stallungen mit lückenhaft bedeckten Liegebereichen und zu niedriger Kotstufe (K_5). In diesen Stallungen betrug der Anteil sauberer Tiere 21,10 % (gesamt n = 165). In Ställen, in denen die Kotstufe als ausreichend hoch bewertet wurde, zeigten sich folgende Zusammenhänge. In Stallungen mit ausreichend bedeckten Liegebereichen (K_6) wurden 62,80 % von 94 Tiere als sauber erfasst. Im Vergleich dazu wurden in Stallungen mit lückenhaft bedeckten Liegebereichen und einer ausreichend hohen Kotstufe 45,50 % von 165 Tieren als sauber eingeschätzt. Für Stallungen, in den Tiefboxen verbaut waren, wurde die durchschnittliche Breite der Liegeboxen als signifikanter Einflussfaktor dokumentiert. In Ställen mit Tiefboxen im Liegebereich und einer als zu schmal eingeschätzten Liegebox (< 117,50 cm) wurden 36,60 % von 349 Tieren als verschmutzt bewertet (K_8). In Stallungen mit einer ausreichend breiten Liegebox wurden 9 % von 144 Tieren als verschmutzt dokumentiert (K_9).

[51] Lückenhaft (> 50 %) bedeckte Liegefläche: mehr als die Hälfte der Liegefläche sind mit Einstreu bedeckt (vgl. Kap. 4.2.3.4).

Mit Hilfe des Entscheidungsbaum-Modells d_3 (N = 1.957) können für die Ausprägung von Verschmutzungen an den Tieren neben einer lückenhaften Bedeckung der Liegefläche in Hochboxen, weiterhin eine zu geringe Breite (< 117,50 cm) der Liegefläche in Tiefboxen und eine zu niedrige Kotstufe (< 20 cm) als Einflussfaktoren festgestellt werden.

In der folgenden Schwachstellenanalyse werden ausgehen von den Ergebnissen der Modellberechnungen Mängel in den untersuchten Stallungen bzw. Erfassungsgruppen quantifiziert (Kap. 5.3). Die Schwachstellen bilden den Ausgangspunkt zur Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen in den Haltungsbedingungen und die anschließende ökonomische Analyse damit verbundener jährlicher Kosten (Kap. 6).

5.3 Schwachstellenanalyse zum Tierwohl

Insgesamt wurden 46 Stallungen bzw. Erfassungsgruppen ausgewertet. Dargestellt wird die Verteilung der festgestellten Mängel für 11 Variablen unterteilt in vier Kategorien Liegebereich, Laufbereich, Fressbereich und Tierkomfort. Für die Variablen A1 bis D10[52] wurden mit Hilfe der verwendeten Mehr-Ebenen-Modellen Hinweise auf signifikante Zusammenhänge ($\alpha \leq 0{,}05$) zum Tierwohl (Technopathien, Sauberkeit, Gesamtliegezeit, Schritte pro Tag) dokumentiert. Zur Einschätzung der Haltungsbedingungen wurden Mindestanforderungen für die Abmessungen im Stall anhand von Zielwerten aus der Literatur definiert. Die Schwachstellenanalyse beinhaltet die Abmessungen und den Zustand im Liege- und Laufbereich (A; B). Die Höhe des Fressbereichs (C) und die Kategorie Tierkomfort (D) mit dem Auftreten von Lahmheiten in der Erfassungsgruppe und der Ausstattung der Stallungen mit Kuhputzbürsten.

Nachfolgend werden die zum Tierwohl festgestellten Einflussfaktoren aus der Haltungsumwelt genauer beschrieben. Zu Beginn wird dazu der Einfluss der Variablen (A1 bis D12) auf Technopathien,[53] Verschmutzungen,[54] Liegezeiten und Schritte pro Tag anhand des Signifikanzniveaus dargestellt. Zur Beurteilung der Wirkrichtung der Effekte (z.B. eine Zunahme von Technopathien in Folge eines Einflussfaktors) wird für die verwendeten dichotomen Variablen die relative Verteilung der Ergebnisse angegeben. Für metrische unabhängige und abhängige Variablen wird die Wirkrichtung des Effektes anhand des Schätzers (< 0 negativ; > 0 positiv)

[52] Die Variable Kuhputzbürste wurde aufgrund fehlender Daten aus den Berechnungen in Datensatz D_1 ausgeschlossen und wird daher deskriptiv ausgewertet.
[53] Technopathien in Schadensklasse: 0 ohne Befund bzw. unverletzt,1 haarlose Stelle, 2 hautlose Stelle, 3 Umfangsvermehrung gedeckt, 4 bzw. Umfangsvermehrung offen.
[54] Verschmutzungen in Scorenoten: 1 sauber, 2 leicht verfärbt, 3 stark verfärbt, 4 Anhaftungen von Kot, 5 Klutenbildung, 6 starke Klutenbildung. Die Werte der zusammengefassten Variable zur Verschmutzung reichen von -2,10 bis 3,50 und sind synonym zu den Einzelnoten aufsteigend von sauber zu verschmutzt zu interpretieren.

beurteilt. Zu den Variablen wird jeweils das verwendete Modell (Modell I: Mehr-Ebenen-Modell / linear gemischtes Modell; Modell II: Mehr-Ebenen-Modell / Verallgemeinerte Schätzgleichungen), der Datensatz (D_1, N = 2.082; Teilstichprobe D_2 n = 632) sowie die laufende Nummer der im Kapitel 5.1. aufgeführten Berechnungsergebnisse angegeben.

Insgesamt sechs Variablen sind der Kategorie Liegebereich (A) zuzuordnen. Dazu zählen u.a. die Art der Liegeboxen, die Abmessungen im Liegebereich und der Zustand der Liegeflächenoberfläche. Für die Ausstattung der Stallungen mit Hochboxen (A1) wurde ein insgesamt nachteiliger Effekt auf die Tiergesundheit in Form von Technopathien dokumentiert. In Stallungen mit Hochboxen im Liegebereich war der Anteil unverletzter Tiere mit 14,70 % (Tier ohne Technopathien) signifikant geringer (p-Wert = 0,001; Modell II; Datensatz D_1; lfd. 59) als in Stallungen mit Tiefboxen und 35,60 % (p-Wert = 0,004; Modell II; Datensatz D_1; lfd. Nr. 58). Weiterhin wurde in der Auswertung festgestellt, dass die Tiere in Erfassungsgruppen mit Hochboxen im Liegebereich im Durchschnitt verschmutzter sind (Scorenote 0,36) als Tiere in Erfassungsgruppen mit Tiefboxen (Scorenote - 0,23) (p-Wert = 0,005; Modell I; Datensatz D_1; lfd. Nr. 81)[55]. Zu schmale Liegeflächen (< 117,50 cm) (A2) und zu kurze Liegeflächen (< 182,50 cm) (A3) können die Ausprägung von Technopathien an den Gelenken beeinflussen und die Liegedauer beeinträchtigen. Die Auswertung der Mehr-Ebenen-Modelle ergab, dass zu schmale Liegeboxenbreiten mit einer höheren Schadensklasse für Technoparthien an der Karpalgelenken von 0,25; im Vergleich zu Erfassungsgruppen mit durchschnittlich breiteren Liegeboxen (≥ 117,50 cm) und einer Schadensklasse von 0,04; in Verbindung stehen (p-Wert = 0,038; Modell I; Datensatz D_1; lfd. Nr. 63). In Stallungen mit zu schmalen Liegenflächen wurde darüber hinaus mit 24,50 % ein geringerer Anteil unverletzter Tiere in der Erfassungsgruppe festgestellt als in Stallungen mit breiteren Liegeflächen und einem Anteil von 43,10 % unverletzter Tiere (p- Wert = < 0,001; Modell II; Datensatz D_1; lfd. Nr. 60). In der Auswertung der Liegezeiten zeigten sich weiterhin Hinweise für niedrigere Gesamtliegezeiten (< 12 h täglich) in Erfassungsgruppen mit zu schmalen Liegeflächen. In diesen Stallungen war der Anteil von Tieren mit Gesamtliegezeiten unter 12 Stunden pro Tag mit 56 % größer als in Stallungen mit einer ausreichenden Breite der Liegefläche (≥ 117,50 cm) und 27 % (p- Wert = < 0,001; Modell II; Teilstichprobe D_2; lfd. Nr. 13). Für die Länge der Liegefläche wurde eine Zunahme von Technopathien an den Tarsalgelenken (p- Wert = < 0,001; Modell I; Datensatz D_1; lfd. Nr. 68) und an der Wirbelsäule (p- Wert = 0,023; Modell I; Datensatz D_1; lfd. Nr. 75) mit Abnahme der

[55] Insgesamt verschmutzter, verwendet wurde die zusammengefasste Variable zur Verschmutzung an Euter und Bauch, Schwanz und Schwanzquaste, Kreuz, Hinterhand sowie Sitzbein und Unterbein.

durchschnittlichen Liegeflächenlänge beobachtet. Neben den Auswirkungen auf die Ausprägung von Technopathien ist die Beschaffenheit der Liege- und Laufbereiche für Sauberkeit der Tiere von Bedeutung. Eine zu niedrige Kotstufe (< 20,00 cm) und wenig bedeckte Liegeflächen werden mit einer größeren Ausprägung von Verschmutzungen an den Tieren in Verbindung gebracht (A4, A5). Tiere in Erfassungsgruppen mit einer zu niedrigen Kotstufen wurden in der Scorenote von 0,56 insgesamt verschmutzter bewertet als Tiere in der Erfassungsgruppe mit einer ausreichend hohen Kotstufe und einer Scorenote von - 0,18 (p- Wert = 0,002; Modell I; Datensatz D_1; lfd. Nr. 82). Weiterhin wurde anhand der Modellanalysen festgestellt, dass ein geringerer Anteil von lückenhaft bedeckten Liegeflächen in Hochboxen mit einem höheren Anteil insgesamt verschmutzter Tiere in der Erfassungsgruppe in Verbindung stehen könnte (p- Wert = 0,027; Modell I; Datensatz D_1; lfd. Nr. 77). Als ein weiterer Einflussfaktor für die Verschmutzung der Tiere wurde die Anzahl der Liegeplätze pro Tier identifiziert. In den ausgewerteten Erfassungsgruppen stand ein Mangel an Liegeplätzen (A6) mit einem Anstieg von Verschmutzungen an Euter und Bauch (p- Wert = < 0,001; Modell I; Datensatz D_1; lfd. Nr. 84), sowie an der Hinterhand der Tiere (p- Wert = 0,009; Modell I; Datensatz D_1; lfd. Nr. 92) in Verbindung (A5).

Im Laufbereich (B) wurden zwei Mängel erfasst. Zu schmale Gänge im Stall (Fressgang < 3,50 m) können die Ausprägung von Verschmutzungen am Tier erhöhen (B7). Dabei zeigte sich mit Abnahme der Fressgangbreite eine Zunahme von Verschmutzungen an der Hinterhand (p- Wert = 0,007; Modell I; Datensatz D_1; lfd. Nr. 97)[56]. Als eine weitere Variable wurde der Zustand der Oberflächen im Laufbereich erfasst (B8). Dieser wurde in trittsicher und trittunsicher unterschieden. In Erfassungsgruppen mit trittunsicheren Laufbereichen war die Aktivität der Tiere mit durchschnittlich 1.704 Schritte pro Tag signifikant niedriger als in Stallungen mit trittsicher bewerteten Laufbereichen und 2.062 Schritten täglich (p- Wert = 0,006; Modell I; Teilstichprobe D_2; lfd. Nr. 37).

In der Kategorie Fressbereich (C) wurde eine Variable als Schwachstelle identifiziert. Hier zeigte sich ein Zusammenhang für die Höhe der oberen Abgrenzung in Fressfanggittern sowie Nackenrohren und der Ausprägung von Technopathien im Bereich der Widerrist (C9). Dabei ging die Verringerung der Höhe mit einer Zunahme von Technopathien im Bereich des Widerrists einher (p-Wert = 0,016; Datensatz D_1; Modell I; lfd. Nr. 71).

[56] Festgestellte Mängel in Fress- und Boxengängen werden zusammen betrachtet. Die Auswertung der Mehr-Ebenen-Modelle ergab in Bezug auf die Folgen von zu geringen Abmessungen im Boxengang (< 2,50 m) keine eindeutigen Zusammenhänge (vgl. Modell I; Datensatz D_1; lfd. Nr. 103).

Abschließend werden die Einflussfaktoren aus Kategorie Tierkomfort erläutert. Die Variable Lahmheiten in der Erfassungsgruppe (D10), wurde der Kategorie Tierkomfort zugeordnet. In Stallungen mit mehr als einem lahmen Tier in der Erfassungsgruppe, waren die Ausprägung von Technopathien an den Karpalgelenken größer als in Stallungen ohne festgestellte Lahmheiten (p-Wert = 0,044; Modell I; Datensatz D_1; lfd. Nr. 61). Darüber hinaus zeigten sich Unterschiede in den Liegezeiten der Tiere. In Stallungen mit Lahmheiten (≥ 1 Tier) in der Erfassungsgruppe war der Anteil von Tieren mit täglichen Liegezeiten zwischen 12 h und 14 h mit 27,50 % geringer ausgeprägt als in Stallungen ohne auffällige Lahmheiten und einem Anteil von 40,80 % (p-Wert = 0,020; Modell II; Teilstichprobe D_2; lfd. Nr. 19). Als weitere Variable wurde das Fehlen von Kuhputzbürsten bewertet (D11) (Tab. 66).

Tabelle 66: Einflussfaktoren und Zielwerte aus dem Bereich der Haltungsbedingungen (Liegebereich (A), Laufbereich (B), Fressbereich (C) und Tierkomfort (D)) mit Bedeutung für das Tierwohl

Kategorie		Schwachstellen	Zielwerte
A	A1	Hochboxen im Liegebereich	Tiefbox [1)]
	A2	Liegefläche, zu schmal (< 117,50 cm)	≥ 117,50 cm
	A3	Liegefläche, zu kurz (< 182,50 cm)	≥ 182,50 cm
	A4	Kotstufe, zu niedrig (< 20 cm)	20 cm
	A5	Bedeckung der Liegefläche in der Hochbox lückenhaft (> 50 % Bedeckung)	100 %
	A6	Liegeplätze je Tier (< 1:1)	1:1
B	B7	Fressgang, zu schmal (< 3,50 m); Boxengang zu schmal (< 2,50 m)	3.50 m; 2,50 m
	B8	Lauffläche, tritt unsicher	trittsicher
C	C9	Fressplatzhöhe, zu niedrig (< 149 cm)	≥ 149 cm
D	D10	Lahmheiten in der Erfassungsgruppe	0
	D11	Kuhputzbürsten (< 1 : 60; Anzahl Bürsten : Anzahl Tiere)	1 Bürste : 60 Tiere

Quelle: vgl. PELZER et al., 2007: 6, (A2, A3) eigene Berechnung; ebenda: 6-12, (A4, A6); TIERSCHUTZLEITLINIE FÜR DIE MILCHKUHHALTUNG, 2007: 28–32, (A6, B7); DAHLHOFF, 2014: 25, (B8); ZAFFINO HEYERHOFF et al., 2014: 182 f., (C9); vgl. ITO K. et al., 2010: 3553, (D10); FRONDELIUS et al., 2022: 1, (D10); ALBRECHT, 2022: 12, (D11); Anm.: [1)] Umbau in Tiefbox, wenn eine Verbreiterung und Verlängerung nicht möglich sind; eigene Darstellung

Insgesamt stellt sich die Verteilung der in den Haltungsbedingungen festgestellten Mängel (1 bis 11) wie folgt dar. Im Datensatz D_1 wurden in 22 von 46 Stallungen (48 %) Hochboxen im Liegebereich verwendet (A1). Der höchste Anteil dieser Boxenart war mit 67 % in Gruppe I und der geringste Anteil mit 36 % in Gruppe II festzustellen. Neben der Boxenart wurde die Breite der Liegebox als Schwachstelle erfasst (A2). In 43 von 46 Stallungen (93 %) wurden zu schmale Liegeboxen festgestellt und damit annährend in jeder Untersuchungsgruppe ungenügende Liegeboxenbreiten nachgewiesen. In 27 von 46 Stallungen (59 %) wurde die Länge der Liegeflächen als zu kurz dokumentiert (A3). Innerhalb der Erfassungsgruppen liegt der Anteil von Stallungen mit zu kurzen Liegeflächen zwischen 46 % und 79 %. Der höchste Anteil wurde in Gruppe II mit 11 von 14 Stallungen bzw. 79 % festgestellt. Als eine weitere Schwachstelle

wurde die Höhe der Kotstufe in der Liegebox ermittelt (A4). In 14 Stallungen (30 %) wurde die Höhe der Kotstufe als zu niedrig bewertet. Für dieses Merkmal wurden die häufigsten Abweichungen vom Referenzwert in Gruppe IV (38 %) und III (40 %) festgestellt. Neben den Abmessungen im Liegebereich wurde die Verteilung der Liegeboxeneinstreu in der Schwachstellenanalyse erfasst (A5). Für den Zustand der Hochboxen wurden Mängel in der Verteilung (> 50 % der Liegefläche mit lückenhafter Bedeckung) der Einstreu erhoben. Im Durchschnitt wurden in 27 % der bewerten Erfassungsgruppen mit Hochboxen im Liegebereich die Einstreuverhältnisse auf der Liegefläche als lückenhaft bewertet. Der niedrigste Anteil wurde in Gruppe IV (> 900 Tiere) mit 8,53 % und der höchste Anteil in Gruppe III (45,70 %) festgestellt. Als weiteres Merkmal wurde die Anzahl der Liegeplätze je Tier in der Erfassungsgruppe erhoben (A6). Als Referenzwert wurde ein Tier - Liegeplatzverhältnis von mindestens 1:1 angenommen. Im Durchschnitt der Untersuchungsgruppen wurde ein Wert von 1,07 Liegeplätzen pro Tier berechnet (A6). Dabei lagen die in Datensatz (D_1) dokumentierte Werte in den 46 Erfassungsgruppen zwischen 0,69 Liegeplätzen und 1,49 Liegeplätzen pro Tier. Weitere Schwachstellen wurden im Bereich der Laufgänge identifiziert (B). Im Laufbereich wurde in 22 von 46 Stallungen (48 %) und damit bei etwa der Hälfte der untersuchten Erfassungsgruppen zu schmale Boxen- und Fressgänge ermittelt (B7). Die häufigsten Abweichungen von den Referenzwerten wurden in der Gruppe IV festgestellt. Hier waren 54 % der Boxengänge und 62 % der Fressgänge zu schmal. Neben den Abmessungen ist als weiteres Merkmal die Trittsicherheit erfasst worden (B8). In 12 von 46 Stallungen (26 %) wurden die Laufbereiche als trittunsicher bewertet. Im Fressbereich wurde die Höhe der oberen Abgrenzung als Schwachstelle ermittelt, diese wurde in 38 von 46 Stallungen (83 %) als zu niedrig bewertet (C9). Besonders häufig wurden niedrige Abmessungen (93%) in Gruppe II erhoben. In der Kategorie D der Schwachstellenanalyse wurden Merkmale zum Tierkomfort eingeordnet. Erfasst wurden Lahmheiten (D10) in der Erfassungsgruppe und die Ausstattung der Stallung mit Kuhputzbürsten (D11). In 23 von 46 Erfassungsgruppen wurde mindestens eine Lahmheit festgestellt. Der höchste Anteil wurde in Gruppe III, mit 70 % der dort untersuchten Erfassungsgruppen dokumentiert. Am wenigsten auffällige Lahmheiten wurden in Gruppe II (21%) festgestellt. Für die Ausstattung mit Kuhputzbürsten wurde festgestellt, dass 67 % der untersuchten Stallungen bzw. 31 von 46 Stallungen über zu wenig bzw. keine Kuhputzbürsten in den Erfassungsgruppen verfügten. In Gruppe III und IV wurden mit 90 % bzw. 77 % der untersuchten Stallungen die häufigsten Abweichungen vom verwendeten Referenzwert für die Anzahl von Kuhputzbürsten je Tier (1 : 60) festgestellt (Tab. 67).

Tabelle 67: Schwachstellen in den untersuchten Erfassungsgruppen der analysierten Stallungen, Datensatz D_1 (N = 46)

				I	II	III	IV	
Größenklasse (Anzahl Tiere)				< 300	300 - 599	600 - 900	> 900	I bis IV
Stallungen (Anzahl)				9	14	10	13	46
(A) Liegebereich	1	Hochboxen im Liegebereich	Anzahl Stallungen	6 (67 %)	5 (36 %)	5 (50 %)	6 (46 %)	22 (48 %)
	2	Liegefläche, zu schmal		9 (100 %)	13 (93 %)	9 (90 %)	12 (92 %)	43 (93 %)
	3	Liegefläche, zu kurz		5 (56 %)	11 (79 %)	5 (50 %)	6 (46 %)	27 (59 %)
	4	Kotstufe, zu niedrig		2 (22 %)	3 (21 %)	4 (40 %)	5 (38 %)	14 (30 %)
	5	Bedeckung in der Hochbox, Liegefläche lückenhaft (> 50 %)	Mittelwert (%)	26,43	31,08	45,70	8,53	27,01
	6	Liegeplätze pro Tier	Mittelwert	1,14	1,08	1,03	1,03	1,07 max 1,49 Min 0,69
(B) Laufbereich	7	Fressgang, zu schmal		4 (44 %)	7 (50 %)	3 (30 %)	8 (62 %)	22 (48 %)
		Boxengang, zu schmal		4 (44 %)	7 (50 %)	4 (40 %)	7 (54 %)	22 (48 %)
	8	Lauffläche, trittunsicher		3 (33 %)	4 (29 %)	2 (20 %)	3 (23 %)	12 (26 %)
(C) Fressbereich	9	Fressplatz, Höhe zu niedrig	Anzahl Stallungen	6 (67 %)	13 (93 %)	9 (90 %)	10 (77 %)	38 (83 %)
(D) Tierkomfort	10	Lahmheiten in der Erfassungsgruppe		5 (56 %)	3 (21 %)	7 (70 %)	8 (62 %)	23 (50 %)
	11	Kuhputzbürsten, zu wenige bzw. nicht vorhanden	Anzahl Stallungen	6 (67 %)	6 (43 %)	9 (90 %)	10 (77 %)	31 (67 %)

Quelle: Eigene Berechnungen

Im Anschluss werden die ökonomischen Auswirkungen der festgestellten Zusammenhänge von Haltungsbedingungen, Technopathien, Liegezeiten und Verschmutzungen analysiert. Dazu werden zu Beginn normative Maßnahmen zur Behebung der in den 46 Stallungen identifizierten Mängel als weitere Berechnungsgrundlage abgeleitet. Die Auswahl der Maßnahmen erfolgt unter der Annahme, dass die Verbesserung der Haltungsbedingungen zu einem höheren Tierwohl beitragen kann. Dazu wurden den Schwachstellen (vgl. Kap. 5.3) elf kurz- und mittelfristig umsetzbare Maßnahmen mit Hilfe von Zielwerten zugeordnet (Kap. 6.1) und davon

ausgehend die Kosten zur Beseitigung der Haltungsmängel dargestellt (Kap 6.2). Dazu wurden die durchschnittlichen jährlichen Aufwendungen für Verbesserungsmaßnahmen in der Haltungsumwelt kalkuliert (Kap. 6.3) und deren ökonomische Auswirkungen im Rahmen einer Vollkostenberechnung beschrieben (Kap. 6.4).

6 Ökonomie

Zur Analyse von Ökonomie und Tierwohl in der Milchviehhaltung werden die Ergebnisse der an den Einzeltieren erfassten Daten zum Einfluss der Haltungsbedingungen in 46 Stallungen bzw. 28 Betrieben auf die Ausprägung von Technopathien und Verschmutzungen (Datensatz D_1, N = 2.082) sowie Liegezeiten (Teilstichprobe D_2; n = 632; 41 Stallungen) zur Grundlage genommen. Dazu wurden die in den Mehr-Ebenen-Modellen (Modell I lineares gemischtes Modell, Modell II verallgemeinerte Schätzgleichungen) als signifikant erfassten Variablen aus der Haltungsumwelt in vier Kategorien eingeteilt ((A) Liegebereich, (B) Laufbereich, (C) Fressbereich, (D) Tierkomfort) und in einer Schwachstellenanalyse zur Haltungsumwelt normativ Maßnahmen zur Behebung der festgestellten Mängel abgeleitet (Kap. 6.1). Normative Maßnahmen, d.h. nicht im einzelnen Betrieb an den tatsächlichen Verhältnissen abgeschätzte Maßnahmen, sondern nach Auswertung der Fragebögen, abgeleitete Maßnahmen zur Behebung von Abweichungen zur Norm oder von bei der Datenerhebung explizit festgestellten Mängeln. Berechnet wurden die durchschnittlichen jährlichen Kosten und der Personalaufwand von kurzfristig- und mittelfristig umsetzbaren Maßnahmen sowie Aufwendungen für die Durchführung von Weidegang (Kap. 6.2). Ausgehend von den Aufwendungen für die einzelnen normativen Maßnahmen wurden anschließend die Kosten zur Behebung der identifizierten Mängel berechnet und für Untersuchungsgruppen (I < 300 Tiere, II 300 bis 599 Tiere, III 600 bis 900 Tiere, IV > 900 Tiere) dargestellt (Kap. 6.3). Die Kosten zur Verbesserung der Haltungsbedingungen bilden weiterhin die Grundlage für die durchgeführte Vollkostenberechnung (Kap. 6.4). In dieser werden die Auswirkungen der Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls (Sanierung der Liegebereiche, Austausch alter Liegeboxen, Einführung von Weidegang) dargelegt. Zur Ermittlung der Vollkosten wurden die berechneten Aufwendungen zum Tierwohl zusammen mit Kalkulationsdaten zur Milchviehproduktion aus der Datensammlung Brandenburg verwendet und Stückkosten sowie Stückgewinn kalkuliert (HANFF und LAU, 2022). In den Berechnungen wurden feste Kalkulationswerte für den Milchpreis (Mittelwert 2014 - 2023: 0,3622 EUR pro kg) und den Personalaufwand (21 Euro pro Stunde) verwendet (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2023; ACHILLES et al., 2020).

Mit Hilfe der berechneten Kosten zur Umsetzung von Maßnahmen zur Verbesserung der Haltungsbedingungen wurden abschließend Handlungsoptionen für die Landwirtschaft abgeschätzt und in einer umfassenderen Betrachtung diskutiert und eingeordnet (Kap.7).

6.1 Ableitung von kurz- und mittelfristigen Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls im Stall

Als kurzfristig umsetzbare Maßnahme (I) werden die Verbreiterung der Liegeflächen, Verlängerung der Liegeflächen und der Umbau der Kotstufen sowie zusätzliche Pflegemaßnahmen für die Liegeboxen betrachtet. Mittelfristig umsetzbar (II) sind der Umbau der bestehenden Liegeboxen (Abriss alter Boxen, Einbau neuer Liegeboxen) und damit einhergehende Umbaumaßnahmen im Laufbereich. Nachfolgend wird die Zuordnung von Schwachstellen und Maßnahmen schematisch dargestellt. Davon ausgehend werden die kurz- und mittelfristigen Maßnahmen im Detail erläutert (a, b) und zur Kalkulation der Kosten für Verbesserungsmaßnahmen in den 46 Stallungen zusammenfassend dargestellt (c) (Abb. 11).

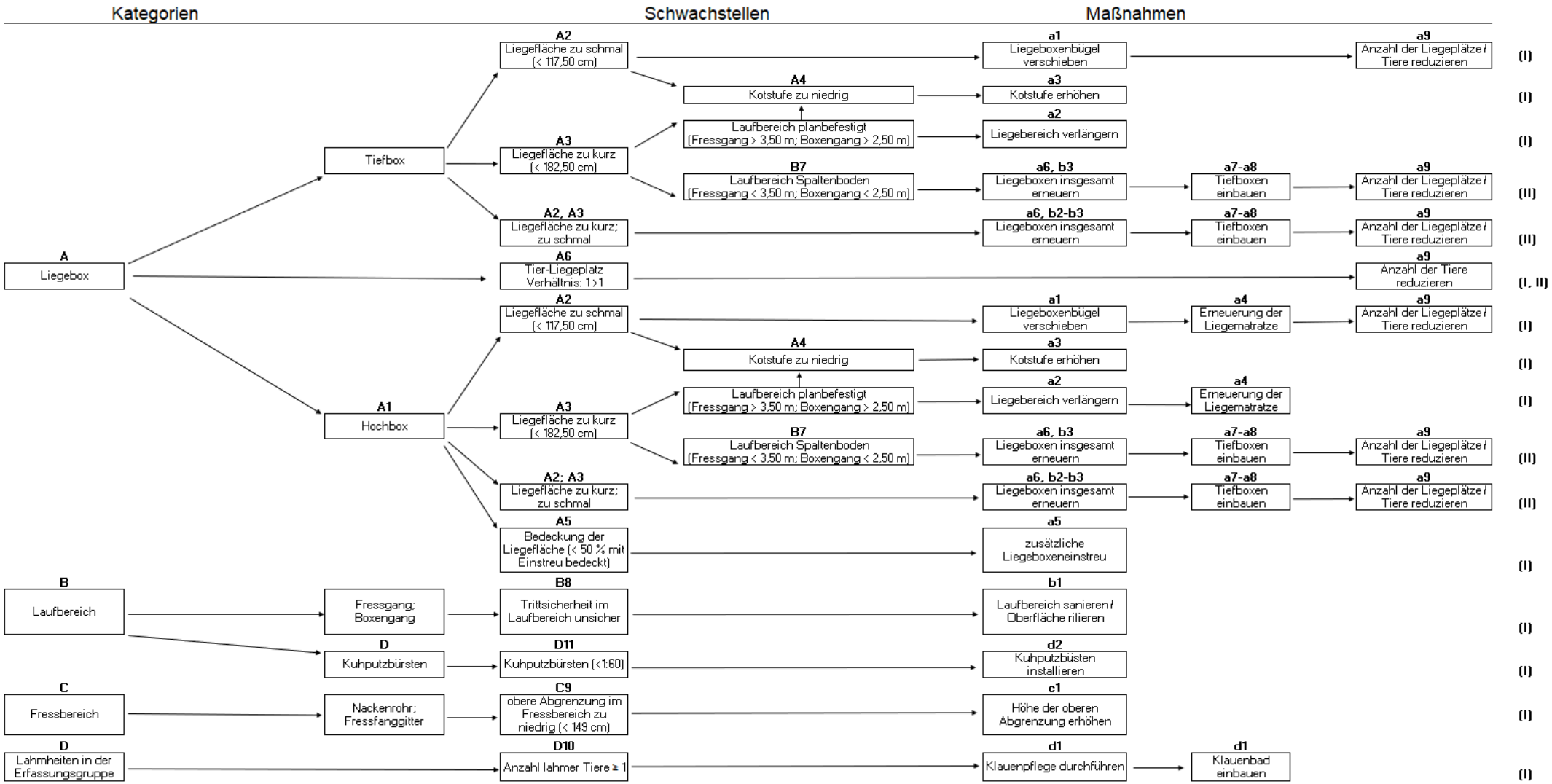


Abbildung 11: Schema zur Ableitung normativer Maßnahmen
Quelle: Eigene Darstellung

6.1.1 Kurzfristige normative Maßnahmen

Zu schmale Liegebereiche (A2) in Hoch- und Tiefboxen werden durch einen Umbau der Liegeboxenabtrennung auf eine Liegeflächenbreite von 117,50 cm verbreitert (a1). Für Hochboxen wird dabei zusätzlich eine Erneuerung der Liegematten vorgenommen (a1, a4). Durch den zusätzlichen Platzbedarf der verbreiterten Liegefläche reduziert sich die Anzahl von Liegeboxen und Tieren in der Erfassungsgruppe. Dazu wird ein Tier : Liegeplatz Verhältnis von 1:1 angestrebt (a9). In Stallungen in denen keine Verbreiterung der Liegeflächen erfolgt, wird die Tieranzahl bei Überbelegung ebenfalls auf ein Tier : Liegeplatz Verhältnis von 1:1 vermindert. In Liegeboxen mit zu kurzen Liegeflächen (A3) werden die Liegebereiche auf eine Länge von 182,50 cm umgebaut (a2). Für Tiefboxen wurde unterstellt, dass die Verlängerung der Liegefläche durch einen Umbau der Kotstufe umgesetzt werden kann. In Hochboxen wurde davon ausgegangen, dass für eine Verlängerung des Liegebereichs Betonarbeiten notwendig sind. Für beide Boxentypen wurde weiterhin davon ausgegangen, dass eine Verlängerung der Liegebox kurzfristig nur in Stallungen mit ausreichenden Breiten im Laufbereich (B7; Boxengang > 2,50 m; Fressgang > 3,50 m) und bei planbefestigten Böden durchgeführt werden kann. Da bauliche Veränderungen in Stallungen mit zu kurzen Liegeboxen, Spaltenböden im Laufbereich und einer zu geringen Breite der Laufbereiche umfangreiche Umbaumaßnahmen erforderlich werden ließen. Weiterhin wurde angenommen, dass durch die Verlängerung des Liegebereichs kurzfristig keine zusätzlichen Maßnahmen zum Umbau der mechanischen Entmistungsanlagen notwendig sind. Zur Behebung von Mängeln in der Liegeboxeneinstreu von Hochliegeboxen (A5), werden zusätzliche Einstreumaßnahmen durchgeführt (a5). Für Stallungen mit trittunsicheren Laufbereichen (B8) ist zur Sanierung der Oberflächen eine Rillierung vorgesehen (b1). Im Fressbereich werden zu niedrig angebrachte Fressfanggitter und Nackenrohre (C9) auf eine Höhe von 149 cm umgebaut (c1). Beim Auftreten von Lahmheiten in der Erfassungsgruppe (D10) werden Maßnahmen wie die zusätzliche jährliche Klauenpflege und der Einbau eines Klauenbades im Laufbereich der Erfassungsgruppe (d1) durchgeführt. In Stallungen mit keinen bzw. einer zu geringen Anzahl von Kuhputzbürsten pro Tier (< 1 : 60) (D11) werden zur Verbesserung des Tierkomforts neue elektrische Kuhbürsten installiert bzw. vorhandene Bürsten ergänzt (d2).

6.1.2 Mittelfristige normative Maßnahmen

Als mittelfristig umsetzbar werden Maßnahmen zum Umbau zu kurzer (< 182,50 cm) und zu schmaler (< 117,50 cm) Liegeflächen betrachtet (A2, A3). Für Stallungen mit Liegeboxen, die

diese Mindestanforderungen für die Liegefläche nicht erfüllen, ist ein vollständiger Umbau im Liege- und Laufbereich vorgesehen. Dazu gehören der Abriss der bestehenden alten Liegeboxen, der Einbau neuer Tiefliegeboxen (Breite der Liegefläche 125 cm, Länge der Liegefläche 230 cm) sowie Umbaumaßnahmen im Laufbereich (a6 - a8, b2 - b3). Zur Kalkulation, der für den Umbau insgesamt zur Verfügung stehenden Stallflächen wurden, ausgehend von den in der Erhebung zum Tierwohl erfassten Abmessungen im Liege- und Laufbereich die Stallfläche für die Erfassungsgruppe berechnet. Im Anschluss wurden die Flächenanteile der einzelnen Bereiche (Liege- und Laufbereich) kalkuliert. Danach wurden mit Hilfe der drei Ausgangswerte (Stallfläche insgesamt, Fläche im Liegebereich, Fläche im Laufbereich) die für den Umbau notwendigen Flächenbedarfe berechnet. Zu Beginn wurde dazu der Flächenbedarf für den Umbau des Laufbereiches kalkuliert. Als neue Abmessungen der Boxen- und Fressgänge wurde eine Breite von 3,00 m[57] angenommen. Die neu berechnete Fläche im Laufbereich wurde anschließend von der Stallfläche insgesamt abgezogen und so die zur Verfügung stehende neue Fläche im Liegebereich errechnet. Zur Bestimmung der Anzahl neuer Liegeboxen, wurde der Flächenbedarf einer Tiefbox (2,88 m²)[58] durch die neue Fläche im Liegebereich geteilt. Die Reduzierung von Liegeboxen entspricht der Anzahl zu reduzierender Tiere in der Erfassungsgruppe. Dazu wird ein Tier : Liegeplatzverhältnis von 1:1 angenommen. Der Umbau der Liegeboxen ist mit Maßnahmen im Laufbereich verbunden. Dabei wird die vorhandene Art des Laufbereichs (Spaltenboden, planbefestigter Boden) zur Grundlage genommen. In Stallungen mit Spaltenböden erfolgt eine Erneuerung der Spaltenelemente und die Anpassung des Güllekanals im Umfang der zusätzlichen Laufflächen. Für Stallungen mit planbefestigten Böden wurde angenommen, dass die Bodenoberfläche erhalten bleibt und ausschließlich bereits vorhandene automatische Entmistungsanlagen im Laufbereich erneuert werden.

Als Folge von Umbauten im Liegebereich und der damit verbundenen Verminderung der insgesamt im Stall zur Verfügung stehenden Liegefläche (kurzfristige Maßnahme: Verbreiterung der Liegefläche (a1); mittelfristige Maßnahmen: Austausch der Liegeboxen (a6 - a8) sind Veränderungen in der Tieranzahl je Erfassungsgruppe (a9) für die weiteren Auswertungen berücksichtigt worden. Als Zielwert wurde ein Tier : Liegeplatzverhältnis von 1:1 angenommen.

6.1.3 Zusammenfassung kurz- und mittelfristiger normativer Maßnahmen

Die mit Hilfe der Zielwerte zur Beseitigung von Mängeln in den Haltungsbedingungen im (A) Liegebereich, (B) Laufbereich, (C) Fressbereich sowie beim (D) Tierkomfort abgeleiteten (I)

[57] Mittelwert der Zielwerte für die Breite im Boxengang (2,50 m) und Fressgang (3,50 m).
[58] Flächenbedarf einer Tiefbox mit den Abmessungen; Breite 125 cm und Länge 230 cm.

kurzfristigen- und (II) mittelfristigen Maßnahmen lassen sich zusammenfassend wir folgt darstellen (Tab. 68).

Tabelle 68: Übersicht von Schwachstellen und Maßnahmen im Liegebereich (A), Laufbereich (B), Fressbereich (C) und beim Tierkomfort (D)

Schwachstellen			Maßnahmen und Zielwerte		(I) kurz-fristig	(II) mittel-fristig
(A) Liegebereich	A2	Liegebereich zu schmal; Tiefbox (< 117,50 cm)	a1	Liegeboxenbügel verschieben (117,50 cm)	X	
	A2	Liegebereich zu schmal; Hochbox (< 117,50 cm)	a1, a4	Liegeboxenbügel verschieben (117,50 cm); Erneuerung der Liegematte	X	
	A3	Liegebereich zu kurz (< 182,50 cm)	a2	Liegebereich Verlängern (182,50 cm)	X	
	A4	Kotstufe zu niedrig (< 20 cm)	a3	Kotstufe erhöhen (20 cm)	X	
	A5	Bedeckung Hochbox (< 50 % Bedeckung)	a5	zusätzliche Liegeboxeneinstreu (100 % Bedeckung)	X	
	A2, A3	Liegebereich zu kurz (< 182,50 cm), zu schmal (< 117,50 cm)	a6 - a8, b2 - b3	Liegeboxen erneuern, Tiefliegeboxen einbauen (125 cm x 230 cm), Laufbereich umbauen (3,00 m Breite)[1)]		X
	A6	Tier : Liegeplatzverhältnis 1 > 1	a9	Anzahl Tiere reduzieren Tier : Liegeplatzverhältnis (1 : 1)	X	X
(B) Laufbereich	B7	Abmessungen im Laufbereich zu schmal (Boxengang < 2,50 m; Fressgang < 3,50 m)	b2 - b3	Laufbereiche umbauen (3,00 m Breite)		X
	B8	Trittsicherheit im Fressgang, Boxengang trittunsicher	b1	Laufgangoberfläche sanieren	X	
(C) Fressbereich	C9	obere Abgrenzung im Fressbereich zu niedrig (< 149 cm)	c1	obere Abgrenzung erhöhen (149 cm)	X	
(D) Tierkomfort	D10	Anzahl lahmer Tiere in der Erfassungsgruppe (≥ 1)	d1	Klauenpflege durchführen (1x p.a.), Klauenbad einbauen (1x)	X	
	D11	Kuhputzbürsten (< 1 : 60)	d2	Kuhputzbürsten einbauen (1 Bürste pro 60 Tiere)	X	

Quelle: vgl. PELZER et al., 2007: 6, (A2, A3) eigene Berechnung; ebenda: 6-12, (A4-A6); TIERSCHUTZLEITLINIE FÜR DIE MILCHKUHHALTUNG, 2007: 28–32, (A6, B7); DAHLHOFF, 2014: 25, (B8); ZAFFINO HEYERHOFF et al., 2014: 182 f., (C9); vgl. ITO K. et al., 2010: 3553, (D10); FRONDELIUS et al., 2022: 1, (D10); ALBRECHT, 2022: 12, (D11); Anm.:[1)] Mittelwert der Zielwerte für die Breite im Boxengang (2,50 m) und Fressgang (3,50 m); eigene Darstellung

Für die Kalkulation von Aufwendungen zur Verbesserung des Tierwohls in den 46 untersuchten Stallungen wurden die durchschnittlichen jährlichen Kosten (Betriebskosten, Kapitalkosten) von Investitionen im Stall und zusätzliche Personalkosten zur Behebung von Mängeln in den Haltungsbedingungen (Schwachstellen) für die beschriebenen kurz- und mittelfristigen Maßnahmen im Stall berechnet. Zusätzlich wurden die Aufwendungen für einen ganzjährigen Weidegang kalkuliert.

6.2 Kosten der kurz- und mittelfristigen normativen Maßnahmen

Nachfolgend werden die Kosten der einzelnen Maßnahmen erläutert, diese wurden mit Hilfe der approximativen Durchschnittskostenkalkulation für Gebrauchsgüter wie Liegeboxen, Technik und Material zur Stallpflege berechnet. Darüber hinaus gehende zusätzliche Aufwendungen für Personalkosten wurden auf Basis des jeweiligen Arbeitszeitbedarfes der Maßnahmen kalkuliert.

6.2.1 Kosten der kurzfristigen normativen Maßnahmen

Die Kosten der kurzfristigen Maßnahmen umfassen den Umbau von Liegeboxen und der Abtrennung im Fressbereich (a1 bis a3, c1), den Ersatz von Haltungskomponenten (a4) sowie zusätzliche Pflegemaßnahmen in der Liegebox (a5), die Sanierung der Laufflächen und Maßnahmen zur Verbesserung des Tierkomforts (d1, d2).

Die jährlichen Kosten wurden pro Tierplatz (TP) kalkuliert und reichen von kostengünstigen Maßnahmen wie dem einmaligen Umbau der Liegeboxenabtrennung mit 0,47 EUR pro TP bis zu teureren Maßnahmen wie die Investition in eine Kuhputzbürste mit jährlichen Aufwendungen in Höhe von 568 EUR. Die dargestellten Maßnahmen setzen sich überwiegend aus einmaligen Aufwendungen für Personalkosten zusammen. Dazu zählen der Umbau der Liegeboxenabtrennung, die Erhöhung der Kotstufe und Abgrenzung im Fressbereich mit jeweils 0,47 EUR pro TP sowie die Sanierung des Laufbereiches (10 EUR pro m²) und der Klauenschnitt (25 EUR pro Tier). In einem geringen Umfang sind im Rahmen der kurzfristigen Maßnahmen umfangreichere Investitionen in die Stallausstattung, wie der Austausch von Liegematten in Hochboxen (40,89 EUR pro TP p.a.), der Einbau von Kuhputzbürsten (568 EUR pro Stück p.a.) und Klauenwannen (144,29 EUR pro Stück p.a.) vorgesehen. Diese Investitionen sind im Vergleich zu den einmaligen Aufwendungen für den Umbau der Stallung mit jährlichen Aufwendungen für Betriebskosten und Kapitalkosten verbunden. Für einen Teil Maßnahmen

wurde weiterhin von regelmäßigen Aufwendungen ausgegangen. Dazu zählen die regelmäßige Einstreu von Hochboxen (39,89 EUR pro TP p.a.) und der zusätzliche jährliche Klauenschnitt (Tab. 69).

Tabelle 69: Datengrundlage[59] zur Berechnung der Kosten für kurzfristige Maßnahmen

lfd. Nr.	(I) kurzfristige Maßnahmen		durchschnittliche Kosten
1	a1	Liegebox verbreitern, Tiefbox	
2		Umbau der Liegeboxenabtrennung	0,47 € pro TP
3	a1	Liegebox verbreitern, Hochbox	
4		Umbau der Liegeboxenabtrennung	0,47 € pro TP
5	a4	Liegematratze erneuern	40,89 € pro TP p. a.
6	a2	Liegebox verlängern	
7		Sauberkeitsschicht in Beton herstellen	0,82 € / m² p. a.
8		Kotkante in Tiefboxen entfernen, neu montieren;	0,94 € pro TP
9	a3	Kotstufe erhöhen, Hochbox	
10		Boxenbügel demontieren, montieren	0,94 € pro TP
11		Liegematte entfernen, wiedereinbauen	0,94 € pro TP
12		Liegefläche erhöhen, Betonschicht aufbringen	0,82 € / m² p. a.
13	a5	zusätzliche Liegeboxeneinstreu in der Hochbox	
14		Einstreu (0,25 kg / TP / Tag x 0,34 EUR / kg Sägespähne) x 365	32,89 € / TP p.a.
15		Einstreuen (20 Akmin / Kuh p.a. x 21 EUR / Akh)	7,00 € / TP p.a.
16	b1	Laufbereich sanieren	
17		Rautenmuster rillieren	10,00 € / m²
18	c1	Höhe der oberen Abgrenzung im Fressbereich erhöhen	
19		Umbau von Fressfanggitter; Nackenrohr	0,47 € pro TP
20	d1	Klauenpflege	
21		Klauenwanne aus Aluminium für Rinder	144,29 € / Stück p.a.
22		1x Klauen schneiden	25,00 € / Tier p.a.
23	d2	Kuhputzbürste	568,13 € / Stück p.a.

Quelle: HEIDENREICH, 2010, Nr. 15: 9; ACHILLES et al., 2020, Nr. 2, 4, 8, 10, 11, 19: 529; Nr. 14: 489, 518; Nr. 21: 137; Nr. 22: 515; ALB HESSEN, 2021/2022, Nr. 5: 107; Nr. 7, 12: 61; Nr. 17: 108; Nr. 23: 120

6.2.2 Kosten der mittelfristigen normativen Maßnahmen

Die folgend dargestellten mittelfristigen normativen Maßnahmen sind mit Investitionen wie dem Umbau des Liege- und Laufbereiches verbunden (a6 bis b3). Dazu gehören der Austausch von Liegeboxen, der Einbau von neuen Tiefliegeboxen und Liegeboxenabtrennungen sowie zusätzliche Maßnahmen zur Pflege der Tiefliegeboxen (a6 bis a8). Weiterhin enthalten sind Aufwendungen für Umbauten im Laufbereich und Investitionen in die Entmistungstechnik (b2 bis b3). Die Umbaumaßnahmen verursachen einmalige Kosten zur Entlohnung von Arbeitskraftstunden (Abriss der alten Liegeboxen, Abbrucharbeiten im Laufbereich) und laufende

[59] Berechnung der durchschnittlichen jährlichen Kosten (DK_{app}) in Material und Methoden (vgl. Kap. 4.4).

jährliche Aufwendungen für Betriebskosten und Kapitalkosten für die Ausstattung der Stallung (Liegeboxen, Liegeboxenabtrennung, Spaltenböden, Güllekanal, Reinigungstechnik). Ein Teil der Maßnahmen, die Pflege der Liegeboxen, sind regelmäßige Aufwendungen und werden als Folgekosten der Investition in Tiefliegeboxen den mittelfristigen Maßnahmen zugeordnet.

Die jährlichen Aufwendungen für mittelfristige normative Maßnahmen reichen von 76 EUR pro m² für den Umbau des Spaltenbodens im Laufbereich (b3) bis 171 EUR pro TP für den Abriss alter Liegeboxen[60] und den Einbau neuer Tiefliegeboxen (a6 bis a7). Zusätzliche jährliche Kosten entstehen für die Bewirtschaftung der Tiefboxen mit insgesamt 272,50 EUR pro TP. Davon sind 92,75 EUR bzw. 34 % auf den Personalaufwand zurückzuführen (a8). Die Investition in Entmistungstechnik (Ersatzinvestition) nach dem Umbau von planbefestigten Böden Laufbereich ist mit jährlichen Kosten von etwa 1.529 EUR für eine Station ohne Stahlseil verbunden (b2) (Tab. 70).

[60] Basis 2,14 m² zur Darstellung der Kosten für den Abriss verwendete Abmessungen (1,75 m x 1,82 m).

Tabelle 70: Datengrundlage zur Berechnung der jährlichen Kosten für mittelfristige normative Maßnahmen

lfd. Nr.	(II) mittelfristige Maßnahmen		durchschnittliche Kosten
24	a6	Erneuerung der Liegebox	
25		Abbrucharbeiten, Schutt aufladen und abfahren	51,00 € / m²
26	a7	Tiefbox; Betonliegemulden (230 cm x 125 cm)	38,13 € / Stück p. a.
27		Liegeboxenabtrennung	23,52 € / TP p. a.
28	a8	Tiefbox, Stroh (1,5 kg / TP / Tag x 0,110 EUR / kg) x 365	63,84 € / TP p. a.
29		Kalk (260 kg / Kuh p.a. x 0,42 EUR / kg Hygienekalk)	115,89 € / TP p. a.
30		Beladen und Mischen (10 Akmin / Kuh p. a.)	3,50 € / TP p. a.
31		Einstreuen (10 Akmin / Kuh p. a.)	3,50 / TP p. a.
32		Liegeboxenpflege (245 Akmin / Kuh p. a.)	85,75 € / TP p. a.
33	b2	Umbauten Laufbereich, planbefestigt	
34		Flachschieberanlage, Antriebsaggregat mit Umlenkrollen	1.107 € / Stück p. a.
35		Faltschieber; 1,5 m bis 3 m Breite	422 € / Stück p. a.
36		Stahlseil, EUR pro m	1,35 € / m p. a.
37	b3	Umbau Laufbereich, Spaltenboden	
38		Abbrucharbeiten, Schutt aufladen und abfahren	51,00 € / m²
39		Umbau Flüssigmistkanal: Güllekanal erweitern, EUR pro m²	16,11 € / m² p. a.
40		Spaltenboden aus Beton, mit verlegen, EUR pro m²	8,82 € / m² p. a.

Quelle: HEIDENREICH, 2010, Nr. 29-32: 9; ACHILLES et al., 2020, Nr. 28: 489, 518; ALB HESSEN, 2021/2022, Nr. 25, 38: 60; Nr. 26, 27: 107; Nr. 34-36: 131; Nr. 39: 109; Nr. 40: 108; BAYWA, 2023, Nr. 29

Neben den beschriebenen jährlichen Kosten zur Durchführung der einzelnen kurz- und mittelfristigen normativen wurden die Aufwendungen zur Durchführung eines täglichen Weideganges (365 Tage p. a.) für die Erfassungsgruppen kalkuliert (III).

6.2.3 Jährliche Kosten des Weideganges

Zur Kalkulation der jährlichen Aufwendungen für den Weidegang wurden folgende Annahmen getroffen. Die Weidehaltung findet als Standweide auf einer stallnahen betriebseigenen Fläche (500 m Entfernung) ohne alternative Verwendungsmöglichkeit statt. Der Flächenbedarf beträgt 0,80 ha je Tier (ACHILLES et al., 2020: 491). Darüber hinaus wurde angenommen, dass die Lage der Weidefläche einen ganzjährigen natürlichen Schutz vor Witterungseinflüssen für die Tiere bietet und der Bau von Unterständen nicht notwendig ist. Die zur Kalkulation der jährlichen Kosten für den Weidegang verwendeten Berechnungsgrundlagen stellen sich wie folgt dar.

Berechnet wurden die jährlichen Kosten für die Triebwegbefestigung (Nr. 41), die Anlage der Weidefläche (Einzäunung, Stromversorgung, Tränktechnik; Nr. 42 bis 45) sowie zum Betrieb der Weide anfallender Personalaufwand (Nr. 46 bis 49). Zur Berücksichtigung von Montagekosten wurden zusätzlich 22,50 % der Anschaffungskosten (AW) für den Bau des Weges, die Installation der Stromversorgung und den Aufbau von Tränkewannen berechnet (vgl. ALB HESSEN, 2021/2022: 13). Die jährlichen Aufwendungen für den Weidezaun (Nr. 42, 44), Weideaustrieb / Weideeintrieb (Nr. 46), Tränkewannen und Wasserversorgung (Nr. 45, 47) werden auf Basis der Weideflächengröße bzw. Tieranzahl in der Erfassungsgruppe kalkuliert. Für die Investitionen in eine Triebwegbefestigung, den Weidezaun mit Stromgerät und Tränkewannen wurden die durchschnittlichen jährlichen Aufwendungen (DK_{app}) für Kapital- und Betriebskosten berechnet (vgl. Kap. 4.4). Die verbleibenden Maßnahmen (Nr. 44, 46 bis 49) sind ausschließlich mit Personalkosten verbunden (Tab. 71).

Tabelle 71: Datengrundlage zur Berechnung der jährlichen Kosten für den täglichen Weidegang

lfd. Nr.	(III) Weidegang	durchschnittliche Kosten
41	Triebwegbefestigung (Länge 500 m; Breite 3 m)	5.886,45 € p.a.
42	Weidezaun Elektrozaun (Pfosten mit Isolator in 8 bis 10 m Abstand)	0,81 € / m p.a.
43	2 V elt. Akku-Hütegerät (Zaunlänge bis 20 km; 4,3 Joule)	74,85 € p.a.
44	Aufbau halbstationärer Zaun für Rinder (8 m Pfahlabstand, Strecken, Spannpfähle aus Holz, 2 Litzen)	0,13 € / m
45	Tränkewanne mit Schwimmer (1 Wanne / 25 Tiere)	90,18 € p.a.
46	Weidegang (Entfernung 500 m; 1 tgl. Aus- u. Eintrieb; 2 Ak; Basis 480 Tiere)	72,82 € pro Tier p.a.
47	Wasserversorgung; Reinigung der Tränkewannen	31,03 € pro Tier p.a.
48	Zaunkontrolle (Spannungskontrolle, Stromfehlersuche, Reparaturen)	396,90 € p.a.
49	Verwaltung, Weidetagebuch	6,60 € pro Tier p.a.

Quelle: ACHILLES et al., 2020, Nr. 44: 498; Nr. 46, 47: 523; Nr. 48: 495; Nr. 49: 722; ALB HESSEN, 2021/2022, Nr. 41, 42: 50; Nr. 43: 58; 45: 106

Im Anschluss werden die kalkulierten durchschnittlichen jährlichen Kosten für kurz- und mittelfristige Maßnahmen sowie Aufwendungen für den Weidegang auf Grundlage der vorangegangenen Auswertung zu Einflussfaktoren auf das Tierwohl in den 46 untersuchten Stallungen (28 Betriebe, Datensatz D_1, N = 2.082) vorgestellt. Zu Beginn erfolgt eine Beschreibung der Ergebnisse für die vier Untersuchungsgruppen (I – IV). Dargestellt werden die durchschnittlichen jährlichen Kosten von kurz- und mittelfristigen normativen Maßnahmen in den vier Gruppen und die Verteilungsparameter der jährlichen Kosten für die 46 Stallungen (Kap. 6.3.1).

Darüber hinaus werden die kalkulierten jährlichen Aufwendungen zur Verbesserung der Haltungsbedingungen für eine Teilstichprobe von fünf Stallungen (Stalltyp 1930´er Milchviehanlage) erläutert (Kap, 6.3.2). Im Anschluss werden die berechneten jährlichen Kosten zur Durchführung von Weidegang beschrieben (N = 46) (Kap. 6.3.3). Den Abschluss dieses Kapitels bildet die Zusammenfassung der Ergebnisse (Kap. 6.3.4) und ein davon ausgehender Vergleich der jährlichen Kosten für den Stallumbau und der Alternative Stallneubau (Kap. 6.3.5).

6.3 Jährliche Aufwendungen für normative Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls in 46 Stallungen

Die Aufwendungen zur Verbesserung des Tierwohls werden als jährliche Kosten in EUR pro Tier, EUR pro kg energiekorrigierte Milch und EUR in Prozent vom Milchpreis angegeben. Als Referenzwerte wurde die durchschnittliche Milchleistung der Betriebe verwendet. Für den Milchpreis wurde der mittlere Milchpreis zwischen 2014 und 2023 in Höhe von 0,3622 EUR pro kg Milch zu Grunde gelegt (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2023).

6.3.1 Ergebnisse: Jährliche Kosten von kurz- und mittelfristigen normativen Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls

Die im Rahmen der Analyse simulierten Umbauten der Liegebereiche haben zu Veränderungen der Tieranzahlen in den 46 Stallungen geführt. Im Durchschnitt der Stallungen reduzierte sich die Anzahl von Tieren in der Erfassungsgruppe um - 25 %, wobei die Veränderung im Minimum - 77 % und im Maximum + 16 % betrug. Zur weiteren Betrachtung der jährlichen Kosten werden die Berechnungsergebnisse nachfolgend aufgeteilt in vier Untersuchungsgruppen dargestellt. Dazu wird die Verteilung der einzelnen kurz- und mittelfristigen normativen Maßnahmen zur Verbesserung der Haltungsbedingungen je Untersuchungsgruppe dargelegt und die durchschnittlichen jährlichen Kosten für die Umsetzung beschrieben. Mit der Zuordnung von Maßnahmen in die vier Bereiche (A) Liegebereich, (B) Laufbereich, (C) Fressbereich und (D) Tierkomfort bzw. a1 bis d2 wurde die in der vorliegenden Arbeit verwendete Beschriftung beibehalten. Zusätzlich werden die durchschnittlichen jährlichen Kosten der einzelnen Maßnahmen und deren für die Berechnung angenommene Häufigkeit (täglich, wöchentlich, einmalig) pro Jahr mit angegeben. Diese jährlichen Kosten sind Mittelwerte der normativen Maßnahmen (a1 bis d2) in den 46 Stallungen.

Einleitend lassen sich die vier Untersuchungsgruppen wie folgt beschreiben. Die Anzahl der in den Gruppen I bis IV gehaltenen laktierenden Milchkühe beträgt im Durchschnitt 181 Tiere (I), 455 Tiere (II), 723 Tiere (III) und 1.430 Tiere (IV) pro Betrieb. Die mittlere jährliche Milchleistung beträgt zwischen 9.407 kg ECM pro Tier (I) und 10.363 kg ECM pro Tier (IV). Durch die Veränderung der Tieranzahl in Folge von Umbauten im Liegebereich wurde die größte relative Veränderung der Tieranzahl in der Untersuchungsgruppe II mit - 34 % kalkuliert. Die geringste Veränderung ist in Gruppe IV mit - 20 % festzustellen.

Die durchschnittlichen jährlichen Kosten für kurzfristige normative Maßnahmen liegen in den Untersuchungsgruppen zwischen 71,06 EUR pro Tier (II) und 161,54 EUR pro Tier in Gruppe III. In den Gruppen I, III und IV wurden mit 139,31 EUR; 161,54 EUR und 141,89 EUR doppelte so hohe jährliche Kosten kalkuliert wie in Gruppe II mit 71,06 EUR pro Jahr. Die anteiligen Kosten pro kg ECM liegen zwischen 0,007 EUR (II) und 0,017 EUR (III). Bei einem Anteil vom Milchpreis zwischen 2 % (II) und 5 % (III).

Zu den im Vergleich der Untersuchungsgruppen am häufigsten durchgeführten kurzfristigen normativen Maßnahmen gehören die Erhöhung der Abgrenzung im Fressbereich (n = 38; 0,47 EUR pro Tier), der Einbau von Kuhputzbürsten (n = 31; 861,35 EUR pro Tier p.a.), Maßnahmen zur Klauenpflege (n = 23; 169,29 EUR pro Tier p.a.) und der Umbau des Liegeboxenbügels zur Verbreiterung der Liegefläche (n = 19; 0,47 EUR pro Tier). Am wenigsten häufig wurden einmalige Umbauten zur Verlängerung der Liegefläche (n = 2; 0,97 EUR pro Tier), Erhöhung der Kotstufe (n = 5; 1,44 EUR pro Tier) und die Erneuerung der Liegematte in der Hochbox (n = 7; 40,89 EUR pro Tier p. a.) durchgeführt. Darüber hinaus wurden einmalige Sanierungsmaßnahmen im Laufbereichen für 12 Stallungen kalkuliert (n = 12). Im Durchschnitt wurden für diese Maßnahme Kosten in Höhe von 3.247,53 EUR berechnet. Für die jährlichen Kosten zur Durchführung mittelfristiger normativer Maßnahmen ergibt sich folgendes Bild.

Im Durchschnitt der vier Untersuchungsgruppen liegen die jährlichen Kosten für mittelfristige normative Maßnahmen, wie der Abriss alter Liegeboxen, der Einbau von Tiefboxen und damit verbundener Umbauten im Laufbereich zwischen 246,00 EUR pro Tier (II) bzw. 246,80 EUR pro Tier (IV) und 492,34 EUR pro Tier (II). Dabei liegen die anteiligen Kosten zwischen 0,02 EUR pro kg ECM (III, IV) und 0,05 EUR pro kg ECM (II). Die relativen Anteile am Milchpreis liegen im Vergleich der vier Gruppen zwischen 7 % (III, IV) und 13 % (II). In Gruppe I beträgt der Anteil der mittelfristigen jährlichen Kosten am Milchpreis 10 %.

In 19 von 46 Stallungen wurden die Liegebereiche in Folge von zu geringen Abmessungen (zu schmal, zu kurz) umgebaut. Die Erneuerung der Liegeboxen hat zu Umbauten in den Laufbereichen mit planbefestigten Oberflächen (n = 14) und Spaltenböden (n = 10) geführt. Am häufigsten wurden die Liegeboxen in Gruppe II mit 10 von 14 Stallungen erneuert. Für diese Gruppe ist darüber hinaus die höchste relative Veränderung der Tieranzahl mit - 34 % festzustellen (Tab. 72).

Tabelle 72: Normative Maßnahmen und deren durchschnittliche Kosten zur Verbesserung des Tierwohls in den vier Untersuchungsgruppen, Datensatz D_1

Untersuchungsgruppen							I	II	III	IV
Anzahl Stallungen							9	14	10	13
Anzahl laktierende Tiere pro Betrieb							181	455	723	1.430
Milchleistung pro Tier; kg ECM p.a.							9.407	9.771	9.622	10.363
Veränderung der Tieranzahl [1)]							- 22 %	- 34 %	- 21 %	- 20 %
Art der Maßnahme				Häufigkeit; mittlere Kosten			Anzahl der Maßnahmen je Gruppe			
(I) kurzfristige Maßnahmen	(A)	a1	Liegeboxenbügel verschieben	1x	0,47 €	€ pro Liegebox	4	3	5	7
		a2	Liegebereich verlängern	1x	0,97 €		0	0	1	1
		a3	Kotstufe erhöhen	1x	1,44 €		1	0	2	2
		a4	Erneuerung der Liegematte in der Hochbox	1x; p.a.	40,89 €		1	1	3	2
		a5	zusätzliche Liegeboxeneinstreu in der Hochbox	tgl.; p.a.	39,89 €		3	3	4	3
	(B)	b1	Laufbereich sanieren (Oberfläche rillieren)	1x	3.247,53 €	€ insg.	3	4	2	3
	(C)	c1	Höhe der oberen Abgrenzung erhöhen	1x	0,47 €	€ pro Tier	6	13	9	10
	(D)	d1	Klauenwanne einbauen, Klauenpflege durchführen	1x; p.a.	169,29 €	€ pro Tier	5	3	7	8
		d2	Kuhputzbürsten einbauen	1x; p.a.	861,35 €		6	6	9	10
	Summe der Kosten pro Tier, € p.a.[3)]						139,31 €	71,06 €	161,54 €	141,89 €
	Kosten pro kg Milch, €[4)]						0,015 €	0,007 €	0,017 €	0,014 €
	Kosten in % vom Milchpreis[4)]						4 %	2 %	5 %	4 %
(II) mittelfristige Maßnahmen	(A)	a6	alte Liegeboxen abreißen	1x	98,85 €	€ pro Liegebox	5	10	4	5
		a7	neue Tiefboxen einbauen	1x; p.a.	61,65 €		5	10	4	5
		a8	Tiefboxen pflegen	wl.; p.a.	272,48 €		5	10	4	5
	(B)	b2	Umbauten planbefestigte Böden	1x; p.a.	3.343,40 €	€ insg.	3	6	4	1
		b3	Umbauten, Spaltenböden[2)]	1x; p.a.	6.933,06 €		2	4	0	4
	Summe der Kosten pro Tier, € p.a.[3)]						352,07 €	492,34 €	246,00 €	246,80 €
	Kosten pro kg Milch, €[4)]						0,04 €	0,05 €	0,02 €	0,02 €
	Kosten in % vom Milchpreis[4)]						10 %	13 %	7 %	7 %

Quelle: Anm.: [1)] Veränderung der Tieranzahl (vgl. Abb. 11, a9); [2)] davon einmaliger Personalaufwand für Abrissarbeiten in Höhe von 2.749 EUR;[3)] 28 Betriebe (46 Stallungen); [4)] 27 Betriebe (44 Stallungen); eigene Berechnungen

Die Verteilungsparameter (Min, Max, Mittelwert, 0,25-Quantil bis 0,75-Quantil) der durchschnittlichen jährlichen Kosten für kurz- und mittelfristige normative Maßnahmen lassen sich wie folgt beschreiben.

In den 46 Stallungen haben die kurzfristigen normativen Maßnahmen zu durchschnittlichen jährlichen Kosten von 124,10 EUR je Tier geführt. Wobei im Maximum 298,91 EUR und im Minimum 0,47 EUR pro Tier kalkuliert wurden. Die Spannweite beträgt 173,24 EUR. Im 0,5 Quantil liegen 50 % der jährlichen Kosten unterhalb von 144,73 EUR pro Tier. Der Kostenanteil pro kg energiekorrigierte Milch (ECM) beträgt im Durchschnitt 0,01 EUR. Das Maximum liegt bei 0,04 EUR pro kg Milch, bei einer Spannweite der Kostenanteile von 0,02 EUR. In Bezug auf den angenommenen Milchpreis wurde ein relativer Anteil von durchschnittlich 4 % berechnet. Wobei der größte Kostenanteil mit 10 % vom Milchpreis berechnet wurde.

Für die jährlichen Kosten von mittelfristigen normativen Maßnahmen lässt sich die folgende Verteilung darstellen. Im Durchschnitt der 46 Stallungen wurden jährliche Aufwendungen in Höhe von 341,95 EUR je Tier berechnet. Dabei wurden in mindestens einem Stall keine mittelfristigen normativen Maßnahmen durchgeführt. Das Minimum der Berechnungsergebnisse beträgt 0 EUR. Als Maximum wurden 856,85 EUR durchschnittliche jährliche Kosten pro Tier kalkuliert. Im 0,5-Quantil liegen 50 % der jährlichen Kosten für mittelfristige normative Maßnahmen unterhalb von 533,12 EUR. Die Spannweite der mittleren jährlichen Aufwendungen beträgt 636,00 EUR je Tier. In Bezug auf die mittlere Milchmenge beträgt der höchste Anteil der jährlichen Kosten für mittelfristige normative Maßnahmen 0,09 EUR pro kg ECM. Der Mittelwert beträgt 0,03 EUR pro kg ECM bzw. 9 % vom Milchpreis.

Insgesamt betrachtet entstehen für kurz- und mittelfristige Maßnahmen in den 46 Stallungen jährliche Aufwendungen in Höhe von durchschnittlich 466,05 EUR je Tier; 0,05 EUR pro kg ECM bzw. 13 % Kosten vom Milchpreis (Tab. 73).

Tabelle 73: Verteilungsparameter der jährlichen Kosten von kurz- und mittelfristigen normativen Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls in den 46 untersuchten Stallungen

Kosten		MIN	MAX	Mittel-wert	0,25-Quantil	0,5-Quantil	0,75-Quantil	Quartils-abstand (0,75-0,25)
(I) kurzfristige Maßnahmen	€ / Tier p.a.	0,47 €	298,91 €	124,10 €	11,41 €	144,73 €	184,65 €	173,24 €
	€ / kg ECM[1)]	0,000040 €	0,04 €	0,01 €	0,00 €	0,01 €	0,02 €	0,02 €
	€ in % vom Milch-preis[1)]	0 %	10 %	4 %	0 %	4 %	6 %	5 %
(II) mittelfristige Maßnahmen	€ / Tier p.a.	- €	856,85 €	341,95 €	- €	533,12 €	636,00 €	636,00 €
	€ / kg ECM[1)]	- €	0,09 €	0,03 €	- €	0,02 €	0,07 €	0,07 €
	€ in % vom Milch-preis[1)]	0 %	26 %	9 %	0 %	7 %	18 %	18 %

Quelle: Anm.: [1)] 27 Betriebe (44 Stallungen); eigene Berechnungen

Im Anschluss werden die jährlichen Kosten der kurz- und mittelfristigen normativen Maßnahmen für die vier Untersuchungsgruppen zusammenfassend dargestellt und erläutert.

Insgesamt entfallen auf die jährlichen Kosten zur Durchführung normativer Maßnahmen zur Beseitigung von Mängeln der Haltung zwischen 388,69 EUR pro Tier in Gruppe IV und 563,40 EUR pro Tier in Gruppe II. Die anteilig zum Milchpreis kalkulierten Aufwendungen liegen im Vergleich der vier Untersuchungsgruppen zwischen 10 % (IV) und 15 % (II). Dabei sind die relativen Anteile in Betrieben mit mehr als 600 Tieren in Gruppe III und IV mit 10 % bzw. 11 % am niedrigsten ausgeprägt. Der Anteil der Kosten vom Milchpreis beträgt zwischen 0,04 EUR und 0,05 EUR pro kg ECM notwendig (Tab. 74).

Tabelle 74: Zusammenfassung der durchschnittlichen jährlichen Kosten für kurz- und mittelfristige normative Maßnahmen in den 46 Stallungen

Untersuchungsgruppen	I < 300	II 300 - 599	III 600 - 900	IV > 900
Milchleistung pro Tier; kg ECM p.a.	9.407	9.771	9.622	10.363
Kosten pro Tier, € p.a.	491,38 €	563,40 €	407,53 €	388,69 €
Kosten pro kg Milch, €[1)]	0,05 €	0,05 €	0,04 €	0,04 €
Kosten in % vom Milchpreis[1)]	14 %	15 %	11 %	10 %

Quelle: Anm.: [1)] 27 Betriebe (44 Stallungen); eigene Berechnungen

Nachfolgend werden die Kosten zur Verbesserung der Haltungsbedingungen für eine Teilstichprobe von 5 Stallungen mit dem Stalltyp einer 1930´er Milchviehanlage ausgewertet.

Dazu werden die kurz- und mittelfristigen Maßnahmen benannt und die jährlichen Kosten pro Tier beschrieben.

6.3.2 Ergebnisse: Jährliche Kosten von kurz- und mittelfristigen normativen Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls in Stallungen vom Typ einer 1930´er Milchviehanlage (n = 5)

Ausgewertet wurden die Daten von 5 in den Erhebungen zum Tierwohl untersuchten Stallungen vom Typ einer 1930 Milchviehanlage. Die untersuchten Betriebe mit diesem Stalltyp hielten im Durchschnitt 1.374 laktierende Milchkühe mit einer mittleren jährlichen Milchleistung von 9.478 kg ECM. In Folge von Maßnahmen zur Verbesserung der Haltungsbedingungen (Umbauten im Liegebereich; a1, a6 bis a8) reduzierte sich die Anzahl der Tiere um - 25 %. Die kalkulierten jährlichen Kosten für kurz- und mittelfristige normative Maßnahmen stellen sich für die fünf Stallungen folgendermaßen dar.

Die durchschnittlichen jährlichen Kosten für kurzfristige normative Maßnahmen betragen 175,42 EUR pro Tier. Kalkuliert wurden einmalige Aufwendungen für den Umbau der Liegeboxenbügel (2 von 5 Stallungen; 0,47 EUR pro Tier), zusätzliche Einstreu in der Hochbox (2 von 5 Stallungen; 39,89 EUR pro Tier p.a.) und die Sanierung des Laufbereiches (1 von 5 Stallung; 2.734,80 EUR). Sowie jährliche Aufwendungen zur zusätzlichen Klauenpflege (4 von 5 Stallungen; 169,29 EUR pro Tier p.a.), den Einbau von Kuhputzbürsten (4 von 5; 852,19 EUR pro Tier p.a.) und die Erhöhung der oberen Abgrenzung im Fressbereich (5 von 5; 0,47 EUR pro Tier). Der Anteil der jährlichen Kosten an der Milchmenge beträgt 0,02 EUR pro kg ECM bzw. 5,10 % vom Milchpreis.

Für mittelfristige normative Maßnahmen wurden in den fünf Stallungen Kosten von 393,29 EUR pro Tier p.a. kalkuliert. Diese entsprechen 0,04 EUR pro kg Milch bzw. 11 % vom Milchpreis. Berechnet wurden Aufwendungen für den Umbau der Liegeboxen (Hochbox zu Tiefbox; 3 von 5 Stallungen) und damit verbundenen Umbauten im Laufbereich mit einem durchschnittlichen jährlichen Kosten von 8.519,21 EUR pro Betrieb (n = 3).

Die Verbesserung der Haltungsbedingungen in Stallungen dieser Bauform sind im Vergleich zu den mittleren jährlichen Kosten der vier Untersuchungsgruppen überdurchschnittlich hoch (vgl. Tab 73). Insgesamt wurden für kurz- und mittelfristige normative Maßnahmen zur Verbesserung der Haltungsbedingungen in den 1930´er Stallungen durchschnittliche jährliche Aufwendungen in Höhe von 568,71 EUR pro Tier bzw. 0,06 EUR pro kg ECM berechnet. Der Anteil der Kosten am Milchpreis beträgt damit 16,43 % (Tab. 75).

Tabelle 75: Normative Maßnahmen und deren durchschnittliche Kosten zur Verbesserung des Tierwohls in fünf Stallungen vom Typ einer 1930´er Milchviehanlage

Anzahl Stallungen							5
Anzahl laktierende Tiere pro Betrieb							1.374
Milchleistung pro Tier; kg ECM p.a.							9.478
Veränderung der Tieranzahl [1)]							- 25 %
			Art der Maßnahme	Häufigkeit; durchschnittliche Kosten			
(I) kurzfristige Maßnahmen	(A)	a1	Liegeboxenbügel verschieben	1x	0,47 €	€ pro Liegebox	2
		a2	Liegebereich verlängern	1x	0 €		0
		a3	Kotstufe erhöhen	1x	0 €		0
		a4	Erneuerung der Liegematte in der Hochbox	1x; p.a.	40,89 €		0
		a5	zusätzliche Liegeboxeneinstreu in der Hochbox	tgl.; p.a.	39,89 €		2
	(B)	b1	Laufbereich sanieren (Oberfläche rillieren)	1x	2.734,80 €	€ insgesamt	1
	(C)	c1	Höhe der oberen Abgrenzung erhöhen	1x	0,47 €	€ pro Tier	5
	(D)	d1	Klauenwanne einbauen, Klauenpflege durchführen	1x; p.a.	169,29 €	€ pro Tier	4
		d2	Kuhputzbürsten einbauen	1x; p.a.	852,19 €		4
	Summe der Kosten pro Tier; € p.a.						175,42 €
	Kosten pro kg Milch, €						0,02 €
	Kosten in % vom Milchpreis						5,10 %
(II) mittelfristige Maßnahmen	(A)	a6	alte Liegeboxen abreißen	1x	97,16 €	€ pro Liegebox	3
		a7	neue Tiefboxen einbauen	1x; p.a.	61,65 €		3
		a8	Tiefboxen pflegen	wl.; p.a.	272,48 €		3
	(B)	b2	Umbauten planbefestigte Böden	1x; p.a.	0 €	€ insgesamt	0
		b3	Umbauten, Spaltenböden[2)]	1x; p.a.	8.519,21 €		3
	Summe der Kosten pro Tier; € p.a.						393,29 €
	Kosten pro kg Milch, €						0,04 €
	Kosten in % vom Milchpreis						11 %

Quelle: Anm.: [1)] Veränderung der Tieranzahl (vgl. Abb. 11, a9); [2)] davon einmaliger Personalaufwand für Abrissarbeiten in Höhe von 3.209 EUR; eigene Berechnungen

Im Anschluss werden die kalkulierten Aufwendungen zur Durchführung von Weidegang vorgestellt (b). Zu Beginn werden dazu die Berechnungsergebnisse anhand der vier Untersuchungsgruppen (I bis IV) beschrieben und danach die Verteilungsparameter (Min, Max, Mittelwert, 0,25-Quantil bis 0,75-Quantil) dargestellt.

6.3.3 Ergebnisse – Jährliche Kosten für die Durchführung von Weidegang

Im Durchschnitt der Erfassungsgruppen (N = 46) entfallen 14 % des angenommenen Milchpreises (0,36 EUR pro kg Milch) auf die kalkulierten jährlichen Aufwendungen für den Weidegang. In den vier Untersuchungsgruppe liegen die Anteile der Aufwendungen vom Milchpreis im Vergleich dazu zwischen 6 % und 9 % in der Gruppe III, IV und I, II.

Die durchschnittlichen jährlichen Kosten der vier Untersuchungsgruppen liegen zwischen 217,87 EUR pro Tier (IV, M 111 Tiere) und 338,47 EUR pro Tier (II, 50 Tiere). In dieser Gruppe betragen die Aufwenden für den Weidegang 0,02 EUR pro kg ECM (IV) und 0,03 EUR pro kg ECM (II). In Bezug auf die Anzahl von Tieren in der Erfassungsgruppe nehmen die Kosten pro Tier mit steigender Gruppengröße ab (I bis IV).

Insgesamt verteilen sich die Kosten für die einzelnen Maßnahmen (Nr. 41 bis 49) wie folgt. Die höchsten jährlichen Aufwendungen pro Tier entstehen für die Triebwegbefestigung (Nr. 41) (65,60 EUR (IV) bis 157,28 EUR (II)) und den Personalaufwand für den Ein- und Austrieb der Tiere sowie die Wasserversorgung (Nr. 46, 47) mit 103,84 EUR pro Tier (Tab. 76).

Tabelle 76: Durchschnittliche jährliche Kosten für den täglichen Weidegang (EUR pro Tier; Nr. 42 bis 49) in der Untersuchungsgruppe I bis IV

Untersuchungsgruppen		I < 300	II 300 - 599	III 600 - 900	IV > 900
Anzahl Tiere pro Betrieb		181	455	723	1.430
Anzahl Tiere pro Erfassungsgruppe [1)]		51	50	107	111
Milchleistung pro Tier; kg ECM p.a.		9.407	9.771	9.622	10.363
42	Elektrozaun (Pfosten, Isolatoren)	43,46 €	45,36 €	30,67 €	29,61 €
43	2 V elt. Akku-Hütegerät	1,76 €	2,00 €	0,91 €	0,83 €
44, 48	Zaunaufbau, Kontrolle, Wartung, Reparatur	16,55 €	18,13 €	9,92 €	9,34 €
41	Triebwegbefestigung	138,49 €	157,28 €	71,62 €	65,60 €
45	Tränkewannen	3,61 €	3,61 €	3,61 €	3,61 €
46, 47	Weidegang, Wasserversorgung	103,84 €	103,84 €	103,84 €	103,84 €
49	Verwaltung, Weidetagebuch	7,82 €	8,24 €	5,25 €	5,04 €
Insgesamt; € / Tier p.a.[2)]		315,53 €	338,47 €	225,82 €	217,87 €
€ / kg Milch ECM[3)]		0,03 €	0,03 €	0,02 €	0,02 €
€ in % vom Milchpreis[3)]		9 %	9 %	6 %	6 %

Quelle: Anm.: [1)] Durchschnittliche Anzahl von Tieren in der Erfassungsgruppe nach Umbau der Stallungen; [2)] 28 Betriebe (46 Stallungen); [3)] 27 Betriebe (44 Stallungen); eigene Berechnungen

Im Durchschnitt der 46 Stallungen betragen die jährlichen Kosten für die Triebwegbefestigung 109,07 EUR pro Tier (Nr. 41). Die jährlichen Aufwendungen zum Ein- und Austrieb sowie die Wasserversorgung betragen insgesamt 103,84 EUR pro Tier (Nr. 46, 47). Zur Ausstattung der Weide mit Zäunen (Nr. 42), Akku-Hütegerät (Nr. 43) und Tränkewannen (Nr. 45) entstehen zusammen mit dem Personalwand für den Zaunbau und die jährliche Wartung (Nr. 44, 48)

jährliche Kosten in Höhe von 55,90 EUR bzw. 20,30 % der durchschnittlichen Gesamtaufwendungen für den Weidegang. Weiterhin wurden Aufwendungen für die Verwaltung des Weideganges von 6,60 EUR pro Tier bzw. 2,40 % der jährlichen Kosten kalkuliert (Tab. 77).

Tabelle 77: Durchschnittliche jährliche Kosten für den täglichen Weidegang (EUR pro Tier; Nr. 42 bis 49), Mittelwerte der 46 Stallungen

Untersuchungsgruppen		I bis IV	
Anzahl Tiere pro Betrieb		735	
Anzahl Tiere pro Erfassungsgruppe [1)]		80	
Milchleistung pro Tier; kg ECM p.a.		9.838	Anteil (%)
42	Elektrozaun (Pfosten, Isolatoren)	37,35 €	13,60 %
43	2 V elt. Akku-Hütegerät	1,39 €	0,50 %
44, 48	Zaunaufbau, Kontrolle, Wartung, Reparatur	13,55 €	4,90 %
41	Triebwegbefestigung	109,07 €	39,60 %
45	Tränkewannen	3,61 €	1,30 %
46,47	Weidegang, Wasserversorgung	103,84 €	37,70 %
49	Verwaltung, Weidetagebuch	6,60 €	2,40 %
Insgesamt; € / Tier p.a.[2)]		275,41 €	100 %
€ / kg Milch ECM[3)]		0,03 €	
€ in % vom Milchpreis[3)]		8 %	

Quelle: Anm.: [1)] Durchschnittliche Anzahl von Tieren in der Erfassungsgruppe nach Umbau der Stallungen; [2)] 28 Betriebe (46 Stallungen); [3)] 27 Betriebe (44 Stallungen); eigene Berechnungen

Die jährlichen Kosten zur Durchführung des täglichen Weideganges betragen in den 46 Stallungen durchschnittlich 275,41 EUR pro Tier. Dabei liegen die Aufwendungen zwischen 751,32 EUR pro Tier p.a. (Max) und 171,44 EUR pro Tier p.a. (Min). Die Spannweite der jährlichen Kosten beträgt 113,47 EUR pro Tier. Im Durchschnitt der Berechnung entstehen für den Weidegang zusätzliche Aufwendungen in Höhe von 0,03 EUR pro kg ECM. Wobei der höchste Anteil 0,08 EUR pro kg ECM und der niedrigste Anteil 0,02 EUR pro kg ECM beträgt. In Bezug auf den Anteil der Kosten pro kg Milch beträgt die Spannweite der Berechnungsergebnisse 0,01 EUR pro kg ECM. Insgesamt liegen 50 % der Berechnungsergebnisse unterhalb von 0,03 EUR pro kg ECM (0,5 - Quantil) (Tab. 78).

Tabelle 78: Verteilungsparameter der jährlichen Kosten für die der Kosten zur Durchführung von Weidegang in den 46 Stallungen

Kosten		MIN	MAX	Mittel-wert	0,25-Quantil	0,5-Quantil	0,75-Quantil	Quartils-abstand (0,75-0,25)
(III) Weide	€ / Tier p.a.	171,44 €	751,32 €	275,41 €	201,56 €	239,31 €	315,03 €	113,47 €
	€ / kg ECM[1)]	0,02 €	0,08 €	0,03 €	0,02 €	0,03 €	0,03 €	0,01 €
	€ in % vom Milch-preis[1)]	4 %	21 %	8 %	6 %	7 %	8 %	3 %

Quelle: Anm.: [1)] 27 Betriebe (44 Stallungen); eigene Berechnungen

6.3.4 Ergebnisse – Zusammenfassung der jährlichen Kosten von kurz- und mittelfristigen normativen Maßnahmen und Weidegang

Im Vergleich der vier Untersuchungsgruppen sind die niedrigsten jährlichen Kosten für kurz- und mittelfristige normative Maßnahmen sowie Weidegang mit 606,56 EUR und 633,35 EUR pro Tier in Gruppe IV und III festzustellen. Zur Deckung dieser zusätzlichen durchschnittlichen jährlichen Aufwendungen sind zwischen 16 % (IV) und 24 % (II) des Milchpreises (0,36 EUR pro kg Milch) notwendig. In Gruppe II und I betragen die kalkulierten jährlichen Kosten 901,86 EUR und 806,91 EUR pro Tier. Hier sind die höchsten jährlichen Aufwendungen festzustellen (Tab. 79).

Tabelle 79: Durchschnittliche jährliche Kosten von kurz- und mittelfristigen normativen Maßnahmen sowie Weidegang

Untersuchungsgruppen	I < 300	II 300 - 599	III 600 - 900	IV > 900
Summe der Kosten pro Tier; € p.a.[1)]	806,91 €	901,86 €	633,35 €	606,56 €
Kosten pro kg ECM, €[2)]	0,08 €	0,09 €	0,06 €	0,06 €
Kosten in % vom Milchpreis[2)]	23 %	24 %	18 %	16 %

Quelle: Anm.: [1)] 28 Betriebe (46 Stallungen), [2)] 27 Betriebe (44 Stallungen), eigene Berechnungen

In Gruppe II beträgt der Anteil der Kosten 0,09 EUR pro kg ECM. Im Vergleich dazu wurde in Gruppe III und IV mit 0,06 EUR pro kg ECM die niedrigsten Kosten berechnet. Für Gruppe I wurden durchschnittliche Aufwendungen in Höhe von 0,08 EUR pro kg ECM kalkuliert (Abb. 13).

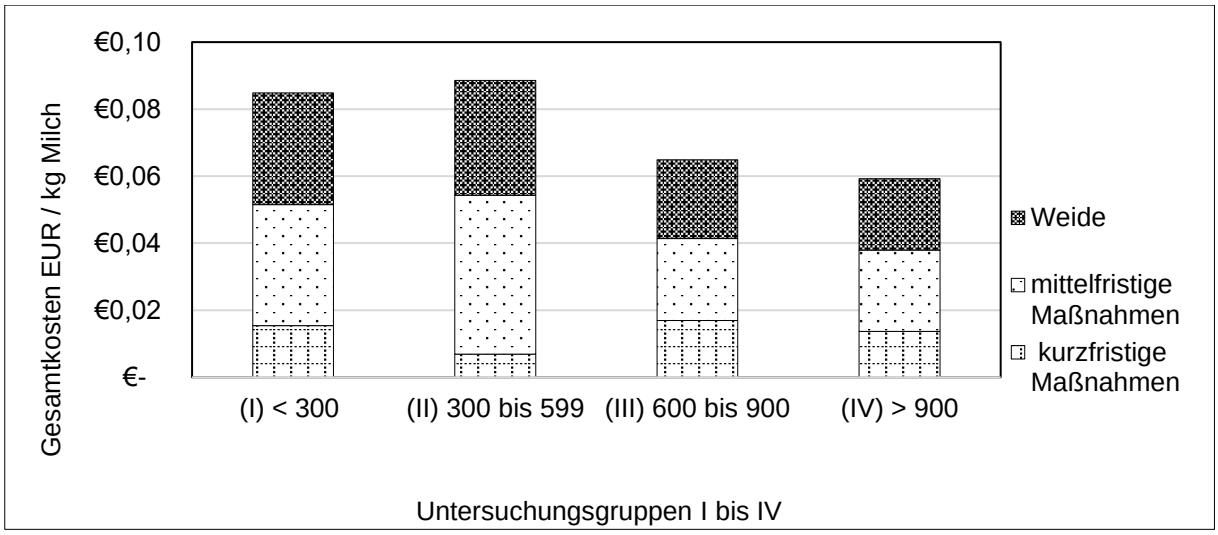


Abbildung 13: relativer Anteil der jährlichen Kosten von kurz- und mittelfristigen normativen Maßnahmen sowie Weidegang in EUR pro kg ECM
Quelle: Eigene Darstellung

Darüber hinaus sind innerhalb der Untersuchungsgruppen (I bis IV) unterschiedliche Verteilungen der kalkulierten jährlichen Kosten im Liegebereich (A), Laufbereich (B), Fressbereich (C), Tierkomfort (D) und Weidegang festzustellen.

Auf normative Maßnahmen im Liegebereich entfallen zwischen 36 % (IV) und 46 % (II) der jährlichen Kosten; die Aufwendungen im Laufbereichen liegen zwischen 5 % (III) und 11 % (II); beim Tierkomfort zwischen 5 % (II) und 20 % (III); auf den Weidegang entfallen zwischen 36 % (III, IV) und 39 % (I) der jährlichen Kosten (Tab 80).

Tabelle 80: Durchschnittliche jährliche Kosten pro Tier für kurz- und mittelfristige normative Maßnahmen im Liegebereich (A), Laufbereich (B), Fressbereich (C) und Tierkomfort (D) sowie Weidegang in den vier Untersuchungsgruppen (I bis IV) und 46 Stallungen

	Untersuchungsgruppen							
	I		II		III		IV	
	< 300		300 - 599		600 - 900		> 900	
Veränderung der Tieranzahl (%)	- 22 %		- 34 %		- 21 %		- 20 %	
(A) Liegebereich	316,85 €	39 %	416,96 €	46 %	250,07 €	39 %	220,29 €	36 %
(B) Laufbereich	71,16 €	9 %	102,31 €	11 %	30,74 €	5 %	55,57 €	9 %
(C) Fressbereich	0,47 €	< 1 %	0,47 €	< 1 %	0,47 €	< 1 %	0,47 €	< 1 %
(D) Tierkomfort	103,06 €	13 %	43,69 €	5 %	126,30 €	20 %	112,46 €	19 %
Weidegang	315,53 €	39 %	338,47 €	38 %	225,82 €	36 %	217,87 €	36 %
Summe	806,91 €	100 %	901,86 €	100 %	633,35 €	100 %	606,56 €	100 %

Quelle: Eigene Berechnungen

Die Verteilungsparameter für die vier Bereiche (A bis D) und Weidegang stellen sich für die Untersuchungsgruppe I bis IV folgendermaßen dar. Im Durchschnitt der 46 Stallungen wurden für kurz- und mittelfristige normative Maßnahmen zur Verbesserung der Haltungsbedingungen im Stall sowie zur Durchführung von Weidegang jährliche Kosten in Höhe von 741,46 EUR pro Tier bzw. 0,07 EUR pro kg ECM kalkuliert. Der mittlere Anteil der jährlichen Kosten am Milchpreis beträgt 20 %. Im Minimum wurden durchschnittliche jährliche Kosten von 181,38 EUR pro Tier und im Maximum 1.615,43 EUR pro Tier berechnet. Die Spannweite der durchschnittlichen jährlichen Aufwendungen beträgt 733,70 EUR pro Tier. Insgesamt 25 % der Stallungen liegen unterhalb 367,74 EUR pro Tier p.a. (0,25-Quantil) (Tab. 81).

Tabelle 81: Verteilungsparameter der jährlichen Kosten für die Durchführung von kurz- und mittelfristigen Maßnahmen sowie Weidegang in den 46 untersuchten Stallungen bzw. 28 Betrieben

Kosten	MIN	MAX	Mittelwert	0,25-Quantil	0,5-Quantil	0,75-Quantil	Quartilsabstand (0,75-0,25)
€ / Tier p.a.	181,38 €	1.615,43 €	741,46 €	367,74 €	754,62 €	1.101,44 €	733,70 €
€ / kg ECM[1)]	0,02 €	0,17 €	0,07 €	0,04 €	0,07 €	0,11 €	0,07 €
€ in % vom Milchpreis[1)]	5 %	46 %	20 %	10 %	18 %	29 %	19 %

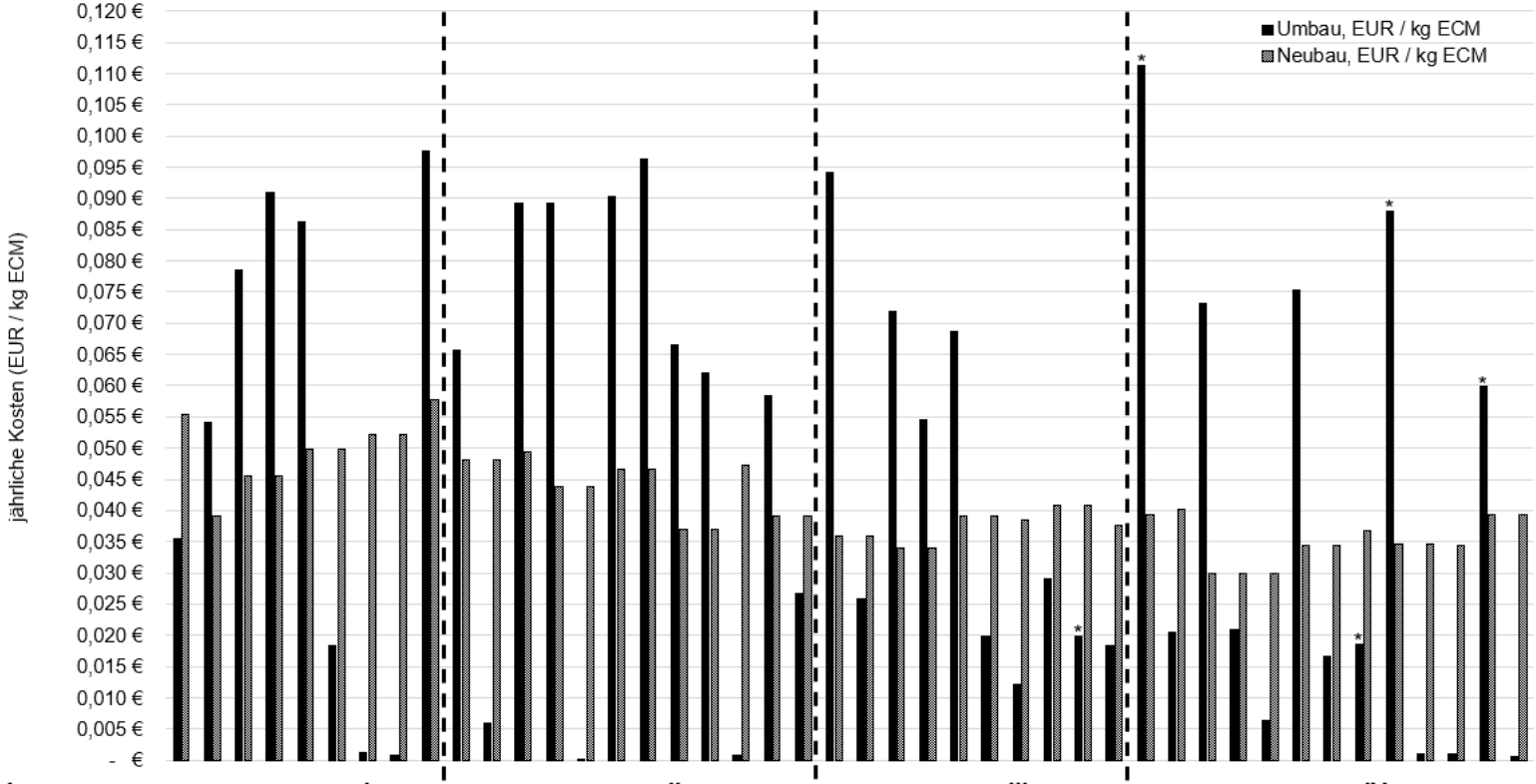
Quelle: Anm.: [1)] 27 Betriebe (44 Stallungen); eigene Berechnungen

6.3.5 Vergleich der jährlichen Kosten für den Umbau und Neubau eines Boxenlaufstalles

Als eine Alternative zum Umbau der Stallungen wurden die jährlichen Kosten[61] für einen Stallneubau mit Stallgebäude, Stalleinrichtung im Liege- und Fressbereich sowie Entmistungstechnik berechnet. Die kalkulierten jährlichen Aufwendungen für einen Neubau betragen in Abhängigkeit der Stallgröße: 462 EUR pro Tier (237 Kühe), 424 EUR pro Tier (408 Kühe) und 361 EUR pro Tier (624 Kühe). Insgesamt wäre für 22 von 44 Stallungen bzw. 50 % der Betriebe ein Neubau zur Verbesserung des Tierwohls ökonomisch günstiger zu bewerten als der Umbau der Stallungen mit Hilfe von kurz- und mittelfristigen normativen Maßnahmen (Abb. 14).

Die kalkulierten durchschnittlichen jährlichen Aufwendungen für einen Stallneubau liegen zwischen 0,030 EUR und 0,058 EUR pro kg ECM. Im Vergleich dazu betragen die jährlichen Kosten für den Umbau von 44 Stallungen im Durchschnitt 0,04 EUR pro kg ECM. Im Vergleich der zwei Szenarien wären für 60 % bzw. 62 % der Stallungen in den Untersuchungsgruppen III und IV der Umbau mit geringeren jährlichen Kosten verbunden als der Neubau der Ställe. In den Untersuchungsgruppen I und II, wäre für 56 % bzw. 67 % der Ställe ein Neubau mit geringeren jährlichen Kosten verbunden. Im Vergleich der jährlichen Kosten von Umbau und Neubau zeigt sich, dass für weniger als die Hälfte der Betriebe mit unter 600 Kühen ein Umbau der Stallungen wirtschaftlich sinnvoll wäre. Im Gegensatz dazu wäre für mehr als 50 % der Betriebe mit mehr als 600 Kühen ein Umbau der Stallungen mit geringeren jährlichen Kosten verbunden als ein Neubau. In Betrieben mit Stallungen vom Typ einer 1930´er Milchviehanlage wäre für 3 von 5 Stallungen ein Neubau mit geringeren jährlichen Kosten verbunden als der Umbau des Boxenlaufstalles.

[61] Berechnung der durchschnittlichen jährlichen Kosten (DK_{app}) mit Kapitalkosten (Abschreibung, Zinsansatz) sowie Betriebskosten (BK_t) für einen Stallneubau (vgl. Kap. 4.4).



Untersuchungsgruppen	**I**	**II**	**III**	**IV**
Anzahl der Tiere	< 300	300 – 599	600 – 900	> 900
Anzahl Stallungen (n = 44)	9	12	10	13
Anzahl Betriebe (n = 27)	6	7	6	8
DK_{app} Umbau < DK_{app} Neubau (∑ = 22)	4 von 9 (44 %)	4 von 12 (33 %)	6 von 10 (60 %)	8 von 13 (62 %)

Abbildung 14: Vergleich der durchschnittlichen jährlichen Kosten für einen Umbau und Neubau der Stallungen, EUR pro kg ECM
Quelle: Anm.: * Stallungen vom Typ einer 1930´er Milchviehanlage; eigene Darstellung

Für die Bewertung der ökonomischen Folgen von Maßnahmen zur Verbesserung der Haltungsbedingungen wurden neben den durchschnittlichen jährlichen Kosten, die Veränderungen des Gewinns im Rahmen einer Vollkostenberechnung kalkuliert und auf Basis von Mittelwerten in den vier Untersuchungsgruppen ausgewertet (Kap. 6.4). In der Analyse wurde die Entwicklung der Direktkostenfreien Leistungen bei einer abgestuften Durchführung von Tierwohlmaßnahmen dargestellt (Kap. 6.4.1) und der notwendige Milchpreis zur Deckung der jährlichen Aufwendungen für Tierwohl und Einzelkosten berechnet (Kap. 6.4.2). Des Weiteren wurde der Einkommensverlust im Betriebszweig Milchproduktion in Folge der berechneten Tierzahlveränderungen in den Betrieben ermittelt (Kap. 6.4.3). Die Ergebnisse werden nachfolgend genauer betrachtet.

6.4 Vollkostenberechnung; ökonomische Auswirkungen von Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls in den vier Untersuchungsgruppen

In der Vollkostenberechnung wurden die Direktkostenfreien Leistungen, Deckungsbeiträge, Einzelkosten und Einzelkostenfreien Leistungen für die 44 untersuchten Stallungen in Euro pro Tier berechnet[62]. Dazu wurden neben den Kalkulationen (vgl. Kap. 6.3) zu Aufwendungen für Maßnahmen zur Verbesserung der Haltungsbedingungen (kurzfristige Maßnahmen, mittelfristige Maßnahmen, Weidegang), Kalkulationsdaten zu Direktkosten, Arbeitserledigungskosten und weiteren Kosten aus der digitalen Datensammlung Brandenburg verwendet (HANFF und LAU, 2022). Berechnet wurden die Vollkosten für die Ausgangssituation (vor Umbau; Tab. 82) und nach Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls (nach Umbau; Tab. 83). Für diese Variante wurden zusätzlich die Aufwendungen für einen Stallneubau mit 500 Tieren und einer jährlichen Milchleistung von 10.000 kg pro Tier kalkuliert. Die Berechnungsergebnisse der Vollkostenberechnung stellen sich anhand der in den Untersuchungsgruppen zusammengefassten Mittelwerte aus den 46 Stallungen wie folgt dar.

In der Variante vor Umbau wurden in allen vier Untersuchungsgruppen Gesamterlöse zwischen 3.724 EUR (I) und 4.070 EUR pro Tier errechnet (IV). Davon ausgehend sind nach Abzug der Direktkosten in jeder Untersuchungsgruppe positive Direktkostenfreie Leistungen[63] festzustellen (Nr. 8). Diese liegen zwischen 1.122 EUR (I) und 1.337 EUR pro Tier (IV). Die

[62] Ein Betrieb mit zwei Stallungen wurde in Datensatz D_1 (Untersuchungsgruppe II) aufgrund fehlender Milchleistungsdaten ausgeschlossen. Die Mittelwerte der jährlichen Kosten (EUR / Tier) für kurz- und mittelfristige Maßnahmen sowie Weidegang weichen daher von den in Kap. 6.3 für die Untersuchungsgruppe II beschriebenen Durchschnittswerten ab.
[63] Direktkostenfreie Leistung vor Umbau = Gesamterlös - Direktkosten.

Deckungsbeiträge[64] sind in allen Gruppen negativ (Nr. 10) und betragen zwischen - 473 EUR und - 653 EUR pro Tier. Insgesamt ergeben sich dadurch Einzelkostenfreie Leistungen zwischen - 0,09 Cent und - 0,12 Cent pro kg Milch (Nr. 15) (Tab. 82).

Tabelle 82: Vollkostenberechnung[1)] vor Umbau (EUR pro Tier p.a.)

		vor Umbau			
Nr.	Anzahl der Tiere	I < 300	II 300 - 599	III 600 - 900	IV > 900
1	Milchleistung pro Tier; kg ECM p.a.	9.407	9.771	9.622	10.363
2	Milchpreis, € / kg	0,36	0,36	0,36	0,36
3	Milcherlös	3.407 €	3.539 €	3.485 €	3.753 €
4	Erlös Altkuh	273 €	273 €	273 €	273 €
5	Erlös Kalb	43 €	43 €	43 €	43 €
6	Gesamterlös	3.724 €	3.855 €	3.801 €	4.070 €
7	Direktkosten, € / Tier	2.602 €	2.661 €	2.649 €	2.733 €
8	Direktkostenfreie Leistung, € / Tier	1.122 €	1.194 €	1.152 €	1.337 €
9	Summe Arbeitserledigungskosten € / Tier	1.775 €	1.793 €	1.793 €	1.810 €
10	Deckungsbeitrag, € / Tier	- 653 €	- 599 €	- 641 €	- 473 €
11	Summe weitere Kosten € / Tier	425 €	425 €	425 €	425 €
12	Einzelkosten (7+9+11)	4.801 €	4.879 €	4.867 €	4.967 €
13	je verkaufter Milch	0,51 €	0,50 €	0,51 €	0,48 €
14	Einzelkostenfreie Leistung (ohne Prämien); € je Tier	- 1.078 €	- 1.024 €	- 1.065 €	- 898 €
15	€ / kg ECM	- 0,12 €	- 0,11 €	- 0,11 €	- 0,09 €

Quelle: HANFF und LAU, 2022, Nr. 4, 5, 7, 9, 11; Anm.: [1)] vollständige Vollkostenberechnung zur Variante vor Umbau im Anhang 1; eigene Berechnungen

Nach dem Umbau liegt der durchschnittliche Gesamterlös in den vier Untersuchungsgruppen unverändert zwischen 3.724 EUR (I) und 4.070 EUR pro Tier (IV). Davon abgezogen wurden die durchschnittlichen jährlichen Kosten für kurz- und mittelfristige Maßnahmen sowie den Weidegang, die Direktkosten und weitere Kosten. Die abgezogenen jährlichen Aufwendungen für die Maßnahmen zum Tierwohl liegen zwischen 607 EUR (IV) und 862 EUR pro Tier (II) (Nr. 7). Die Direktkosten (Nr. 8) steigen mit Zunahme der durchschnittlichen Milchleistung in der Untersuchungsgruppe an und liegen zwischen 2.602 EUR (9.407 kg ECM p.a.; Gruppe I) und 2.733 EUR pro Tier (10.363 kg ECM p.a.; Gruppe IV). Gleichzeitig steigt die durchschnittliche Direktkostenfreie Leistung (DKfL)[65] mit zunehmender Milchleistung an (Nr. 9). Die niedrigste Direktkostenfreie Leistung wurde in Gruppe I und II mit 315 EUR bzw. 332 EUR pro Tier kalkuliert. Der höchste Wert nach Umbau wurde in Gruppe IV mit 730 EUR DKfL berechnet. In der Variante Neubau beträgt die Direktkostenfreie Leistung 1.226 EUR pro Tier.

[64] Deckungsbeitrag = Gesamterlös - (Kosten für Tierwohl p.a.) - Direktkosten - Arbeitserledigungskosten.

[65] Berechnet wurde die Direktkostenfreie Leistung nach Umbau (Nr. 9) wie folgt: Gesamterlös (Nr. 6) - jährliche Kosten für Tierwohl (Nr. 7) - Direktkosten (Nr. 8).

Die Summe der Arbeitserledigungskosten (Nr. 10) liegt mit 1.775 EUR und 1.810 EUR pro Tier in beiden Varianten (Umbau, Neubau) auf einem Niveau. Für die Position weitere Kosten (Nr. 12) wirken sich die zusätzlichen relativen Kostensteigerungen pro Tierplatz in Folge der reduzierten Tieranzahl deutlich aus (vgl. Tab. 82, Nr. 11). Die jährlichen Aufwendungen für Gebäude und Ausrüstung liegen in der Variante Umbau zwischen 586 EUR (IV) und 776 EUR pro Tier (II). Für einen Neubau wurden weitere Kosten in Höhe von 435 EUR berechnet.

Die durchschnittlichen Deckungsbeiträge sind in allen Untersuchungsgruppen nach Umbau negativ und betragen zwischen - 1.080 EUR (IV) und - 1.461 EUR pro Tier (IV). In der Variante Neubau wurde wie bei den Umbauten ein negativer Deckungsbeitrag von - 580 EUR pro Tier berechnet.

Insgesamt wurden für die Untersuchungsgruppen in der Variante Umbau Einzelkosten zwischen 5.736 EUR (IV) und 6.092 EUR pro Tier (II) bzw. 0,56 EUR und 0,63 EUR pro kg ECM berechnet. Die Einzelkostenfreie Leistung liegt zwischen - 1.666 EUR (IV) und - 2.237 EUR pro Tier (II) bzw. - 0,17 EUR und - 0,23 EUR pro kg ECM. In der Variante Neubau wurden Einzelkosten in Höhe 0,50 EUR pro Tier kalkuliert. Hier ist die Einzelkostenfreie Leistung wie in den vier Untersuchungsgruppen ebenfalls negativ und beträgt - 0,10 EUR pro kg ECM (Tab. 83).

Tabelle 83: Vollkostenberechnung nach Umbau und Neubau (EUR pro Tier p.a.)

Nr.		nach Umbau				Neubau
		I	II	III	IV	
	Anzahl der Tiere	< 300	300 - 599	600 - 900	> 900	500
1	Milchleistung pro Tier, kg ECM p.a.	9.407	9.771	9.622	10.363	10.000
2	Milchpreis, € / kg	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
3	Milcherlös	3.407 €	3.539 €	3.485 €	3.753 €	3.622 €
4	Erlös Altkuh	273 €	273 €	273 €	273 €	273 €
5	Erlös Kalb	43 €	43 €	43 €	43 €	43 €
6	Gesamterlös	3.724 €	3.855 €	3.801 €	4.070 €	3.938 €
7	Summe jährliche Kosten Tierwohlmaßnahmen	807 €	862 €	633 €	607 €	-
8	Direktkosten, € / Tier	2.602 €	2.661 €	2.649 €	2.733 €	2.712 €
9	Direktkostenfreie Leistung, € / Tier	315 €	332 €	519 €	730 €	1.226 €
10	Summe Arbeitserledigungskosten € / Tier	1.775 €	1.793 €	1.793 €	1.810 €	1.806 €
11	Deckungsbeitrag, € / Tier	- 1.460 €	- 1.461 €	- 1.274 €	- 1.080 €	- 580 €
12	Summe weitere Kosten € / Tier	598 €	776 €	675 €	586 €	435 €
13	Einzelkosten (7+8+10+12)	5.781 €	6.092 €	5.751 €	5.736 €	4.953 €
14	je verkaufter Milch	0,62 €	0,63 €	0,60 €	0,56 €	0,50 €
15	Einzelkostenfreie Leistung (ohne Prämien); € je Tier	- 2.058 €	- 2.237 €	- 1.949 €	- 1.666 €	- 1.015 €
16	€ / kg ECM	- 0,22 €	- 0,23 €	- 0,20 €	- 0,17 €	- 0,10 €

Quelle: HANFF und LAU, 2022, Nr. 4, 5, 8, 10, 12; Anm.: [1)] vollständige Vollkostenberechnung zur Variante nach Umbau im Anhang 2; eigene Berechnungen

Im Vergleich der beiden Varianten (vor dem Umbau, nach dem Umbau) eine Verminderung der Direktkostenfreien Leistungen zwischen - 45 % (IV) und - 72 % (I, II) festzustellen. Darüber hinaus wurde eine weitere Verminderung der Deckungsbeiträge für die vier Untersuchungsgruppen berechnet. Die bereits in der Ausgangsvariante negativen Deckungsbeiträge haben sich in der Variante nach Umbau zwischen - 99 % (III) und - 128 % (IV) reduziert. Daran anknüpfend die Einzelkostenfreien Leistung mit einer weiteren Verminderung zwischen - 81 % (III) und - 117 % (II). Insgesamt ist damit in allen vier Untersuchungsgruppen eine Verschlechterung der kalkulierten Direktkostenfreien Leistungen, Deckungsbeiträge und Einzelkostenfreien Leistung zu dokumentieren. Weiterhin wäre ein Neubau mit negativen Deckungsbeiträgen und nicht gedeckten Vollkosten verbunden. Die in Kalkulation berechneten Direktkostenfreien Leistungen für den Neubau (1.226 EUR pro Tier) liegen auf einem vergleichbaren Niveau mit den Direktkostenfreien Leistungen vor Umbau von 1.122 bis 1.337 EUR pro Tier (Tab. 84).

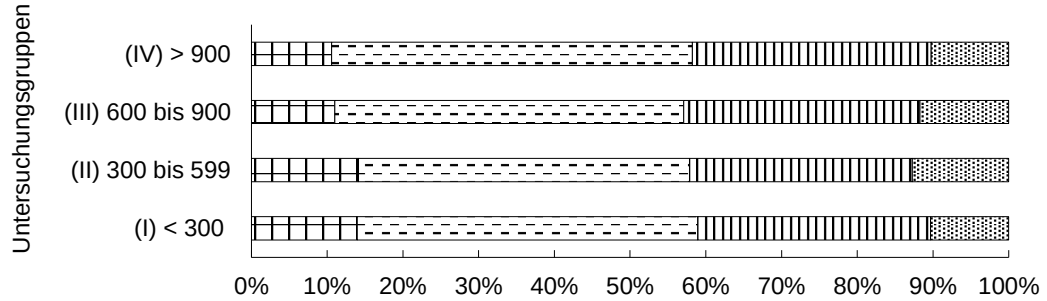
Tabelle 84: Vergleich von Direktkostenfreien Leistungen, Deckungsbeiträgen und Einzelkostenfreien Leistung (vor Umbau, nach Umbau, Neubau)

		Untersuchungsgruppen				Neubau
		I	II	III	IV	
		< 300	300 - 599	600 - 900	> 900	500
Direktkostenfreie Leistung, € / Tier	vor Umbau	1.122 €	1.194 €	1.152 €	1.337 €	
	nach Umbau	315 €	332 €	519 €	730 €	1.226 €
	Veränderung (%)	- 72 %	- 72 %	- 55 %	- 45 %	
Deckungsbeitrag, € / Tier	vor Umbau	- 653 €	- 599 €	- 641 €	- 473 €	
	nach Umbau	- 1.460 €	- 1.461 €	- 1.274 €	- 1.080 €	- 580 €
	Veränderung (%)	- 124 %	- 144 %	- 99 %	- 128 %	
Einzelkostenfreie Leistung, € pro kg ECM	vor Umbau	- 0,12 €	- 0,11 €	- 0,11 €	- 0,09 €	
	nach Umbau	- 0,22 €	- 0,23 €	- 0,20 €	- 0,17 €	- 0,10 €
	Veränderung (%)	- 87 %	- 117 %	- 81 %	- 84 %	

Quelle: Eigene Berechnungen

Zur genaueren Beschreibung der kalkulierten Einzelkosten (Variante nach Umbau) werden folgend die Kostenanteile der normativen Maßnahmen zum Tierwohl (Tab. 83, Nr. 7) sowie Direktkosten (Tab. 83, Nr. 8), Arbeitserledigungskosten (Tab. 83, Nr. 10) und weitere Kosten (Tab. 83, Nr. 12) in Bezug zu den durchschnittlichen Einzelkosten in den vier Untersuchungsgruppen dargestellt.

Der prozentuale Anteil der durchschnittlichen jährlichen Aufwendungen zum Tierwohl liegt im Vergleich der Untersuchungsgruppen zwischen 11 % (III, IV) und 14 % (I, II). Dabei ist der geringste Anteil an den Einzelkosten in den Gruppen mit der höchsten Tieranzahl festzustellen (≥ 600 Tiere). Die relativen Anteile der Direktkosten an den Einzelkosten liegen zwischen 44 % (II) und 48 % (IV). Eine ähnliche Verteilung zeigt sich bei den Arbeitserledigungskosten. Hier liegen die relativen Anteile zwischen 29 % (II) und 32 % (IV). Auf weitere Kosten entfallen Aufwendungen zwischen 10 % (I, IV) und 13 % (II). Im Vergleich der vier Untersuchungsgruppen nehmen die jährlichen Aufwendungen für normative Maßnahmen zum Tierwohl sowie Gebäude und Ausrüstung den geringsten Anteil an den Einzelkosten ein (Abb. 15).



Anteil an den jährlichen Kosten (%)	(I) < 300	(II) 300 bis 599	(III) 600 bis 900	(IV) > 900
Tierwohl (Nr. 7)	14%	14%	11%	11%
Direktkosten (Nr. 8)	45%	44%	46%	48%
Arbeitserledigungskosten (Nr. 10)	31%	29%	31%	32%
weitere Kosten (Nr. 12)	10%	13%	12%	10%

Abbildung 15: relative Anteile der jährlichen Kosten für Tierwohl, Direktkosten, Arbeitserledigungskosten und weitere Kosten an den Einzelkosten nach Umbau
Quelle: Eigene Darstellung

Nachfolgend werden die ökonomischen Auswirkungen der normativen Maßnahmen zur Verbesserung der Haltungsbedingungen anhand der Direktkostenfreien Leistung (DkfL) für 44 Stallungen bzw. 27 Betriebe in den zwei Varianten (vor und nach Umbau) dargestellt.

6.4.1 Entwicklung der Direktkostenfreien Leistung

Unterschieden werden insgesamt drei Stufen mit (a) kurzfristige Maßnahmen, (b) kurzfristige und mittelfristige Maßnahmen und (c) kurzfristige und mittelfristige Maßnahmen sowie Weidegang. Unter Punkt (d) werden zusätzlich die durchschnittlichen Kosten (dK)[66] pro Kilogramm Milch für Stufe (c) ausgewiesen. Die Ergebnisse stellen sich wie folgt dar.

In Stufe a bis b werden die Direktkosten sowie die jährlichen Aufwendungen für kurz- und mittelfristige Maßnahmen vollständig durch den Gesamterlös gedeckt. Die Direktkostenfreien Leistungen sind in allen Betrieben im positiven Bereich (> 0 EUR). In Stufe (c) mit Weidegang sind in 8 Betrieben bzw. 10 Stallungen negative Direktkostenfreie Leistungen festzustellen (< 0 EUR). In diesen Betrieben können die kalkulierten Aufwendungen für Direktkosten und Verbesserungen zum Tierwohl nicht vollständig über den Milchpreis gedeckt werden. Die durchschnittlichen Kosten liegen oberhalb von 0,36 EUR pro Kilogramm Mich (d). Die Betriebe hal-

[66] Durchschnittliche Kosten pro kg ECM = jährliche Kosten für kurzfristige, mittelfristige Maßnahmen und Weidegang + Direktkosten / Milchmenge.

ten zusammen genommen 3.475 Tiere bzw. 17 % der in den Untersuchungsbetrieben insgesamt gehaltenen Milchkühe (Abb. 16).

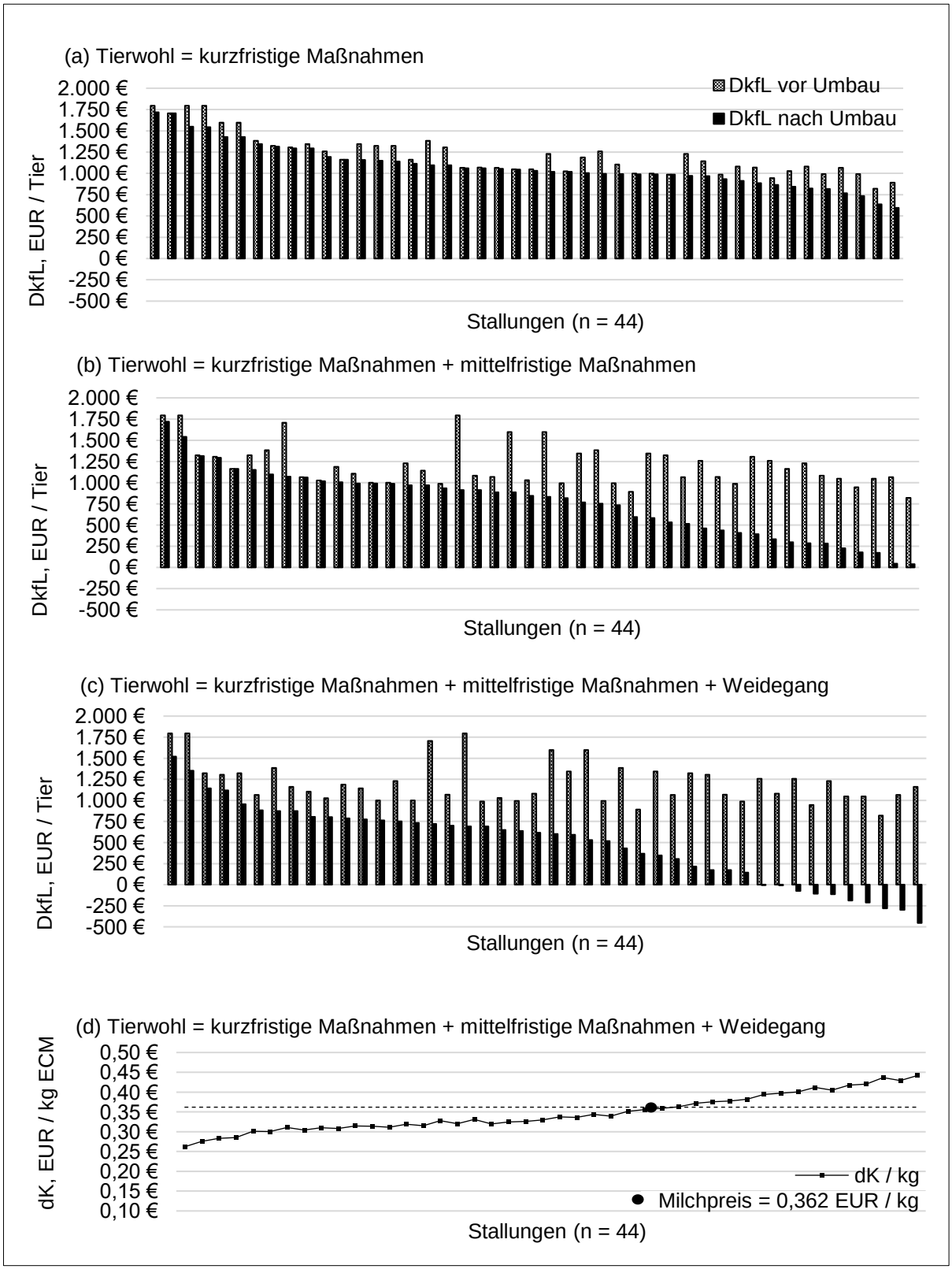


Abbildung 16: Höhe der Direktkostenfreien Leistung vor- und nach Umbau; Betriebe sortiert nach DkfL nach Umbau
Quelle: Eigene Darstellung

6.4.2 Break-Even-Analyse

Kalkuliert wurden die jeweils notwendigen Preissteigerungen[67] zum Break-Even[68] zur Deckung der zusätzlichen jährlichen Kosten für kurzfristige Maßnahmen (a), mittelfristige Maßnahmen (b), Weidegang (c) und der variablen Kosten[69] (d) sowie Vollkosten nach Umbau (e) (Tab. 85).

Zum Erreichen des Break-Even für zusätzliche kurzfristige normative Maßnahmen (Umbau der Liegeboxenbügel, zusätzliche Einstreu im Liegebereich, Einbau von Kuhputzbürsten u.a.) wurde eine Preissteigerung zwischen 1,91 % (II) und 4,67 % (III) berechnet. Das entspricht einem Preis zwischen 0,369 EUR und 0,379 EUR pro kg ECM (a).

Für zusätzliche mittelfristige normative Maßnahmen (Erneuerung der Liegeboxen, Umbauten im Laufbereich u.a.) wurde eine Preissteigerung zwischen 6,71 % (IV) und 13,07 % (II) zum Break-Even kalkuliert. Das entspricht einem Preis zwischen 0,386 EUR und 0,410 EUR pro kg ECM (b).

Zum Erreichen des Break-Even für den zusätzlichen Weidegang wurde ein Preisanstieg zwischen 5,89 % (IV) und 9,49 % (II) berechnet. Der Preis liegt zwischen 0,384 EUR und 0,397 EUR pro kg ECM (c).

Für den Break-Even unter Berücksichtigung der zusätzlichen jährlichen Kosten von Maßnahmen zum Tierwohl sowie Direktkosten und Arbeitserledigungskosten ist ein Preisanstieg zwischen 37,19 % (IV) und 52,13 % (I) berechnet worden. Der Preis liegt zwischen 0,497 EUR und 0,551 EUR pro kg ECM (d).

Zum Erreichen des Break-Even für die um Rahmen der Vollkostenberechnung ermittelten Einzelkosten wurde ein Preisanstieg zwischen 54,09 % (IV) und 73,61 % (II) kalkuliert. Das entspricht einem Preis zwischen 0,558 EUR und 0,629 EUR pro kg ECM (e).

[67] Referenzwert = 0,3622 EUR pro kg ECM.
[68] Kostendeckungspunkt und Break-Even werden synonym verwendet (vgl. WÖHE et al., 2020: 831).
[69] Variable Kosten = j. K. für Tierwohl + Direktkosten + Arbeitserledigungskosten.

Tabelle 85: Kostendeckungspunkte für normative Maßnahmen zum Tierwohl (a bis c) und Einzelkosten (d), EUR pro kg ECM

Untersuchungsgruppen	I < 300	II 300 - 599	III 600 - 900	IV > 900
(a) kurzfristige Maßnahmen, € / kg ECM	0,378 €	0,369 €	0,379 €	0,376 €
Preissteigerung (%)	4,26%	1,91%	4,67%	3,77%
(b) mittelfristige Maßnahmen, € / kg ECM	0,398 €	0,410 €	0,387 €	0,386 €
Preissteigerung (%)	9,95%	13,07%	6,77%	6,71%
(c) Weidegang, € / kg ECM	0,396 €	0,397 €	0,386 €	0,384 €
Preissteigerung (%)	9,23%	9,49%	6,48%	5,89%
(d) j. K. Tierwohl, Direktkosten, Arbeitserledigungskosten, € / kg ECM	0,551 €	0,544 €	0,527 €	0,497 €
Preissteigerung (%)	52,13%	50,22%	45,63%	37,19%
(e) Einzelkosten nach Umbau, € / kg ECM	0,617 €	0,629 €	0,597 €	0,558 €
Preissteigerung (%)	70,40%	73,61%	64,91%	54,09%

Quelle: Anm.: Referenzwert Milchpreis 0,3622 EUR pro kg; (a bis e) 27 Betriebe (44 Stallungen); eigene Berechnungen

6.4.3 Einkommensverlust im Betriebszweig Milchproduktion

In Folge der Umbauten wären in 75 % der Stallungen eine Reduzierung der Tieranzahl notwendig (n = 33). In 9 % der Stallungen könnte die Tieranzahl gleichbleiben (n = 4) und in 16 % die Anzahl der Tiere erhöht werden (n = 7). Insgesamt würde sich die Tieranzahl der Betriebe um - 3.939 laktierende Tiere reduzieren (Abb. 17).

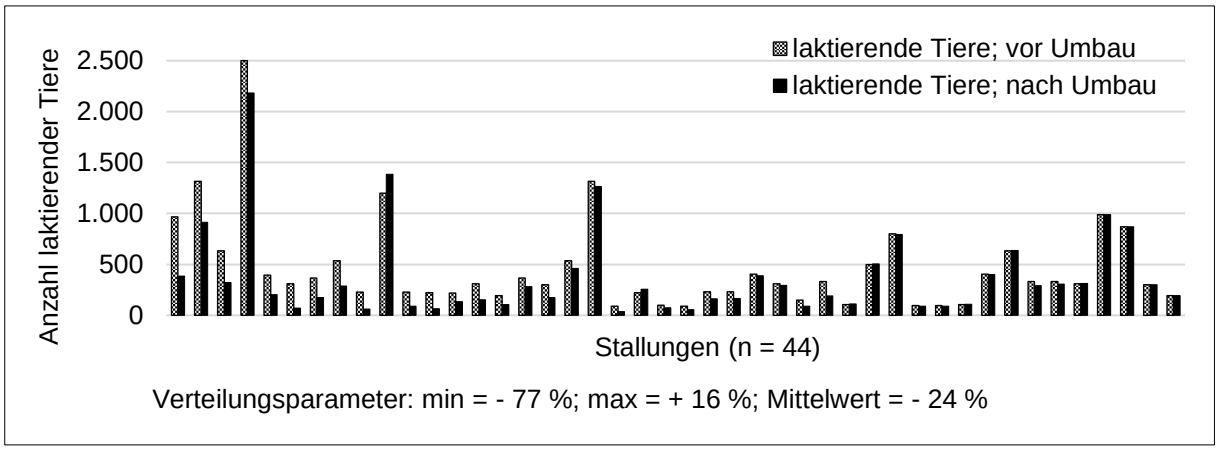


Abbildung 17: Veränderung der Tieranzahl nach Umbau pro Stall
Quelle: Eigene Darstellung

Die Veränderung der Tieranzahl in Folge der Stallumbauten hätte im Durchschnitt Einkommensverluste[70] in Höhe von - 96.662 EUR pro Betrieb zur Folge (n = 27). Die höchsten Verluste wurden für eine 1930´er Milchviehanlage mit - 416.410 EUR kalkuliert. Für diesen Betrieb wurde eine Verminderung der Tieranzahl um - 60 % berechnet. Für zwei Betriebe wurde kein Einkommensverlust festgestellt. In diesen Betrieben würde die Tieranzahl gleichbleiben. In 7 Stallungen bzw. 6 Betrieben würden die Tieranzahlen erhöht werden können. Die damit einhergehenden zusätzlichen Direkt- und Arbeitserledigungskosten sind jedoch größer als der Erlösanstieg und daher ebenfalls mit Einkommensverlusten verbunden (Abb. 18).

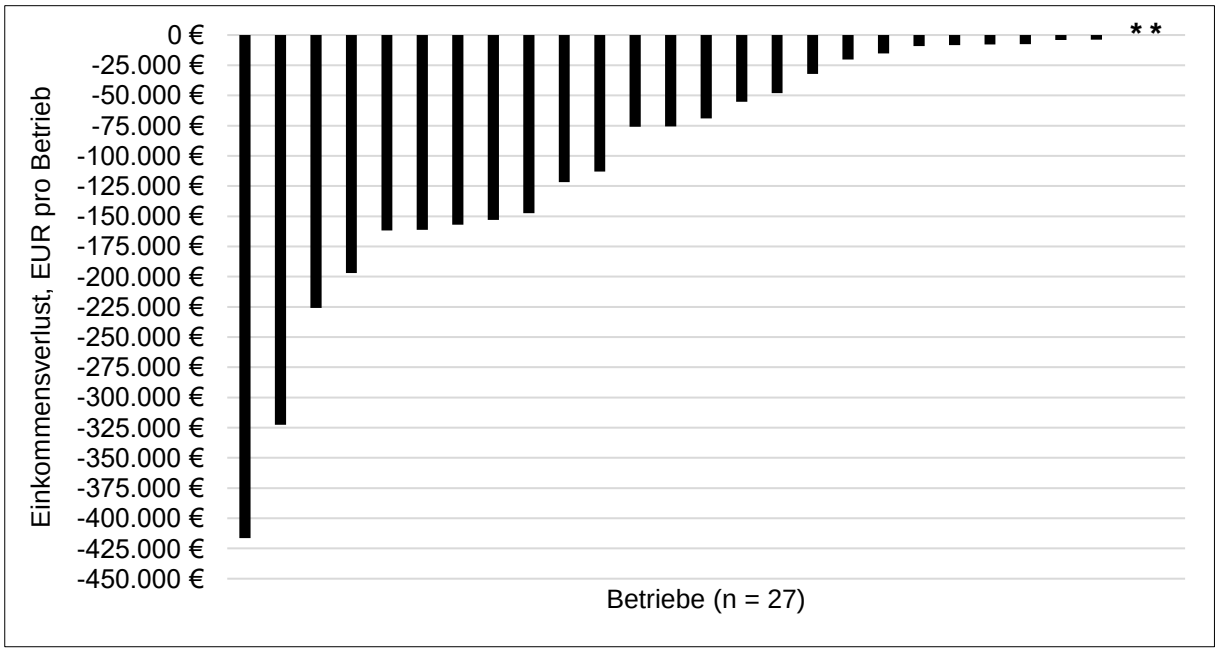


Abbildung 18: Einkommensverlust im Betriebszweig Milchproduktion
Quelle: Anm.: * * zwei Betriebe ohne Einkommensverlust; eigene Berechnungen

Abschließend werden die dargestellten Ergebnisse (Kap. 5 bis Kap. 6) zum Stand des Tierwohls in den 28 Betrieben in Nord-Ostdeutschland diskutiert. In Kapitel 7 werden dazu die festgestellten Einflussfaktoren auf Technopathien, Verschmutzungen, Liegezeiten und Schritte pro Tag sowie die jährlichen Kosten zur Verbesserung der Haltungsbedingungen in den 46 untersuchten Stallungen betrachtet, anhand des aktuellen Forschungsstandes eingeordnet und Limitierungen in der Untersuchung beschrieben.

[70] Einkommensverlust = Gesamterlös nach Veränderung der Tieranzahl + Summe eingesparter Direkt- und Arbeitserledigungskosten.

7 Diskussion

Das Ziel dieser Arbeit bestand darin, den Status quo des Tierwohls in den untersuchten Milchviehbetrieben mit ganzjähriger Boxenlaufstallhaltung (N = 28) festzustellen und mit Hilfe einzeltierbezogener Daten zu Technopathien, Verschmutzungen (D_1 N = 2.082) und dem Tierverhalten (Gesamtliegezeiten, Liegeperioden und Schritte pro Tag) (D_2 n = 632) Einflussfaktoren zur Verbesserung der Haltungsbedingungen in 46 Stallungen in Nordost-Deutschland identifizieren zu können. Darüber hinaus die Kosten für Besserungsmaßnahmen zu kalkulieren und die sich daraus ergebenen Folgen für die zukünftige Haltung von Milchkühen in Boxenlaufställen abzuschätzen.

7.1 Relevanz von Tierwohl und Ökonomie

Bereits 1957 beschreibt Nusshag für Kühe in Anbindehaltung, Mängel und fehlenden Weidegang als Ursache für Erkrankungen und eine durchschnittliche Lebensdauer der Milchkühe von 6 bis 7 Jahren (vgl. NUSSHAG, 1957: 19). Der Autor verweist dabei auf die ökonomische Notwendigkeit die Tiere bis zum Erreichen des Milchleistungsmaximums zwischen 7 und 10 Jahren gesund zu erhalten (ebenda: 19). Etwa zehn Jahre später, mit der Einführung von Boxenlaufställen und der Einstreulosenhaltung von Milchkühen in Hochliegeboxen mit Gummimatten wird von einem vermehrten Auftreten von Erkrankungen an Klauen und Gliedmaßen berichtet (vgl. TEICKNER et al., 1970: 717; KAISER, 1971: 727). Diese gehören 2020 zu den vier häufigsten Abgangsursachen von milchleistungsgeprüften Tieren in Deutschland (BRS, 2021a: 66). Die ökonomisch optimale Nutzungsdauer von Milchkühen wird weiterhin mit mindestens 6 bis 9 Laktationen angegeben und eine möglichst lange Nutzung der Tiere empfohlen (vgl. MIßFELDT und THOMSEN, 2017: 147; HARMS et al., 2022: 6). Das Ziel einer ökonomisch optimalen Nutzungsdauer von Milchkühen ist damit seit Jahrzehnten von Relevanz. Dennoch liegt die Vermutung nahe, dass die Entwicklung der Haltungsbedingungen im Durchschnitt der vergangenen siebzig Jahre keinen wesentlichen Beitrag zur Verlängerung der Nutzungsdauer von Milchkühen geleistet hat.

Die Entwicklung der Milchviehhaltung zwischen 1950 und 2020, von der Anbindehaltung zur Haltung in Boxenlaufställen, kann im Wesentlichen auf Maßnahmen zur Verbesserung der Produktionseffizienz zurückgeführt werden. Settele beschreibt als Treiber für die Entwicklungen in der Tierhaltung insbesondere die Konzentration auf die Verbesserung der Wertschöpfung in der Milchproduktion zwischen 1950 und 1990 (vgl. SETTELE, 2020: 140–141). Als Aus-

gangspunkt für die Entwicklung der Landwirtschaft in der BRD, benennt Kluge die zunehmende Orientierung am industriellen System ab 1960 (vgl. KLUGE, 1989: 8). Für die DDR wird der gleiche Zeitraum ab 1964 und die Ausrichtung der Landwirtschaft auf Großproduktion, Intensivierung und Spezialisierung benannt (vgl. ECKART, 1998: 335).

In der DDR begann der Prozess der Intensivierung[71] und Spezialisierung zwischen 1960 und 1970 (vgl. HOHMANN et al., 1980: 1). Als Merkmal gilt die Einführung einstreuloser Haltungsverfahren mit Flüssigentmistung (vgl. BÄHR, 1970: 253; KORIATH, 1972: 248), getrennte Fress- und Liegebereiche und eine automatisierten Fütterung in Tiergruppen (vgl. HOHMANN et al., 1980: 85–93; THUM et al., 1985: 236). Stallungen mit diesen Merkmalen, wie beispielsweise die sogenannten 1930´er Milchviehanlagen[72] mit 1.930 Tierplätzen, wurden überwiegend als Boxenlaufställe konzipiert (vgl. HOHMANN et al., 1980: 85–93). Die Einführung dieser Stallungen markiert gleichermaßen den Beginn der ganzjährigen Stallhaltung und den Verzicht auf Weidegang (vgl. STEIGER und MEHLHORN, 1969: 1969; STEIGER et al., 1971: 545).

Im Vergleich dazu wurden in der BRD in den siebziger Jahren insbesondere hohe Handarbeitsanteile im Produktionsprozess mit Fütterung, Melken, Entmistung als Entwicklungshemmnisse identifiziert und die Einführung von Boxenlaufstallhaltung mit stationärer Melkanlage diskutiert (WENNER und SCHÖN, 1970: 724–727; RATIONALISIERUNGS-KURATORIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, 1975: 223 f.). Die Einführung dieses Haltungsverfahrens ging, wie in der DDR, mit der Nutzung von Verfahren zur Flüssigentmistung und getrennten Fress- Laufbereichen einher (vgl. SCHÖN, 1969: 9–13; WENNER und SCHÖN, 1971: 95–97). Wenner bezeichnete diese Phase als Konzentrationsprozess der Tierhaltung, der durch die Spezialisierung auf eine Tierart gekennzeichnet ist (vgl. WENNER, 1984: 14).

Ende der achtziger Jahre hielten 20.445 von 302.208 Betrieben in der BRD Herden mit ≥ 40 Tieren (STATISTISCHES BUNDESAMT, 1992: 162). Eine Mehrzahl der Betriebe nutzte dafür Boxenlaufställe (vgl. KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E. V., 1987: 79 f.). In der DDR wurden Ende der achtziger Jahre etwa 25 % der Tiere in der DDR in Laufställen gehalten (vgl. BREHME, 1989: 106).

Im Jahr 2020 nutzten bereits 81 % von 54.490 Betrieben in Deutschland Boxenlaufställe zur Milchviehhaltung (TERGAST und HANSEN, 2021: 12).

[71] Diese Entwicklungsphase wird als Übergang zu industriemäßigen Produktionsmethoden in der Landwirtschaft bezeichnet (vgl. SCHÖNE, 2005: 45).
[72] Im Jahr 2022 wurden etwa 2,90 % der in Deutschland gehaltenen Milchkühe in den 111 noch vorhandenen Milchviehanlagen (MVA 1930, n = 79; MVA 1232, n = 23; sonstige, n = 9) mit Ursprung in den siebziger Jahren gehalten SIEGMUND (2022). Schätzungsweise 17 % der in den neuen Bundesländern gemolkenen Milch kommt aus diesen Stallungen, sie sind daher regional besonders bedeutsam.

Boxenlaufställe gehören damit zur dominierenden Haltungsform von Milchkühen in der modernen Rinderhaltung. Ihre Entwicklung ist das Ergebnis von Intensivierungs- und Spezialisierungsprozessen in den vergangenen Jahrzehnten. Daher ist die Beurteilung des Tierwohls, der Verbesserungsmöglichkeiten und Kosten in Boxenlaufställen für die aktuelle und zukünftige Form der Milchviehhaltung besonders relevant.

In der Untersuchung zum Tierwohl wurden Einzeltierdaten von 2.082 Milchkühen zu Technopathien und Verschmutzungen sowie Liegezeiten (n = 632) in insgesamt 46 Stallungen erhoben, Effekte bzw. Einflussfaktoren der Haltungsumwelt in zwei Mehr-Ebenen-Modellen analysiert, davon ausgehend Verbesserungsmaßnahmen abgeleitet und die durchschnittlichen jährlichen Kosten für den Umbau der Stallungen berechnet. Die Untersuchung unterscheidet sich aufgrund der Verknüpfung von Ökonomie und Tierhaltung deutlich von anderen bisher bekannten Veröffentlichungen zum Tierwohl in der Milchviehhaltung (DAHLHOFF, 2014; GIESEKE, 2018; HOEDEMAKER ET AL., 2020).

Aufgrund des explorativen Charakters dieser Untersuchung wurden keine Hypothesen formuliert und getestet. Dennoch wurden zahlreiche statistische Tests durchgeführt, um Zusammenhänge zwischen Umgebung und Wohlbefinden zu analysieren. Als Resultat dieser Tests wurden nominale p-Werte berichtet, die nicht für multiples Testen korrigiert wurden (beispielsweise durch eine Bonferroni-Korrektur) (vgl. HOX et al., 2018: 46). Die p-Werte und daraus die abgeleiteten Einschätzungen der Effekte als signifikant bzw. nicht signifikant haben entsprechend der Gesamt-Untersuchung einen explorativen Charakter und können eine Basis für weitergehende hypothesenprüfende Studien bilden.

7.2 Ergebnisse zur Tierhaltung

7.2.1 Effekte der Haltungsbedingungen auf Gesamtliegezeiten, Liegeperioden und Schritte pro Tag

Das Bestreben von Milchkühen zum Liegen wird nach Hoy als hochmotiviertes Verhalten beschrieben und hinsichtlich der tierindividuellen Bedeutung vor der Futteraufnahme und Sozialkontakten eingeordnet (vgl. HOY, 2009: 93). In der Untersuchung wurden dazu folgende Effekte festgestellt. Der Anteil von Tieren mit Gesamtliegezeiten von < 12 h war in Liegeboxen mit einer Breite von < 117,50 cm höher (56 %) als in breiteren Liegeboxen und 27 % (p- Wert = < 0,001; Modell II; lfd. Nr. 13). Es wird daher angenommen, dass zu geringe Abmessungen in der Liegebox zu einer Verringerung von Liegezeiten beitragen können. In Stallungen mit zu schmalen Liegeboxen (< 117,50 cm) betrug die Gesamtliegezeit 11,53 h und damit im Durchschnitt etwa eine Stunde weniger als in breiteren Liegeboxen (≥ 117,50 cm) mit

12,73 h (p-Wert = 0,029; Modell I; lfd. Nr. 10). Vergleichbare Zusammenhänge beschreiben Tucker et al. und führen dazu aus, dass unkomfortable Bedingungen im Liegebereich (harter Untergrund, feuchte Einstreu, geringe Abmessungen) zu einer Verminderungen der Liegezeiten führen können (vgl. TUCKER et al., 2021: 34).

Als weitere Einflussfaktoren wurden in der vorliegenden Untersuchung, die Häufigkeit von Melkung und Futtervorlage sowie die Milchleistung ermittelt. Die Gesamtliegenzeiten verminderten sich signifikant mit Zunahme der täglichen Melkungen (p-Wert = 0,050; Modell II; lfd. Nr. 17) und der Futtervorlage (p-Wert = 0,032; Modell II; lfd. Nr.16). Tucker und Solano et al. berichten ebenso, dass die Liegezeiten mit Zunahme der Häufigkeit von Fütterung und Melkung abnehmen (vgl. SOLANO et al., 2016: 2093–2094; TUCKER et al., 2021: 38). Charlton et al. deuten in diesem Zusammenhang darauf hin, das lange Melkzeiten zur Abnahme von Liegezeiten führen können und daher möglichst kurz zu gestalten sind (vgl. CHARLTON et al., 2014: 2694). Gleichzeitig nahm in der Untersuchung die Anzahl der Liegeperioden mit Zunahme der Häufigkeit der Futtervorlage in den Bereichen unter der Norm zu (< 11 Liegeperioden pro Tag: p-Wert = 0,017; Modell II; lfd. Nr. 28) und über der Norm ab (> 12 Liegeperioden pro Tag: p-Wert = 0,033; Modell II; lfd. Nr. 30). Die Abnahme der Liegeperioden Anzahl bei mehr als zweimal täglicher Futtervorlage geht mit der Abnahme der Gesamtliegezeit einher (vgl. lfd. Nr. 16), da reduzierte Liegezeiten mit einer geringeren Anzahl von Liegeperioden in Verbindung zu bringen sind. Der dargestellte Zusammenhang zwischen der Gesamtliegezeit und Melkhäufigkeit (> 2x pro Tag) unterstreicht die Notwendigkeit Trade-offs zwischen Tierwohl und Ökonomie in der Beurteilung von Melkverfahren mit erhöhten Melkintervallen wie beispielsweise bei vollautomatischen Melksystemen (Melkrobotern) angemessen zu berücksichtigen.

In der Untersuchung wurde weiterhin festgestellt, dass höhere Milchleistungen (> 9.578 kg ECM) mit einer Abnahme der Liegezeit im Normbereich (12 h bis 14 Stunden pro Tag) einhergehen (p-Wert = 0,041; Modell II; lfd. Nr. 15). Cook interpretiert diesen Zusammenhang als Folge des erhöhten Energiebedarfs von Tieren mit hoher Milchleistung und sich daraus ergebenen längeren Phasen zur Futteraufnahme mit einem verringertem Zeitbudget zum Liegen (vgl. COOK, 2020: 3849).

Darüber hinaus wurde beobachtet, dass der Anteil von Tieren mit Liegezeiten im Normbereich (12 h bis 14 Stunden pro Tag) in Stallungen mit Lahmheiten (n ≥ 1) im Durchschnitt niedriger ist als in Stallungen ohne Lahmheiten (p-Wert = 0,020; Modell II; lfd. Nr. 19). Diese Beobachtung könnte auf Risikofaktoren zur Entstehung von Lahmheiten im Stall hindeuten. Zu diesen

zählen unkomfortable Bedingungen im Liegebereich, die das Liegeverhalten der Tiere einschränken und die Standzeiten erhöhen (vgl. COOK und NORDLUND, 2009: 366–367). Niedrigere durchschnittliche Liegezeiten in Erfassungsgruppen mit lahmen Tieren deuten auf erhöhte Standzeiten und ein damit einhergehendes Risiko zur Entstehung von Lahmheiten hin (vgl. COOK et al., 2004: 2921). Galindo und Broom berichten, dass sich das Risiko für Lahmheiten bei Standzeiten über 45 % des Tages mehr als verdoppelt (vgl. GALINDO und BROOM, 2000: 77).

In der Untersuchung konnte weiterhin dokumentiert werden, dass der Anteil von Tieren die als unverletzt bewertet wurden (ohne Technopathien) mit täglichen Gesamtliegezeiten im Normalbereich (12 bis 14 Stunden pro Tag) mit 32,30 % größer war (p-Wert = 0,035; Modell II; lfd. Nr. 56) als oberhalb des Normbereiches mit einem Anteil von 22,90 % (> 14 Stunden pro Tag) (p-Wert = 0,019; Modell II; lfd. Nr. 57). Diese Beobachtung deutet auf einen validen Referenzwert zur Einschätzung von Liegezeiten im Normbereich hin und zeigt darüber hinaus, dass Variabilität in den Liegezeiten gesunder Tiere möglich ist. Gleichzeitig wird anhand der Gesamtliegezeit deutlich, dass eine Freiheit von Verletzungen die Ausübung von Normalverhalten begünstigt. Zum Tierwohl gilt die Ausübung natürlicher Verhaltensweisen als notwendige Vorrausetzung für Wohlbefinden (vgl. HIRT et al., 2023: 142–145). Abweichungen in diesem Bereich deuten daher auf Mängel im Tierwohl hin. An den Tieren, mit mehr als 14 Stunden Gesamtliegezeit pro Tag wurden in der Untersuchung signifikant mehr Verletzungen an den Karpalgelenken (p-Wert = 0,007; Modell I; lfd. Nr. 21) und der Wirbelsäule (p-Wert = 0,001; Modell I; lfd. Nr. 23) festgestellt als an Tieren mit geringerer Liegezeit. Als Ursache dafür werden harte und abrasive Liegeflächen und ungenügende Abmessungen im Liegebereich der Stallungen angenommen. Unkomfortable Liegeflächen können während des Abliegens bzw. Aufstehens der Tiere Abschürfungen an den Gelenken verursachen und durch die mechanische Belastung während des Liegens zu Schwellungen der Gelenke führen. Ein Zusammenhang zwischen der Liegeboxenart und dem Auftreten von Technopathien an den Karpalgelenken konnte in der vorliegenden Untersuchung jedoch nicht nachgewiesen werden ($\alpha > 0{,}05$; Modell I; lfd. Nr. 64). Zaffino Heyerhoff berichten dazu über einen Anstieg des Risikos für Technopathien an den Karpalgelenken in Zusammenhang mit Hochboxen und Liegematten im Vergleich zu Liegematratzen, einen Anstieg der Liegeperiodenlänge und Karpalgelenksverletzungen als Folge von Stürzen im Laufbereich (vgl. ZAFFINO HEYERHOFF et al., 2014: 179).

Weitere Effekte konnten für die Länge der Liegeperiode in den Stallungen erfasst werden. Hier zeigte sich, dass die Liegeperioden in Stallungen mit Tiefboxen[73] signifikant länger waren (p-Wert = 0,036; Modell I; lfd. Nr. 26) als in Stallungen mit Hochboxen[74] (p-Wert = 0,008; Modell I; lfd. Nr. 24). Eine dazu passende Beobachtung konnten Tucker et al. dokumentieren. Die Autoren berichten von längeren Gesamtliegezeiten in Liegeboxen mit weichem Einstreumaterial im Vergleich zu Liegebereichen die mit Matten ausgestattet waren (vgl. TUCKER et al., 2003: 524–527). Das unterstreicht den positiven Einfluss der Liegeboxengestaltung auf die Liegezeiten. Fregonesi et al. weisen in diesem Zusammenhang darauf hin, dass die Tiere insbesondere Liegeflächen mit trockener Einstreu bevorzugen und dieses Merkmal andere Einflussfaktoren wie Stalldesign und Management überwiegt (vgl. FREGONESI et al., 2007c: 5469–5472).

Ein höherer Anteil von Liegeperiodenlängen > 120 Minuten wurde insbesondere in Erfassungsgruppen mit einer größeren Anzahl von Tieren (n > 95) festgestellt (p-Wert = 0,050; Modell II; lfd. Nr. 27). Dieser Effekt könnte auf komfortablere Bedingungen im Liegebereich größerer Betriebe hindeuten, kann jedoch nicht allein damit erklärt werden, da 50 % der Liegeboxen in Erfassungsgruppen mit mehr als 95 Tieren mit Tiefboxen bzw. Hochboxen ausgestattet waren. Zur weiteren Analyse dieser Beobachtung wären zusätzliche Untersuchungen zu den Haltungsbedingungen in Betrieben mit größeren Herden (> 95 Tiere pro Gruppe) notwendig.

Mit Blick auf die durchschnittliche Anzahl von Schritten pro Tag und Einflussfaktoren aus der Haltungsumwelt wurde in der Untersuchung folgendes festgestellt. In Erfassungsgruppen mit einem höheren Melkintervall[75] (> 2x täglich; p-Wert = 0,026; Modell II; lfd. Nr. 44) und Futtervorlageintervall (> 2x täglich; p-Wert = 0,047; Modell II; lfd. Nr. 42) wurde ein geringerer Anteil von Tieren mit weniger als 1.909 Schritten pro Tag dokumentiert. Diese Beobachtungen stimmen mit den Untersuchungen von Charlton, Solano und Tucker et al. überein, wonach die zunehmende Häufigkeit von Fütterung und Melken die täglichen Liegezeiten vermindern und zur Steigerung der Mobilität von Tieren im Stall beitragen kann (CHARLTON et al., 2014: 2694–2699; SOLANO et al., 2016: 2093–2094; TUCKER et al., 2021: 38). Dieser Zusammenhang ergänzt den eingangs beschriebenen Effekt der Fütterungs- und Melkintervalle auf die Liegezeit

[73] Liegeperiodenlänge über dem Normbereich (> 120 Minuten): höherer Anteil von Tieren in Stallungen mit Tiefboxen (4,60 %) als in Ställen mit Hochboxen (2,90 %).
[74] Liegeperiodenlänge unter dem Normbereich (< 50 Minuten): höherer Anteil von Tieren in Stallungen mit Hochboxen (14,90 %) als in Ställen mit Tiefboxen (7,40 %).
[75] In Modell I, Teilstichprobe D_2 wurde ein möglicher Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der täglichen Futtervorlage (> 2x täglich) und der Anzahl von Schritten pro Tag im Gegensatz zu Modell II als nicht signifikant ($\alpha > 0,05$) bewertet (vgl. Kap. 5.1.4, lfd. Nr. 36).

sowie Liegeperiodenanzahl und deutet auf das Steuerungspotenzial der Tieraktivität über das Betriebsmanagement mit Fütterungs- und Melkintervallen hin.

In Erfassungsgruppen mit einer durchschnittlichen jährlichen Milchleistung[76] von > 9.578 kg ECM zeigte eine insgesamt höhere Schrittanzahl pro Tag. Hier war der Anteil von Tieren mit mehr als 1.909 Schritten pro Tag höher als in Erfassungsgruppen mit einer geringeren durchschnittlichen Milchleistung (p-Wert = 0,018; Modell II; lfd. Nr. 41). Diese Beobachtung und die dazu bereits beschriebene abnehmende tägliche Gesamtliegezeit im Normbereich (12-14 h) von Tieren mit höheren Milchleistungen (> 9.578 kg ECM p.a.; vgl. lfd. Nr. 15) deuten darauf hin, dass hohe Milchleistungen zu Lasten der täglichen Liegezeiten gehen und das Wohlbefinden der Tiere durch die Reduzierung der Liegezeiten beeinträchtigt sein könnte.

Nach Charlton et al. könnten verminderte Liegezeiten weiterhin auf ein zu niedriges Tier zu Fressplatzverhältnis hindeuten (vgl. CHARLTON et al., 2014: 2699). Dieser Zusammenhang konnte im Rahmen der eigenen Untersuchung nicht überprüft werden.

Im Laufbereich der Stallungen wurde darüber hinaus beobachtet, dass die Anzahl der täglichen Schritte mit Zunahme der Anzahl von Abschiebevorgängen der mechanischen Entmistung ansteigt (p-Wert = 0,049; Modell I; lfd. Nr. 34) und in trittunsicher bewerteten Laufbereichen[77] abnimmt (p-Wert = 0,006; Modell I; lfd. Nr. 37). Beide Effekte könnten darauf hindeuten, dass eine häufige Reinigung der Laufbereiche und trittsicher eingeschätzte Oberflächen die Aktivität der Tiere im Stall begünstigt. Trockene und trittsichere Oberflächen verbessern die Haftung der Klauen und verringern so die Gefahr für Verletzungen (vgl. COOK und NORDLUND, 2009: 366–367). In diesem Zusammenhang wurde weiterhin beobachtet, dass unverletzte Tiere signifikant mehr Schritte (> 1.909) pro Tag zurücklegen als verletzte Tiere (p-Wert = 0,029; Modell II; lfd. Nr. 55). Bei verletzten Tieren war die Reduzierung der Schrittanzahl (< 1.909) mit Technopathien an den Tarsalgelenken (p-Wert = 0,003; Modell I; lfd. Nr. 54), Kniegelenken (p-Wert = 0,043; Modell I; lfd. Nr. 53) und den Karpalgelenken[78] (p-Wert = 0,007; Modell I; lfd. Nr. 49) verbunden. Hoedemaker et al. berichtet aus der PraeRi-Studie mit 86.304

[76] In Modell I, Teilstichprobe D_2 wurde die Zunahme der Schrittanzahl bei einer höheren Milchleistung (< 9.578 kg ECM p.a.; *M* = 1.837,01 Schritte pro Tag | > 9.578 kg ECM p.a.; *M* = 2.128,27 Schritte pro Tag) wie in Modell II als signifikant (p-Wert = 0,019) bewertet (vgl. Kap. 5.1.4, lfd. Nr. 35).
[77] In Modell II, Teilstichprobe D_2 wurde die Abnahme der Schrittanzahl in Stallungen mit trittunsicheren Laufbereichen wie in Modell I als signifikant (p-Wert = 0,001) bewertet (vgl. Kap. 5.1.4, lfd. Nr. 43).
[78] In Modell I, Teilstichprobe D_2 wurde ein möglicher Zusammenhang zwischen der Ausprägung von Technopathien an den Karpalgelenken und der Anzahl von Schritten pro Tag in der metrischen Skalierung im Gegensatz zur dichotomen Variable (> 1.909 Schritte) als nicht signifikant bewertet ($\alpha > 0{,}05$) (vgl. Kap. 5.1.4, lfd. Nr. 52).

analysierten Tieren dazu, dass Verletzungen an den Tarsalgelenken in allen Untersuchungsbetrieben mit dem Auftreten von Lahmheiten verbunden waren (vgl. HOEDEMAKER ET AL., 2020: 21, 256). Hut verweist in diesem Zusammenhang darauf, dass Lahmheiten mit einer Verminderung der Schrittanzahl pro Tag verbunden sein können (vgl. HUT et al., 2021: 4752).

Ein weiterer Effekt wurde in Stallungen mit zu schmalen Laufbereichen identifiziert. Hier war der Anteil von Tieren mit weniger als 1.909 Schritte pro Tag größer ausgeprägt als in Stallungen mit breiteren Abmessungen im Laufbereich[79] (Boxengang; p-Wert = 0,013; Modell II; lfd. Nr. 45 und Fressgang; p-Wert = 0,001; Modell II; lfd. Nr. 46). Zu geringe Abmessungen im Stall könnten auf eine ältere Stallung hindeuten und gleichfalls mit weiteren Merkmalen wie beispielsweise trittunsicheren Laufbereichen einhergehen. Darüber hinaus wurde in Stallungen mit zu schmalen Abmessungen im Laufbereich während der Datenerfassung beobachtet, dass die Tiere beim Wechseln vom Liege- in den Laufbereich die Individualdistanzen unterschreiten und die Reduzierung der Schrittanzahl in diesen Stallungen als Vermeidungsverhalten interpretiert werden könnte. Winckler et al. berichteten dazu aus einer Untersuchung von Unter- und Überbelegung in Boxenlaufställen, dass sich die Tiere bei Überbelegung und zu wenig Platz im Stall in die Liegebereiche zurückziehen um Auseinandersetzungen innerhalb der Herde zu vermeiden (WINCKLER et al., 2015: 16–18). In einer Untersuchung von De Vries et al. zum Distanzverhalten von Kühen im Fressbereich wurde gezeigt, dass eine Verringerung des Abstandes von 1 m auf 0,50 m die Häufigkeit von Auseinandersetzungen zwischen den Tieren deutlich erhöht (vgl. DEVRIES et al., 2004: 1435-1437).

7.2.2 Effekte der Haltung auf Technopathien und Verschmutzung

Im Jahr 2021 wurden für 11,30 % der Abgangsursachen von milchleistungsgeprüften Tieren Erkrankungen der Klauen und Gliedmaßen als Abgangsursache angegeben (BRS, 2021a: 66). Zur Datenerhebung in den Untersuchungsbetrieben gaben 16 von 34 befragten Betrieben bzw. 47,10 % Erkrankungen der Klauen und Gliedmaßen als eine der häufigsten Abgangsursachen an.

Als Einflussfaktoren auf die Ausprägung von Technopathien wurde die Liegeboxenart identifiziert. In Hochboxen wurden signifikant mehr Technopathien an den Tarsalgelenken (p-Wert = < 0,001; Modell I; lfd. Nr. 70) und Kniegelenken (p-Wert = 0,001; Modell I; lfd. Nr. 67) identifi-

[79] In Modell I, Teilstichprobe D_2 wurde die Abnahme der Schrittanzahl in Stallungen mit zu schmalen Abmessungen im Laufbereich, wie in Modell I als signifikant bewertet (Boxengang mit < 2,50 m; p-Wert = 0,012; lfd. Nr. 39 und Fressgang < 3,50 m; p-Wert = 0,001; lfd. Nr. 40) (vgl. Kap. 5.1.4).

ziert als in Ställen mit Tiefboxen. Dieser Effekt wird als Auswirkung unkomfortabler Liegenflächen interpretiert. Haskell et al. berichten, dass die Tiere bei zu kurzen Liegematten mit den Tarsalgelenken über die Kotstufe reiben können und in Folge Verletzungen in diesem Bereich entstehen (vgl. HASKELL et al., 2006: 4265). Die Beschreibung von Haskell et al. stimmt mit den eigenen Beobachtungen während der Datenerfassung in den Stallungen überein. Die Liegematten in den Hochboxen reichten häufig nicht direkt bis an die Kotstufe, sodass ein Teil der Liegefläche unbedeckt war. Darüber hinaus berichten die Autoren, dass ein starkes Gefälle in der Liegebox ein nach hinten rutschen der Tiere begünstigt (vgl. HASKELL et al., 2006: 4265). Dieser Einflussfaktor wurde im Rahmen der eigenen Untersuchung jedoch nicht überprüft.

Kester und Bernhard et al. beschreiben neben den Abmessungen der Liegebox, die Art und Menge der Einstreu als einen wichtigen Einflussfaktor auf die Ausprägung von Technopathien an den Gelenken (vgl. KESTER et al., 2014: 227; BERNHARD et al., 2020: 13). Diese Erkenntnisse entsprechen den eignen Beobachtungen zum Einfluss der Liegeboxenart. In Stallungen mit Tiefboxen wurden signifikant weniger Tiere mit Verletzungen an den Tarsalgelenken (p-Wert = < 0,001; Modell I; lfd. Nr. 69) und Kniegelenken (p-Wert = < 0,001; Modell I; lfd. Nr. 66) festgestellt als in Stallungen mit Hochboxen. Insgesamt wurden in diesen Ställen mehr unverletzte Tiere erfasst als in Stallungen mit Hochboxen[80] (p-Wert = 0,004; Modell II; lfd. Nr. 58). Der Einfluss der Boxenart auf den Gesundheitszustand (Technopathien) der Herde insgesamt, deckt sich mit den Ergebnissen von Hoedemaker et al. (vgl. HOEDEMAKER ET AL., 2020: 162). Andere Autoren berichten ebenso, dass sich Tiefboxen positiv auf den Gesundheitszustand der Gelenke auswirken können (vgl. BRENNINKMEYER et al., 2012: 6; vgl. COOK et al., 2016: 5888; GIESEKE et al., 2020: 1938).

Weiterhin wurde beobachtet, dass in Stallungen mit zu schmalen Liegeboxen (< 117,50 cm) Verletzungen an den Karpalgelenken signifikant höher waren (p-Wert = 0,038; Modell I; lfd. Nr. 63) und insgesamt weniger unverletzte Tiere festgestellt wurden (p-Wert = < 0,001; Modell II; lfd. Nr. 60). Dieser Zusammenhang steht im Widerspruch zu den Erkenntnissen von Gieseke et al., die auf einen Anstieg von Gelenkverletzungen und Schwellungen in größer dimensionierten Boxen hinweisen (vgl. GIESEKE et al., 2020: 1938). Beide Beobachtungen lassen vermuten, dass weitere Faktoren in der Haltungsumwelt die Ausprägung von Technopathien an den Karpalgelenken beeinflussen. Wie eine abrasive Liegenboxeneinstreu auf der Liegematte und harte, wenig verformbare Liegeflächen, die insbesondere in Hochboxen vorkommen

[80] In Modell II, Datensatz D_1 wurden in Stallungen mit Hochboxen signifikant weniger unverletzte Tiere (frei von Technopathien) erfasst als in Stallungen mit Tiefboxen (p-Wert = 0,001; lfd. Nr. 59).

können (vgl. ZAFFINO HEYERHOFF et al., 2014: 179; NASH et al., 2016: 6505). Ein Zusammenhang zwischen der Ausprägung von Technopathien an den Karpalgelenken und der Liegeboxenart konnte im Rahmen der Analysen dennoch nicht nachtgewiesen werden ($\alpha > 0{,}05$; Modell I; lfd. Nr. 64).

Beobachtet wurde, dass in Stallungen mit lahmen Tieren ein etwas höherer Umfang von Technopathien an den Karpalgelenken ($S_{kl} = 0{,}27$) festzustellen war als in Stallungen ohne Lahmheiten ($S_{kl} = 0{,}20$) (p-Wert = 0,031; Modell I; lfd. Nr. 62). Dabei nahm die Anzahl der festgestellten Lahmheiten und die Intensität von Verletzungen an Karpalgelenken zu (p-Wert = 0,044; Modell I; lfd. Nr. 61). Dieser Zusammenhang wird auf insgesamt mangelhafte Haltungsbedingungen in den betroffenen Untersuchungsbetrieben zurückgeführt, in den Lahmheiten und Technopathien an den Karpalgelenken gehäuft vorkommen können.

In der Untersuchung wurde festgestellt, dass bei einer abnehmenden Breite und Länge der Liegefläche eine Zunahme von Technopathien im Bereich des Widerrists[81] zu beobachten ist (Breite: p-Wert: 0,006; Modell I; lfd. Nr. 72; Länge: p-Wert = 0,002; Modell I; lfd. Nr. 73). Angenommen wird, dass die Kühe aufgrund zu geringer Abmessungen der Liegefläche in ihrem Liegeverhalten derart eingeschränkt werden, dass Stöße der Widerrist gegen die seitliche Abtrennung unvermeidlich sind. Bloom et al. berichten aus einer Untersuchung zur Krafteinwirkung von Kollisionen mit der Stalleinrichtung in Boxenlaufställen, dass die Tiere bereits in normal dimensionierten Boxen zwischen 106 und 177 pro Tag gegen die seitlichen Liegeboxenabtrennungen stoßen (vgl. BLOM et al., 1984: 45). Ruud und Bøe berichten in Ergänzung dazu, dass ihre Untersuchungstiere zwischen 4 % und 9 % der täglichen Liegezeit in Kontakt mit den seitlichen Liegeboxenbügeln lagen (vgl. RUUD und BØE, 2011: 4859).

Für den Bereich des Widerrists wurde darüber hinaus eine Zunahme von Technopathien bei abnehmender Höhe der oberen Abgrenzung im Fressbereich (< 149 cm) festgestellt (p-Wert = 0,016; Modell I; lfd. Nr. 71). Diese Beobachtung stimmt mit den Analysen von Zaffino Heyerhoff et al. überein die einen Anstieg von Technopathien unter einer Höhe von 149 cm festgestellt haben (vgl. ZAFFINO HEYERHOFF et al., 2014: 182).

Im Liegebereich wurde weiterhin eine zu geringere Länge der Liegefläche als nachteiliger Einflussfaktor für die Tiergesundheit bewertet. In Stallungen mit zu kurzen Liegeboxen wurden

[81] Der für die Länge der Liegefläche und die Ausprägung von Technopathien im Bereich des Widerrists dargestellte Zusammenhang konnte mit Hilfe der dichotomen Variable (Liegefläche zu kurz: < 182,50 cm) jedoch nicht bestätigt werden und wurde in Modell I als nicht signifikant bewertet ($\alpha > 0{,}05$) (vgl. Kap. 5.1.10, lfd. Nr. 74).

mehr Verletzungen an der Wirbelsäule (p-Wert = 0,023; Modell I; lfd. Nr. 75) und den Tarsalgelenken festgestellt. Die Technopathien an der Wirbelsäule werden, wie bereits für den Bereich des Widerrists beschrieben, auf den Kontakt der Rückenwirbel mit der seitlichen Liegeboxenabtrennung in zu gering bemessenen Liegeboxen zurückgeführt (vgl. BLOM et al., 1984: 45; RUUD und BØE, 2011: 4859; HOEDEMAKER ET AL., 2020: 161–162). Während der Datenerhebung wurde dazu in den Stallungen beobachtet, dass die Kühe in zu kurzen Liegeboxen schräg in der Box liegen und dadurch mit der Wirbelsäule gegen die Stahlrohre der Boxenbügel stoßen. Die Ergebnisse von Hoedemaker et al. die darüber hinaus Unterschiede zwischen Hoch- und Tiefboxen identifizieren nach denen das Risiko für Verletzungen an der Wirbelsäule in Hochboxen[82] doppelt so hoch ist wie in Tiefboxen konnten in der vorliegenden Arbeit nicht bestätigt werden (vgl. HOEDEMAKER ET AL., 2020: 161–162).

Die signifikante Zunahme von Technopathien an den Tarsalgelenken auf zu kurzen Liegeflächen wird auf den Kontakt der Gelenke mit einem nicht mehr von der Liegematte abgedeckten Betonstreifen (zwischen Liegematte und Kotstufe) in Hochboxen zurückgeführt (p-Wert = < 0,001; Modell I; lfd. Nr. 68). Brenninkmeyer et al. berichten dazu, dass die Anwesenheit einer Kotstufe zur Begrenzung der Liegeboxeneinstreu in der Box das Risiko für Technopathien an den Tarsalgelenken erhöht (vgl. BRENNINKMEYER et al., 2012: 7). Diese Beschreibung entspricht der eigenen Wahrnehmung des Liegeverhaltens in den Stallungen. Tiere, die in diesen Boxen gehalten wurden, lagen häufig mit den hinteren Extremitäten auf der Kotkante am Ende der Liegefläche. Durch zu kurze Liegeflächen könnte dieses Verhalten begünstigt werden. Brennikmeyer et al. berichten weiterhin, von abnehmenden Gelenksverletzungen mit Zunahme der Liegeflächenlänge (vgl. BRENNINKMEYER et al., 2012: 8). Andere Autoren beobachteten im Gegensatz dazu, mit Zunahme der Boxenlänge eine Zunahme von Verletzungen an den Tarsalgelenken (vgl. KIELLAND et al., 2009: 5494). Diese Beobachtung wurde in der eigenen Untersuchung für die Ausprägung von Technopathien an den Kniegelenken gemacht, diese nahmen mit Verlängerung der Liegefläche zu (p-Wert = < 0,001; Modell I; lfd. Nr. 65). Als Ursache für diese Verletzung wird ein verändertes Liegeverhalten in Kombination mit einer harten und wenig verformbaren Liegefläche betrachtet. Es wird vermutet, dass die Tiere in längeren Liegeboxen häufiger in der Seitenlage liegen und die Kniegelenke dadurch mit der Liegefläche in Kontakt kommen.

[82] Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Art der Liegebox und der Ausprägung von Technopathien an der Wirbelsäule nachgewiesen werden (α > 0,05) (vgl. Kap. 5.1.11, lfd. Nr. 76).

Bernhard et al. haben in einer Untersuchung Liegeflächen mit Gummimatten als Risikofaktor für Technopathien an den Kniegelenken identifiziert (vgl. BERNHARD et al., 2020: 11). Als weitere Einflussfaktoren auf die Ausprägung von Technopathien in Zusammenhang mit der Liegeboxengestaltung werden die Größe der Tiere und das Gewicht (Body Condition Score) diskutiert (vgl. BRENNINKMEYER et al., 2012: 8; HOEDEMAKER ET AL., 2020: 32). Die Liegeboxen sollten daher über die Referenzwerte der Abmessungen hinaus individuell an die Herde angepasst werden. Das Zusammenwirken der verschiedenen Einflussfaktoren (Abmessungen der Liegebox, Größe der Tiere, Art der Liegebox, Zustand der Liegebox u.a.) konnten im Rahmen der vorliegenden Untersuchung jedoch nicht überprüft werden.

Im Anschluss werden die identifizierten Effekte auf die Ausprägungen von Verschmutzungen anhand der Literatur eingeordnet.

Verschmutzung der Tiere insbesondere im Bereich von Euter und Bauch gelten als Risikofaktoren für die Ausbildung von Eutererkrankungen (vgl. MAYER et al., 2009: 54 f.; BAUER et al., 2021: 4 f.). Im Jahr 2021 wurden 13 % der Abgangsursachen von milchleistungsgeprüften Tieren auf Eutererkrankungen zurückgeführt (BRS, 2021a: 66). Zur Datenerhebung gaben 20 von 34 befragten Betrieben bzw. 58,80 % Eutererkranken als eine der häufigsten Abgangsursachen an. Als Einflussfaktoren auf den Umfang von Verschmutzungen wurden folgende Beobachtungen gemacht. In Stallungen mit zu schmalen (< 117,50 cm) und zu kurzen Liegeflächen (< 182,50 cm) waren die Verschmutzungen an Euter und Bauch[83] sowie Hinterhand[84] signifikant stärker ausgeprägt als in Stallungen mit breiteren und längeren Liegeflächen. Gieseke et al, beschreiben eine Abnahme Verschmutzungen an den Flanken und am Euter mit Zunahme der Breite der Liegefläche bzw. der Größe insgesamt (vgl. GIESEKE et al., 2020: 1938). Die Autoren beschreiben darüber hinaus den positiven Einfluss eines höheren Nachrohrs in der Liegebox auf die Verminderung von Verschmutzungen (ebenda: 1938). Dieses Merkmal der Liegebox wurde in der vorliegenden Untersuchung nicht berücksichtigt. Ruud et al. berichten weiterhin von einem steigenden Risiko für Verschmutzungen der Liegefläche und damit einhergehend für die Verschmutzung der Tiere bei einer abnehmenden Breite der Liegefläche (vgl. RUUD et al., 2011: 269).

[83] Anstieg von Verschmutzungen an Euter und Bauch in zu schmalen Liegeboxen (p-Wert = 0,049; Modell I; lfd. Nr. 88) und Zunahme von Verschmutzungen mit Abnahme der Liegeflächenlänge (p-Wert = < 0,001; Modell I; lfd. Nr. 87).

[84] Anstieg von Verschmutzungen an der Hinterhand in zu schmalen Liegeboxen (p-Wert = 0,010; Modell I; lfd. Nr. 98) und Zunahme von Verschmutzungen mit Abnahme der Liegeflächenlänge (p-Wert = <0,001; Modell I; lfd. Nr. 96).

Verschmutzungen an der Schwanzquaste nahmen in zu kurzen Liegeboxen (< 182,50 cm; Note 4,02; ≥ 182,50 cm; Note 4,14)[85] etwas ab und in zu schmalen Liegeboxen deutlich zu (< 117,50 cm; Note 4,18; ≥ 117,50 cm; Note 2,63)[86]. Als Einflussfaktoren auf die Verschmutzung der Schwanzquaste wird davon ausgegangen, dass diese beim Liegen in der Box über die Kotkante mit dem Laufbereich in Kontakt kommt (vgl. DEVRIES et al., 2012: 5735). Diese Interpretation stimmt den eigenen Beobachtungen zur Verschmutzung der Schwanzquaste überein. Dabei wurde wahrgenommen, dass insbesondere in Stallungen mit mechanischer Entmistung, im Laufbereich liegende Schwanzquasten ähnlich wie die Klauen dort stehender Tiere regelmäßig (in Abhängigkeit des Abschiebeintervalls) mit einer erheblichen Menge Gülle kontaminiert werden können.

Zudem wurden in Stallungen mit einer zu niedrigen Kotstufe insgesamt mehr Verschmutzungen an den Tieren dokumentiert (p-Wert = 0,002; Modell I; lfd. Nr. 82). Dazu wird angenommen, dass der hintere Teil der Liegefläche über die niedrige Kotstufe verschmutzt wird und die Tiere beim Liegen mit der verschmutzten Liegenflächenoberfläche in Kontakt kommen. Dieser Effekt könnte durch zu kurze Liegeboxen in denen Tiere näher zum Laufbereich liegen verstärkt werden (vgl. PLESCH und KNIERIM, 2012: 1367). Weiterhin wurde beobachtet, dass die Tiere in Stallungen mit Tiefboxen[87] insgesamt sauberer waren als in Hochboxen (p-Wert = 0,005; Modell I; lfd. Nr. 81). Diese Beobachtungen decken sich mit Analysen von Cook und Gieseke et al., die in Stallungen mit Hochboxen und Gummimatten im Liegebereich mehr verschmutzte Euter bzw. Beine feststellen (vgl. COOK et al., 2016: 5884; GIESEKE et al., 2020: 1938). Der negative Einfluss der Hochbox auf die Verschmutzung der Tiere insgesamt reduzierte sich mit Zunahme des Bedeckungsgrades der Liegefläche mit Einstreumaterial (p-Wert = 0,027; Modell I; lfd. Nr. 77). Ruud et al. berichten, dass die Verwendung von Sägespänen als Einstreu positiv mit der Sauberkeit der Tiere korreliert ist (vgl. RUUD et al., 2010: 5223). Diese Beobachtungen deuten auf eine Möglichkeit hin, nachteilige Effekte von Hochboxen mit Hilfe des Managements abmildern zu können.

Ferner wurde eine signifikante Zunahme von Verschmutzungen an der Hinterhand[88] sowie an Euter und Bauch[89] mit der Abnahme von Liegeplätzen pro Tier beobachtet. Krawczel et al. gehen dazu davon aus, dass die Tiere bei Überlegung im Stall dazu neigen, unkomfortable bzw. verschmutzte Liegebereiche zu wählen (vgl. KRAWCZEL et al., 2012: 4306). Ruud et al.

[85] p-Wert = 0,045; Modell I; lfd. Nr. 106.
[86] p-Wert = 0,001; Modell I; lfd. Nr. 107.
[87] p-Wert = < 0,001; Modell I; lfd. Nr. 83.
[88] p-Wert = 0,009; Modell I; lfd. Nr. 92.
[89] p-Wert = < 0,001; Modell I; lfd. Nr. 84.

äußern weiterhin die Vermutung, dass die Verschmutzung der Laufbereiche mit ansteigender Tieranzahl zunimmt und die Sauberkeit der Tiere abnimmt (vgl. RUUD et al., 2010: 5223).

Der Status quo zu Tierwohl und Haltung (a) sowie die als Ergebnis der Analysen zu Effekten der Haltungsbedingungen im Stall auf die Ausprägung von Technopathien, Verschmutzungen und Liegezeiten interpretierten Zusammenhänge (b, c) offenbaren Verbesserungspotenziale auf allen Ebenen.

Es konnte gezeigt werden, dass die in den 28 Betrieben erhobenen Haltungsbedingungen im Stall Auswirkungen auf die Gesundheit der Tiere (N = 2.082) in Form von Technopathien und Veränderungen im Verhalten haben. Insgesamt wurden in der Untersuchung 535 Tiere bzw. 28,70 % von 2.082 Tieren als unverletzt erfasst. Damit sind 71,30 % der Tiere von Technopathien in unterschiedlicher Intensität betroffen. Es muss daher für die überwiegende Anzahl von Tieren in der Untersuchung davon ausgegangen werden, dass die Haltungsbedingungen in den analysierten Boxenlaufställen die Gesundheit negativ beeinträchtigen. Diese Beobachtung stimmt mit den Einschätzungen von Hoedemaker et al. überein, die in der Prävalenzstudie für eine Mehrzahl der untersuchten Betriebe nachteilige Haltungsbedingungen nachgewiesen haben (vgl. HOEDEMAKER ET AL., 2020: 149 f.) Darüber hinaus wird die grundsätzliche Einschätzung des wissenschaftlichen Beirats: „die Nutztierhaltung ist für eine Mehrzahl von Tieren nicht zukunftsfähig“ bestätigt (vgl. WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT FÜR AGRARPOLITIK BEIM BMEL, 2015: 1). Die in den Stallungen festgestellten Haltungsbedingungen deuten im Kontext der Tiergesundheit auf eine Diskrepanz zur der in den Kommentaren zum Tierschutzgesetz beschriebenen Schadensvermeidung hin (vgl. HIRT et al., 2023: 184, Abs. 11). Nach diesem Prinzip sollten tiergerechte Haltungsverfahren so beschaffen sein, dass die Tiere in der Lage sind Schäden an sich oder anderen Tieren zu vermeiden (ebenda: 184, Abs. 11). In Bezug auf die Ergebnisse der Untersuchung zum Tierwohl muss daher geschlussfolgert werden, dass die Haltungsbedingungen in den Boxenlaufställen für eine Mehrzahl von Tieren dem Anspruch der Schadensvermeidung nicht gerecht werden.

7.3 Ergebnisse zur Ökonomie: Kosten von Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls

Zur Darstellung der Kosten zur Verbesserung Haltungsbedingungen in den 46 analysierten Boxenlaufställen wird anschließend die Entwicklung der Boxenlaufstallhaltung skizziert und als Ausgangspunkt für die Diskussion und Einordnung von Verbesserungspotenzialen aus der Perspektive von Tierwohl und Ökonomie angenommen.

Die in der vorliegenden Untersuchung kalkulierten jährlichen Aufwendungen für Tierwohl (Umbau der Stallungen, Weidegang) betragen im Durchschnitt der 28 Betriebe 0,07 EUR pro Kilogramm ECM. Dieser Betrag ist vergleichbar mit den von Deblitz et al. berichteten Investitionskosten von 7,49 Cent pro Kilogramm Milch für einen neuen Boxenlaufstall mit Laufhof und Weide (Haltungsstufe 3) (vgl. DEBLITZ et al., 2021: 39–41). Als einen wesentlichen Kostenfaktor identifizierten die Autoren die für den Weidegang angenommen Milchleistungsminderungen und damit einhergehenden Mindererlösen (ebenda: 39). In den eigenen Berechnungen wurde jedoch von konstanten Milchleistungen bei ganzjährigem Weidegang ausgegangen. Die höchsten jährlichen Kosten entfielen hierbei auf die Umbaumaßnahmen im Liegebereich (36 % bis 46 % der j. K.) und die Aufwendungen für den Weidegang (36 % bis 39 % der j. K.). Thiele et al. berichten über Zusatzkosten in Höhe von durchschnittlich 2,64 Cent pro Liter Milch für Umbaumaßnahmen im Stall, Laufhof und Weide sowie zur Durchführung gezielter Managementmaßnahmen im Rahmen eines Tierwohllabels (vgl. THIELE et al., 2020: 115–116). In der Berechnung von Thiele et al. wurden für 25 % der Betriebe mit den höchsten Aufwendungen, Zusatzkosten in Höhe von 5,90 Cent pro Liter Milch ermittelt (ebenda: 116). In den eigenen Berechnungen wurden hingegen für 25 % der Betriebe mit den geringsten Zusatzkosten jährliche Aufwendungen von etwa 4 Cent pro Kilogramm Milch[90] kalkuliert. Die Spanne reicht dabei von 0,02 EUR (Min) bis 0,17 EUR pro kg ECM (Max). Als ursächlich für die Streuung der Kosten betrachten Thiele et al. Unterschiede in den betrieblichen Ausgangsvoraussetzungen der analysierten Betriebe (im Durchschnitt 132 Kühe pro Betrieb) mit Liegeboxenlaufställen und zum Teil Anbindehaltung (vgl. THIELE et al., 2020: 117–118). Unterschiede zwischen den analysierten 28 Betrieben werden in den eigenen Untersuchungen ebenfalls als Einflussfaktoren angenommen. Untersucht wurden überdurchschnittlich große Betriebe (im Durchschnitt 741 Kühe pro Betrieb) in Stallungen unterschiedlicher Altersstruktur[91], wie bei den 1930´er Stallungen aus den siebziger Jahren, Umbauten und neu gebauten Ställen.

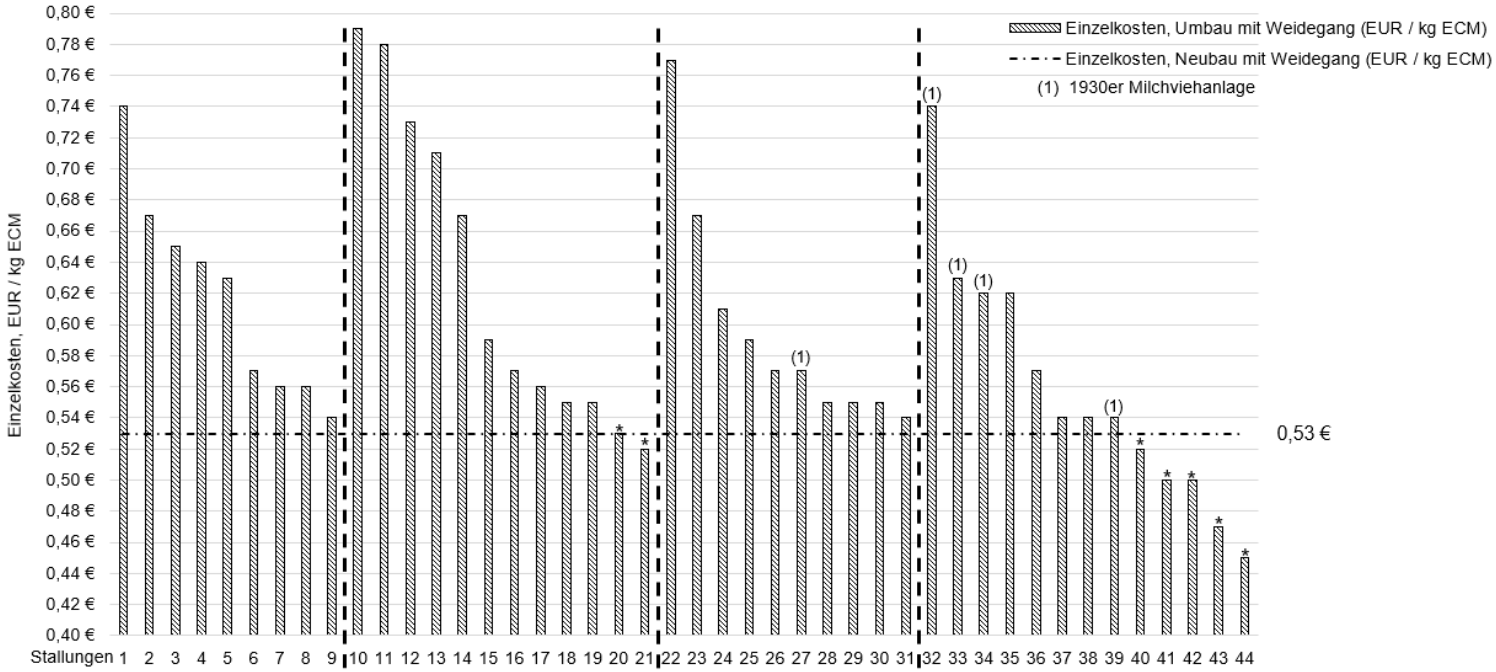
Im Vergleich der berechneten jährlichen Kosten zwischen den Varianten Umbau[92] und Neubau zeigte sich, dass für 50 % der untersuchten Betriebe ein Neubau mit geringeren jährlichen Aufwendungen verbunden wäre als der Umbau der Stallungen (vgl. Kap. 6.3.5). Diese Beobachtung verfestigte sich deutlich mit der Analyse der kalkulierten Einzelkosten (Abb. 19).

[90] vgl. Kap. 6.3.4.
[91] Daten zum Baujahr der Stallungen sowie Zeitpunkt und Umfang von Umbauten wurde von den Betrieben häufig nicht dokumentiert und konnten daher im Rahmen der Befragung nicht systematisch erhoben werden.
[92] Durchführung von kurz- und mittelfristigen Maßnahmen (ohne Weidegang).

Verglichen wurden die Einzelkosten für einen neu gebauten Boxenlaufstall mit 500 Tieren, einer durchschnittlichen Milchleistung von 10.000 kg p.a. und ganzjährigem Weidegang. Die kalkulierten Einzelkosten für diese Stallung betragen 0,53 EUR pro kg ECM. Im Vergleich dazu liegen die berechneten Einzelkosten in den vier Untersuchungsgruppen zusammen mit den jährlichen Aufwendungen für den Stallumbau und Weidegang zwischen 0,45 EUR und 0,79 EUR pro kg ECM. Für 6 von 44 Stallungen wäre ein Umbau mit geringeren Einzelkosten verbunden als ein Neubau der Stallung (lfd. Nr. 21, 40 bis 44). Fünf der sechs Stallungen sind in der Untersuchungsgruppe IV (> 900 Tiere) und eine Stallung in der Untersuchungsgruppe II (300 - 599 Tiere). Für einen Stall wurden Einzelkosten in Höhe von 0,53 EUR pro kg ECM für den Umbau und Neubau berechnet (lfd. Nr. 20). In diesem Betrieb wäre ein Neubau ohne Verringerung der Tieranzahl zu bevorzugen[93]. Ein Umbau bestehender Stallungen ist bei mehr als der Hälfte der analysierten Betriebe zusätzlich mit einer Verminderung der Tieranzahl und daraus folgenden Einkommensverlusten verbunden. Berechnet wurde eine durchschnittliche Reduzierung des Tierbestandes um - 24 % in 33 Stallungen. Dadurch würden neben den Umbaukosten der Stallungen jährlich Einkommensverluste von durchschnittlich - 96.662 EUR pro Betrieb (n = 27) entstehen.

Für 37 von 44 Stallungen, darunter alle fünf untersuchten 1930er Stallungen, wäre ein Neubau mit z.T. deutlich geringeren Einzelkosten von bis zu 0,26 EUR pro kg ECM (lfd. 10) verbunden als ein umfassender Umbau des Stalles.

[93] Der Umbau von Stallungen zu den Haltungsformen Frischluft, Auslauf / Weide oder Bio ist im Rahmen der aktuellen Baugesetzänderung zukünftig ohne eine Verringerung der Tieranzahl möglich (vgl. BLE, 2023).



Untersuchungsgruppen		**I**	**II**	**III**	**IV**
Anzahl der Tiere		< 300	300 – 599	600 – 900	> 900
Anzahl Betriebe (n = 27)		6	7	6	8
Anzahl Stallungen (n = 44)		9	12	10	13
*davon Einzelkosten ≤ 0,53 EUR / kg ECM		0 von 9	2 von 12	0 von 10	5 von 13
Verteilungsparameter Einzelkosten nach Umbau	Minimum	0,54 €	0,52 €	0,54 €	0,45 €
	Maximum	0,74 €	0,79 €	0,77 €	0,74 €
	Mittelwert	0,62 €	0,63 €	0,60 €	0,56 €

Abbildung 19: Einzelkosten nach Umbau und Neubau in vier Untersuchungsgruppen
Quelle: Eigene Berechnungen

In der Untersuchung zum Tierwohl wurde deutlich, dass der in den Berechnungen angenommene Milchpreis von 0,36 EUR pro kg ECM[94] in keinem Betrieb zum Erreichen der Gewinnschwelle genügen würde.

Ein Teil der zusätzlichen jährlichen Aufwendungen für Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls könnte, wie Hunecke et al. berichten, über die gezielte Vermarktung von bestimmten Haltungsverfahren mit einem höheren Tierwohlstandard (z.B. Weidehaltung) gedeckt werden (vgl. HUNECKE et al., 2020: 67 f.). In Untersuchungen zur Zahlungsbereitschaft von Konsumenten für Milch aus tierwohlgerechter Haltung berichten Hellberg-Bahr et al. sowie Heise und Theuvsen weiterhin von einer Mehrzahlungsbereitschaft von + 0,18 EUR pro kg Milch (HELLBERG-BAHR et al., 2011) bzw. + 39 % vom Milchpreis (HEISE und THEUVSEN, 2017: 109).

Mit zusätzlichen + 0,18 EUR pro kg Milch wäre der Neubau von 38 Stallungen für die Betriebe rentabel (+ 0,01 EUR pro kg ECM). 6 von 44 Stallungen mit geringeren Einzelkosten für den Umbau wären darüber hinaus mit bis zu + 0,09 EUR pro kg ECM (lfd. Nr. 44) in der Gewinnzone. Für diese, insbesondere großen Betriebe (> 900 Tiere, lfd. Nr. 40 bis 44), mit vergleichsweise geringen Umbaukosten wäre eine gezielte Vermarktung der verbesserten Haltungsbedingungen (umgebaute Liegebereiche, Kuhputzbürsten, Weidegang u.a.) im Vergleich der Untersuchungsbetriebe schnell ökonomisch vorteilhaft.

Ob die von Hellberg-Bahr et al. sowie Heise und Theuvsen berichtete Mehrzahlungsbereitschaft im Handel jedoch in Form höherer Milchauszahlungspreise umgesetzt werden könnte bleibt fraglich. Bereits 2015 formulierte der wissenschaftliche Beirat für Agrarpolitik, dass eine in wesentlichen Teilen der Bevölkerung bestehende Zahlungsbereitschaft für mehr Tierschutz in etwa den erwarteten Kostensteigerungen entsprechen könnte (vgl. WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT FÜR AGRARPOLITIK BEIM BMEL, 2015: 293). Eine Untersuchung von Schulze et al. deutet in diesem Zusammenhang jedoch darauf hin, dass trotz einer steigenden Nachfrage nach Produkten mit höheren Tierwohlstandards, Preisaufschläge im Lebensmitteleinzelhandel bisher nicht vollständig umgesetzt werden können (vgl. SCHULZE et al., 2023: 29). Gleiches berichten Thiele et al. bereits in einer früheren Arbeit und verweisen weiterhin auf zusätzliche Kosten der Milchverarbeiter für die gesonderte Verwertung von Milch mit einem höheren Tierwohlstandard (z.B. Weidemilch) in Höhe von mindestens 0,09 EURO pro Liter Milch und sich daraus ergebenen weiteren Preisaufschlägen im Handel (vgl. THIELE et al., 2020: 63).

[94] Mittlerer Milchpreis von 2014 bis 2023 in Höhe von 0,3622 EUR/kg Milch (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2023).

Ergänzend zur Kompensation von zusätzlichen Aufwendungen über den freien Markt berichten Karpenstein et al. von einer staatlichen Tierwohlprämie, die Aufwendungen zur Verbesserung des Tierwohls und Einkommensverluste (Reduzierung der Tieranzahl in Folge von Umbauten) auffangen könnte (vgl. KARPENSTEIN et al., 2021: 106–107). Dazu führen die Autoren aus, dass Prämien ausschließlich für die Umsetzung von Maßnahmen, die über den Mindeststandards liegen, gewährt werden sollten (ebenda: 110). Die in der vorliegenden Untersuchung verwendeten normativen Maßnahmen zur Verbesserung der Haltungsbedingungen (zusätzliche Boxenpflege und Einstreu in der Liegebox, ausreichend dimensionierte Liegebereiche u.a.) sollten als Voraussetzung zur Gewährleistung von Mindeststandards in der Haltung von Milchkühen betrachtet werden und daher nicht förderfähig sein.

Insgesamt weisen die anhand der vier Untersuchungsgruppen dargestellten Unterschiede in der Höhe der jährlichen Aufwendungen zur Verbesserung der Haltungsbedingungen zwischen Betrieben unterschiedlicher Größe auf strukturelle Nachteile kleinerer Betriebe hin. Diese könnten durch verpflichtende Maßnahmen zu mehr Tierwohl (Umbau, Neubau der Stallungen, Weidegang) unter stärkeren Anpassungs- und Kostendruck geraten als größere Betriebe. Daher ist davon auszugehen, dass Tierwohl zu einer weiteren Beschleunigung des von den Autoren Deblitz et al. beschriebenen anhaltenden Strukturwandel in der Milchviehhaltung beitragen könnte (vgl. DEBLITZ et al., 2021: 61–62).

Sollten, wie die von Schulze et al. beschriebenen Preisunsicherheiten für Milch mit einem höheren Tierwohlstandard im Lebensmitteleinzelhandel fortbestehen (vgl. SCHULZE et al., 2023: 29), würden die dargestellten jährlichen Aufwendungen in Folge von Stallumbauten für mehr Tierwohl nicht in allen Untersuchungsbetrieben kompensiert werden können. Für einen Teil dieser Betriebe könnte die Durchführung einzelner Maßnahmen wie der Einbau von Kuhputzbürsten, eine zusätzliche Liegeboxenpflege oder die Einführung von Weidegang dennoch positive Auswirkungen auf die Ausprägungen von Technopathien und Verschmutzungen erbringen und gleichzeitig monetäre Kompensationsmöglichkeiten aufgrund eines verbesserten Tierwohlstandards eröffnen.

In der Untersuchung wird deutlich, dass für Betriebe mit hohen Einzelkosten und ohne eine Möglichkeit zum Stallneubau langfristig mit einer Einstellung der Milchviehhaltung zu rechnen ist, da grundlegende Verbesserungen in den Haltungsbedingungen in diesen Stallungen nicht kostendeckend umgesetzt werden können.

Zur Ausgestaltung einer zukunftsfähigen Milchviehhaltung vertreten die Autoren des gesamtbetrieblichen Haltungskonzeptes die Position, dass eine Verbesserung der Haltungsbedingun-

gen von Milchkühen unter Beachtung aller Anforderungen (Tierschutz, Ökonomie, Umweltschutz) häufig eine Kompromisslösung darstellt und zukünftig neue Stallkonzepte entwickelt werden sollten (vgl. BZL, 2022: 8–9). Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung stehen damit im Einklang, da hohe Umbaukosten in 37 von 44 Stallungen einer umfassenden Verbesserung der Haltungsbedingungen entgegenstehen und gleichzeitig Technopathien, Verschmutzungen und reduzierte Liegezeiten in umgebauten bzw. neu gebauten Boxenlaufställen nicht vollständig ausgeschlossen werden können.

7.4 Limitationen der Untersuchung

Folgend werden die Limitierungen in der Untersuchung beschrieben und anhand der Punkte Stichprobenauswahl, Untersuchung des Tierwohls, Erfassung der Haltungsbedingungen, Klimadaten, statistische Auswertung, Ableitung von Maßnahmen und Berechnung der Kosten dargestellt.

7.4.1 Stichprobenauswahl

Die 28 Betriebe haben freiwillig an den Untersuchungen zum Tierwohl teilgenommen. Daher können Verzerrungen im Untersuchungsdatensatz nicht ausgeschlossen werden. Der Status quo des Tierwohls in den 46 ausgewerteten Stallungen ist nicht auf andere Betriebe vergleichbarer Größe außerhalb des Datensatzes übertragbar. Für die untersuchten Betriebe ist die Bewertung des Tierwohls repräsentativ.

7.4.2 Untersuchung des Tierwohls

Zur Erfassung des Tierwohls wurden Technopathien, Verschmutzungen, Liegezeiten und Schritte pro Tag erfasst. Diesen bilden einen Teil der für das Tierwohl im Welfare Quality Assessment Protokoll als relevant eingeschätzten tierbezogenen Indikatoren ab. Kriterien aus dem Bereich angemessenes Verhalten (Sozialverhalten, Mensch-Tier-Beziehung, emotionaler Zustand) wurden nicht erhoben. Wenn gleich in der Literatur davon ausgegangen wird, dass neben der Gesundheit, die Möglichkeit zum Erleben positiver Emotionen für Wohlbefinden gegeben sein sollte (vgl. BOISSY et al., 2007: 376 f.). Die durchgeführte Bewertung des Tierwohls bezieht sich auf den äußerlich erkennbaren Gesundheitszustand der Tiere (Technopathien, Verschmutzungen; N = 2.082) und das für einen Teil dieser Tiere erfasste Liege- und Laufverhalten (n = 632).

Die erhobenen tier- bzw. ressourcen- und managementorientierten Indikatoren wurden über den gesamten Untersuchungszeitraum jeweils von einer Person erfasst. Die von unterschiedlichen Autoren beschriebenen abweichenden Tierbeurteilungen zwischen verschiedenen Erhebungspersonen (vgl. KNIERIM U. und WINCKLER C., 2009: 451 f.; BOKKERS et al., 2012: 307 f.; KNIERIM et al., 2021: 10–11) konnten so vermieden werden.

7.4.3 Erfassung der Haltungsbedingungen

Die Erhebungen der Abmessungen im Stall und die Untersuchungen an den Tieren sind repräsentativ für die Stallungen (N = 41) bzw. Tiere in Datensatz D_1 (N = 2.082) und der Teilstichprobe D_2 (n = 632). Darüber hinaus lassen sich die dargestellten Zusammenhänge zwischen den Merkmalen der Haltung (Art der Liegebox, Breite der Liegefläche u.a.) und der Ausprägung von Verletzungen, Verschmutzungen, Liegezeiten und Schritten pro Tag zur Analyse von Einflussfaktoren in anderen Untersuchungen nutzen. Im Liegebereich wurden neben der Art der Liegeboxen (Hochbox, Tiefbox) und den Abmessungen (Breite der Liegefläche, Länge der Liegefläche, Höhe der Kotstufe) keine weitere Differenzierung vorgenommen. Zur Bewertung der Liegeflächen (Breite, Länge) wurden Mittelwerte für Hoch- und Tiefboxen verwendet. In der Literatur werden hingegen Referenzwerte nach Art des Liegebereichs unterschieden (vgl. PELZER et al., 2007: 6). Die im Rahmen des Forschungsprojektes Tiwoli insgesamt im Stall erfassten Daten zum Liegebereich (Alter der Liegematte, Art der Einstreu, Zustand der Einstreu, Höhe des Nackenrohres, Gefälle der Liegefläche, diagonaler Abstand von Nackenrohr zur Kotstufe) und weitere Ausstattungsmerkmale (Anzahl und Zustand der Tränken, vorhandene Klimatechnik mit Ventilatoren, Curtains, Art der Beleuchtung im Stall und Melkbereich) wurden im Rahmen dieser Untersuchung nicht ausgewertet.

7.4.4 Klimabedingungen im Untersuchungszeitraum

Zur Abschätzung von Verhaltensveränderungen aufgrund von Hitzestress wurden stündliche Wetterdaten (Temperatur, Luftfeuchtigkeit) aus stallnahen Messstationen des Deutschen Wetterdienstes genutzt. Der Temperature-Humdity-Index (THI) wurde zur Verwendung mit Außenklimadaten um + 3 THI-Punkte korrigiert und ausschließlich zur Validierung des Liegeverhaltens verwendet. In der Untersuchung wurde der THI als Einzelwert pro Standort genutzt. Unbeachtet gelassen wurden daher Einflussfaktoren die zu heterogenen THI-Werten im Stall führen können, wie die räumliche Lage der Stallung, die Ausrichtung des Stalles in Bezug zur

Windrichtung und Ausstattungsmerkmale im Stall wie beispielsweise Ventilatoren oder Curtains (vgl. HEINICKE et al., 2020: 12–14). In Bezug auf die Ausprägung von Liegezeiten werden in Literatur als weitere Einflussgrößen das Alter der Kuh, Anzahl der Laktationen, die Phase der Laktation und die Jahreszeit beschrieben (vgl. BRZOZOWSKA et al., 2014: 8 f.; MASELYNE et al., 2017: 1 f.). Diese Aspekte waren ebenfalls kein Gegenstand der Untersuchung. Aufgrund des niedrigen Anteils von Tieren (4,30 % von 632) mit einem erhöhten Temperature-Humdity-Index im Messzeitraum (> 68 THI-Punkte) wurde von einer nur gering ausgeprägten Limitierung ausgegangen.

7.4.5 Ableitung von Maßnahmen und Berechnung der Kosten

Die Ableitung von Maßnahmen erfolgte auf Basis der eingeschätzten Effekte der Haltungsbedingungen (Mängel) auf die Ausprägung von Technopathien, Verschmutzungen, Liegezeiten und Schritte pro Tag. Zur Berechnung der Kosten für die Beseitigung von Mängeln in den Haltungsbedingungen wurden für alle Stallungen einheitliche Maßnahmen verwendet, besondere Ausstattungsdetails wie die Art der Liegeboxenabtrennung (Holz, Stahl, verformbarer Kunststoff), der Einbau von Ventilatoren, Curtains sowie Sensoren zur Tierüberwachung u.a. wurden in den Kalkulationen unberücksichtigt gelassen. Darüber hinaus wurden die Aufwendungen für den Umbau der Liege- und Laufbereiche modellhaft kalkuliert. Die realen Kosten können betriebsindividuell abweichen. Zur Kalkulation des Weideganges wurde ferner von einer konstanten Milchmenge ausgegangen. In der Literatur werden dazu unterschiedliche Effekte berichtet. Couvreur et al. beschreiben eine steigende Milchmenge bei Weidegang (vgl. COUVREUR et al., 2006: 1964). Die Autoren Kolver und Muller sowie McAuliffe berichten im Gegensatz dazu von einer Abnahme der Milchmenge in Folge von Weidegang (vgl. KOLVER und MULLER, 1998: 1410; MCAULIFFE et al., 2018: 290).

7.5 Fazit

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit deuten unter Würdigung der Limitationen darauf hin, dass die Haltungsbedingungen in den untersuchten Boxenlaufställen mit den beobachteten Schäden am Tier mit Technopathien, Verschmutzungen und Abweichungen im Normalverhalten (Liegezeiten) in Verbindung gebracht werden können. Im Rahmen der explorativen Analyse konnten zahlreiche signifikante Einflussfaktoren untersucht werden. Diese Mängel in der Haltung (zu geringe Abmessungen in den Liegeboxen, zu schmale und trittunsichere Laufbereiche u.a.) stehen nicht im Einklang mit den Anforderungen an eine gute fachliche Praxis in der Landwirtschaft und sind in ihren Konsequenzen für die Gesundheit der Tiere in einem Widerspruch zu den Erfordernissen des Tierschutzgesetzes. Anhand der Entwicklung der Milchviehhaltung zwischen 1950 und 2020 konnte nachvollzogen werden, dass die heutige Form der Boxenlaufstallhaltung das Ergebnis einer stetigen Weiterentwicklung des Haltungsverfahrens zur effizienten Milchproduktion darstellt. Vor dem Hintergrund dieser Entwicklung und auf der Grundlage der festgestellten Ausgangssituation in den Stallungen geht hervor, dass gezielte Maßnahmen zur Verbesserung des Wohlbefindens von Kühen in dieser Haltungsform nicht ohne weiteres möglich sind. Für den Umbau bestehender Stallungen und die Einführung von Weidegang wurden Aufwendungen zwischen 0,02 und 0,17 EUR pro Kilogramm Milch kalkuliert. Betriebsindividuell können diese Kosten jedoch abweichen. Dennoch sind sie geeignet, um annäherungsweise den monetären Aufwand zur Verbesserung der Haltungsbedingungen in bestehenden Boxenlaufställen abzuschätzen. Die Auswertung der kalkulierten Vollkosten ergab, dass ein Neubau in 37 von 44 Stallungen mit geringeren jährlichen Aufwendungen verbunden wäre als ein umfassender Stallumbau. Tierwohl ist damit wirtschaftlich von hoher Relevanz. Es konnte in der Untersuchung gezeigt werden, dass die Erhöhung des Tierwohls mit zusätzlichen Kosten verbunden ist und Veränderungen in der Produktionsintensität (Verminderung der Tieranzahl) erforderlich werden. Durch die Verbesserung der Haltungsbedingungen sind positive Auswirkungen auf die Gesundheit und eine Verlängerung der Nutzungsdauer der Tiere zu erwarten.

Insgesamt ist davon auszugehen, dass die gleichbleibend hohe gesellschaftliche Bedeutung des Tierwohls in Kombination mit den erheblichen zusätzlichen jährlichen Kosten für die Betriebe und die bisher nur geringfügig eingetretene Mehrzahlungsbereitschaft der Konsumenten für Tierwohl zu einer weiteren Beschleunigung des Strukturwandels führen könnte.

Aus einer erweiterten Perspektive für die Milchproduktion stellt sich als Fazit dieser Untersuchung jedoch die generelle Frage, ob die Boxenlaufstallhaltung als Haltungssystem vor dem Hintergrund eines zunehmenden Bewusstseins der Gesellschaft zu Fragen des Tierwohls langfristig eine effiziente Form zur Milchproduktion darstellt. Die in den 28 Betrieben erfassten tierwohlrelevanten Schwachstellen und die zahlreichen Studien zur Verbesserung einzelner Merkmale in der Haltung lassen vermuten, dass Wirtschaftlichkeit und Tierwohl in diesem unter der Prämisse von Produktionseffizienz konzipierten Haltungsverfahren nicht ohne Weiteres in Einklang zu bringen sind. Im Lichte dieser Erkenntnis können kostenintensive Umbauten bereits bestehender Boxenlaufställe lediglich als eine Übergangslösung angesehen werden. Langfristig sollten neue Verfahren zur Haltung von Milchkühen die Ansprüche an Wirtschaftlichkeit und Tierwohl wieder in ausgewogenes Verhältnis bringen helfen.

8 Zusammenfassung

Das Tierwohl von Milchkühen ist ethisch (das Tier als Individuum) und ökonomisch (das Tier als Produktionsfaktor) von hoher Relevanz. Dabei stoßen wachsende Erwartungen der Gesellschaft in Bezug auf gute Haltungsbedingungen von Milchkühen zunehmend auf die Erfordernisse und Rahmenbedingungen einer modernen Milchviehhaltung. In der Untersuchung zu Tierwohl und Wirtschaftlichkeit wurde diese Diskrepanz aufgegriffen und anhand von 28 Betrieben mit 46 Stallungen in Nord-Ost-Deutschland näher betrachtet.

Die Betriebe wurden in vier Größenklassen eingeteilt: I < 300 Tiere, II 300 – 599 Tiere, III 600 – 900 Tiere, IV > 900 Tiere. Der Status quo zum Tierwohl wurde erfasst, bei Mängeln in den Haltungsbedingungen wurden kurzfristige normative Maßnahmen (zusätzliche Liegeboxenpflege, Austausch der Liegematte, Umbau der Liegeboxenbügel u.a.) sowie mittelfristige normative Maßnahmen (Umbau der Liege- und Laufbereiche) abgeleitet und die zusätzlichen Kosten zur Verbesserung des Tierwohls kalkuliert. Darüber hinaus wurden die jährlichen Aufwendungen für einen ganzjährigen Weidegang berechnet.

Zur Beschreibung der Rahmenbedingungen in der Milchviehhaltung wurde die Entwicklung der Haltungsbedingungen von Milchkühen in Deutschland seit 1950 skizziert und wesentliche technische und strukturelle Neuerungen wie die zunehmende Verbreitung einstreuloser Haltungsverfahren und die ganzjährige Stallhaltung ab den siebziger Jahren bis zur heutigen modernen Boxenlaufstallhaltung dargestellt. Davon ausgehend wurde der aktuelle Status quo zum Tierwohl von hochlaktierenden Milchkühen der Rasse Holstein-Schwarzbunt in den 46 Stallungen ausgewertet und Einflussfaktoren der Haltungsumwelt im Stall auf die Ausprägungen von Technopathien, Verschmutzungen (Datensatz D_1, 2.082 Tiere) und Liegezeiten (Teilstichprobe D_2, 632 Tiere) an Einzeltieren mit Hilfe statistischer Tests in zwei Mehr-Ebenen-Modellen (lineares gemischtes Modell, verallgemeinerte Schätzgleichungen) und Entscheidungsbäumen analysiert.

In Bezug auf Technopathien erfolgte eine Beurteilung in fünf Schadensklassen (S_{kl} 0 ohne besonderen Befund, S_{kl} 1 haarlose Stelle, S_{kl} 2 hautlose Stelle, S_{kl} 3 Umfangsvermehrung gedeckt, S_{kl} 4 Umfangsvermehrung offen). In der Erhebung wurden an allen untersuchten Körperregionen Technopathien festgestellt. Im Durchschnitt wurden folgende Bewertungen abgegeben: Karpalgelenke (S_{kl} = 0,20), Tarsalgelenke (S_{kl} = 0,60), Kniegelenke (S_{kl} = 0,10), und Widerrist (S_{kl} = 0,30). Für die Wirbelsäule wurde ein Mittelwert von S_{kl} = 1,20 erfasst. Insgesamt wurden in der Untersuchung 25,70 % bzw. 535 Tiere als unverletzt (keine Technopathien) dokumentiert. Anzustreben wäre ein Anteil von 100 % unverletzter Tiere.

In Bezug auf Verschmutzungen erfolgte die Beurteilung in den Scorenoten von 1 sauber bis 6 starke Klutenbildung. Die Körperregionen Euter und Bauch, Schwanz, Schwanzquaste, Hinterhand, Kreuz, Sitzbein, Unterbein wurden im Durchschnitt mit 2 (leicht verfärbt / vereinzelte Spritzer) bewertet.

Zur Ausprägung der täglichen Liegezeiten wurden Abweichungen von den Referenzwerten erfasst. Im Durchschnitt der Erhebung betrug die Gesamtliegezeit 11,60 Stunden pro Tag (Norm 12 bis 14 Stunden) und die Länge einer Liegeperiode 74,90 Minuten (Norm 50 bis 120 min) bei einer mittleren Anzahl von 10 Liegeperioden täglich (Norm 11 bis 12). Die Anforderungen an die Dauer der Liegezeiten (Gesamtliegezeit, Anzahl der Liegeperioden pro Tag) wurden im Mittel der Untersuchung nicht erreicht.

Insgesamt sind in den drei tierwohlrelevanten Bereichen (Technopathien, Verschmutzungen, Liegezeiten) Mängel festzustellen.

Des Weiteren wurde untersucht, inwieweit die festgestellten Defizite im Tierwohl durch Schwachstellen in der Haltung der Tiere im Stall verursacht werden. Hierzu wurden Abmessungen und Zustand der Liege-, Lauf- und Fressbereiche erhoben. In den Ställen wurden 58,70 % der Liegeflächen als zu kurz (< 182,50 cm); 93,50 % der Liegeflächen als zu schmal (< 117,50 cm) und bei 30,40 % der Tiefboxen die Kotstufe als zu niedrig (< 20 cm) erfasst. Die Boxen- und Fressgänge sind in 45,80 % (< 2,50 m) bzw. 47,80 % (< 3,50 m) der Stallungen als zu schmal dokumentiert worden und wurden darüber hinaus in 12 von 46 Stallungen als trittunsicher bewertet. Weiterhin wurden in 38 von 45 Stallungen eine zu niedrige obere Abgrenzung im Fressbereich (< 149 cm) dokumentiert. Im Liegebereich waren 22 Stallungen mit Hochboxen und 26 Stallungen mit Tiefboxen ausgestattet. In diesen wurden Mängel im Pflegezustand festgestellt. In 54,90 % der Hochboxen waren weniger als 50 % der Liegefläche mit Einstreu bedeckt. Darüber hinaus wiesen 68,80 % der Tiefboxen eine starke Muldenbildung in der Liegefläche auf. Im Bereich Tierkomfort waren 26 von 46 Stallungen mit Kuhputzbürsten und 25 von 28 Betrieben mit Klauenwannen ausgestattet. Die Haltungsbedingungen im Liege-, Lauf- und Fressbereich weisen vielfach Abweichungen von den Referenzwerten mit Auswirkungen auf das Tierwohl auf.

Die deutlichsten Effekte der Haltungsbedingungen auf die Ausprägung von Technopathien, Verschmutzungen und Liegezeiten wurden im Liegebereich erfasst. In Stallungen mit Hochboxen wurden signifikant weniger unverletzte Tiere dokumentiert (14,70 % Tiere ohne Technopathien) als in Stallungen mit Tiefboxen und 35,60 % unverletzte Tiere. Darüber hinaus waren Tiere in Stallungen mit Hochboxen insgesamt verschmutzter als Tiere in Ställen mit

Tiefboxen. In Stallungen mit zu schmalen Liegeflächen (< 117,50 cm) wurden weiterhin weniger unverletzte Tiere (24,50 %) festgestellt als in Ställen mit breiteren Liegeflächen (≥ 117,50 cm) und einem Anteil von 43,10 % unverletzter Tiere. Zudem wurden in Ställen mit zu schmalen Liegeflächen mehr Tiere mit Gesamtliegezeiten von < 12 Stunden pro Tag (56 %) erfasst als in Stallungen mit breiteren Liegeflächen und einem Anteil von 27 % der Tiere mit weniger als 12 Stunden täglicher Gesamtliegezeit. Überdies wurden bei einer abnehmenden Länge der Liegefläche Zunahmen von Technopathien an den Tarsalgelenken und an der Wirbelsäule beobachtet.

Für die ökonomische Auswertung wurde der Investitionsbedarf, der zusätzliche Arbeitsbedarf sowie die zusätzlichen Kosten einer Beweidung abgeschätzt und die durchschnittlichen jährlichen Kosten pro Tier sowie die Kosten pro kg energiekorrigierte Milch (ECM) berechnet.

Die kalkulierten jährlichen Kosten zur Beseitigung von Mängeln mit Auswirkungen auf Technopathien, Verschmutzungen und Liegezeiten betragen zwischen 181 EUR und 1.615 EUR pro Tier p.a. bzw. 0,02 EUR und 0,17 EUR pro kg ECM für kurz- und mittelfristige normative Maßnahmen sowie Weidegang. Die durchschnittlichen jährlichen Kosten für den Weidegang (365 Tage p.a.) liegen zwischen 0,02 EUR und 0,08 EUR pro kg ECM. Im Mittel der Betriebe entstehen zusätzliche Aufwendungen für die Weide in Höhe von 0,03 EUR pro kg ECM. Im Durchschnitt der Untersuchung wurden zusätzliche jährliche Aufwendungen zur Verbesserung der Haltungsbedingungen von 741 EUR pro Tier p.a. bzw. 0,07 EUR pro kg ECM berechnet. Ein Umbau der Stallungen wäre in den meisten Betrieben mit Veränderungen im Liegebereich (z.B. Vergrößerung der Liegefläche, Verminderung der Liegeboxenanzahl) und einer Reduzierung der Tieranzahl verbunden. Im Durchschnitt der Untersuchung wären Umbauten im Liegebereich mit einer Verminderung der Tieranzahl um - 24 % und daraus folgenden jährlichen Einkommensverlusten in Höhe von 96.622 EUR pro Betrieb verbunden.

Die Auswertung der Vollkosten ergab, dass für 37 von 44 Stallungen ein Neubau mit geringeren Einzelkosten verbunden wäre als ein umfassender Umbau der Ställe. Die geringsten Einzelkosten wurden in Betrieben mit mehr als 900 Kühen festgestellt. In dieser Untersuchungsgruppe wäre der Umbau in 5 von 13 Stallungen bzw. 38 % mit geringeren Einzelkosten verbunden als ein Stallneubau.

Im Rahmen der Untersuchung konnte festgestellt werden, dass Verbesserungen in den Haltungsbedingungen für eine Mehrzahl der analysierten Betriebe notwendig sind und mit erheblichen zusätzlichen Kosten von durchschnittlich 0,07 EUR pro kg Milch einhergehen. Die oft hohen Zusatzkosten erschweren die gleichzeitige Zielerreichung von Tierwohl und Wirtschaftlichkeit in Boxenlaufställen.

Literaturverzeichnis

ACHILLES, W., H. ECKEL, B. EURICH-MENDEN, J. FRISCH, S. FRITZSCHE, M. FUNK, C. GAIO, S. GREBE, E. GRIMM, J. GRUBE, W. HARTMANN, D. HORLACHER, F. KLOEPFER, K. KRÖN, B. MEYER, I. SAND, J.-O. SCHROERS, U. SCHULTHEIß und S. WULF (2020): Betriebsplanung Landwirtschaft 2020/2021. Daten für die Betriebsplanung in der Landwirtschaft.

ADAMS, A. E., J. E. LOMBARD, C. P. FOSSLER, I. N. ROMÁN-MUÑIZ und C. A. KOPRAL (2017): Associations between housing and management practices and the prevalence of lameness, hock lesions, and thin cows on US dairy operations 100 (3): 2119–2136.

ALB HESSEN (2021/2022): Richtpreise für den Neu- und Umbau landwirtschaftlicher Wirtschaftsgebäude und ländlicher Wohnhäuser. Richtpreise Nr. 46. Arbeitsgemeinschaft für Rationalisierung, Landtechnik und Bauwesen in der Landwirtschaft Hessen e. V. (ALB Hessen), Kölnische Straße 48-50, 34117 Kassel, Kassel.

ALBRECHT, M. (2022): Handbuch Zusatzmodul QM+. In: https://qm-milch.de/wp-content/uploads/2022/12/Zusatzmodul-QM_Handbuch-Stand-Dezember-2022-Freigegeben.pdf. Abruf: 13.6.2023.

AUERNHAMMER, PIRKELMANN und WENNER (1987): Probleme technischer Weiterentwicklung für kleine Milchviehbetriebe. Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik TUM, Darmstadt.

BACKHAUS, ERICHSON, PLINKE und WEIBER (2011): Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

BÄHR (1970): Über die Wärmeableitung von Stand- und Liegeflächen bei einstreuloser Haltung von Rindern. In: Monatshefte für Veterinärmedizin 25: 253–256.

BAUER, A., H. MARTENS und C. THÖNE-REINEKE (2021): Tierschutzrelevante Zuchtprobleme beim Milchvieh - Interaktion zwischen dem Zuchtziel "Milchleistung" und dem vermehrten Auftreten von Produktionskrankheiten. Breeding problems relevant to animal welfare in dairy cattle - Interaction between the breeding goal "milk yield" and the increased occurrence of production diseases. In: Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift 134: 1–9.

BAYWA (2023): Einstreu Hygienekalk. In: https://www.baywa.de/de/tierhaltung/stallhygiene-tierhygiene/einstreu/desical-plus-einstreu-hygienekalk-/p-000000000000844359/. Abruf: 2.6.2023.

BEAVER, A., K. L. PROUDFOOT und KEYSERLINGK, MARINA, A. G. VON (2020): Symposium review: Considerations for the future of dairy cattle housing: An animal welfare perspective. In: Journal of dairy science 103 (6): 5746–5758.

BERNHARD, J. K., B. VIDONDO, R. L. ACHERMANN, R. REDIGER, K. E. MÜLLER und A. STEINER (2020): Carpal, tarsal, and stifle skin lesion prevalence and potential risk factors in Swiss dairy cows kept in tie stalls: A cross-sectional study. In: PloS one 15 (2): e0228808.

BEWLEY, J. M., R. E. BOYCE, J. HOCKIN, L. MUNKSGAARD, S. D. EICHER, M. E. EINSTEIN und M. M. SCHUTZ (2010): Influence of milk yield, stage of lactation, and body condition on dairy cattle lying behaviour measured using an automated activity monitoring sensor. In: The Journal of dairy research 77 (1): 1–6.

BIGGS, DE VILLE und SUEN (1991): A method of choosing multiway partitions for classification and decision trees. In: Journal of Applied Statistics 18 (1): 49–62.

BLE (2023): Tierhaltungskennzeichnung und Änderungen des Baurechts im Bundestag beschlossen.

BLOM, J. Y., S. P. KONGGAARD, J. G. LARSSON, K. NIELSEN, A. NORTHEVED und P. SOLFJELD (1984): Electronic recording of pressure exerted by cows against structures in free-stall housing. In: Applied Animal Behaviour Science 13: 41–46.

BOISSY, A., G. MANTEUFFEL, M. BAK JENSEN, R. OPPERMANN MOE, B. SPRUIJT, L. J. KEELING, C. WINCKLER, B. FORKMAN, I. DIMITROV, J. LANGBEIN, M. BAKKEN, I. VEISSIER und A. AUBERT (2007): Assessment of positive emotions in animals to improve their welfare. In: Physiology & Behavior 92 (3): 375–397.

BOKKERS, E. A., M. de VRIES, I. ANTONISSEN und I. J. de BOER (2012): Inter- and intra-observer reliability of experienced and inexperienced observers for the Qualitative Behaviour Assessment in dairy cattle. In: Animal Welfare 21 (3): 307–318.

BRADE (2014): Kreuzungsversuche mit Jersey-Rindern und deren Nutzung in Deutschland aus historischer Sicht. Agrarwissenschaft, Forschung, Praxis. In: Berichte über Landwirtschaft, Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft 92 (3): 1–24.

BRADE, W. (2016): Kritische Anmerkungen zur Bewertung des Tierwohls mittels Genotyp-Phänotyp-Beziehungen bei hochleistenden Milchrindern. In: Berichte über Landwirtschaft, Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft 94 (3): 1–13.

BRADE, W. (2017): Die Körpergröße der Holsteinkühe - eine kritische Bewertung aus der Blickrichtung der Züchtung und des Tierwohls. In: Berichte über Landwirtschaft, Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft 95 (3): 1–19.

BRANDES, W. und M. ODENING (1992): Investition, Finanzierung und Wachstum in der Landwirtschaft. Eugen Ulmer, Stuttgart.

BREHME (1989): Stand und Probleme der Verfahrensentwicklung in der Milchproduktion. In: Monatshefte für Veterinärmedizin 44: 106–107.

BRENNINKMEYER, C., S. DIPPEL, J. BRINKMANN, S. MARCH, C. WINCKLER und U. KNIERIM (2012): Hock lesion epidemiology in cubicle housed dairy cows across two breeds, farming systems and countries. In: Preventive veterinary medicine: 1–10.

BRINKMANN, J., K. CIMER, S. MARCH, S. IVEMEYER, A. PELZER, U. SCHULTHEIß, R. ZAPF und C. WINCKLER (2020): Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis - Rind. Vorschläge für die Produktionsrichtungen Milchkuh, Aufzuchtkalb, Mastrind.

BRS (2021a): Rinder- und Schweineproduktion: Zucht, Besamung, Leistungsprüfung in Deutschland. Bundesverband Rind und Schwein e. V. Adenauerallee 174, D-53113 Bonn, Bonn.

BRS (2021b): BRS-Empfehlung 3.1 Leistungsprüfung für funktionale Merkmale bei Bullen und Kühen. Bundesverband Rind und Schwein e. V. Adenauerallee 174, D-53113 Bonn, Neumünster.

BRZOZOWSKA, A., M. ŁUKASZEWICZ, G. SENDER, D. KOLASIŃSKA und J. OPRZĄDEK (2014): Locomotor activity of dairy cows in relation to season and lactation. In: Applied Animal Behaviour Science 156: 6–11.

BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2020): Bericht zur Markt- und Versorgungslage mit Milch und Milcherzeugnissen. Daten und Berichte für Deutschland. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn. In: https://www.ble.de/DE/BZL/Daten-Berichte/Milch-Milcherzeugnisse/milch-milcherzeugnisse_node.html. Abruf: 15.2.2022.

BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2023): Preis von Kuhmilch in Deutschland von März 2014 bis Februar 2023 (in Cent pro Kilogramm). In: http://de.statista.com/statistik/daten/studie/380546/umfrage/preis-von-kuhmilch-in-deutschland. Abruf: 16.5.2023.

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2021): Entwicklungen am deutschen Milchmarkt – ein Überblick. In: https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/agrarmaerkte/entwicklungen-milchmarkt-de.html#:~:text=Der%20Milchertrag%20pro%20Kuh%20liegt,Produktionswert%20der%20deutschen%20Landwirtschaft%20bei. Abruf: 16.10.2022.

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2022): Zukunftsfeste Tierhaltung. Eckpunkte zur Einführung einer verpflichtenden staatlichen Tierhaltungskennzeichnung.

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1986): Statusbericht über Bereiche der Tierproduktion. In: Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft (327): 1–85.

BUNDESREGIERUNG (1985): Agrarbericht 1985, Agrar- und ernährungspolitischer Bericht der Bundesregierung. Agrarbericht Drucksache 10/2850.

BUNDESREGIERUNG (1991): Agrarbericht 1991, Agrar- und ernährungspolitischer Bericht der Bundesregierung. Agrarbericht Drucksache 12/70. Bonn.

BUNDESREGIERUNG (1993): Agrarbericht 1993, Agrar- und ernährungspolitischer Bericht der Bundesregierung. Agrarbericht Drucksache 70/93. Bonn.

BUNDESREGIERUNG (1998): Agrarbericht 1998, Agrar- und ernährungspolitischer Bericht der Bundesregierung. Agrarbericht Drucksache 13/9823.

BUNDESREGIERUNG (1999): Bericht zum Stand der Deutschen Einheit 1999. Drucksache 14/1825. In: https://dserver.bundestag.de/btd/14/018/1401825.pdf. Abruf: 4.1.2023.

BZL (2022): Gesamtbetriebliches Haltungskonzept Rind – Milchkühe. In: https://www.ble-medienservice.de/0074-1-gesamtbetriebliches-haltungskonzept-rind.html.

BZL (2023): Landwirtschaftliche Statistik zur Milchquote von 1984 bis 2015 in Deutschland. Telefonat; E-Mail.

CHAPINAL, N., A. K. BARRIENTOS, M. A. G. von KEYSERLINGK, E. GALO und D. M. WEARY (2013): Herd-level risk factors for lameness in freestall farms in the northeastern United States and California. In: Journal of dairy science 96 (1): 318–328.

CHARLTON, G. L., D. B. HALEY, J. RUSHEN und A. M. de PASSILLÉ (2014): Stocking density, milking duration, and lying times of lactating cows on Canadian freestall dairy farms. In: Journal of dairy science 97 (5): 2694–2700.

CHEBEL, R. C., P. R. B. SILVA, M. I. ENDRES, M. A. BALLOU und K. L. LUCHTERHAND (2016): Social stressors and their effects on immunity and health of periparturient dairy cows. In: Journal of dairy science 99 (4): 3217–3228.

COOK, N. B. (2020): Symposium review: The impact of management and facilities on cow culling rates. In: Journal of dairy science 103 (4): 3846–3855.

COOK, N. B., T. B. BENNETT und K. V. NORDLUND (2004): Effect of Free Stall Surface on Daily Activity Patterns in Dairy Cows with Relevance to Lameness Prevalence. In: Journal of dairy science 87 (9): 2912–2922.

COOK, N. B., J. P. HESS, M. R. FOY, T. B. BENNETT und R. L. BROTZMAN (2016): Management characteristics, lameness, and body injuries of dairy cattle housed in high-performance dairy herds in Wisconsin. In: Journal of dairy science 99 (7): 5879–5891.

COOK, N. B., R. L. MENTINK, T. B. BENNETT und K. BURGI (2007): The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows. In: Journal of dairy science 90 (4): 1674–1682.

COOK, N. B. und K. V. NORDLUND (2009): The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. In: Veterinary journal (London, England : 1997) 179 (3): 360–369.

COUVREUR, S., C. HURTAUD, C. LOPEZ, L. DELABY und J. L. PEYRAUD (2006): The Linear Relationship Between the Proportion of Fresh Grass in the Cow Diet, Milk Fatty Acid Composition, and Butter Properties. In: J. Dairy Sci. 89 (6): 1956–1969.

CROSSMAN, P. J. (1997): The costs of production diseases in dairy herds in England. In: The Veterinary Journal 154 (1): 9.

CRUMP, A., K. JENKINS, E. J. BETHELL, C. P. FERRIS und G. ARNOTT (2019): Pasture Access Affects Behavioral Indicators of Wellbeing in Dairy Cows. In: Animals : an open access journal from MDPI 9 (11).

DAHLHOFF, K. (2014): Beratung von milchviehhaltenden Betrieben auf der Basis von Verhaltens- und Erscheinungsparametern ihrer Milchkühe. Dissertation. Landwirtschaftlichen Fakultät, Institut für Landtechnik, Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Bonn.

DEBLITZ, C., J. EFKEN, M. BANSE, F. ISERMEYER, C. ROHLMANN, H. TERGAST, P. THOBE und M. VERHAAGH (2021): Politikfolgenabschätzung zu den Empfehlungen des Kompetenznetzwerks Nutztierhaltung. Thünen Working Paper Nr. 173. Johann Heinrich von Thünen-

Institut, Braunschweig. In: https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-working-paper/ThuenenWorkingPaper_173.pdf. Abruf: 15.10.2022.

DEUTSCHER BUNDESTAG (1999): auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Heinrich-Wilhelm Ronsöhr, Albert Deß, Peter Bleser, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der CDU/CSU – Drucksache 14/1174 –. Die Situation der deutschen Milcherzeuger und die Entwicklung des Milchmarktes in der EU. Drucksache 14/1592. Berlin. In: https://dserver.bundestag.de/btd/14/015/1401592.pdf. Abruf: 26.12.2022.

DEUTSCHER BUNDESTAG (2002): Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Grundgesetzes (Staatsziel Tierschutz). Drucksache 14/8860.

DEUTSCHER TIERSCHUTZBUND E.V. (2022): Tierschutzlabel "Für Mehr Tierschutz". In: https://www.tierschutzlabel.info/tierschutzlabel/info. Abruf: 9.10.2022.

DEVRIES, M., E. A. M. BOKKERS, C. G. VAN REENEN, B. ENGEL, G. VAN SCHAIK, T. DIJKSTRA und I. J. M. de BOER (2015): Housing and management factors associated with indicators of dairy cattle welfare. In: Preventive veterinary medicine 118 (1): 80–92.

DEVRIES, M., E. A. M. BOKKERS, G. VAN SCHAIK, B. ENGEL, T. DIJKSTRA und I. J. M. de BOER (2014): Exploring the value of routinely collected herd data for estimating dairy cattle welfare. In: Journal of dairy science 97 (2): 715–730.

DEVRIES, T. J., M. G. AARNOUDSE, H. W. BARKEMA, K. E. LESLIE und M. A. G. von KEYSERLINGK (2012): Associations of dairy cow behavior, barn hygiene, cow hygiene, and risk of elevated somatic cell count. In: Journal of dairy science 95 (10): 5730–5739.

DEVRIES, T. J., M. A. G. von KEYSERLINGK und D. M. WEARY (2004): Effect of Feeding Space on the Inter-Cow Distance, Aggression, and Feeding Behavior of Free-Stall Housed Lactating Dairy Cows. In: J. Dairy Sci. 87 (5): 1432–1438.

DIPPEL, S., M. DOLEZAL, C. BRENNINKMEYER, J. BRINKMANN, S. MARCH, U. KNIERIM und C. WINCKLER (2009): Risk factors for lameness in cubicle housed Austrian Simmental dairy cows. In: Preventive veterinary medicine 90 (1-2): 102–112.

DIRSCHERL, S. (2012): Tier- und Naturschutz im Nationalsozialismus. Gesetzgebung, Ideologie und Praxis. Beiträge zu Grundlagen des Rechts, Heft 010. V&R unipress.

DRISSLER, M., M. GAWORSKI, C. B. TUCKER und D. M. WEARY (2005): Freestall Maintenance: Effects on Lying Behavior of Dairy Cattle. In: Journal of dairy science 88 (7): 2381–2387.

ECKART, K. (1998): Agrargeographie Deutschlands. Agrarraum und Agrarwirtschaft Deutschlands im 20. Jahrhundert. Klett-Perthes, Gotha und Stuttgart.

EILERS, U. (2014): Lebensleistung und Lebenseffektivität – eine Analyse zur Optimierung wichtiger Parameter für nachhaltige Milcherzeugung. Lifetime performance and lifetime effectivity – an analysis for optimization of essential parameters of sustainable milk production. In: Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (Hrsg.): 41. Viehwirtschaftliche Fachtagung. Milchmarkt, Kälberaufzucht, Milchproduktion, Mutterkuh, Grundfutter. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irdning: 45–53.

EKMAN, L., A.-K. NYMAN, H. LANDIN und K. PERSSON WALLER (2018): Hock lesions in dairy cows in freestall herds: a cross-sectional study of prevalence and risk factors. In: Acta veterinaria Scandinavica 60 (1): 47.

ESPEJO, L. A. und M. I. ENDRES (2007): Herd-Level Risk Factors for Lameness in High-Producing Holstein Cows Housed in Freestall Barns. In: Journal of dairy science 90 (1): 306–314.

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2015): Häufig gestellte Fragen: Ende der Milchquoten. In: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/MEMO_15_4697. Abruf: 25.12.2022.

FALK, A. C., D. M. WEARY, C. WINCKLER und M. A. G. von KEYSERLINGK (2012): Preference for pasture versus freestall housing by dairy cattle when stall availability indoors is reduced. In: Journal of dairy science 95 (11): 6409–6415.

FAWC (1979): Farm Animal Welfare Council Press Statement 1979.

FISHER, A. D., G. A. VERKERK, C. J. MORROWA und L. R. MATTHEWS (2002): The effects of feed restriction and lying deprivation on pituitary–adrenal axis regulation in lactating cows. In: Livestock Production Science 73(2):255-263 (73): 255–263.

FRASER, D. (2008a): Understanding animal welfare. Abstracts of the 21st Symposium of the Nordic Committee for Veterinary Scientific Cooperation (NKVet). Vaerløse, Denmark. September 24-25, 2007. In: Acta veterinaria Scandinavica 50 (S1): 1-7.

FRASER, D. (2008b): Understanding animal welfare. from: The role of the veterinarian in animal welfare. Animal welfare: too much or too little? The 21st Symposium of the Nordic Committee for Veterinary Scientific Cooperation (NKVet) in Værløse, Denmark. 24–25 September 2007. In: Acta veterinaria Scandinavica 50 (1): 7.

FREGONESI, TUCKER und WEARY (2007a): Overstocking Reduces Lying Time in Dairy Cows. In: J. Dairy Sci. 90:3349–3354.

FREGONESI, J. A., C. B. TUCKER und D. M. WEARY (2007b): Overstocking reduces lying time in dairy cows. In: Journal of dairy science 90 (7): 3349–3354.

FREGONESI, J. A., D. M. VEIRA, M. A. G. von KEYSERLINGK und D. M. WEARY (2007c): Effects of bedding quality on lying behavior of dairy cows. In: Journal of dairy science 90 (12): 5468–5472.

FRONDELIUS, L., H. LINDEBERG und M. PASTELL (2022): Lameness changes the behavior of dairy cows: daily rank order of lying and feeding behavior decreases with increasing number of lameness indicators present in cow locomotion. In: Journal of Veterinary Behavior 54: 1–11.

GALINDO, F. und D. M. BROOM (2000): The relationships between social behaviour of dairy cows and the occurence of lameness in three herds. In: Research in veterinary science 69: 75–79.

GEISCHEDER, S. A. (2017): Auswirkungen von Hitzestress auf Milchkühe der Rasse Fleckvieh unter bayerischen Klimabedingungen und Einfluss einer Unterstützungslüftung durch Ventilatoren. Dissertation. Tierärztliche Fakultät, Ludwig-Maximilians-Universität München, München.

GIESEKE, D. (2018): Einfluss von Haltung und Management auf das Tierwohl in der Milchviehhaltung. Dissertation. Fakultät für Agrarwissenschaften, Department für Nutztierwissenschaften Lehrstuhl für Systeme der Nutztierhaltung, Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen.

GIESEKE, D., C. LAMBERTZ und M. GAULY (2018): Relationship between herd size and measures of animal welfare on dairy cattle farms with freestall housing in Germany. In: Journal of dairy science 101 (8): 7397–7411.

GIESEKE, D., C. LAMBERTZ und M. GAULY (2020): Effects of cubicle characteristics on animal welfare indicators in dairy cattle. In: Animal : an international journal of animal bioscience 14 (9): 1934–1942.

GOOGLE EARTH (2021): Google Earth Pro.

GRÜNEBERG (1975): Zu einigen Fragen der Agrarpolitik der SED. Referat des Genossen Gerhard Grüneberg, Mitglied des Politbüros und Sekretär des ZK der SED, auf der Tagung des Präsidiums der Urania am 12. September 1975 in Markkleeberg. Urania Verlag Leipzig, Jena - Berlin.

GUARD, C. (2006): Quantification and the Associated Costs of Lameness on Today's Dairies. In: American Association of Bovine Practitioners 39: 144–146.

HALACHMI, I. (2009): Simulating the hierarchical order and cow queue length in an automatic milking system. In: Biosystems Engineering 102 (4): 453–460.

HANFF, H. und H. LAU (2021): Datensammlung für die betriebswirtschaftliche Bewertung landwirtschaftlicher Produktionsverfahren im Land Brandenburg. In: https://lelf.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Datensammlung-2021-web.pdf. Abruf: 21.6.2023.

HANFF, H. und H. LAU (2022): Datensammlung für die betriebswirtschaftliche Bewertung landwirtschaftlicher Produktionsverfahren im Land Brandenburg. LELF.

HARMS, J., B. LOSAND, A. BOLDT und T. ANNEN (2022): Rentabel sind nur alte Kühe. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LFA), Institut für Pflanzenproduktion und Betriebswirtschaft/ Sachgebiet Agrarökonomie. In: https://www.landwirtschaft-mv.de/serviceassistent/download?id=1645101.

HASKELL, RENNIE, BOWELL, BELL und LAWRENCE (2006): Housing System, Milk Production, and Zero-Grazing Effects on Lameness and Leg Injury in Dairy Cows. Sustainable Livestock Systems Group, Scottish Agricultural College, United Kingdom. In: Journal of dairy science 89 (11): 4259–4266.

HEIDENREICH, T. (2010): Zeitgemäße Stallkonstruktionen und Belüftungssysteme für Milchviehställe. In: http://www.alb-hessen.de/archiv/veroeffentlichungen/Heidenreich-Stallbau_Eichhof-13.01.2010.pdf. Abruf: 30.5.2023.

HEINICKE, J., G. HOFFMANN, C. AMMON, B. AMON und T. AMON (2018): Effects of the daily heat load duration exceeding determined heat load thresholds on activity traits of lactating dairy cows. In: Journal of thermal biology 77: 67–74.

HEINICKE, J., A. OTT, C. AMMON und T. AMON (2020): Heat load-induced changes in lying behavior and lying cubicle occupancy of lactating dairy cows in a naturally ventilated barn. In: Annals of Animal Science 0 (0).

HEISE, H. und L. THEUVSEN (2017): Die Mehrzahlungsbereitschaft für Milch, Eier und Fleisch aus Tierwohlprogrammen: Eine repräsentative Verbraucherbefragung. In: Journal of Consumer Protection and Food Safety 12 (2): 105–113.

HELLBERG-BAHR, A., N. STEFFEN und A. SPILLER (2011): Marketingpotenziale für Weidemilch. Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie, 5.10.2011, Bozen. In: https://www.uni-goettingen.de/de/document/download/75d29fc65e7972867b74dc652376a0d3.pdf/Marketingpotentiale%20f%C3%BCr%20Weidemilch.pdf. Abruf: 27.6.2023.

HELMREICH, S., R. HAUSER, T. JUNGBLUTH, B. WECHSLER und L. GYGAX (2014): Time-budget constraints for cows with high milking frequency on farms with automatic milking systems. In: Livestock Science 167: 315–322.

HILL, C. T., P. D. KRAWCZEL, H. M. DANN, C. S. BALLARD, R. C. HOVEY, W. A. FALLS und R. J. GRANT (2009): Effect of stocking density on the short-term behavioural responses of dairy cows. In: Applied Animal Behaviour Science 117 (3-4): 144–149.

HIRT, A., C. MAISACK, J. MORITZ und B. FELDE (2023): Tierschutzgesetz: TierSchG. Kommentar. Vahlen.

HOEDEMAKER ET AL. (2020): Tiergesundheit, Hygiene und Biosicherheit in deutschen Milchkuhbetrieben – eine Prävalenzstudie (PraeRi). Abschlussbericht PraeRi (FKZ 2814HS006-008).

HOGEVEEN, H., W. STEENEVELD und C. A. WOLF (29.6.2019): Production Diseases Reduce the Efficiency of Dairy Production: A Review of the Results, Methods, and Approaches Regarding the Economics of Mastitis. In: Annual Review of Resource Economics, Nr. 1: 289–312.

HOHMANN, KURJO, MERKEL, SCHMITT und SCHNEIDER (1980): DDR: industriemäßig betriebene tierische Agrarproduktion. Die industriemäßig betriebene tierische Agrarproduktion in der DDR - Organisationsformen, Produktionsverfahren und ökonomische Effizienz in der Rinder- und Schweinehaltung - mit vergleichenden Betrachtungen zur entsprechenden Tierproduktion in der Bundesrepublik Deutschland. Arbeit aus dem Bereich Agrarforschung der Forschungsstelle für gesamtdeutsche wirtschaftliche und soziale Fragen, Berlin. In: Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Landwirtschaft - Angewandte Wissenschaft (241).

HOX, J. J., M. MOERBEEK und R. VAN DE SCHOOT (2018): Multilevel Analysis. Techniques and Applications. Quantitative methodology series. Routledge Taylor & Francis, New York.

HOY, S. (Hrsg.) (2009): Nutztierethologie. 35 Tabellen. utb.de Bachelor-Bibliothek, Heft 3312. Ulmer, Stuttgart.

HUCKSTORF (1969): Stallklimatische Untersuchungen in Güllestallungen für Milchvieh. In: Monatshefte für Veterinärmedizin 24: 929–932.

HUNECKE, C., G. BUSCH, A. SPILLER und B. BRÜMMER (2020): Der Markt für Milch und Milcherzeugnisse im Jahr 2019. In: German Journal of Agricultural Economics 69 (Supplement): 67–92.

HUT, P. R., M. M. HOSTENS, M. J. BEIJAARD, F. J. C. M. VAN EERDENBURG, J. H. J. L. HULSEN, G. A. HOOIJER, E. N. STASSEN und M. NIELEN (2021): Associations between body condition score, locomotion score, and sensor-based time budgets of dairy cattle during the dry period and early lactation. In: Journal of dairy science 104 (4): 4746–4763.

HÜTTEL, S., R. BÜRGER, M. STARK, O. KAUFMANN, N. IRRGANG, D. SEIFERT, J. ZEITZ, S. ITTNER und S. DREXLER (2018): Schlussbericht zum Thema, ökonomische, ökologische und tierwohlaspekte der Weidehaltung von Hochlkeistungskühen.

IBM (2022): SPSS Statistics.

INITIATIVE TIERWOHL (2022): Initiative Tierwohl (ITW). In: https://initiative-tierwohl.de/initiative/ueber-uns/.

IRPS (1985): Die haltungstechnische Ausführung von Rinderstallungen unter Berücksichtigung ethologischer Erkenntnisse. Arbeit aus dem Institut für landwirtschaftliche Bauforschung. Institutsbericht Nr. 41. Institut für landwirtschaftliche Bauforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode, Braunschweig-Volkenrode.

ISERMEYER, F. (2014): Künftige Anforderungen an die Landwirtschaft - Schlussfolgerungen für die Agrarpolitik. Thünen Working Paper 30. Nr. 30. Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Braunschweig.

ITO, K., N. CHAPINAL, D. M. WEARY und M. A. G. von KEYSERLINGK (2014): Associations between herd-level factors and lying behavior of freestall-housed dairy cows. In: Journal of dairy science 97 (4): 2081–2089.

ITO K., M. A. G. von KEYSERLINGK, S. J. LEBLANC und D. M. WEARY (2010): Lying behavior as an indicator of lameness in dairy cows. In: J. Dairy Sci. 93 (8).

JUNGBLUTH, T., W. BÜSCHER und M. KRAUSE (Hrsg.) (2017): Technik Tierhaltung. Agrarwissenschaften, Veterinärmedizin, Heft 2641. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

KAISER (1971): Leistungsreaktionen und Verhalten von Milchkühen bei Großgruppenhaltung auf Spaltenboden. In: Monatshefte für Veterinärmedizin 26: 726–728.

KARPENSTEIN, U., F. FELLENBERG, A. SCHINK, C. JOHANN, K. DINGEMANN, M. KOTTMANN, J. AUGUSTIN, B. GAUSING, R. MÖGELE und M. SCHEELE (2021): Machbarkeitsstudie zur rechtlichen und förderpolitischen Begleitung einer langfristigen Transformation der deutschen Nutztierhaltung. für das BMEL nach Beschlüssen des Deutschen Bundestages, der Agrarministerkonferenz der Bundesländer und des Kompetenznetzwerks Nutztierhaltung. Redeker, Sellner, Dahs, Berlin, Bonn, Kraainem, Herne.

KAUFHOLD und HAASMANN (1963): Auf dem Weg zum optimalen Offenstallkombinat. In: Monatshefte für Veterinärmedizin 18: 577–583.

KESTER, E., M. HOLZHAUER und K. FRANKENA (2014): A descriptive review of the prevalence and risk factors of hock lesions in dairy cows. In: Veterinary journal (London, England : 1997) 202 (2): 222–228.

KIELLAND, C., L. E. RUUD, A. J. ZANELLA und O. ØSTERÅS (2009): Prevalence and risk factors for skin lesions on legs of dairy cattle housed in freestalls in Norway. In: Journal of dairy science 92 (11): 5487–5496.

KIRK-MECHTEL, M., B. KLEIN und K. BURGER (2021): Weidemilch hat Vorteile für Tier und Umwelt. In: https://www.bzfe.de/nachhaltiger-konsum/weidemilch/. Abruf: 15.10.2022.

KLEIBER (1972): Ergebnisse zur einstreulosen Rinderhaltung. In: Monatshefte für Veterinärmedizin 27: 265–269.

KLUGE, U. (1989): Vierzig Jahre Agrarpolitik in der Bundesrepublik Deutschland. Berichte über Landwirtschaft / Sonderheft. Paul Parey, Hamburg.

KNIERIM, U., C. WINCKLER, L. MOUNIER und I. VEISSIER (Hrsg.) (2021): Developing effective welfare measures for cattle. Understanding the behaviour and improving the welfare of dairy cattle. Burleigh dodds series in agricultural science. Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, UK.

KNIERIM U. und WINCKLER C. (2009): On-farm welfare assessment in cattle: Validity, reliability and feasibility issues and future perspectives with special regard to the Welfare Quality® approach. In: Animal welfare (South Mimms, England) 18 (4): 451–458.

KOCH, T. (2022): AMI Markt Bilanz Vieh und Fleisch 2022. Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH (AMI), Dreizehnmorgenweg 10, 53175 Bonn, Bonn.

KOECK, A., S. LOKER, F. MIGLIOR, D. F. KELTON, J. JAMROZIK und F. S. SCHENKEL (2014): Genetic relationships of clinical mastitis, cystic ovaries, and lameness with milk yield and somatic cell score in first-lactation Canadian Holsteins. In: Journal of dairy science 97 (9): 5806–5813.

KOLVER, E. S. und L. D. MULLER (1998): Performance and Nutrient Intake of High Producing Holstein Cows Consuming Pasture or a Total Mixed Ration1. In: J. Dairy Sci. 81 (5): 1403–1411.

KOMPETENZNETZWERK NUTZTIERHALTUNG (2022): Empfehlungen des Kompetenznetzwerks Nutztierhaltung. In: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Tiere/Nutztiere/kompetenznetzwerk-nutztierhaltung-april-2022.html.

KORIATH (1972): Verfahren zur Aufbereitung und Ausbringung der Gülle und ihr Einsatz in der Pflanzenproduktion. In: Monatshefte für Veterinärmedizin 27: 247–252.

KRAWCZEL, P. D., L. B. KLAIBER, R. E. BUTZLER, L. M. KLAIBER, H. M. DANN, C. S. MOONEY und R. J. GRANT (2012): Short-term increases in stocking density affect the lying and social behavior, but not the productivity, of lactating Holstein dairy cows. In: Journal of dairy science 95 (8): 4298–4308.

KÜHL, S., W. I. SONNTAG, N. GAUß, B. GASSLER und A. SPILLER (2018): Bürgerbewertung unterschiedlicher Haltungssysteme von Milchkühen, Mastschweinen und Masthühnern: Ein systematischer Vergleich. In: Journal of Consumer Protection and Food Safety 13 (2): 157–164.

KULKE (1956): Bauliche Fragen der Viehhaltung. In: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und Land- und Hauswirtschaftlicher Auswertungs- und Informationsdienst e. V. (Hrsg.): Zeitfragen des landwirtschaftlichen Bauwesens. Vorträge und Besichtigungen zur Bundestagung für Wirtschaftsberater und -beraterinnen der Kreisebene. Landwirtschaft - Angewandte Wissenschaft, Heft 59. Landwirtschaftsverlag GmbH, Hiltrup bei Münster (Westf.): 74–80.

KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E. V. (Hrsg.) (1987): Technischer Fortschritt in der Tierhaltung bei begrenztem Strukturwandel. Neue Haltungstechnik für kleinere Betriebe der Milch- und Schweinehaltung. KTBL-Arbeitspapier 115.

KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E. V. DARMSTADT (2016): Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis - Rind. Vorschläge für die Produktionsrichtungen Milchkuh, Aufzuchtkalb, Mastrind. KTBL-Sonderveröffentlichung.

LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NORDRHEIN-WESTFALEN (2017): CowsAndMore. Digitale Schwachstellenanalyse in Milchviehbetrieben. proPlant Agrar- und Umweltinformatik GmbH.

LFA (2018): Mitteilungen der LFA, Heft 60: Gesunde Milchkühe – Ergebnisse aus den Testherden. Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV, Gülzow.

LOMBARD, J. E., C. B. TUCKER, M. A. G. von KEYSERLINGK, C. A. KOPRAL und D. M. WEARY (2010): Associations between cow hygiene, hock injuries, and free stall usage on US dairy farms. In: Journal of dairy science 93 (10): 4668–4676.

LUSK, J. L. und F. B. NORWOOD (2011): Animal Welfare Economics. In: Applied Economic Perspectives and Policy 33 (4): 463–483.

LUTZ, B. (2000): Kuhkomfort als Voraussetzung für hohe Leistungen (Stallklima, Haltung, Bewegung). Management von Hochleistungskühen, Grünlandwirtschaft und Milchproduktion, Biologische Wirtschaftsweise. In: 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, BAL Gumpenstein: 27–30.

MAISACK, C. und B. FELDE (2019): Tierschutz bei Außenklimaställen und Ställen mit Auslauf ins Freie. In: NuR 41 (3): 170–180.

MARCH, S., J. BRINKMANN, J. MÜLLER und C. WINCKLER (2016): Grazingcowhealth: Auswertung umfangreicher, im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau generierter Datensätze im Hinblick auf Beiträge des Graslandes und des Weideganges zu Gesundheit und Wohlbefinden von Milchkühen im Ökologischen Landbau. Grazingcowhealth: Analysis of comprehensive datasets originating from Federal Organic Farming, Scheme studies with regard to the impact of grassland and grazing management on cow health and welfare in organic dairy farming. Thünen-Institut, Institut für Ökologischen Landbau. In: https://www.orgprints.org/id/eprint/32174/.

MARTENS, H. (2016): Leistung und Gesundheit von Milchkühen: Bedeutung von Genetik (Ursache) und Management (Wirkung). Ein Beitrag zur Diskussion. In: Tierarztliche Praxis. Ausgabe G, Grosstiere/Nutztiere 44 (4): 253–258.

MASELYNE, J., M. PASTELL, P. T. THOMSEN, V. M. THORUP, L. H, J. VANGEYTE, A. VAN NUFFEL und L. MUNKSGAARD (2017): Daily lying time, motion index and step frequency in dairy cows change throughout lactation. In: Research in veterinary science 110: 1–3.

MAYER, J., T. ALFÖLDI, F. LEIBER, D. DUBOIS, P. FRIED, F. HECKENDORN, E. HILLMANN, P. KLOCKE, A. LÜSCHER, S. RIEDEL, M. STOLZE, F. STRASSER, M. VAN DER HEIJDEN und H. WILLER (Hrsg.) (2009): Werte - Wege - Wirkungen: Biolandbau im Spannungsfeld zwischen Ernährungssicherung, Markt und Klimawandel. Tierhaltung, Agrarpolitik und Betriebswirtschaft, Märkte und Lebensmittel, Heft 2. Dr. Köster, Berlin.

MCAULIFFE, S., T. J. GILLILAND und D. HENNESSY (2018): Comparison of pasture-based feeding systems and a total mixed ration feeding system on dairy cow milk production. In: Grassland Science in Europe 23 (23): 289-291.

MCCULLAGH und NELDER (1989): Generalized Linear Models. Monographs on Statistics and Applied Probability, Heft 37. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, FL 33487-2742.

MCINERNEY, J. P. (1994): Animal Welfare: An Economic Perspective. Paper delivered to the Annual Conference of the Agricultural Economics Society, Oxford, April 1993. In: R. M. Benett (Hrsg.): Valuing Farm Animal Welfare. Proceedings of a Workshop, Heft 3: 9–26.

MCINERNEY, J. P. (1996): Old Economics for new Problems – Livestock Disease: presidential Address. In: Journal of Agricultural Economics 47 (1-4): 295–314.

MEHLER, H. (1968): Bauten für die Rinderhaltung. Produktionsverfahren und bauliche Gestaltung. Neumann, Radebeul.

MELIN, M., G. HERMANS, G. PETTERSSON und H. WIKTORSSON (2006): Cow traffic in relation to social rank and motivation of cows in an automatic milking system with control gates and an open waiting area. In: Applied Animal Behaviour Science 96 (3-4): 201–214.

MICROSOFT (2021): Editor.

MICROSOFT (2022): Excel.

MIßFELDT, F., R. MIßFELDT und K. KUWAN (2015): Ökonomisch optimale Nutzungsdauer von Milchkühen. In: Züchtungskunde 87 (2): 120–143.

MIßFELDT, F. und J. THOMSEN (2017): Ökonomie der Milcherzeugung. Grüner Kamp, Osterrönfeld.

MIV (2021): Milchleistung je Milchkuh in West- und Ostdeutschland in den Jahren 1990 bis 2020 (in Kilogramm). In: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/28759/umfrage/leistung-der-milchkuehe-in-deutschland-seit-1990/. Abruf: 15.2.2022.

MOELLER (1999): Ein Beitrag zur Geschichte der Krankheiten: Wirtschaftlich bedeutsame Erkrankungen des Rindes in der ehemaligen DDR - Ursachen und Bekämpfung. Dissertation.

MÖLLER, H., J. BITTERLICH, G. CORNI, F. KIEßLING, D. MÜNKEL und U. SCHLIE (Hrsg.) (2020): Agrarpolitik im 20. Jahrhundert. Walter De Gruyter GmbH, Berlin/Boston.

MOTHES (1984): Verfahren der Tierproduktion. Bau, Klima, Hygiene. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.

MUNKSGAARD, L., M. R. WEISBJERG, J. C. S. HENRIKSEN und P. LØVENDAHL (2020): Changes to steps, lying, and eating behavior during lactation in Jersey and Holstein cows and the relationship to feed intake, yield, and weight. In: Journal of dairy science 103 (5): 4643–4653.

MUßHOFF, O. und N. HIRSCHAUER (2020): Modernes Agrarmanagement. Betriebswirtschaftliche Analyse- und Planungsverfahren. Franz Vahlen, München.

NASH, C. G. R., D. F. KELTON, T. J. DEVRIES, E. VASSEUR, J. COE, J. C. Z. HEYERHOFF, V. BOUFFARD, D. PELLERIN, J. RUSHEN, A. M. de PASSILLÉ und D. B. HALEY (2016): Prevalence of and risk factors for hock and knee injuries on dairy cows in tiestall housing in Canada. In: Journal of dairy science 99 (8): 6494–6506.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL NRC (1971): A Guide to Environmental Research on Animals.

NAVARRO, G., L. E. GREEN und N. TADICH (2013): Effect of lameness and lesion specific causes of lameness on time budgets of dairy cows at pasture and when housed. In: The Veterinary Journal 197 (3): 788–793.

NIELSEN, C., S. OSTERGAARD, U. EMANUELSON, H. ANDERSSON, B. BERGLUND und E. STRANDBERG (2010): Economic consequences of mastitis and withdrawal of milk with high somatic cell count in Swedish dairy herds. In: Animal : an international journal of animal bioscience 4 (10): 1758–1770.

NORDLUND, K. V., P. STRASSBURG, T. B. BENNETT, G. R. OETZEL und N. B. COOK (2019): Thermodynamics of standing and lying behavior in lactating dairy cows in freestall and parlor holding pens during conditions of heat stress. In: Journal of dairy science 102 (7): 6495–6507.

NUSSHAG (1957): Hygiene der Haustiere. S. Hirzel Verlag, Leipzig.

OBER (1956): Aufgaben der Wirtschaftsberatung beim Bauen in der Landwirtschaft. In: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und Land- und Hauswirtschaftlicher Auswertungs- und Informationsdienst e. V. (Hrsg.): Zeitfragen des landwirtschaftlichen Bauwesens. Vorträge und Besichtigungen zur Bundestagung für Wirtschaftsberater und -beraterinnen der Kreisebene. Landwirtschaft - Angewandte Wissenschaft, Heft 59. Landwirtschaftsverlag GmbH, Hiltrup bei Münster (Westf.): 28-40.

OFNER-SCHRÖCK, E., T. GUGGENBERGER, A. STEINWIDDER, M. HERNDL, G. TERLER, C. FRITZ, E. SCHERZER, I. ZAMBERGER und J. GASTEINER (2020): Abschlussbericht: Entwicklung eines Beurteilungssystems für Tiergerechtheit zur Implementierung in das Betriebsmanagement-Werkzeug FarmLife. Development of an assessment system for animal welfare as part of the farm management tool FarmLife. Abschlussbericht. Projekt Nr. 2440. HBLFA Raumberg-Gumpenstein.

ØSTERGAARD, S., M. CHAGUNDA, N. C. FRIGGENS, T. W. BENNEDSGAARD und I. C. KLAAS (2005): A Stochastic Model Simulating Pathogen-Specific Mastitis Control in a Dairy Herd. In: Journal of dairy science 88 (12): 4243–4257.

PELZER, BÜSCHER, HERRMANN und ZIRON (2007): DLG-Merkblatt 341, Planungshinweise zur Liegeboxengestaltung für Milchkühe. DLG Fachzentrum Land- und Ernährungswirtschaft (341).

PIRKELMANN (1982): Gruppenfütterung von Grund- und Kraftfutter als Alternative zur programmierten Einzelfütterung. In: Landbauforschung Völkenrode (Hrsg.): Programmierte Fütterung und Herdenüberwachung in der Milchkuhhaltung. Wissenschaftliche Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL). Vorträge des FAL-Kolloquiums am 4. November 1981: 188–205.

PLESCH, G., N. BROERKENS, S. LAISTER, C. WINCKLER und U. KNIERIM (2010): Reliability and feasibility of selected measures concerning resting behaviour for the on-farm welfare assessment in dairy cows. In: Applied Animal Behaviour Science (126).

PLESCH, G. und U. KNIERIM (2012): Effects of housing and management conditions on teat cleanliness of dairy cows in cubicle systems taking into account body dimensions of the cows. In: Animal : an international journal of animal bioscience 6 (8): 1360–1368.

POTTERTON, S. L., M. J. GREEN, J. HARRIS, K. M. MILLAR, H. R. WHAY und J. N. HUXLEY (2011): Risk factors associated with hair loss, ulceration, and swelling at the hock in free-stall-housed UK dairy herds. In: Journal of dairy science 94 (6): 2952–2963.

PROUDFOOT, K. und G. HABING (2015): Social stress as a cause of diseases in farm animals: Current knowledge and future directions. In: Veterinary journal (London, England : 1997) 206 (1): 15–21.

R. M. BENETT (Hrsg.) (1994): Valuing Farm Animal Welfare. Proceedings of a Workshop, Heft 3.

RAT DER EUROPÄISCHEN UNION (1998): Richtlinie 98/58/EG des Rates vom 20. Juli 1998 über den Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere.

RATIONALISIERUNGS-KURATORIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT (1975): Arbeitsverfahren des Melkens.

REUBOLD, H. (2003): Bewertung der Tiergerechtheit von Liegeboxen. In: Vet-MedReport 27 (V1): 14–16.

RÖMER, A. (2011): Untersuchung zur Nutzungsdauer bei Deutschen Holstein Kühen. In: Züchtungskunde 83 (1): 8–20.

ROSE, S., C. FUCHS, P. GÜTSCHOW und J. LÖBEL (2016): Fragebogen zum Forschungsprojekt: Tierwohl und Wirtschaftlichkeit in der zukunftsorientierten Milchviehhaltung – Bewertung verschiedener Maßnahmen und deren ökonomische Auswirkungen.

ROSEGGER (1983): Milchviehhaltung. In: 25 Jahre VDI-Fachgruppe Landtechnik: 251–257.

ROSEGGER und BARTMANN (1960): Forderungen für die Entwicklung eines kombinierten Melkstands für Weide- und Stallbetrieb. In: Agrartechnik 10 (8): 361–363.

ROUHA-MÜLLEDER, C., C. IBEN, E. WAGNER, G. LAAHA, J. TROXLER und S. WAIBLINGER (2009): Relative importance of factors influencing the prevalence of lameness in Austrian cubicle loose-housed dairy cows. In: Preventive veterinary medicine 92 (1-2): 123–133.

ROVERS, A., C. WILDRAUT, M. MERGENTHALER, W. I. SONNTAG, M. MEYER-HÖFER VON, A. SPILLER, J. LUY, D. SAGGAU, N. BRÜMMER und I. C. SCHULZ (2018): Analyse der Wahrnehmung der Nutztierhaltung durch unterschiedliche gesellschaftliche Gruppen. In: Journal of Consumer Protection and Food Safety 13 (2): 165–170.

RUSHEN, J., D. HALEY und A. M. de PASSILLÉ (2007): Effect of softer flooring in tie stalls on resting behavior and leg injuries of lactating cows. In: Journal of dairy science 90 (8): 3647–3651.

RUSHEN J. und A. M. B. de PASSILLE (Hrsg.) (2009): The scientific basis of animal welfare indicators. Welfare of production animals: assessment and management of risks. ECVPH Food safety assurance and veterinary public health, Heft 5. Wageningen Academic Press.

RUTHERFORD, K., F. M. LANGFORD, M. C. JACK, L. SHERWOOD, A. B. LAWRENCE und M. J. HASKELL (2008): Hock Injury Prevalence and Associated Risk Factors on Organic and Nonorganic Dairy Farms in the United Kingdom. In: Journal of dairy science 91 (6): 2265–2274.

RUUD, L. E. und K. E. BØE (2011): Flexible and fixed partitions in freestalls--effects on lying behavior and cow preference. In: Journal of dairy science 94 (10): 4856–4862.

RUUD, L. E., K. E. BØE und O. OSTERÅS (2010): Risk factors for dirty dairy cows in Norwegian freestall systems. In: Journal of dairy science 93 (11): 5216–5224.

RUUD, L. E., C. KIELLAND, O. ØSTERÅS und K. E. BØE (2011): Free-stall cleanliness is affected by stall design. In: Livestock Science 135 (2-3): 265–273.

SCHIMANSKI, M. (2009): "Im Dritten Reich darf es keine Tierquälerei mehr geben" - Die Entstehung des Reichstierschutzgesetzes von 1933. In: Deutsche tierärztliche Wochenschrift 116 (4): 138–147.

SCHMIDT (2009): Landwirtschaft in der DDR. VEG, LPG und Kooperationen - wie sie wurden, was sie waren, was aus ihnen geworden ist. Agrimedia GmbH.

SCHMIDT, K. (1991): Integration der Land- und Ernährungswirtschaft der neuen Bundesländer in den gemeinsamen Agrarmarkt der europäischen Gemeinschaft – Problemfelder und Konsequenzen. In: Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V. (Hrsg.): Land- und Ernährungswirtschaft. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Heft 27. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup: 545–553.

SCHÖN (1969): Voraussetzungen und Möglichkeiten einer Mechanisierung der Vorratsfütterung in Rinderlaufställen. unter besonderer Berücksichtigung von ortsgebundenen Raufen und Raufenwagen. KTBL-Berichte über Landtechnik, Heft 133. Hellmut-Neureuter-Verlag, Wolfratshausen.

SCHÖNE (2005): Die Landwirtschaft der DDR 1945 - 1990. Landeszentrale für Politische Bildung Thüringen, Erfurt.

SCHULZE, H., S. THIELE, H. THIELE und H. GROTSCH (2023): Tiewohlkennzeichnung bei Milch im Jahr 2022. Eine begleitende Analyse der staatlichen und privatwirtschaftlichen Aktivitäten. In: Schriftenreihe der Rentenbank (39): 8–35.

SCHWEDLER (1981): Bilanz im Veterinärwesen zu Ehren des X. Parteitages der SED. In: Monatshefte für Veterinärmedizin 36: 241–247.

SETTELE, V. (2020): Revolution im Stall. Landwirtschaftliche Tierhaltung in Deutschland 1949-1990. Kritische Studien zur Geschichtswissenschaft. Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen.

SIEGMUND (2021): Milchvieh Typenanlagen (MVA) in den neuen 5 Bundesländern - Ende 2020 / Anfang 2021. Recherchiert für das Kompetenznetzwerk Nutztierhaltung (unveröffentlicht), April 2021. Abruf: 8.2.2022.

SIEGMUND (2022): Milchvieh Typenanlagen (MVA). Telefonat.

SIMIANER, H., H. SOLBU und L. R. SCHAEFFER (1991): Estimated Genetic Correlations Between Disease and Yield Traits in Dairy Cattle. In: Journal of dairy science 74 (12): 4358–4365.

SOLANO, L., H. W. BARKEMA, E. A. PAJOR, S. MASON, S. J. LEBLANC, C. G. R. NASH, D. B. HALEY, D. PELLERIN, J. RUSHEN, A. M. de PASSILLÉ, E. VASSEUR und K. ORSEL (2016): Associations between lying behavior and lameness in Canadian Holstein-Friesian cows housed in freestall barns. In: Journal of dairy science 99 (3): 2086–2101.

SOLANO, L., H. W. BARKEMA, E. A. PAJOR, S. MASON, S. J. LEBLANC, J. C. ZAFFINO HEYERHOFF, C. G. R. NASH, D. B. HALEY, E. VASSEUR, D. PELLERIN, J. RUSHEN, A. M. de PASSILLÉ und K. ORSEL (2015): Prevalence of lameness and associated risk factors in Canadian Holstein-Friesian cows housed in freestall barns. In: Journal of dairy science 98 (10): 6978–6991.

STATISTISCHES AMT DER DDR (1990): Statistisches Jahrbuch der Deutschen Demokratischen Republik. XI. Land- und Forstwirtschaft. Statistisches Jahrbuch. Rudolf Haufe, Berlin.

STATISTISCHES BUNDESAMT (1952): Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 1952. IX. Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Statistisches Jahrbuch. W. Kohlhammer, Stuttgart-Köln.

STATISTISCHES BUNDESAMT (1961): Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 1961. IX. Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Statistisches Jahrbuch. W. Kohlhammer GmbH, Stuttgart und Mainz.

STATISTISCHES BUNDESAMT (1971): Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 1971. X. Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Statistisches Jahrbuch. W. Kohlhammer GmbH, Stuttgart und Mainz.

STATISTISCHES BUNDESAMT (1981): Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 1981. 8 Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Statistisches Jahrbuch. W. Kohlhammer GmbH, Stuttgart und Mainz.

STATISTISCHES BUNDESAMT (1990): Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 1990. 8 Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Statistisches Jahrbuch. Metzler-Poeschel, Stuttgart.

STATISTISCHES BUNDESAMT (1991): Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 1991. 8 Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Statistisches Jahrbuch. Metzler-Poeschel, Stuttgart.

STATISTISCHES BUNDESAMT (1992): Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 1992. Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Statistisches Jahrbuch. Metzler-Poeschel, Stuttgart.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2001): Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 2001. 8 Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Statistisches Jahrbuch. Metzler-Poeschel, Stuttgart.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2002): Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 2002. 8 Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Statistisches Jahrbuch. Metzler-Poeschel, Stuttgart.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2010a): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei - Fachserie 3 Reihe 4.1. Viehbestand.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2010b): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei - Fachserie 3, Heft 6. Wirtschaftsdünger, Stallhaltung, Weidehaltung - Landwirtschaftszählung/Agrarstrukturerhebung.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2011): Statistisches Jahrbuch 2011. Für die Bundesrepublik Deutschland mit "Internationalen Übersichten"; Statistical Yearbook 2010 For the Federal Republic of Germany including "Interantional tables". Statistisches Jahrbuch, Heft 11. Bonifatius GmbH, Paderborn.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2016): Statistisches Jahrbuch 2016. Deutschland und Internationales. Statistisches Jahrbuch. Westermann Druck Zwickau GmbH, Zwickau.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2020a): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei - Fachserie 3 Reihe 2.1.3. Viehhaltung der Betriebe Landwirtschaftszählung.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2020b): Land und Forstwirtschaft, Fischerei - Fachserie 3 Reihe 4.1. Viehbestand.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2020c): Land- und Fortswirtschaft, Fischerei. Stallhaltung, Weidehaltung - Landwirtschaftszählung.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2021a): Gehaltene Tiere: Deutschland, Jahre, Tierarten. Allg. und Repräs. Erhebung über die Viehbestände. In: https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=abruftabelleBearbeiten&levelindex=1&levelid=1662382923346&auswahloperation=abruftabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&code=41311-0001&auswahltext=&werteabruf=Werteabruf#abreadcrumb. Abruf: 5.9.2022.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2021b): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei - Fachserie 3 Reihe 2 S. 6. Methodische Grundlagen der Landwirtschaftszählung 2020. In: https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Produktionsmethoden/Publikationen/Downloads-Produktionsmethoden/grundlagen-landwirtschaftszaehlung-2032606209004.pdf?__blob=publicationFile. Abruf: 9.1.2023.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2021c): Milchkuhbestand in Deutschland nach Bundesländern in den Jahren 2019 bis 2021. In: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/28794/umfrage/milchkuhbestand-in-deutschland/.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2022a): Anzahl der Betriebe mit Milchkuhhaltung in West- und Ostdeutschland in den Jahren 1990 bis 2020. In: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/28753/umfrage/anzahl-der-halter-von-milchkuehen-in-deutschland-seit-1990/. Abruf: 12.2.2022.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2022b): Anzahl der Milchkühe je Betrieb in Deutschland in den Jahren 1995 bis 2022. In: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/28755/umfrage/anzahl-der-milchkuehe-je-halter-in-deutschland-seit-1990/. Abruf: 23.12.2022.

STEIGER und MEHLHORN (1969): Die Wirkung der künstlichen UV-Strahlung auf Rinder. Eine kritische Betrachtung der bisherigen Erkenntnisse. In: Monatshefte für Veterinärmedizin 24: 926–929.

STEIGER, MEHLHORN und MÜLLER (1971): Einige Ergebnisse der experimentellen künstlichen UV-Bestrahlung von Milchkühen. In: Monatshefte für Veterinärmedizin 26: 544–547.

STIETENROTH (1956): Ergebnisse stallklimatischer Untersuchungen. Stuttgart-Hohenheim. In: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und Land- und Hauswirtschaftlicher Auswertungs- und Informationsdienst e. V. (Hrsg.): Zeitfragen des landwirtschaftlichen Bauwesens. Vorträge und Besichtigungen zur Bundestagung für Wirtschaftsberater und -beraterinnen der Kreisebene. Landwirtschaft - Angewandte Wissenschaft, Heft 59. Landwirtschaftsverlag GmbH, Hiltrup bei Münster (Westf.).

SULZBERGER (2023): Stalleinrichtungen. In: https://viehstall.sulzberger.de/streuschwellen. Abruf: 2.6.2023.

TABACHNICK und FIDELL (2007): Using multivariate statistics. Allyn & Bacon/Pearson Education, Boston.

TEICKNER, WOLTER und ROSSOW (1970): Bauhygienische Probleme in Reproduktionsabteilungen moderner Milchviehanlagen. In: Monatshefte für Veterinärmedizin 25: 715–722.

TERGAST, H. und H. HANSEN (2020): Steckbriefe zur Tierhaltung in Deutschland: Milchkühe. Thünen-Institut für Betriebswirtschaft, Braunschweig.

TERGAST, H. und H. HANSEN (2021): Steckbriefe zur Tierhaltung in Deutschland: Milchkühe. Thünen-Institut für Betriebswirtschaft, Braunschweig.

THIELE, S., H. THIELE, Y. KOIK, J. PELTNER und N. SCHLOH (2020): Zusatzkosten in der Milcherzeugung und -verarbeitung unter Einhaltung verschiedener Tierwohlstandards. In: Schriftenreihe der Rentenbank (36): 94–131.

THUM, HAIDAN, HELMHOLZ, LOMMATZSCH, MITTAG, SCHULZE, TRÖGER, UHLEMANN und WINTRUFF (1985): Tierproduktion. Maschinen und Anlagen. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.

TIERSCHUTZGESETZ (2006): Tierschutzgesetz. TierSchG.

TIERSCHUTZLEITLINIE FÜR DIE MILCHKUHHALTUNG (2007): Tierschutzleitlinie für die Milchkuhhaltung.

TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG (2006): Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung. TierSchNutztV.

TNS OPINION & SOCIAL (2016): Einstellungen der Europäer zum Tierschutz. Spezial Eurobarometer 442. Europäische Kommission. In: http://ec.europa.eu/COMMFrontOffice/PublicOpinion.

TUCKER, C. B., M. B. JENSEN, A. M. de PASSILLÉ, L. HÄNNINEN und J. RUSHEN (2021): Invited review: Lying time and the welfare of dairy cows. In: Journal of dairy science 104 (1): 20–46.

TUCKER, C. B., D. M. WEARY und D. FRASER (2003): Effects of Three Types of Free-Stall Surfaces on Preferences and Stall Usage by Dairy Cows. In: Journal of dairy science 86 (2): 521–529.

VAN EERDENBURG, F. J. C. M., A. M. DI GIACINTO, J. HULSEN, B. SNEL und J. A. STEGEMAN (2021): A New, Practical Animal Welfare Assessment for Dairy Farmers. In: Animals : an open access journal from MDPI 11 (3).

VAN SOEST, F. J. S., I. M. G. A. SANTMAN-BERENDS, T. J. G. M. LAM und H. HOGEVEEN (2016): Failure and preventive costs of mastitis on Dutch dairy farms. In: Journal of dairy science 99 (10): 8365–8374.

VOGT (1983): Handhabung von Flüssigmistsystemen. In der Rindviehhaltung. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (Hrsg.): Flüssigmist in der Landwirtschaft. KTBL-Arbeitspapier: 13–20.

VOLKSKAMMER DER DDR (1976): Der Fünfjahrplan 1976-1980 - ein Plan zum Wohle des Volkes und zur allseitigen Stärkung der DDR, Heft 7.

WAGNER-STORCH und PALMER (2003): Feeding Behavior, Milking Behavior, and Milk Yields of Cows Milked in a Parlor Versus an Automatic Milking System. In: J. Dairy Sci. 86:1494–1502.

WECHSLER, B., J. SCHAUB, K. FRIEDLI und R. HAUSER (2000): Behaviour and leg injuries in dairy cows kept in cubicle systems with straw bedding or soft lying mats. In: Applied Animal Behaviour Science 69 (3): 189–197.

WEIß, J. (2023): Grundfutterleistung einheitlich berechnen. In: https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/landwirtschaft/themen/ausschuesse_facharbeit/tier/futtermittel/grundfutter.pdf. Abruf: 15.3.2023.

WELFARE QUALITY® (2012): Welfare Quality® Assessment protocol for cattle. Welfare Quality® Consortium, Lelystad, Niederlande, Lelystad, Niederlande. In: http://www.welfarequalitynetwork.net/media/1017/cattle_protocol_without_veal_calves.pdf.

WENNER (1984): Bedeutung und Stand der Technik in der Tierproduktion. In: Landtechnik 39 (1): 12–18.

WENNER und SCHÖN (1970): Einsatz der Technik in größeren Milchviehbeständen. In: Landtechnik 25 (23/24): 724–727.

WENNER und SCHÖN (1971): Neuere landtechnische Entwicklungen in der Rindviehhaltung. In: Bayerisches landwirtschaftliches Jahrbuch 48 (SH 1): 88–106.

WEST, J. W. (2003): Effects of Heat-Stress on Production in Dairy Cattle. In: J. Dairy Sci. 86 (6): 2131–2144.

WINCKLER, C., C. B. TUCKER und D. M. WEARY (2015): Effects of under- and overstocking freestalls on dairy cattle behaviour. In: Applied Animal Behaviour Science 170: 14–19.

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT FÜR AGRARPOLITIK BEIM BMEL (2015): Wege zu einer gesellschaftlich akzeptierten Nutztierhaltung. Gutachten. Berlin.

WOAH (2021): Terrestrial Animal Health Code, Section 7. Chapter 7.1. Introduction to the recommendations for animal welfare. Abruf: 27.7.2022.

WÖHE, G., U. DÖRING und G. BRÖSEL (2020): Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Franz Vahlen, München.

ZAFFINO HEYERHOFF, LEBLANC, DEVRIES, NASH, GIBBONS, ORSEL, BARKEMA, SOLANO, RUSHEN, PASSILLÉ und HALEY (2014): Prevalence of and factors associated with hock, knee, and neck injuries on dairy cows in freestall housing in Canada. In: Journal of dairy science 97 (1): 173–184.

ZEDDIES, J. (1973): Zur Bestimmung der optimalen wirtschaftlichen Nutzungsdauer von landwirtschaftlichen Nutztieren. In: Agrarwirtschaft 22 (1): 7–16.

ZIMBELMAN, R. B. und COLLIER R. J. (Hrsg.) (2011): Feeding Strategies for High-Producing Dairy Cows During Periods of Elevated Heat and Humidity. Dairy Nutrition Services, Inc.1 The University of Arizona.

ZIMBELMAN, R. B., R. P. RHOADS, M. L. RHOADS, G. C. DUFF, L. H. BAUMGARD und R. J. COLLIER (Hrsg.) (2009): A Re-Evaluation of the Impact of Temperature Humidity Index (THI) and Black Globe Humidity Index (BGHI) on Milk Production in High Producing Dairy Cows.

Eidesstattliche Versicherung über die eigenständig erbrachte Leistung

Gemäß § 18 Absatz 3 Satz 5 der Promotionsordnung der Universität Hohenheim für die Fakultäten Agrar-, Natur- sowie Wirtschafts- und Sozialwissenschaften.

1. Bei der eingereichten Dissertation zum Thema: „Modellanalyse zu Tierwohl und Wirtschaftlichkeit in der Milchviehhaltung: Bewertung verfahrenstechnischer Maßnahmen und deren ökonomische Auswirkungen“ handelt es sich um meine eigenständig erbrachte Leistung.

2. Ich habe nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und mich keiner unzulässigen Hilfe Dritter bedient. Insbesondere habe ich wörtlich oder sinngemäß aus anderen Werken übernommene Inhalte als solche kenntlich gemacht.

3. Ich habe nicht die Hilfe einer kommerziellen Promotionsvermittlung oder -beratung in Anspruch genommen.

4. Die Bedeutung der eidesstattlichen Versicherung und der strafrechtlichen Folgen einer unrichtigen oder unvollständigen eidesstattlichen Versicherung sind mir bekannt.

Die Richtigkeit der vorstehenden Erklärung bestätige ich. Ich versichere an Eides Statt, dass ich nach bestem Wissen die reine Wahrheit erklärt und nichts verschwiegen habe.

Lebenslauf

Name:	Paul Gütschow
Geboren:	am 15.01.1989 in Pasewalk
E-Mail:	guetschow@hs-nb.de

Beruflicher Werdegang

seit 2016	Hochschule Neubrandenburg, Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften: Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Agrarökonomie (Prof. C. Fuchs, Prof. R. Langosch)
	Wissenschaftliche Bearbeitung des Projektes: AgriSens DEMMIN 4.0 - Einsatz von Fernerkundungstechnologien im Pflanzenbau (seit 2020)
	Wissenschaftliche Bearbeitung des Projektes: Tierwohl und Wirtschaftlichkeit in der Zukunftsorientierten Milchviehhaltung (2016 bis 2019)
06/2015 - 02/2019	WARNON Landwirtschaftliche Dienstleistungsgesellschaft mbH: Assistent der Geschäftsführung

Bildung

02/2013 - 05.2015	Master-Studium Agrarwirtschaft, Hochschule Neubrandenburg Spezialisierung Agrarökonomie
09/2009 - 08/2012	Bachelor-Studium Agrarwirtschaft, Hochschule Neubrandenburg
06/2009	Abitur

Praktika

07/2016 - 08/2016	VAS, Valley Agricultural Software, Californien, USA
07/2016 - 07/2016	Alta Genetics Inc., Wisconsin, USA
11/2013 - 05/2015	WARNON Landwirtschaftliche Dienstleistungsgesellschaft mbH
01/2013 - 10/2013	LMS Agrarberatung Rostock
09/2011 - 07/2012	Hochschule Neubrandenburg, studentische Hilfskraft im Fachgebiet Pflanzenernährung
07/2011 - 09/2011	Kreisbauernverband Uecker-Randow e.V.
02/2011 - 03/2011	Grünhofer Milchviehzucht AG, Herdbuchzucht
07/2010 - 09/2010	Feldfrüchteproduktionsgesellschaft Ludwigsburg, Gut Bietikow
08/2009 - 08/2009	Gut Lohrmannshof

Lehraufträge

WS 20/21, WS 22/23	Universität Greifswald: Lehrbeauftragter im Fach Tierhaltung am Lehrstuhl für Allgemeine Volkswirtschaftslehre und Landschaftsökonomie (Prof. V. Beckmann)

Veröffentlichungen und Vorträge zum Thema Tierwohl

Fuchs C., Gütschow P., Ketelsen M., Rose-Meierhöfer S. und Löbel J. (2017): Status and Economic Implications of Animal Welfare in Dairy Farming, 21st International Farm Management Congress, John McIntyre Conference Centre, Edinburgh, Scotland, United Kingdom, Vol.1 Peer Review Papers. ISBN 978-92-990062-5-2, www.ifmaonline.org - Congress Proceedings, Page 1 of 16

Fuchs C., Rose-Meierhöfer S., Löbel J., Gütschow P. und Ketelsen M. (2017): Stand und wirtschaftliche Implikationen des Tierwohls in der Milchviehhaltung, Poster auf der Gewisola-Tagung 13.09. bis 15.09.2017 in Weihenstephan und Schriften der GeWiSoLa e.V., Agrar- und Ernährungswirtschaft zwischen Ressourceneffizienz und gesellschaftlichen Erwartungen, Bd. 58

Fuchs C., Gütschow P., Rose S., Löbel J. und Skau K. (2019): Perspektiven für die Nutztierhaltung, Vortrag auf dem XX. Brandenburger Nutztierforum, veröffentlicht in DGfZ-Schriftenreihe Heft 79, Bonn, S. 17-34, ISSN-0949-8842

Fuchs C., Gütschow P., Rose S., Löbel J., Skau K. (2020): Analyse von Tierwohl und Wirtschaftlichkeit in der zukünftigen Milchviehhaltung, Vortrag anlässlich der 60. Jahrestagung der GEWISOLA (Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V.) „Herausforderungen für die ländliche Entwicklung – Wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Perspektiven, Halle (Saale), 23. bis 25. September 2020

Anhang 1

Tabelle 86: Fragebogen; Teil 1 allgemeine Daten

Allgemeine Daten	Datum:
Name und Anschrift des Betriebes	
Eigentümer des Betriebes	Name:
Rechtsform	Einzelunternehmen GbR KG GmbH GmbH &Co.KG Sonstiges:
Betriebsleitung	Name: Familiengeführt: Außerfamiliäre Betriebsleitung:
Ausbildung des Betriebsleiters/ Leiter des Betriebszweiges Milch-viehhaltung	Ausbildung Landwirtschaft: Andere Ausbildung: Studium Agrarwirtschaft/ -wissenschaft: Anderes Studium: Keine Ausbildung oder Studium: Sonstiges:

Quelle: ROSE et al., 2016

Tabelle 87: Fragebogen; Teil 2 Tierproduktion

Tierproduktion	
Tierrasse	
Tieranzahl	Gesamt: _____ Tiere Anzahl melkende Tiere: _____Tiere Tieranzahl Nachzucht: _____ Tiere *Bitte geben Sie die einzelnen Gruppen in Ihren Stallungen mit der entsprechenden Tieranzahl an!*
Produktionskennzahlen	Erstbesamungsalter (Monate): _____ Erstkalbealter (Monate): _____ Rastzeit (Tage): _____ Remontierungsrate pro Jahr: _____ Tiere Reproduktionsrate pro Jahr (%): _____ Schwergeburtenrate (%): _____ Abgangsalter (Jahre): _____
	1. Laktation: ___Tiere 6. Laktation: _____ Tiere 2. Laktation: ___ Tiere 7.Laktation: _____ Tiere 3. Laktation: ___ Tiere 8.Laktation: _____ Tiere 4. Laktation: ____Tiere 9.Laktation: _____ Tiere 5. Laktation: ____Tiere >9. Laktation: _____ Tiere *<u>Bestandteile der Milch:</u>* Durchschnittliche Zellzahl im Jahr: Anzahl eutergesunder Kühe, ZZ < 100.000: Anzahl euterkranker Kühe, ZZ > 400.000: Fett- und Eiweißgehalt:
Melkintervall	☐ 2x mal täglich ☐ 3x mal täglich *Geben Sie bitte die genauen Melkzeiten an (von-bis):* _____ *Wie viele Personen sind in einer Melkschicht?* _____ ☐ freier Kuhverkehr ☐ gelenkter Kuhverkehr

Quelle: ROSE et al., 2016

Tabelle 88: Fragebogen; Teil 2 Tierproduktion

Tierproduktion	
Melkstand	☐ Melkkarussell ☐ Melkroboter ☐ Tandem – Melkstand ☐ Side by Side – Melkstand ☐ Fischgräten – Melkstand Plätze Melkstand: _____
Futtervorlage *(bezogen auf Erfassungsgruppe: laktierende Kühe)*	*Welches Fütterungssystem ist vorzufinden?* ☐ Futtervorlage auf dem Futtertisch mit selbstfahrendem Futterwagen ☐ Futtervorlage auf dem Futtertisch mit gezogenem Futterwagen ☐ Überkopffütterung *Geben Sie bitte die Fütterungszeiten an!* _____ *Geben Sie bitte die Zeiten und die Häufigkeit des Futteranschiebens am Tag an* _____ *Anzahl der Fressplätze:* _____

Quelle: ROSE et al., 2016

Tabelle 89: Fragebogen; Teil 2 Tierproduktion

Tierproduktion	
Haltungsform	Weidehaltung ☐ ja ☐ nein Wenn ja, für welche Gruppen? _____ Liegeboxen-Laufstall ☐ ja ☐ nein Tiefmist - Stall ☐ ja ☐ nein Tretmist-Stall ☐ ja ☐ nein Auslauf ☐ ja ☐ nein Wenn ja, für welche Gruppen? Anzahl der Tiere mit Zugang zum Auslauf? Wie groß ist die entsprechende Fläche (m²)?
Stallbauform *(bezogen auf Erfassungsgruppe: laktierende Kühe)*	*Welchen Bautyp weist der Milchviehstall auf?* ☐ 1+0 Reiher ☐ 2+3 Reiher ☐ 1+1 Reiher ☐ 3+0 Reiher ☐ 1+2 Reiher ☐ 3+3 Reiher ☐ 1+3 Reiher ☐ 4+0 Reiher ☐ 2+0 Reiher ☐ 6+0 Reiher ☐ 2+2 Reiher ☐ DDR-Stall Typ L201 ☐ DDR-Stall Typ L203 ☐ Sonstiger Stalltyp.: _____
Liegebereich *(bezogen auf Erfassungsgruppe: laktierende Kühe)*	*Anzahl der Liegeplätze:* _____ ☐ Hochboxen ☐ Tiefboxen ☐ Hochverlegte Tiefboxen *Welche Einstreu wird verwendet?* *Wie oft werden die Boxen nachgestreut?* *Geben Sie bitte die Häufigkeit der Boxenpflege an!*

Quelle: ROSE et al., 2016

Tabelle 90: Fragebogen; Teil 2 Tierproduktion

Tierproduktion	
Bodenverhältnisse	☐ Vollspaltenboden ☐ planbefestigter Boden *Wie oft findet die Laufflächenreinigung am Tag statt? (bezogen auf Erfassungsgruppe: laktierende Kühe)*
Klimatechnik *(bezogen auf Erfassungsgruppe: laktierende Kühe)*	☐ Ventilatoren ☐ Fenster ☐ Curtains ☐ Jalousien ☐ Wasserkühlung ☐ sonstiges:
Beschäftigungsmaterial *(bezogen auf Erfassungsgruppe: laktierende Kühe)*	☐ Bürsten ☐ Lecksteine ☐ Kraftfutterstation ☐ sonstiges:
Beobachtungs- und Erfassungsmethoden *(bezogen auf Erfassungsgruppe: laktierende Kühe)*	☐ Pedometer, Hersteller: ☐ Herdenmanagementprogramm:
Anmerkungen zu Tiergesundheitsproblemen (z.B.: Hauptgründe für Abgänge)	

Quelle: ROSE et al., 2016

Anhang 2

Tabelle 91: Vollkostenberechnung vor Umbau

Untersuchungsgruppe	I	II	III	IV
Milchpreis, € / kg	0,362 €	0,362 €	0,362 €	0,362 €
Milchleistung, kg ECM p.a.	9.407	9.771	9.622	10.363
Milcherlös	3.407,37 €	3.538,90 €	3.485,15 €	3.753,44 €
Erlös Altkuh[1)]	272,80 €	272,80 €	272,80 €	272,80 €
Erlös Kalb[1)]	43,41 €	43,41 €	43,41 €	43,41 €
Gesamterlös, € / Tier	3.723,58 €	3.855,11 €	3.801,36 €	4.069,65 €
Bestandsergänzung	610,50 €	610,50 €	610,50 €	610,50 €
Tierarzt / Medikamente	139,80 €	145,35 €	144,33 €	151,89 €
Reproduktion	56,60 €	58,45 €	58,11 €	60,63 €
Energie, Wasser, Brennstoffe	191,79 €	197,62 €	196,55 €	204,48 €
sonstiges	97,00 €	97,00 €	97,00 €	97,00 €
Einstreu	34,00 €	34,00 €	34,00 €	34,00 €
Grundfutter	682,92 €	688,37 €	689,64 €	690,95 €
Kraftfutter	679,94 €	715,91 €	706,18 €	763,52 €
Milchaustauscher	17,09 €	17,09 €	17,09 €	17,09 €
sonstige Futtermittel	92,16 €	96,97 €	96,09 €	102,64 €
Zinsanspruch	- €	- €	- €	- €
Direktkosten[1)], € / Tier	2.601,81 €	2.661,27 €	2.649,50 €	2.732,70 €
Direktkostenfreie Leistung, € / Tier	1.121,76 €	1.193,84 €	1.151,87 €	1.336,95 €
mobile Technik; variable + feste Kosten	882,77 €	889,44 €	891,00 €	892,61 €
darunter kalk. Zinsansatz	*21,49 €*	*21,66 €*	*21,69 €*	*21,73 €*
Lohn	892,09 €	903,74 €	901,60 €	917,47 €
Gesamtkosten Arbeitserledigungskosten[1)], € / Tier	1.774,85 €	1.793,19 €	1.792,60 €	1.810,08 €
Deckungsbeitrag, € / Tier	- 653,09 €	- 599,35 €	- 640,73 €	- 473,13 €
weitere Kosten				
Berufsgenossenschaft	11,50 €	11,50 €	11,50 €	11,50 €
Gebäude, Ausrüstungen	413,04 €	413,04 €	413,04 €	413,04 €
darunter:				
Abschreibungskosten	*279,87 €*	*279,87 €*	*279,87 €*	*279,87 €*
Zinsanspruch	*38,85 €*	*38,85 €*	*38,85 €*	*38,85 €*
Reparaturkosten	*83,96 €*	*83,96 €*	*83,96 €*	*83,96 €*
Versicherungskosten	*10,36 €*	*10,36 €*	*10,36 €*	*10,36 €*
Gesamtkosten weitere Kosten[1)], € / Tier	424,54 €	424,54 €	424,54 €	424,54 €
Einzelkosten	4.801 €	4.879 €	4.867 €	4.967 €
€ / kg ECM	0,51 €	0,50 €	0,51 €	0,48 €
Einzelkostenfreie Leistung (ohne Prämien), € / Tier	- 1.077,63 €	- 1.023,88 €	- 1.065,27 €	- 897,67 €
€ / kg ECM	- 0,12 €	- 0,11 €	- 0,11 €	- 0,09 €

Quelle: HANFF und LAU, 2022, Anm.: [1)]; eigene Berechnungen

Anhang 3

Tabelle 92: Vollkostenberechnung nach Umbau und Neubau

Tiere	I < 300	II 300 - 599	III 600 - 900	IV > 900	Neubau 500
Milchpreis, € / kg	0,362 €	0,362 €	0,362 €	0,362 €	0,362 €
Milchleistung, kg ECM p.a.	9.407	9.771	9.622	10.363	10.000
Milcherlös	3.407,37 €	3.538,90 €	3.485,15 €	3.753,44 €	3.622,00 €
Erlös Altkuh[1)]	272,80 €	272,80 €	272,80 €	272,80 €	272,80 €
Erlös Kalb[1)]	43,41 €	43,41 €	43,41 €	43,41 €	43,41 €
Gesamterlös, € / Tier	3.723,58 €	3.855,11 €	3.801,36 €	4.069,65 €	3.938,21 €
Tierwohl, kurzfristig	139,31 €	72,89 €	161,54 €	141,89 €	
Tierwohl, mittelfristig	352,07 €	456,80 €	246,00 €	246,80 €	
Weidegang	315,53 €	331,93 €	225,82 €	217,87 €	
Gesamtkosten Tierwohl, € / Tier	806,91 €	861,61 €	633,35 €	606,56 €	
Bestandsergänzung	610,50 €	610,50 €	610,50 €	610,50 €	610,50 €
Tierarzt / Medikamente	139,80 €	145,35 €	144,33 €	151,89 €	150,00 €
Reproduktion	56,60 €	58,45 €	58,11 €	60,63 €	60,00 €
Energie, Wasser, Brennstoffe	191,79 €	197,62 €	196,55 €	204,48 €	202,50 €
sonstiges	97,00 €	97,00 €	97,00 €	97,00 €	97,00 €
Einstreu	34,00 €	34,00 €	34,00 €	34,00 €	34,00 €
Grundfutter	682,92 €	688,37 €	689,64 €	690,95 €	690,98 €
Kraftfutter	679,94 €	715,91 €	706,18 €	763,52 €	748,70 €
Milchaustauscher	17,09 €	17,09 €	17,09 €	17,09 €	17,09 €
sonstige Futtermittel	92,16 €	96,97 €	96,09 €	102,64 €	101,00 €
Zinsanspruch	- €	- €	- €	- €	- €
Direktkosten[1)], € / Tier	2.601,81 €	2.661,27 €	2.649,50 €	2.732,70 €	2.711,77 €
Direktkostenfreie Leistung, € / Tier	314,85 €	332,23 €	518,52 €	730,39 €	1.226,44 €
mobile Technik; variable + feste Kosten	882,77 €	889,44 €	891,00 €	892,61 €	892,65 €
darunter kalk. Zinsansatz	*21,49 €*	*21,66 €*	*21,69 €*	*21,73 €*	*21,73 €*
Lohn	892,09 €	903,74 €	901,60 €	917,47 €	913,50 €
Gesamtkosten Arbeitserledigungskosten[1)], € / Tier	1.774,85 €	1.793,19 €	1.792,60 €	1.810,08 €	1.806,15 €
Deckungsbeitrag, € / Tier	-1.460,00 €	- 1.460,96 €	- 1.274,08 €	- 1.079,69 €	- 579,71 €
weitere Kosten					
Berufsgenossenschaft	11,50 €	11,50 €	11,50 €	11,50 €	11,50 €
Gebäude, Ausrüstungen	413,04 €	413,04 €	413,04 €	413,04 €	423,79 €
darunter:					
Abschreibungskosten	*279,87 €*	*279,87 €*	*279,87 €*	*279,87 €*	*232,82 €*
Zinsanspruch	*38,85 €*	*38,85 €*	*38,85 €*	*38,85 €*	*121,12 €*
Reparaturkosten	*83,96 €*	*83,96 €*	*83,96 €*	*83,96 €*	*69,85 €*
Versicherungskosten	*10,36 €*	*10,36 €*	*10,36 €*	*10,36 €*	*- €*
Summe weitere Kosten[1)]	424,54 €	424,54 €	424,54 €	424,54 €	435,29 €
zusätzliche Kosten in % / Tier	41%	83%	59%	38%	0%
Gesamtkosten weitere Kosten, € / Tier	597,84 €	775,92 €	675,19 €	586,37 €	435,29 €
Einzelkosten	5.781 €	6.092 €	5.751 €	5.736 €	4.953 €
€ / kg ECM	0,62 €	0,63 €	0,60 €	0,56 €	0,50 €
Einzelkostenfreie Leistung (ohne Prämien), € / Tier	- 2.057,85 €	- 2.236,87 €	- 1.949,27 €	- 1.666,06 €	- 1.014,99 €
€ / kg ECM	- 0,22 €	- 0,23 €	- 0,20 €	- 0,17 €	- 0,10 €

Quelle: HANFF und LAU, 2022, Anm.: [1)]; eigene Berechnungen

Anhang 4

Folgende Daten sind nur digital auf der CD-ROM verfügbar:

- Daten zu Haltungsbedingungen, Technopathien und Verschmutzungen (Datensatz D_1)
- Daten zu Haltungsbedingungen und Liegezeiten (Teilstichprobe D_2)
- Ökonomische Kalkulation