Universität Rostock Traditio et Innovatio

Aus der Professur für Ernährungsphysiologie und Tierernährung

der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät

Evaluierung einer Einzeltiererfassung im Mastschweinebestand unter Betrachtung zootechnischer Parameter und betriebswirtschaftlicher Aspekte

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Agrarwissenschaften (doctor agriculturae)

an der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät

der Universität Rostock

vorgelegt von Herrn M. Sc. Henrich Thölke

aus Lohne

Rostock, den 01.02.2022

https://doi.org/10.18453/rosdok_id00004291

Erster Gutachter:	PD Dr. habil. Carsten Croonenbroeck Professur Agrarökonomie Universität Rostock
Zweiter Gutachter:	Prof. Dr. Anette Liesegang Institut für Tierernährung Universität Zürich
Dritter Gutachter:	Prof. Dr. Martin Gierus Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie Universität für Bodenkunde Wien
Vierter Gutachter:	Prof. Dr. Jürgen Zentek Institut für Tierernährung, Fachbereich Veterinärmedizin Freie Universität Berlin

Eingereicht am: 01.02.2022
Datum der Verteidigung: 28.03.2023

Kurzzusammenfassung

Ziel dieser Arbeit ist es, die Praxistauglichkeit der Einzeltierkennzeichnung (ETK) anhand von Transponderohrmarken in der konventionellen Schweinemast zu untersuchen und gleichzeitig neue Anwendungsmöglichkeiten für diese aufzuzeigen, um die ETK betriebswirtschaftlich attraktiv zu machen.

Hierzu werden Saugferkel (n = 304) mit einer UHF-RFID Transponderohrmarke sowie einer analogen Ohrmarke markiert. Die davon in die Mast eingestallten Tiere (n = 224) werden bis zur Schlachtung beobachtet. Neben dem Verbleib der Ohrmarken werden Bewertungen des Gesundheitszustandes vorgenommen und individuelle Lebendmassen durch Einzeltierwiegungen festgestellt. Zusätzlich wird der Futterverbrauch für jede Bucht während der Mastperiode ermittelt.

Anschließend werden rückblickend hypothetische Selektionsszenarien durchgeführt, bei denen Einzeltiere, die vom Mittelwert der Lebendgewichte 10, 15 bzw. 20 % nach unten abweichen, ausselektiert werden. Die Selektionen erfolgen zu den Tagen der Wägungen, die zootechnischen Parameter der ausselektierten Einzeltiere werden mit denen der Ausgangsgruppe statistisch verglichen. Je schärfer und früher selektiert wird, desto mehr Tiere werden von der Selektion erfasst. Durch die Selektionen können Unterschiede zwischen den Selektionsgruppen und der Ausgangsgruppe nachgewiesen werden. Hauptsächlich treten diese bei den Lebendmassen auf. Es werden zwei Ansätze für mögliche Einsparungen durchgeführt. Im ersten Ansatz wird die Mastdauer bewertet, dabei werden Einsparungspotenziale von bis zu 4,56 € bei den weiblichen Tieren und 5,44 € bei den Börgen gezeigt. Im zweiten Ansatz werden die Futterkosten je Kilogramm Zunahme für jede Selektionsgruppe berechnet. Obwohl sich diese nur geringfügig innerhalb der Selektionsgruppen unterscheiden, könnte bei einer Gesamtzunahme von 90 kg in der Mast bis zu etwa einem Euro je Tier eingespart werden.

Die Kosten für die manuelle elektronische Datenerfassung am Einzeltier betrugen insgesamt 1.717,95 €, wovon etwa 850 € für Transponderohrmarken, Lesegerätmiete und Softwarelizenz anfielen. Lediglich Fehlscans von Tieren, u. a. bedingt durch die erhöhte Signalreichweite der verwendeten Technik, erschwerten die Erfassung. Es traten hohe Ohrmarkenverluste von 38,4 % bei den analogen und 6,7 % bei den elektronischen Ohrmarken auf.

Abstract

This work aims to show the practical suitability of individual animal identification (IAI) using transponder ear tags in conventional pig fattening whilst simultaneously showing possible applications which make IAI economically attractive.

For this purpose, suckling pigs (n = 304) were marked with a UHF-RFID transponder ear tag and an analogue ear tag. The animals housed in a fattening plant (n = 224) were observed until they were slaughtered. An electronic reader was used to record the location of the ear tags and an assessment of the animal's state of health. Individual live weights were manually recorded. In addition, the feed consumption for each pen was recorded during the fattening period.

Three hypothetical selection scenarios were carried out retrospectively, selecting individual animals that deviated downwards from the mean value of the live weights by 10, 15 or 20%. The zootechnical parameters of the selected individual animals were statistically compared with those of the initial group. Differences mainly occurred in the bodyweight. Nevertheless, based on a strongly shortened fattening period, high potential savings of direct costs of up to €4.56 for the female animals and €5.44 for the castrates were demonstrated. The mean costs of growth, calculated from the feed costs and the gains in the individual animals, are higher for castrates than for female pigs. However, these differ only slightly within the selection groups. Nevertheless, with a total weight gain of 90 kg during the fattening period, up to around one euro per animal could be saved in feed costs by implementing IAI.

The manual electronic data collection costs for individual animals amounted to a total of €1,717.95, of which about €850 was used for transponder ear tags, reader rental, and the software licence. In addition, there were high losses of the analogue ear tags (38.4%) and of the electronic ear tags (6.7%).

Inhaltsverzeichnis

Kurzzusammenfassung I

Abstract II

Inhaltsverzeichnis III

Abbildungsverzeichnis VI

Tabellenverzeichnis VII

1 Einleitung 1

2 Literatur 2

2.1 Schweinefleischproduktion im globalen Kontext 2

2.2 Einzeltierkennzeichnung (ETK) von Mastschweinen 5

2.2.1 Möglichkeiten der Kennzeichnung 6

2.2.2 Anwendungen der ETK in der praktischen Schweinehaltung 9

2.3 Wirtschaftlichkeit der Schweinemast 23

2.3.1 Leistungen in der Schweinemast 26

2.3.2 Kosten in der Schweinemast 27

3 Material und Methoden 30

3.1 Versuchsdesign 30

3.2 Versuchsdurchführung 36

3.2.1 Sauenstall 36

3.2.2 Maststall 38

3.3 Statistische Methoden 43

3.3.1 Berechnung der Mastleistungsdaten 44

3.3.2 Szenarioanalysemethoden 46

4 Ergebnisse 54

4.1 Zootechnische Parameter der Tiere 54

4.1.1 Gesamt 54

4.1.2 Einzeltierbasis 56

4.1.3 Futteraufnahme 56
4.1.4 Lebendmasse und -entwicklung 57
4.1.5 Tägliche Zunahme 59
4.1.6 Futterverwertung 60
4.2 Szenarioanalyse 61
4.2.1 Unterschiede zwischen der Lebendmasse der Selektionsgruppen mit der Ausgangsgruppe 62
4.2.2 Futteraufnahme, Körpermasseentwicklung und Futterverwertung 62
4.2.3 Tagesersparnis der Selektionsgruppen 64
4.2.4 Kosten des Zuwachses 65
4.3 Praxistauglichkeit der elektronischen Erfassung 68
4.3.1 Halt der Ohrmarken während der Mastperiode 68
4.3.2 Gesundheitszustand der Tiere 70
4.4 Betriebswirtschaftliche Aspekte 75
5 Diskussion 77
5.1 Kritik der Methoden 77
5.2 Evaluierung der technischen Ausstattung 80
5.2.1 Verbleib der Ohrmarken 80
5.2.2 Elektronische Erfassung 81
5.3 Evaluierung der zootechnischen Parameter der Einzeltiere 84
5.4 Szenarioanalyse 87
5.5 Betriebswirtschaftliche Aspekte 89
6 Schlussbetrachtung 94
7 Zusammenfassung 96
8 Summary 99
9 Literaturverzeichnis 102
Eidesstattliche Erklärung 117
Anhang 118

Lebenslauf..... VIII

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Im Versuch zur Anwendung kommende analoge (a) und elektronische (b) Ohrmarke.. 31
Abb. 2: Beispielbucht im Bünne Swine Center mit frisch eingestallten Ferkeln 33
Abb. 3: Für den durchgeführten Versuch markierte Ferkel 36
Abb. 4: Beispiele für die Bonitierung von Schwanzverletzungen. 39
Abb. 5: Beispiele für die Bonitierung von Ohrverletzungen. 39
Abb. 6: Beispiele für die Bonitierung des Halts der Ohrmarken im Ohr. 39
Abb. 7: Oberfläche des Handlesegerätes für die Bonitur der Symptome während der Mastperiode 40
Abb. 8: Manuelle Wiegung eines Einzeltieres mit Kennzeichnung zur Ablieferung 42
Abb. 9: Darstellung des Szenarios 1 – Ausschluss bei einer Abweichung von 10 % der Durchschnittslebendmasse 47
Abb. 10: Darstellung des Szenarios 2 – Ausschluss bei einer Abweichung von 15 % der Durchschnittslebendmasse 47
Abb. 11: Darstellung des Szenarios 3 mit Ausschluss bei einer Abweichung von 20 % der Durchschnittslebendmasse 48
Abb. 12: Schematische Darstellung des Selektionsverfahrens am Beispiel S77 10 % für weibliche Tiere, Börge und Gesamtheit 50
Abb. 13: Gesamtfutterverbrauch (kg) während des Mastverlaufs 55
Abb. 14: Handlesegerät für die Einzeltiererfassung im praktischen Einsatz 84

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Entwicklung der europäischen Schweinefleischproduktion von 2015 bis 2020 2
Tab. 2: Entwicklung des europäischen Schweinebestandes von 2014 bis 2019 3
Tab. 3: Anzahl schweinehaltender Betriebe in Deutschland von 2014 bis 2019 3
Tab. 4: Anzahl schweinehaltender Betriebe nach Bestandsgrößen in Deutschland von 2010 bis 2016 4
Tab. 5: Entwicklung des Schweinefleischkonsums in Deutschland von 2014 bis 2019 5
Tab. 6: Unterschiedliche Leistungsniveaus in der Schweinemast 25
Tab. 7: Vergleich der Produktionskosten[1] für Schweinefleisch 28
Tab. 8: Auszug der Stallskizze des für den Versuch genutzten Maststalls 32
Tab. 9: Botanische Zusammensetzung der eingesetzten Alleinfuttermittel in der Vor-, Mittel- und Endmast 34
Tab. 10: Chemische Zusammensetzung[1] der eingesetzten Alleinfuttermittel in der Vor-, Mittel- und Endmast 35
Tab. 11: Beurteilungsschema für die Erfassung des Gesundheitszustandes der Schweine 38
Tab. 12: Schematische Darstellung der Vorgehensweise zu den Berechnungen der Mastleistungsdaten der Selektionsgruppen in den Szenarien 51
Tab. 13: Chronologie des Mastverlaufs 54
Tab. 14: Mastdauer und Gewichtszunahmen der Mastschweine bis zum 182. Lebenstag 55
Tab. 15: Mittlere Futteraufnahme (kg/Tier/Tag) der Schweine während der Mastperiode 57
Tab. 16: Lebendmassen der Schweine (kg) von der Geburt bis zum Beginn der Schlachtung 58
Tab. 17: Lebendmasse der Schweine (kg) zum Zeitpunkt der Schlachtungen 59
Tab. 18: Mittlere tägliche Zunahmen (kg) der Schweine während der Mastperiode 60
Tab. 19: Mittlere Futterverwertung der Schweine während der Mastperiode 61
Tab. 20: Kalkulation der Direktkostenersparnisse in Abhängigkeit vom Selektionsniveau 65
Tab. 21: Kalkulierte Futterkosten für die Gewichtszunahme innerhalb der Selektionsgruppen 67
Tab. 22: Verbleib der analogen und elektronischen Ohrmarken während der Mastperiode der Schweine 69
Tab. 23: Auftreten klinischer Symptome bei Mastschweinen (Einzeltiere) während der Mastperiode 73
Tab. 24: Häufigkeit des Hustens von Mastschweinen innerhalb eines Zeitraums von je 20 Minuten während der Mastperiode 74

Tab. 25: Kostenstruktur[1] der Einzeltiererfassung von Mastschweinen während des Versuchsdurchgangs 76
Tab. 26: Vor- und Nachteile der Einzeltierfassung am Mastschwein 93
Tab. 27: Futterverbrauch je Bucht (kg) im Mastverlauf 119
Tab. 28: Einzeltierdatensätze der Lebendmassen ab Lebenstag 1 119
Tab. 29: Selektionszeitpunkte und Selektionsmaße (kg) der verschiedenen Selektionen 125
Tab. 30: Lebendmassen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 10 % von Lebenstag 77 bis 151 126
Tab. 31: Lebendmassen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 10 % von Lebenstag 161 bis 182 127
Tab. 32: Tägliche Zunahmen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 10 % von Phase 1 bis 3 128
Tab. 33: Tägliche Zunahmen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 10 % von Phase 4 bis 6 129
Tab. 34: Futteraufnahmen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 10 % von Phase 1 bis 3 130
Tab. 35: Futteraufnahmen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 10 % von Phase 4 bis 6 131
Tab. 36: Futterverwertungen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 10 % von Phase 1 bis 3 132
Tab. 37: Futterverwertungen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 10 % von Phase 4 bis 6 133
Tab. 38: Lebendmassen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 15 % von Lebenstag 77 bis 151 134
Tab. 39: Lebendmassen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 15 % von Lebenstag 161 bis 182 135
Tab. 40: Tägliche Zunahmen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 15 % von Phase 1 bis 3 136
Tab. 41: Tägliche Zunahmen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 15 % von Phase 4 bis 6 137
Tab. 42: Futteraufnahmen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 15 % von Phase 1 bis 3 138
Tab. 43: Futteraufnahmen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 15 % von Phase 4 bis 6 139

Tab. 44: Futterverwertungen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 15 % von Phase 1 bis 3 140
Tab. 45: Futterverwertungen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 15 % von Phase 4 bis 6 141
Tab. 46: Lebendmassen der Selektionsgruppen im Szenario M – 20 % von Lebenstag 77 bis 151 142
Tab. 47: Lebendmassen der Selektionsgruppen im Szenario M – 20 % von Lebenstag 161 bis 182 143
Tab. 48: Tägliche Zunahmen der Selektionsgruppen im Szenario M – 20 % von Phase 1 bis 3 144
Tab. 49: Tägliche Zunahmen der Selektionsgruppen im Szenario M – 20 % von Phase 4 bis 6 145
Tab. 50: Futteraufnahmen der Selektionsgruppen im Szenario M – 20 % von Phase 1 bis 3 146
Tab. 51: Futteraufnahmen der Selektionsgruppen im Szenario M – 20 % von Phase 4 bis 6 147
Tab. 52: Futterverwertungen der Selektionsgruppen im Szenario M – 20 % von Phase 1 bis 3 148
Tab. 53: Futterverwertungen der Selektionsgruppen im Szenario M – 20 % von Phase 4 bis 6 149
Tab. 54: Verbleib der Ohrmarken während der Mastperiode (Einzeltierdaten) 150
Tab. 55: Einzeltierdaten der bonitierten Ohrenverletzungen während der Mastperiode 156
Tab. 56: Einzeltierdaten der bonitierten Schwanzverletzungen während der Mastperiode 162
Tab. 57: Einzeltierdaten der bonitierten Fäzes während der Mastperiode 168
Tab. 58: Einzeltierdaten der bonitierten Lahmheiten während der Mastperiode 174
Tab. 59: Einzeltierdaten der bonitierten Huster während der Mastperiode 180

1 Einleitung

Besonders konventionell wirtschaftende Schweinehalter, die nahezu homogene Güter in Form von Schweinefleisch produzieren, sind einer hohen internationalen Konkurrenz ausgesetzt und von einer zunehmend schlechteren Marktsituation betroffen. Dies führt zu einer geringen Marktmacht seitens der Erzeuger und in der Konsequenz zu einer geringen Marktleistung (BMEL, 2022a). Die Produzenten werden angehalten, die Produktionsstückkosten möglichst stark zu senken, indem die Produktionsmenge vergrößert wird („Economies of Scale“). Dies begründet den immensen Strukturwandel der deutschen Schweinefleischproduktion der vergangenen Jahre, weg von vielen kleineren Betrieben hin zu weniger, aber größeren und spezialisierteren Betrieben (Destatis, 2022; BMEL, 2022b).

Gleichzeitig führt diese Entwicklung zu einer höheren Distanzierung zwischen Mäster und Einzeltier (Norton et al., 2019). Gegen den Trend der Haltung von „Massen an Tieren“, ohne genaue Kenntnisse über das Einzeltier, bietet sich die Einzeltierkennzeichnung im Kontext des „Precision Livestock Farming“ an (Tzanidakis et al., 2021).

Die Einzeltierkennzeichnung ermöglicht die Sammlung von individuellen Tierdaten, die eine vollständige Rückverfolgbarkeit gewährleisten und so das Vertrauen der Endverbraucher stärken kann („from stable to table“; Feng et al., 2013). Auch werden die Daten für Tierwohlmonitoring (Gomez et al., 2021) und Managemententscheidungen wie individuelle Fütterung (Pomar und Remus, 2019) oder optimierte Schlachtablieferungen (Hilgers, 2016; Brosthaus et al., 2017) genutzt. So stellen die Einzeltierdaten die Basis für höheres Tierwohl, geringere Emissionen und verbesserte Leistungen dar, was kostensparendes Wirtschaften über Einsparungen ermöglicht (Jungbluth, 2018).

Die Einzeltierkennzeichnung wird bisher hauptsächlich in den Bereichen der Forschung und Zucht eingesetzt, bei denen genaueste Daten benötigt werden (Madec et al., 2001). In der konventionellen Schweinemast ist die permanente Einzeltierkennzeichnung aufgrund der entstehenden Kosten bei einem für den Mäster fragwürdigen Mehrwert bislang nicht üblich (Maselyne et al., 2015a).

Ziel dieser Studie ist es, eine Evaluation einer Einzeltierkennzeichnung von Mastschweinen unter Feldbedingungen zu untersuchen und deren Einsatz mit einem neuen Ansatz betriebswirtschaftlich zu bewerten.

2 Literatur

2.1 Schweinefleischproduktion im globalen Kontext

Die weltweite Schweinefleischproduktion betrug im Jahr 2020 etwa 110 Millionen (Mio.) Tonnen (t) und war im Vergleich zum Jahr 2018 um etwa 10 Mio. t (- 8,97 %) geringer (Food and Agriculture Organization, FAO, 2022). Von der Gesamtproduktion wurden 1,45 % in Afrika, 21,9 % in Amerika, 48,5 % in Asien, 0,501 % in Ozeanien und 27,6 % in Europa produziert. Die Produktionen der fünf führenden Länder im Jahr 2020 veränderten sich im Vergleich zum Vorjahr heterogen: China ca. 41,1 Mio. t, - 3,34 %; USA ca. 12,8 Mio. t, + 2,41 %; Deutschland ca. 5,12 Mio. t, - 2,18 %; Spanien ca. 5,00 Mio. t, + 7,81 %; Brasilien ca. 4,48 Mio. t, + 8,62 % (FAO, 2022).

Bei einem Blick auf die europäische Schweinefleischproduktion von 2015 bis einschließlich 2020 (Tab. 1) wird ersichtlich, dass sich die produzierte Menge in der Europäischen Union (28 Länder) erhöhte (von 22,2 auf voraussichtlich 23,0 Mio. t; + 3,74 %). In diesem Zeitraum sank die deutsche Produktion (von 5,56 auf 5,03 Mio. t; - 8,27 %), die spanische Produktion hingegen stieg (von 3,85 auf vorläufig 5,03 Mio. t; + 30,65 % (Statistisches Amt der Europäischen Union, Eurostat, 2021a).

Tab. 1: Entwicklung der europäischen Schweinefleischproduktion von 2015 bis 2020 (modifiziert nach Eurostat, 2021a)

Jahr	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	Schweinefleischproduktion (in Mio. t)					
EU (28)	22,21	22,64	22,56	22,92	22,77	23,04[p]
Spanien	3,85	4,18	4,29	4,53	4,61[p]	5,03[p]
Deutschland	5,56	5,58	5,46	5,34	5,23	5,10[p]

EU = Europäische Union, p = vorläufig

In Europa sank der gesamte Schweinebestand von 2015 bis 2020 leicht (von 148 auf 147 Mio. Schweine; - 0,68 %; Tab. 2). Im gleichen Zeitraum stieg der Schweinebestand in Spanien (von 28,4 auf 32,8 Mio. Schweine; + 15,49 %), während die Zahlen in Deutschland sanken (von 27,7 auf 26,1 Mio. Schweine; - 5,75 %; Eurostat, 2021b).

Der Bestand an gehaltenen Zuchtsauen in der EU verringerte sich von 2015 bis 2019 ausgehend von 12,3 auf 11,8 Mio. Zuchtsauen (- 4,07 %). Auch der Bestand in Deutschland sank in diesem Zeitraum (von 1,97 auf 1,69 Mio. Zuchtsauen; - 14,21 %). Im Gegensatz hierzu stieg der spanische Bestand (von 2,47 auf vorläufig 2,64 Mio. Zuchtsauen; + 6,88 %; Eurostat, 2021b).

Tab. 2: Entwicklung des europäischen Schweinebestandes von 2014 bis 2019 (modifiziert nach Eurostat, 2021b)

Jahr		2015	2016	2017	2018	2019	2020
		Anzahl der Schweine (in Mio.)					
EU (28)	Schweine ges.	148	147	150	148	147	k. A.
	Zuchtsauen	12,3	12,0	12,2	11,8	11,8	k. A.
Spanien	Schweine ges.	28,4	29,2	29,9	30,8	31,3	32,8
	Zuchtsauen	2,47	2,42	2,45	2,50p	2,58	2,64p
Deutschland	Schweine ges.	27,7	27,4	27,6	26,5	26,1	26,1
	Zuchtsauen	1,97	1,91	1,91	1,84	1,79	1,69

ges. = gesamt; k. A. = keine Angabe; p = vorläufig

Das in Spanien fortdauernde Wachstum ist damit zu begründen, dass Spanien im Gegensatz zu Deutschland im Schweinemarkt deutlicher auf vertikale Integrationen setzt. Dies hat zum einen zur Folge, dass durch die Spezialisierung auf einzelne Produktionsprozesse innerhalb der Erzeugungskette die Logistik optimiert wird, und zum anderen, dass modernere und hygienischere Ställe mit verbesserten Haltungsbedingungen sowie der Einsatz einer ausländischen Genetik dazu führen, dass trotz hoher Futterkosten eine wirtschaftliche Produktion von Schweinefleisch möglich ist (ter Beek, 2017).

Es ist zu beobachten, dass sich sowohl die Anzahl als auch die Struktur der schweinehaltenden Betriebe in Deutschland in den letzten Jahren stark verändert haben und dass der Strukturwandel, der die Entwicklung von vielen Betrieben mit wenigen Schweinen hin zu wenigen Betrieben mit vielen Schweinen beschreibt, weiterhin anhält. Dies wird durch die über die Viehzählung ermittelte Anzahl deutscher Betriebe (Kleinbetriebe exkludiert) deutlich (BMEL, 2021). Es zeigt sich, dass die Anzahl der schweinehaltenden Betriebe von 2014 bis 2019 um ca. 21 % (von 26.800 auf 21.200 Betriebe) abnahm (Tab. 3). Während der Betriebszweig der klassischen Schweinemast in diesem Zeitraum um 21,5 % (von 22.800 auf 17.900 Betriebe) abnahm, verringerte sich der Anteil der Zuchtsauenhalter um 29,4 % (von 10.200 auf 7.200 Betriebe). Im Zeitraum 2018/19 wird im Vergleich dieser beiden Betriebszweige deutlich, dass die Anzahl der mästenden Betriebe sich um 1000 Betriebe (- 5,29 %) und die der ferkelerzeugenden Betriebe um 600 (- 7,69 %) verringerte (Statistisches Bundesamt, Destatis, 2022).

Tab. 3: Anzahl schweinehaltender Betriebe in Deutschland von 2014 bis 2019 (modifiziert nach Destatis, 2022)

Jahr	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	Anzahl der Betriebe (in Tausend)					
Betriebe gesamt	26,8	25,7	24,4	23,5	22,4	21,2
Mastschweinehalter	22,8	21,7	20,6	19,7	18,9	17,9
Zuchtsauenhalter	10,2	9,6	8,8	8,4	7,8	7,2

Die Tierzahlen je Betrieb werden durch die Agrarstrukturerhebung (Kleinbetriebe inkludiert) erfasst (Tab. 4). Während es im Jahr 2010 noch ca. 60.000 schweinehaltende Betriebe gab, waren es im Jahr 2013 noch etwa 49.000 und im Jahr 2016 nur noch ca. 40.000. Dies entspricht einem Rückgang von 33 % in sechs Jahren. Dabei ging insbesondere der Anteil an kleineren Betrieben zurück. So gab es im Jahr 2010 noch über 51.000 Betriebe (85,5 % aller Betriebe) mit weniger als 1000 Schweinen, im Jahr 2019 waren es nur noch knapp 31.000 (76,5 % aller Betriebe). Dies entspricht einem Rückgang von ca. 40 %. Im Gegensatz dazu stieg insbesondere die Anzahl der Betriebe mit Tierzahlen von 1000 bis 4999 Schweinen. Zugleich – wenn auch in geringerem Umfang – nahm die Anzahl der Betriebe mit mindestens 5000 Schweinen im Zeitraum von 2010 bis 2016 um 200 Betriebe zu, was einem prozentualen Anstieg von 66 % entspricht (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, BMEL, 2022b).

Tab. 4: Anzahl schweinehaltender Betriebe nach Bestandsgrößen in Deutschland von 2010 bis 2016 (modifiziert nach BMEL, 2022b)

Jahr	2010	2013	2016
Bestandsgröße	Anzahl der Betriebe (in Tausend)		
1–999	51,3	39,7	30,8
1000–4999	8,4	9,0	8,9
≥ 5000	0,3	0,5	0,5

Trotz sinkender Betriebszahlen ist der Selbstversorgungsgrad für Schweinefleisch in Deutschland in den letzten Jahren bis zu 120 % angestiegen (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, BLE, 2021), was zur Folge hat, dass jährlich etwa 2,9 Mio. Tonnen exportiert werden. Gleichzeitig werden jedoch auch 1,1 Mio. Tonnen importiert (Kohmüller und Koch, 2020).

Die Nachfrage für Schweinefleisch am deutschen Markt ist von einem kontinuierlich sinkenden Verbrauch (Nahrungsverbrauch, Futter, industrielle Verwertung wie Verluste) geprägt (Tab. 5). Rückblickend auf die vergangenen fünf Jahre ist der Verbrauch um 400.000 Tonnen gesunken, was einer Reduktion von 9,24 % entspricht. Ähnlich verlaufen der Pro-Kopf-Verbrauch (- 6,1 Kilogramm [kg]; - 11,42 %) sowie der Pro-Kopf-Verzehr (- 4,4 kg; - 11,43 %). Auffallend ist, dass allein von 2018 bis 2019 der Pro-Kopf-Verzehr von Schweinefleisch um 1,6 kg bzw. 4,48 % zurückging (Kohmüller und Koch, 2020).

Tab. 5: Entwicklung des Schweinefleischkonsums in Deutschland von 2014 bis 2019 (modifiziert nach AMI, 2020)

Jahr	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Verbrauch gesamt[1]	4,33	4,27	4,19	4,13	4,10	3,93
Pro-Kopf-Verbrauch[2]	53,4	52,5	50,9	50,0	49,5	47,3
Pro-Kopf-Verzehr[2]	38,5	37,9	36,7	36,1	35,7	34,1

[1] Angaben in Mio. t/Jahr, [2] Angaben in kg/Jahr

Neben Schweinefleischprodukten aus konventioneller Haltung bietet der Markt ein breites Angebot an Fleisch verschiedenster Haltungsformen. Im Jahr 2019 wurde eine staatliche Tierwohlskala etabliert, die dem Konsumenten per Label Informationen zur Haltung der geschlachteten Tiere bietet (BMEL, 2022c).

2.2 Einzeltierkennzeichnung (ETK) von Mastschweinen

Die hauptsächlichen Gründe für eine Tierkennzeichnung in der modernen Viehhaltung sind die Anzeige von Besitz, die Kennzeichnung individueller Tiere und die Rückverfolgbarkeit von Krankheiten (Caja et al., 2004). Bereits im Codex Hammurabi, der auf 3800 vor Christus datiert ist, wird beschrieben, dass Tiere bzw. Herden farblich gekennzeichnet wurden, um ihren Besitzern zugeordnet werden zu können. Eine Einzeltierkennzeichnung mit detaillierter Aufzeichnung wurde früher hauptsächlich bei besonders wertvollen Tieren wie Pferden vorgenommen. Beispielsweise wurden die Pferde der Athener Kavallerie unter der Leitung von Alexander dem Großen (356 v. Chr.–323 v. Chr.) mit Brandzeichen gekennzeichnet und anschließend tabellarisch mit Angaben zu Farbe, Preis und Name des Besitzers erfasst (Blancou, 2001).

Im Gegensatz zu Schweinen ist die Einzeltierkennzeichnung für Rinder zur Prävention von Tierseuchen vorgeschrieben (§ 27 Absatz 1 Verordnung zum Schutz gegen die Verschleppung von Tierseuchen im Viehverkehr; ViehVerkV). Die aktuelle, allgemein geltende Grundlage zum Kennzeichnen von Schweinen bildet die Verordnung (EU) 2016/429. Diese legt Mindestanforderungen fest.

Die spezifische Regelung zur Kennzeichnung von Schweinen für Deutschland bildet die ViehVerkV. Sie besagt, dass das Schwein so früh wie möglich, spätestens bis zum Absetzen, mit einer nur einmal zu verwendenden offenen Ohrmarke dauerhaft zu kennzeichnen ist (§ 39 Absatz 1 ViehVerkV). Die Ohrmarke hat weiß zu sein und muss in schwarzer, erkennbarer Schrift auf dem Dornteil mit den entsprechenden Abkürzungen für Land, Kreis und Registriernummer des Erzeugerbetriebes beschriftet sein (§ 39 Absatz 3 ViehVerkV).

Bei Verlust der Ohrmarke muss unverzüglich betriebsspezifisch nachmarkiert werden. Einzig bei Mastschweinen, „die unmittelbar zur Abgabe an eine Schlachtstelle bestimmt sind“, kann darauf

verzichtet werden, sofern ihr Herkunftsbetrieb trotzdem identifiziert werden kann (§ 39 Absatz 6 ViehVerkV).

2.2.1 Möglichkeiten der Kennzeichnung

Die hauptsächlichen Möglichkeiten für die Identifizierung von Nutztieren sind analoge Ohrmarkierungen (Einkerbungen, Tätowierungen, Ohrmarken), elektronische Transponder (Injektat, Ohrmarke, Bolus) und tierindividuelle Merkmale (Genotyp, Netzhaut; Caja et al., 2004).

Im Folgenden wird zwischen analogen und elektronischen Kennzeichnungen unterschieden, wobei die Funktionsweisen der elektronischen Varianten dargestellt werden.

Die praxisrelevanteste analoge Kennzeichnung ist die kurzfristige bzw. vorübergehende Farbmarkierung von Einzelschweinen oder Tiergruppen per Sprühstoß oder Farbstift. Eine beispielhafte Anwendungsmöglichkeit ist die farbliche Kennzeichnung im Rahmen von Behandlungen wie Impfung oder individueller Arzneimittelgabe. Dies beugt Doppelbehandlungen vor und ermöglicht die Verfolgung eines Einzelschweines, allerdings nur über einen kurzen Zeitraum (Scholz, 2017).

Sofern entweder Gruppen oder Einzeltiere andauernd bzw. über einen langen Zeitraum markiert werden sollen, werden farbige oder beschriftete, analoge Ohrmarken verwendet. Es wird eine Vielzahl an Formen, Farben und Materialen angeboten. Analog gekennzeichnete Halsbänder und Brandzeichen sind in der Schweinehaltung nicht praxisrelevant (Caja et al., 2004).

Des Weiteren werden Schweine vor der Ablieferung zum Schlachthof mit einer mastbetriebsspezifischen Schlagstempeltätowierung auf jeder Körperhälfte gekennzeichnet. Weder das Einziehen von Ohrmarken noch die Kennzeichnung per Schlagstempeltätowierung unterliegt einer Betäubungspflicht (§ 5 Absatz 3 Satz 7 Tierschutzgesetz). Dies gewährleistet, dass das Schwein bzw. die Schlachtkörperhälfte auch ohne Ohrmarke einem Mastbetrieb zuzuordnen ist, denn der Schlachtstempel ist auch noch nach Reinigung, Entborstung und Zerlegung am Schwein zu erkennen und dient so als Grundlage für die automatische Erfassung der anschließenden Zahlung vom Schlachtunternehmen an den Produzenten. Anhand von Modifizierungen des Tätowierungscodes ist eine spezifische Schlachtanalyse von Gruppen wie auch Einzeltieren möglich (Caja et al., 2004).

Neben den analogen Kennzeichnungen gibt es die Möglichkeit der elektronischen bzw. digitalen Kennzeichnung. Sogenannte Transponder (Transmitter + Responder) werden wahlweise in den Tierkörper oder an Halsbändern bzw. Ohrmarken implementiert (Ribo et al., 2001; Caja et al., 2004). Halsbänder kommen bei Schweinen aus anatomischen Gründen (kurzer, kaum abgesetzter Hals) nicht infrage (Stekeler, 2015).

Funktionsweise Ohrmarkentransponder

Als Ohrmarkentransponder werden RFID-Transponder (Radio Frequency Identification) genutzt, die sich in der Tierkennzeichnung hauptsächlich in einen Niederfrequenzbereich (125–135 kHz) und einen „ultrahohen“ Frequenzbereich (860–960 MHz) aufteilen. Für den Niederfrequenzbereich werden sowohl Half Duplex (HDX) als auch Full Duplex (FDX) Transponder angeboten. Im ultrahohen Bereich sind Transponder mit der Bezeichnung UHF (Ultra High Frequency) üblich (Finkenzeller, 2015; Brown-Brandl et al., 2019). Für andere Anwendungen stehen Frequenzbänder im Bereich der Hoch- (HF, 13,56 MHz) und Mikrowellenfrequenz (2,45 GHz) zur Verfügung (Kovács et al., 2011).

Die Struktur der Transpondernummer, die sich aus insgesamt 64 Bits zusammensetzt, wird über die ISO 11784:1996 vereinheitlicht. Bit 1 kennzeichnet die Art der Anwendung, Bit 2 bis 15 dienen als Reserve für künftige Spezialisierungen, Bit 16 zeigt an, ob es noch weitere Daten gibt, Bit 17 bis 26 sind Hersteller- und Ländercodes, Bit 27 bis 64 ermöglichen etwa 275 Milliarden Kombinationen, sodass eine eindeutige Identifizierung sichergestellt ist (Stekeler, 2015).

Die Voraussetzung für die Auslesbarkeit von Transpondern sind entsprechende Lesegeräte. Es ist zu beachten, dass je nach Frequenz und Kommunikationsart unterschiedliche Lesegeräte benötigt werden. Generell gilt, dass alle genutzten Transponder aufgrund der fehlenden eigenen Energiequelle als passive Transponder zu klassifizieren sind, da diese erst durch das Energiesignal des Lesegerätes die für eine Kommunikation erforderliche Energie erhalten. Nachdem der Transponder durch das Energiesignal aktiviert worden ist, sendet er eine transponderindividuelle Nummer zurück an das Lesegerät. Dies hat den Vorteil, dass das Tier keiner permanenten Strahlung ausgesetzt ist (Kovács et al., 2011). So ist der Transponder identifiziert und Informationen können auf der Software des Lesegerätes verknüpft werden. Die Kommunikation zwischen Lesegerät und Transponder basiert auf den physikalischen Gesetzen der Funktechnik. Offiziell ist die Funktionsweise der Tierkennzeichnungstransponder mit ISO 11785:1996 und für den Frequenzbereich 860 bis 960 MHz mit ISO/IEC 18000-6:2010 genormt (Stekeler, 2015).

Transponder im Niederfrequenzbereich (FDX, HDX) generieren die nötige Energie auf der Basis des Magnetfeldes einer Kupferspule. Nur wenn das Magnetfeld der Antenne des Lesegerätes in das Magnetfeld der Kupferspule eindringt („induktive Kopplung“), kann kommuniziert werden. Dies setzt eine geringe Distanz von wenigen Dezimetern zwischen Antenne und Ohrmarke voraus. Sobald die Antenne mehr als ein Magnetfeld registriert, kann die Antenne die Transponder nicht unterscheiden und so keinen Transponder sicher identifizieren (Finkenzeller, 2015).

Transponder im ultrahohen Frequenzbereich senden über Antennen auf der Basis der Fernfeld-Strahlungskopplung. Aufgrund der hohen Datenübertragungsfrequenz ist dadurch auch ein paralleles Auslesen von mehreren Transpondern im Meterbereich möglich. Zudem wird bei den UHF-Ohrmarken keine Kupferspule, sondern eine preiswertere Antenne verwendet (Sathyamurthy, 2020). Daraus resultieren Unterschiede der Bruttopreise je Transponder. Während eine HDX-Ohrmarke je nach Hersteller und Händler zwischen 2,90 (02.06.2021, MS Schippers, Kerken, Deutschland) und 7,10 € (02.06.2021, Gfs-Topshop, Ascheberg, Deutschland) kostet, werden UHF-Ohrmarkentransponder bereits ab 0,47 € (02.06.2021, MS Schippers, Kerken, Deutschland) zum Verkauf angeboten.

Bedingt durch die Kommunikationsart des HDX-Transponders, bei dem Lesegerät und Transponder zeitlich versetzt miteinander kommunizieren, ist das Signal des HDX-Transponders im Vergleich zum FDX-Transponder stärker, denn hier erfolgt die Kommunikation zeitgleich mit dem Lesegerät. Dies führt zu einer leicht höheren Reichweite von HDX im Gegensatz zu FDX (Kampers et al., 1999; Finkenzeller, 2015). Im Vergleich zur Niederfrequenztechnologie ist die UHF-Technologie durch eine schnellere Datenübertragung (Jungbluth, 2018) und eine höhere Reichweite bei einem störanfälligen Signal, das sich von Wasser und Metall negativ beeinflussen lässt, gekennzeichnet (Finkenzeller, 2015).

Die Anwendung der ETK wird im Folgendem unter zwei Aspekten klassifiziert: zum einen der Sammlung von Daten für Managementzwecke inklusive Tierwohlüberwachung und zum anderen als Basis für individuelle Fütterungen.

2.2.2 Anwendungen der ETK in der praktischen Schweinehaltung

Das Kennzeichnen von Nutztieren mittels Niederfrequenz-RFID-Transpondern begann um 1970. Zuerst wurden nur Rinder und später auch Zuchtsauen individuell gekennzeichnet. Mit fortschreitender Technologie wurden elektronische Einzeltierkennzeichnungen auch bei Mastschweinen eingesetzt (Jungbluth, 2018).

Generell gilt: Je länger Schweine im Bestand sind, desto interessanter wird die (elektronische) Einzeltierkennzeichnung. Während diese bei Sauen in Form von durchnummerierten, analogen Ohrmarken, aber auch Ohrmarkentranspondern weit verbreitet ist, ist sie in der konventionellen Mast bisher nicht praxisüblich. In der Mast wird der Mehrwert von den Mästern nicht erkannt und die Anschaffungskosten werden als zu hoch angesehen (Maselyne et al., 2015a).

Es ist anzumerken, dass es bereits Systeme gibt, die das Gesicht eines Schweines ohne weitere Kennzeichnung individuell erkennen und zuordnen können. Hierzu werden beispielsweise unterschiedliche Bereiche des Kopfes gescannt. Eine sichere Identifizierung ist durch dieses Verfahren bisher jedoch noch nicht gegeben (Wada et al., 2003; Hansen et al., 2018, Marsot et al., 2020). Die Relevanz der Technologie wird deutlich, wenn man bedenkt, dass Huawei, der chinesische Hersteller von Telekommunikationsequipment und Smartphoneproduzent, seine Software zur menschlichen Gesichtserkennung künftig auch modifiziert im Schweinestall einsetzen wird (Harper, 2021).

2.2.2.1 Hindernis bei der Einführung

Die Mindestausstattung für die Nutzung von digitalen Einzeltierkennzeichnungen sind Ohrmarkentransponder und Lesegeräte mit Software. Beispielsweise kostet das Lesegerät „Motorola PSION Workabout Pro 4 Handheld“ ohne Software etwa 2000 € netto (02.06.2021, Logiscenter Deutschland, Würselen, Deutschland).

Die Stallausstattung mit UHF-RFID-Lesegeräten an Trögen, Tränken und Stallrampe in der Kombination mit der Einzeltierkennzeichnung der Mastschweine wird bei der Erstinstallation mit 11,70 €/Tierplatz bei 1600 Mastplätzen kalkuliert, in folgenden Durchgängen mit 7,60 €/Tierplatz bei identischer Anzahl an Tieren (Hammer et al., 2017). Bei einer mittleren Leistung und 2,85 Umtrieben im Jahr (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., KTBL, 2022) entspricht dies einem Betrag von 4,11 bzw. 2,66 €/Schwein.

Des Weiteren ist die benötigte Arbeitszeit entscheidend. Nach Rau (2009) wird für die Markierung eines Wurfs mit der VVVO-Ohrmarke und einer ergänzenden Ohrmarke ein gesamter Zeitauf-

wand von 19,62 Minuten je Wurf (10 Ferkel je Wurf; 1,96 Minuten je Ferkel) bei drei Arbeitskräften benötigt. Im Gegensatz dazu wird die Markierungs- und Dokumentationsdauer eines Schweins per Ohrmarke, bei der die Vorderseite die VVVO-Ohrmarke und die Rückseite der Transponder ist, mit zusätzlichen 3 Minuten je Wurf (0,3 Minuten je Ferkel) im Vergleich zur reinen VVVO-Ohrmarke beziffert. Dies trifft allerdings nur auf eine Markierung am 3. Lebenstag (LT) zu. Ab dem 14. LT werden dafür bereits 6,18 Minuten je Wurf (0,618 Minuten je Ferkel) veranschlagt (Rau, 2009).

Stärk et al. (1998) markierten 224 Schweine mit visuellen Ohrmarken und Transponderohrmarken. Während von den Transpondern nur 1,6 % verloren gingen, war der Verlust bei den visuellen Ohrmarken mit 3,7 % höher. Bei 0,4 % der Ohrmarkentransponder wurde ein Defekt festgestellt. In zwei weiteren von Stärk et al. (1998) durchgeführten Versuchen mit Mastschweinen wurden Ferkel zum Zeitpunkt des Absetzens mit visuellen und Transponderohrmarken markiert. Die Verluste bis zum Schlachtzeitpunkt betrugen bei den Transpondern 0 bzw. bei den visuellen Ohrmarken 1,7 %.

Caja et al. (2005) markierten neugeborene Ferkel sowohl mit visuellen Ohrmarken als auch mit HDX- und FDX-Ohrmarkentranspondern. Sie verglichen Haltbarkeit und Funktion über den gesamten Mastverlauf hinweg bis zum Schlachthof. Es stellte sich heraus, dass während der Mast die analogen Ohrmarken mit 1,1 % die geringsten Verluste, die Ohrmarkentransponder hingegen mit 8,8 % (HDX) bzw. 44,9 % (FDX) die höchsten Verluste hatten. Zudem wiesen die Transponder mit 5,5 % (HDX) bzw. 55,1 % (FDX) Fehlfunktionen auf. Ferner war für alle Ohrmarken eine Verlustquote von 1,2 % auf dem Weg zum Schlachthof zu verzeichnen.

Santamarina et al. (2007) prüften die vollständige Rückverfolgbarkeit des Schweinefleisches, indem sie die Haltbarkeit von Ohrmarken während des Schlachtprozesses anhand analoger Ohrmarken (n = 1300), Transponderohrmarken (HDX, n = 636; FDX, n= 632) und Injektaten im Bauchfell (n = 1287) untersuchten. Sie stellten Verluste von 3,7 % bei den analogen Ohrmarken sowie 3,5 % bei den HDX-Transpondern fest. Im Gegensatz dazu waren die Verluste der FDX-Transponder mit 11,5 % signifikant höher. Der Funktionsausfall der Transponder (HDX 1,1 %; FDX 0,6 %) war gering und nicht signifikant unterschiedlich. Einzig die Injektate funktionierten ohne jeglichen Verlust. Abschließend ließ sich die höchste Rückverfolgbarkeit mit analogen (95,7 %) und nicht mit Transponderohrmarken (HDX, 91,4 %; FDX, 84,5 %) erreichen.

Babot et al. (2006) prüften ebenfalls die Haltbarkeit von zwei analogen Ohrmarken gegenüber zwei Transponderohrmarken in der Schweinemast. Während die analogen 0,0 % bzw. nur 1,2 % Verluste aufwiesen, waren diese bei den Transpondern mit 1,9 und 2,7 % leicht erhöht.

Rau (2009) zeigte, dass von 1003 zu unterschiedlichen Zeitpunkten (LT 3 bzw. LT 14) eingezogenen Transpondern 49 (4,9 %) verloren gingen. 79 % der gesamten Verluste traten bei den Tieren auf, die am 3. LT markiert wurden. Im Zeitraum vom 85. bis 140. LT traten 51 % der gesamten Verluste bei Tieren auf, die am 3. LT markiert wurden. In der gleichen Zeit kamen nur etwa 6 % der gesamten Verluste bei Tieren vor, die am 14. LT markiert wurden. Zudem war festzustellen, dass Transponder oft innerhalb einer zusammen eingestallten Gruppe fehlten. Rau (2009) vermutete, dass Schweine die Ohrmarken gezielt ausbeißen. Dies wurde von Adrion et al. (2018) bestätigt, die 8 Tiere in der Endmast für 13 Tage mit großen UHF-Ohrmarken (8,0 x 5,7 cm) gekennzeichnet hatten. Zwei Ohrmarken funktionierten ab dem siebten bzw. elften Versuchstag nicht mehr (25 % Ausfallsquote), wobei diese starke Bissschäden aufwiesen. Caja et al. (2005) und Babot et al. (2006) kamen zu dem Schluss, dass das Material ausschlaggebend für die Haltbarkeit und Funktion der Transponder sei.

Kapun et al. (2020) markierten Mastschweine (n = 400; 30,4 ± 4,1 kg) zum Beginn der Mast mit UHF-Ohrmarkentranspondern (4,5 x 4,6 cm), wobei der Teil der Ohrmarke mit Transponder in der Ohrinnenseite befestigt wurde. Im Laufe der Mast wurden die äußeren Ohrmarken teils stark beschädigt, während die innen liegenden Transponder vollständig unversehrt blieben. Es wurden weder Funktionsstörungen noch Ohrmarkenverluste festgestellt.

Ohrmarkentransponder gelten als sicherer und schneller als vergleichbare Einzelkennzeichnungen beim Schwein (Rau, 2009). Laut Bergqvist et al. (2015) verursachen Transponderohrmarken signifikant stärkere Gewebeschäden als Transponderinjektate am Ohrgrund. Problematisch ist die Verlustrate von Injektaten im Tierkörper mit bis zu 17,5 %, da diese am Ohr wandern und so unauffindbar werden und den Schlachtprozess stören. Besonders hoch sind die Verluste, wenn das Injektat in den ersten zwei Lebenswochen gesetzt wird. Signifikant geringere Verluste treten bei der Markierung in der neunten bis zehnten Lebenswoche auf. Aufbauend auf dem Wissen, dass die am Ohrgrund injizierten Injektate wandern, verglichen Nakamura et al. (2019) an drei Monate alten Kastraten den Sitz von Injektaten an der Ohrmuschel, dem Ohrgrund, dem vorderen Hals und am Rücken. Sie kamen zum Ergebnis, dass Injektate im Hinblick auf möglichst geringe Verluste besser im Rücken befestigt werden sollten.

Das größte Hindernis für die flächendeckende Implementierung und den damit verbundenen größten Nutzen von Transpondern im Stall sind laut Neethirajan (2020a) die Tierhalter selbst. Diese müssten erst ausreichend geschult werden, damit sie selbst daran interessiert seien, möglichst viele Daten zu erhalten (Neethirajan, 2020a). Zudem seien mechanische Stalleinrichtungen

wie Waagen anfällig für Fehlfunktionen durch Ablagerungen von Dreck, Staub und Kot (Kashiha et al., 2014), wobei auch jegliche Sensoren gleichermaßen betroffen seien (Neethirajan, 2020a).

2.2.2.2 Anwendung der ETK in der automatischen Sammlung von Tierdaten

Durch die Nutzung von UHF-RFID-Ohrmarken bei automatischer Erfassung der Tiere am Trog und an Tränken ergeben sich Einsparungspotenziale über eine frühzeitige Krankheitserkennung und eine effizientere Tierkontrolle von bis zu 1,10 €/Tier in Ställen mit 400 Schweinen und 1,00 €/Tier in Ställen mit 1600 Schweinen. Grundlage sind die kalkulierten jährlichen Medizin- und Tierarztkosten von 4,30 bzw. 2,60 €/Tier (400 bzw. 1600 Mastplätze) sowie die kalkulierten jährlichen Lohnkosten für die Tierkontrolle je Mastplatz und Jahr von 0,3 bzw. 0,5 h (400 bzw. 1600 Mastplätze) bei 2,85 Umtrieben (Jungbluth, 2018).

2.2.2.2.1 Tierwohlmonitoring

Die automatische Sammlung von Einzeltierdaten generiert einen Datenpool, der zur Sicherung des Tier- und Umweltschutzes genutzt werden und ein nachhaltiges Einkommen bei gleichzeitiger Reduzierung von Antibiotika sichern kann (Matthews et al., 2017; Jungbluth, 2018). Gómez et al. (2021) rezensierten die technischen Möglichkeiten des „Precision Livestock Farming“ bezüglich des Potenzials, Tierwohl zu fördern. Dazu klassifizierten sie 111 Studien nach den darin angewandten Methoden. Es stellte sich heraus, dass in den meisten Studien Tiere per Kamera (2D und 3D; n = 45), gefolgt von Beschleunigungssensoren (n = 14) und Mikrofonen (n = 14), überprüft werden. Bezüglich RFID-Transpondern wurden Studien sowohl in der Kombination mit Wiegezellen und Fütterungen (n = 10) als auch ohne weitere Stalleinrichtungssysteme (n = 2) durchgeführt. Beschleunigungssensoren sind für die individuelle Bewertung von Tierwohlaspekten in der Praxis bei Kühen etabliert; bei Schweinen werden diese allerdings hauptsächlich zur Forschung eingesetzt (Chapa et al., 2020).

Nasirahmadi et al. (2017) rezensierten die für die Überwachung des Gesundheitszustandes bei Schweinen eingesetzten Methoden per Kamera. Sie stellten schlussfolgernd fest, dass in der Forschung zwar unterschiedliche Bildverarbeitungstechniken angewendet werden, aber dass noch eine weitere Entwicklung zu einem automatisierten System notwendig ist, mithilfe dessen das Verhalten des einzelnen Tieres eindeutiger identifiziert und gedeutet werden kann. Sie sehen die mithilfe einer Kamera durchgeführte Erfassung von Einzeltieren als günstige Alternative zu einer Erfassung über Ohrmarkentransponder.

Die Nutzung von Antennen für UHF-Transponder an Tränken, Beschäftigungsmaterial oder Trögen zur Erfassung der Nutzungsintensität kann Rückschlüsse auf einen zum Negativen veränder-

ten Gesundheitszustand geben und damit zur Früherkennung möglicher Krankheitsausbrüche dienen (Cornou et al., 2008; Ariff et al., 2014). Es konnte gezeigt werden, dass die Technologie dazu beiträgt, die Bedürfnisse der Schweine zu verstehen und den Tieren gerecht zu werden. So wurde festgestellt, dass mit fortschreitender Mast die durchschnittliche Futteraufnahmezeit geringer und der Spieltrieb größer wurde (Kapun et al., 2020).

Über UHF-Ohrmarkentransponder sind Parallelerfassungen möglich. Dies ermöglicht die Anzahl und die Aufenthaltsdauer aller in der Nähe der Antenne befindlichen Schweine zu erfassen. Dies kann zu fehlerhaften Registrierungen von Schweinen führen, die sich beispielsweise in der Nähe des Troges aufhalten, aber nicht am Fressen sind (Maselyne et al., 2015b; Adrion et al., 2018). Kapun et al. (2020) nutzten UHF-Ohrmarkentransponder in Kombination mit an Trögen, Tränken und Spielmaterial befestigten Antennen. Sie zeigten, dass die Erfassung der Schweine an Trögen und Spielmaterialien zu 80 % und an Tränken zu 60 % korrekt war. Bei der Nutzung von zwei HF-Ohrmarkentranspondern konnte die Erkennungsrate des Schweins auf 97 % erhöht werden (Maselyne et al., 2014). So wurden Versuche mit HF-Ohrmarkentranspondern zur Beurteilung des Trink- (Maselyne et al., 2015b) und Fressverhaltens (Maselyne et al., 2014; Maselyne et al., 2016) durchgeführt, die auch als Basis bei der Früherkennung von Defiziten beim Gesundheitsstand und Tierwohlaspekten dienen sollen.

Individuelle Informationen über die tägliche Futteraufnahme (Pezzuolo et al., 2018) und Zuwächse (Kashiha et al., 2014) ermöglichen neben dem detaillierten Einblick in die Mastleistung und den Gesundheitszustand auch eine Früherkennung von Krankheiten und Rückschlüsse auf soziale Interaktionen zwischen den Schweinen (Hoy et al., 2012; Wallenbeck und Keeling, 2013). Zudem ermöglichen Erkenntnisse über Abweichungen im Futteraufnahmeverhalten, festgestellt mittels HF-RFID-Transpondern, eine Überprüfung des tierindividuellen Gesundheitszustandes mit einer Genauigkeit von 97 % bei einer Präzision von 71 % (Maselyne et al., 2017). Allerdings ist es auch ohne Kenntnisse der individuellen Tierdaten möglich, anhand der Bewertungen von Schwänzen oder Ohren rückwirkend Rückschlüsse auf die Tiergesundheit und das Wohlergehen im Betrieb zu ziehen (van Staaveren, 2017; Bottacini et al., 2018).

Im Folgenden werden praxisrelevante Abweichungen vom körperlichen Wohlbefinden der Schweine erläutert.

2.2.2.2.2 Kannibalismus

In der konventionellen Schweinemast ist Kannibalismus in Form von Schwanz- und Ohrenbeißen nahezu allgegenwärtig und über alle Altersgruppen verteilt (European Food Safety Authority, EFSA, 2007). Schweine, die konventionell gemästet werden, sind anfälliger für Schwanz- und

Ohrenbeißen als solche in alternativen Haltungsformen (Diana et al., 2019). Beschäftigungsmaterialien zur Vorbeugung sind in jeder Bucht vorgeschrieben (EU-Richtlinie 2008/120), wobei einfache Eisenketten nicht ausreichend sind (van Staaveren et al., 2019), frisches Holz hingegen helfen kann (Telkänranta et al., 2014).

Die Ursachen des Schwanzbeißens können multifaktoriell sein. Bisher können die Faktoren, die das Beißen auslösen, nicht eindeutig identifiziert werden. Als Gründe werden beispielsweise Genetik, fehlendes Raufutter, hohe Besatzdichte, Buchtenausstattung, Stallklima oder geringe Beschäftigungsmöglichkeiten genannt (EFSA, 2007). Zudem fördern stoffwechselbedingte Nekrosen Schwanz- und Ohrenbeißen, indem Beißen bzw. Kauen an juckenden Stellen geduldet werden (Park et al., 2013). Schwanzbeißaffine Tiere neigen ebenfalls zum Ohrenbeißen (Brunberg et al., 2011) und es wird zwischen Täter- und Opfertieren unterschieden (Zonderland et al., 2011).

Für die Bonitierung steht ein einheitlicher Boniturschlüssel für Schweine (Deutscher Schweine-Boniturschlüssel; Bönisch et al., 2017) zur Verfügung. Bei der Bewertung von Schwanz- und Ohrläsionen wird zwischen Hautverletzungen und Nekrosen unterschieden. Während beim Ohr weiterhin zwischen Läsion und Verlust des Ohres differenziert wird, wird bei den Schwänzen noch weiter in Verlust des kupierten und unkupierten Schwanzes unterschieden (Bönisch et al., 2017). Hautläsionen am Schwanz werden in geringe, starke und blutige Läsionen eingeteilt. Weiter untergliedern sich die geringgradigen Läsionen am Schwanz in oberflächliche Punkte oder Linien und tiefere, maximal Schwanzdurchmesser erreichende Verletzungen. In die Kategorie der großen Läsionen wird der Schwanz eingeordnet, bei dem die Verletzungen größer als der Schwanzdurchmesser sind (Bönisch et al., 2017).

Es gibt eine Vielzahl an Studien, die sich mit Kannibalismus in Form von Schwanz- bzw. Ohrenbeißen beim Mastschwein beschäftigen. Eine Metaanalyse zur Früherkennung und zu den Ursachen des Schwanzbeißens führten Schukat und Heise (2019) durch. Sie kategorisierten dazu Studien zur Methode der Datenerhebung. Die Bonitierung von Schwanzbeißen basiert entweder auf Kriterien zur Art der Schwanzläsion (Calderón Díaz et al., 2018; Zonderland et al., 2008) oder auf der Beweglichkeit und Haltung des Schwanzes (Paoli et al., 2016).

Während gering- und mittelgradige Ohrnekrosen nur einen geringen Einfluss auf das Schwein haben (Busch et al., 2010), reduziert sich bei Schwanzbeißen die Futteraufnahme betroffener Schweine (Wallenbeck und Keeling, 2013).

Angesichts erhöhter Serumprotein- und Immunglobulin-G-Konzentrationen fünf Tage nach der Verletzung wird vermutet, dass Schwanzbeißen zu Entzündungen führt, die Abszesse und Verwerfung von Schlachtstücken zur Folge haben (Li et al., 2017; Felin et al., 2019). Bei hochgradigen Ausprägungen des Schwanzbeißens wird der gesamte Schwanz abgefressen (Marques et al., 2012). Diese große, offene Wunde schließt einen Transport des Tieres aus (EU-Verordnung (EG) Nr. 1/2005 des Rates über den Schutz von Tieren beim Transport). In dem Zusammenhang stellten Marques et al. (2012) fest, dass das Vorkommen von fünf Tieren mit Schwanzbeißproblemen in der Mast dem Verlust von 0,8 Schlachtkörpern entspricht.

2.2.2.2.3 Lahmheit

Lahmheiten sind sowohl bei Saugferkeln als auch in allen anderen Lebensphasen von Schweinen zu finden. Für das Tierwohl ist es wichtig, Lahmheiten zu unterbinden und zu behandeln, denn sie lösen starke Schmerzen und Leistungsverluste aus (Bonde et al., 2004).

Die Ursachen für Gliedmaßenerkrankungen bzw. Gelenkentzündungen sind vielfältig. Es wird zwischen erblichen bzw. angeborenen, bakteriellen und sonstigen Erkrankungen wie Knochenbrüchen beim Verladen oder Klauenerkrankungen unterschieden (Wells, 1984). In der konventionellen Mast ist die Arthritis purulenta (Gelenkentzündung), die von Bakterien wie Streptokokken, Staphylokokken oder Arcanobacterium pyogenes ausgelöst wird, bedeutsam (Lahrmann und Plonait, 2004).

Ein erster Indikator für Gelenk- bzw. Gliedmaßenprobleme ist es, wenn Schweine häufig sitzen. Dies ist an borstenloser und geröteter Haut an den Keulen zu erkennen (Lahrmann und Plonait, 2004). Die Bewertung des Fortbewegungsablaufs soll auf einer separierten, nicht zu glatten wie zu großen Fläche ohne weitere Schweine stattfinden, sodass das Schwein zum Wenden angehalten wird. Zwar kann der Ort der Bewegungseinschränkung lokalisiert werden, die eigentliche Ursache kann jedoch ohne weitere Laboruntersuchungen nicht identifiziert werden (Lahrmann und Plonait, 2004). Im Rahmen der tierärztlichen Bestandsbetreuung wird eine Skala von 0 bis 2 angesetzt, wobei 0 keine Beanstandung und 2 eine starke Ausprägung der Symptomatik bedeutet (Gindele, 2006). Für die automatische Überwachung von Einzeltieren werden hauptsächlich Kameras mit Bildverarbeitungssoftware eingesetzt (Gómez et al., 2021).

Betriebswirtschaftlich betrachtet ist die Futteraufnahme bei lahmenden Schweine geringer, und so stagniert das Wachstum oder ist gar rückläufig (Cornou et al., 2008). Zudem dürfen Tiere, die sich „nicht schmerzfrei oder ohne Hilfe bewegen“ können, laut der EU-Verordnung (EG) Nr. 1/2005 nicht transportiert werden.

2.2.2.2.4 Husten

Neben Kannibalismus und Lahmheiten gehören Atemwegserkrankungen zu den geläufigen gesundheitlichen Störungen in der Mast. In Untersuchungen geschlachteter Schweine konnten bei 77 % der Tiere Veränderungen im Bereich des Atmungstraktes nachgewiesen werden (Pill, 2014).

Die Ursachen können vielfältig sein. Es wird zwischen Viren, Bakterien und Umwelteinflüssen unterschieden, wobei auch multifaktorielle Geschehen vorkommen (Brockmeier et al., 2002). Bei den Viren sind Schweinegrippe-Viren (SIV, z. B. H1N1; Rose et al., 2013), PRRS-Viren (Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome; Rossow, 1998) und Circo-Viren zu nennen (Opriessnig et al., 2020). Zu den bedeutsamsten Bakterien zählen Actinobacillus pleuropneumoniae (APP; Loera-Muro und Angulo, 2018) oder Mycoplasma hyopneumoniae (Mycoplasmen; Nathues et al., 2012). Die genaue Ätiologie von Lungenbeschwerden ist am lebenden Schwein nur durch Blut- oder Gewebeprobe mit anschließender Untersuchung möglich. Als Umweltfaktoren werden zum Beispiel Überbelegung, falsche Belüftung und eine zu hohe oder niedrige Stalltemperatur genannt (Brockmeier et al., 2002).

Husten ist ein Symptom von Erkrankungen, die die Atemwege und insbesondere die Lunge beeinträchtigen. Zur digitalen Früherfassung von Atemwegserkrankungen werden Mikrofone im Stall eingebaut (Yin et al., 2020). Zudem ist es mit einer Wahrscheinlichkeit von etwa 80 % möglich, ein Hustengeräusch als Indikator für eine Infektion zu erkennen (Exadaktylos et al., 2008). Problematisch an der Art der Erfassung sind vom Husten abweichende Geräusche, die falsch positiv erfasst werden (etwa 3 %, Yin et al., 2020). Eine Möglichkeit, sich einen Überblick über den Schweregrad des Hustens zu verschaffen, ist der sogenannte Coughing Index, bei dem der Anteil an hustenden Schweinen je Untersuchungsminute angegeben wird, indem die Anzahl der Huster für eine gleichbleibende Zeitperiode gezählt und durch die Anzahl der Schweine geteilt wird (Marois et al., 2007; Baraldi et al., 2019).

Zu beachten ist, dass mit steigender Haltungsintensität der Krankheitsdruck auf die Atemwege steigt. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht führen Atemwegserkrankungen über sinkende Leistungskennzahlen wie geringere Futterverwertung und geringere Zunahmen bei steigenden Medikamentenkosten zu einer unwirtschaftlichen Mast (Sørensen et al., 2006).

2.2.2.2.5 Durchfall

Durchfall ist ein Symptom bei gestörten physiologischen/biochemischen Prozessen im Verdauungstrakt. Beim Schwein wird zwischen osmotischen Ursachen (ungenügende Aufspaltung des Futters, Maldigestion und unzureichende Aufnahme von Nährstoffen aus dem Nahrungsbrei,

Malabsorption), sekretorischen Ursachen (gesteigerte Flüssigkeitsabgabe im Darm) und Resorptionsstörungen im Dickdarm unterschieden. Durchfall tritt besonders bei Neugeborenen oder Absatzferkeln auf, deren Immunsystem noch nicht ausreichend entwickelt ist (Heinritzi et al., 2006).

Durchfälle können durch Viren, zum Beispiel Coronaviren (z. B. porcine epidemic diarrhea virus, PEDV; Wang et al., 2019), Parasiten wie Cystoisospora suis (Kokzidiose; Pettersson et al., 2021) oder Bakterien wie Escherichia coli (E-Coli; Sun und Kim, 2017), Clostridium perfringens (Clostridiose; Posthaus et al., 2020), Lawsonia intracellularis (z. B. porzine intestinale Adenomatose, PIA; Campillo et al., 2021), Brachyspira hyodysenteriae (Dysentrie; Zeeh et al., 2017) oder Salmonella enterica (Salmonellose; Cameron-Veas et al., 2018) ausgelöst werden. Während E. coli und Clostridien tendenziell eher am Anfang des Schweinelebens in Erscheinung treten, sind in der Mast besonders Dysentrie und Salmonellosen für Durchfälle verantwortlich (Heinritzi et al., 2006). Des Weiteren kann Stress der Auslöser für Durchfälle sein. Gründe reichen von einer mangelhaften Futterzusammensetzung bis hin zu Stress durch Umstallungen (Heinritzi et al., 2006).

Speziell Durchfälle, die auf einer bakteriellen Infektion basieren, führen zur Appetitlosigkeit, was eine stark sinkende Futter- und Wasseraufnahme bedeutet und mit reduzierten Zuwächsen bis Gewichtsverlusten einhergeht (Kashiha et al., 2014; Campillo et al., 2021). Zudem sinkt die Futterverwertung über die schlechte Nutzung der durch das Futter zugeführten Nährstoffe (Heinritzi et al., 2006). Selbst der Tod ist möglich (Campillo et al., 2021).

2.2.2.2.6 Sortierschleuse + RFID

Manuell durchgeführte Tierwägungen sind arbeits-/zeit-/kostenintensiv, sie verursachen sowohl für die Tiere als auch für das Personal Stress und können zu Verletzungen der Tiere führen (Kashiha et al., 2014, Pezzuolo et al., 2018). Automatische Wiegungen sind in Sortierschleusen verbaut. Der Nachteil der Wägung über Wägezellen ist die lange Dauer mit über 20 Sekunden je Wägung. Deswegen werden für die Erfassung präferiert Kameras mit entsprechenden Prozessoren eingesetzt, die das ungefähre Gewicht in wenigen Sekunden errechnen (Pezzuolo et al., 2018). Allerdings werden geringe Abweichungen zwischen Waage und Kameraschätzung durch Tierbewegungen und Atmung hervorgerufen. Es ist zu bedenken, dass Schweine täglich hohe Mengen an Futter und Wasser aufnehmen, die mit einer Gewichtsschätzung nicht erfassbar sind (Win et al., 2020). So zeigten Stygar et al. (2017), die die täglichen Gewichtsschwankungen von 1710 mit Ohrmarkentranspondern ausgestatteten Schweinen mit einer Sortierschleuse analysier-

ten, dass das Körpergewicht durchschnittlich um bis zu 1,4 kg am Tag schwankt und die Schweine am Nachmittag am schwersten sind.

Die Fütterung der Schweine durch eine an das Körpergewicht abgestimmte Ration ist mit einer Sortierschleuse möglich. Dabei werden je nach Lebendmasse die Schweine an Tröge geleitet, die an die Lebendmasse angepasste, chemische Zusammensetzungen des Futters enthalten. Dies wiederum setzt erhöhte Kenntnisse der Tierernährung für den Mäster voraus (Win et al., 2020).

Reckels et al. (2020) mästeten 121 Schweine mit Transponderohrmarken (ohne genaue Angaben zu den verwendeten Transpondern) in einer Großgruppe mit Sortierschleuse. Ziel der Untersuchung war es, eine effiziente Fütterung zu finden. Hierzu wurde in der Sortierschleuse die tierindividuelle Lebendmasse festgestellt und das Tier an eine von zwei Flüssigfütterungen weitergeleitet, bei denen die chemische Nährstoffzusammensetzung auf die Lebendmasse abgestimmt war. Die Tiere konnten unbegrenzt fressen, allerdings wurde keine individuelle Futteraufnahme erfasst. Zur Feststellung der Rückenspeckdicke und Muskeldicke wurde regelmäßig eine Ultraschalluntersuchung durchgeführt. Nachträglich wurden unterschiedliche Gruppen erstellt und Schlachtparameter retrospektiv ausgewertet. Dadurch konnte dokumentiert werden, dass die Entwicklung von Rückenspeck und Muskelanteil als weiterer Maßstab für die gezielte Nährstoffversorgung dienen kann.

2.2.2.3 Einsatz der ETK in der Fütterung von Schweinen

Normalerweise wird bei wissenschaftlichen Versuchen und speziell bei Tierernährungsversuchen, die präzise Einzeltierdaten für Mastleistungskennzahlen oder Nährstoffverwertungen benötigen, eine Einzeltierhaltungsform in Form eines Kastenstandes genutzt, wobei die Schweine mindestens Sichtkontakt zueinander haben müssen (§ 22 Absatz 2 Satz 1 Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung, TierSchNutztV). Dieses Haltungssystem kann jedoch zu geringeren Futteraufnahmen führen (Cole et al., 1967).

Heutzutage können alternativ elektronisch gesteuerte und kontrollierte Fütterungen in Kombination mit RFID-Technologie genutzt werden. Hierbei können jeweils nur einzelne Schweine an den Trog gelangen. Zur Identifizierung der Schweine werden meist Niederfrequenz-Ohrmarkentransponder verwendet, die nicht von Metall oder Wasser beeinflusst werden und nur eine begrenzte Reichweite haben. Dies soll Falschscannungen vermeiden (Maselyne et al., 2015a).

Es wird zwischen Fütterungen, die den individuellen Bedarf prüfen und bei Bedarf rationierte Mengen Futter ausdosieren (Abruffütterungen), und Fütterungen, deren stets gefüllter Trog auf

Wiegestäben montiert ist, wodurch die gefressene Menge erfasst wird, unterschieden. Zudem gibt es diese Systeme mit integrierter Tierwaage zur Bestimmung der individuellen Lebendmasse (Faltys et al., 2014; Izard et al., 2019). Während Abruffütterungen in der Gruppenhaltung von Sauen eingesetzt werden (Maselyne et al., 2015a, Vargovic et al., 2020), werden in der Schweinemast elektronisch kontrollierte Fütterungen üblicherweise nur von Leistungsprüfanstalten und Schweinezuchtunternehmen eingesetzt. Daten zu Beginn und am Ende der Futteraufnahme, die Besuchsdauer, die Anzahl der Besuche und die Futtermenge werden so automatisch erfasst (Marianne Zenk, persönliche Mitteilung, 09. Februar 2021).

In der Tierzucht erforschten Jiao et al. (2014) mithilfe von Daten einer elektronischen Fütterung auf Wiegestäben (FaW) genetische Korrelationen von Stammbauminformationen mit Mastleistungsdaten. Ähnlichen Nutzen zogen Chen et al. (2010) aus den Daten einer FaW, die die genetischen Beziehungen zwischen täglichen Zunahmen, Futteraufnahme und Futteraufnahmeverhalten untersuchten. Hierbei wurden keine detaillierten Angaben zu den verwendeten Ohrmarkentranspondern gemacht.

Bruininx et al. (2001) ließen Ferkel (n = 96) in der Aufzucht aus FaW-Stationen fressen und konnten eine signifikant verringerte Futteraufnahme innerhalb der ersten 13 Tage im Vergleich zu Ferkeln (n = 118) feststellen, die an einem Standardtrog gefressen hatten. Allerdings unterschieden sich tägliche Zunahmen und Futterverwertung nicht signifikant. In den anschließenden 21 Tagen konnten keine Unterschiede in der Mastleistung der Versuchsgruppen festgestellt werden. Zu den verwendeten Ohrmarkentranspondern wurden keine detaillierten Angaben gemacht.

Faltys et al. (2014) verglichen in zwei Versuchen die Lebendmassen, gemessen in FaW-Stationen mit automatischer Tierwägung, mit denen der manuellen Wägung. In einem 21-tägigen Versuch wurde die Waage nicht neu kalibriert, dagegen wurde im zweiten Versuch an 4 Zeitpunkten innerhalb der Versuchsdauer von 126 Tagen eine Kalibrierung der Waage vorgenommen. Im ersten Versuch konnten keine signifikanten Gewichtsunterschiede festgestellt werden. Im zweiten Versuch waren höchst signifikante, geringere Lebendmassen bei den FaW-Stationen feststellbar. Faltys et al. (2014) kamen zu dem Schluss, dass FaW-Stationen nur eingesetzt werden sollten, wenn diese regelmäßig kalibriert und geprüft werden. Zu den verwendeten Ohrmarkentranspondern machten sie keine detaillierten Angaben.

Izard et al. (2019) zeigten auf der Basis von Daten einer FaW-Station mit automatischer Tierwägung zum einen, dass Eber unterschiedlich schnell fressen, und zum anderen, dass Eber, die ihre Futteraufnahmegeschwindigkeit während der Mast nicht ändern, eine höhere Futterverwer-

tung haben. Zu den verwendeten Ohrmarkentranspondern finden sich keine detaillierten Angaben.

Der Energie- und Nährstoffbedarf von Mastschweinen verändert sich im Laufe der Mast stetig. Zudem steigt mit anwachsender Leerkörpermasse die Fettmasse stärker als die Proteinmasse (GfE, 2006). Durch den Einsatz von rohfaserreichen bzw. energiearmen Rationen wird eine Verfettung gemindert, was zu höheren Verkaufserlösen je Schwein führt (Büenfeld und Schneider, 1983). Um an das genetische und umwelttechnische Leistungspotenzial angepasst zu füttern und einer Verfettung von Schweinen (besonders Börgen) vorzubeugen, werden während der Mast unterschiedliche Alleinfuttermittel gefüttert, die an die Lebendmassen angepasst werden (GfE, 2006). Problematisch dabei ist, dass in der Praxis, ohne ETK, Schweine vor Mastbeginn in homogene Gewichtsgruppen sortiert werden. Teilweise unterscheiden diese sich neben dem Alter und Geschlecht auch genetisch, sodass Futteraufnahme und Nährstoffretentionen der einzelnen Tiere stark abweichen können. Deshalb bieten Mischfutterhersteller standardmäßig ein Vor-, Mitte- und Endmastfutter an. Jedes Alleinfutter wird jedoch für alle Schweine einer Mastgruppe verwendet, wobei keine weitere Rücksicht auf eine mögliche Heterogenität in der Gruppe genommen wird (Reckels et al., 2020).

Über die Einzeltiererkennung kann dem Einzeltier eine individuelle, auf den Bedarf abgestimmte Ration zugeteilt werden (Andretta et al., 2014; Pomar und Remus, 2019). Daten aus elektronischen Fütterungen werden genutzt, um Modelle zur Schätzung der Nährstoffeinlagerungen bei Mastschweinen zu erstellen (Remus et al., 2020). Im Idealfall wird die Ration täglich an den aktuellen, individuellen Nährstoffbedarf des Schweins angepasst, um die Wirtschaftlichkeit, Effizienz und Nachhaltigkeit der Mast zu maximieren (Hauschild et al., 2012). Andretta et al. (2016) konnten durch eine individuelle Fütterung eine Reduktion der Nährstoffausscheidung von 30 % erreichen und gleichzeitig die Futterkosten um 10 % senken. Pomar und Remus (2019) gaben in ihrer Untersuchung sogar 60 % weniger Nährstoffausscheidungen durch die individuelle Fütterung an. Monteiro et al. (2017) zeigten durch die individuelle Fütterung einen geringeren Energieverbrauch, eine geringere Stickstoffausscheidung (- 20 %), eine geringere Eutrophierung, eine geringere Ansäuerung des Bodens und einen reduzierten Landverbrauch.

Stetige Verschärfungen der Auflagen (Düngeverordnung mit Ausweisung von „roten Gebieten“, auf denen die Düngung stark limitiert ist) begrenzen die Menge an Nährstoffen, die auf dem Acker aufgebracht werden dürfen (Kuhn et al., 2020). Neben Phosphor kommt hier besonders dem Stickstoffeintrag eine zentrale Bedeutung zu. Bezogen auf die gesamten Stickstoffausschei-

dungen beim Mastschwein fallen 72 % in der Mast an (Dourmad et al., 1999). Allein die verbesserte Protein- bzw. Stickstoffverwertung ist vor dem Hintergrund folgender Aspekte von Interesse.

Global ist Soja der wesentliche Proteinträger in der Fütterung, sowohl in der klassischen (gentechnisch veränderte Organismen, GVO) Verwendung wie auch in der Nicht-GVO-Variante. Anbauflächen für Soja, zum Beispiel in Südamerika, werden kritisch gesehen, da eine zunehmende Agrarindustrialisierung dort auch Regionen betrifft, die als besonders schützenswert gelten (Boerema et al., 2016). Der Markt von Nicht-GVO-Soja ist zudem durch einen hohen Nachfrageüberschuss charakterisiert, der zu Preiserhöhungen auch für die fertigen Futtermittel geführt hat (Rainer Dullweber, persönliche Mitteilung, 10. Oktober 2021).

Ein weiteres wichtiges Argument für einen reduzierten Stickstoffgehalt in der Ration („Rohprotein angepasste Mast“) ist die Verbesserung der Luftqualität im Stall und in der Luft. Geringere Stickstoffausscheidungen und in der Konsequenz reduzierte Ammoniakgehalte in der Luft sind entscheidend für das Tierwohl (Li et al., 2021; Xia et al., 2021). Dies wird bekräftigt durch die geplante Neufassung der technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft), die einschneidende Veränderungen für die Ausscheidung von Ammoniak und Phosphor im Stall bringen wird. So wird beispielsweise eine mindestens dreiphasige Fütterung von Mastschweinen vorgeschrieben (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, BMU, 2021). Mit den neuen Möglichkeiten und Erkenntnissen aus der Dokumentation der Mastleistungen über eine Einzeltiererfassung wird es möglich sein, dass ein gutes Wachstum und eine geringere Mastdauer der Tiere über ein bedarfsgerechtes Futter planbar werden, was in Summe den Tieren, dem Landwirt und der Umwelt zugutekommt.

Ziel ist es, die zukünftige Leistung des Einzelschweines anhand zuvor erfasster Daten vorherzusagen, um angepasst Nährstoffe füttern zu können, damit die erwartete Leistung eintritt (Hauschild et al., 2012). Es ist mit höheren täglichen Zunahmen und einer besseren Futterverwertung von bis zu 5 % zu rechnen, was die Futterkosten um 7 bis 10 % reduziert (Monteiro et al., 2017).

Die Nutzung einer individuellen Fütterung auf der Basis von Einzeltierdaten stellt hohe Anforderungen an das Futtermanagement und verursacht höhere Kosten, vor allem durch komplizierte Fütterungssysteme (Pomar und Remus, 2019). Ferner ist zu beachten, dass Abruffütterungen im Vergleich zu einer standardisierten Flüssig-, Trocken- oder Breifütterung einer erhöhten Betreuung, Prüfung, Reinigung und Wartung bedürfen und fehlerhafte Datensätze produzieren (Casey et al., 2005; Jiao et al., 2016). Auch besteht bei einer solchen Fütterung das Risiko, dass die Schweine das System nicht verstehen oder dass der Andrang an der Fütterung so hoch ist, dass kleine Tiere nicht an den Trog gelangen (Marcon et al., 2015).

Laut § 29 Absatz 3 bzw. § 28 Absatz 3 der TierSchNutztV ist bei der Ad-libitum-Fütterung ein Tier-Fressplatz-Verhältnis von maximal vier Schweinen zu einem Fressplatz vorgeschrieben. Eine Ausnahme betrifft die Abruffütterungen, bei denen keine Vorschriften gemacht werden (§ 28 Absatz 4 TierSchNutztV). Zu beachten sind die möglichen Nachteile eines zu weiten Tier-Fressplatz-Verhältnisses. Dies kann die Aggressivität der Schweine durch höhere Wartezeiten und Verdrängungen am Trog fördern (Rasmussen et al., 2006). Zudem führt es zu geringeren Zunahmen der Schweine, was besonders bei leichten Schweinen, die nicht hoch in der Rangordnung stehen, deutlich wird (Rasmussen et al., 2006).

Bei der konventionellen Mastauswertung ohne Einzeltiererkennung wird zwangsläufig mit dem Mittelwert gerechnet. Den Ausgangspunkt für die Berechnungen der Mastleistungsdaten bilden die Daten, die über Lieferscheine erfasst werden. Dies beinhaltet Gewichte (Lebendgewicht, Futtermenge) und Tierzahlen. Beispielsweise wird die Futterverwertung im Mastdurchgang anhand der gesamten Gewichtszunahmen, die aus der Differenz zwischen mittlerem Einstall- und Ausstallgewicht berechnet werden, im Verhältnis zum gesamten Futterverbrauch angegeben (anonym, persönliche Mitteilung, 03. März 2020). Anhand der Einzeltierdaten erhält man einen individuellen Einblick in das Mastgeschehen und es ist möglich, sich die Verteilung innerhalb der Datensätze anzuschauen. Die Basis für genaue Daten bildet die fehlerfreie Erfassung. Um eine möglichst verlustfreie Futteraufnahme gewährleisten zu können, sollte die Einstellung am Automaten so geregelt sein, dass das Futter dosiert, aber in ausreichender Menge verfügbar ist. Fehlerhaft ist ein übervoller Trog, an dem das Futter aus dem Trog in die Bucht geworfen wird, was schließlich die Werte für die tatsächliche Futteraufnahme verfälscht (Averberg et al., 2010).

2.3 Wirtschaftlichkeit der Schweinemast

Die wirtschaftliche Nachhaltigkeit der landwirtschaftlichen Produktion ist für die meisten Landwirte ein zentrales Anliegen (Grande, 2011). Hierbei ist der technische Fortschritt bzw. Leistung ein wesentlicher Faktor für Produktivität und Rentabilität, wobei sich der technische Fortschritt hauptsächlich auf Erweiterungen der Produktionsmöglichkeiten, die durch umfassenderes Wissen zustande gekommen sind, bezieht (O'Donnell, 2010).

In diesem Kapitel werden die betriebswirtschaftlichen Grundlagen für weitere Berechnungen auf der Grundlage der Kosten- und Leistungsrechnung dargestellt. Diese ist Voraussetzung für die Kontrolle der Wirtschaftlichkeit (Speth et al., 2009). Das KTBL definiert die Wirtschaftlichkeit als Differenz aus Leistungen und Teilkosten.

Begriffserklärungen:

1. **Leistungen landwirtschaftlicher Produktionsverfahren**

Als Leistung wird der mittels Preisen monetär bewertete Ertrag eines Produktionsverfahrens beschrieben. Die Höhe der Leistungen wird über den Marktpreis bestimmt (KTBL, 2017). Leistungen setzen sich aus Umsatzerlösen durch den Verkauf, die Bestandserhöhungen und die aktivierten Eigenleistungen zusammen (Speth et al., 2009). Da in der klassischen Schweinemast weder Bestandserhöhungen noch aktivierte Eigenleistungen zu erwarten sind, werden diese mit null angesetzt, somit entsprechen die Leistungen den Erlösen.

2. **Direktkosten**

KTBL (2017) definiert den Begriff der Direktkosten folgendermaßen: „Direktkosten ergeben sich aus dem Verbrauch von materiellen und immateriellen Betriebsmitteln. Für die im Produktionsverfahren eingesetzten Betriebsmittel werden für die Dauer der Kapitalbindung Zinskosten berechnet. Auf Produktionsverfahrensebene zählen die Direktkosten zu den variablen Einzelkosten." (KTBL, 2017, S. 2)

3. **Direktkostenfreie Leistung**

Als Differenz zwischen den Leistungen und allen Direktkosten, einschließlich der Zinskosten für das in den Betriebsmitteln gebundene Kapital, wird die direktkostenfreie Leistung definiert, die zur Kompensation weiterer Kosten genutzt werden kann (KTBL, 2017).

4. Deckungsbeitrag

Der Deckungsbeitrag wird als Differenz aus den Leistungen eines Produktionsverfahrens und den variablen Kosten errechnet (KTBL, 2017). Er steht zur Deckung der gesamten fixen Kosten zur Verfügung. Ein negatives Ergebnis aus der Subtraktion der gesamten fixen Kosten vom Deckungsbeitrag entspricht dem Gewinn für das Produktionsverfahren. Demnach wird ein Gewinn erwirtschaftet, wenn die gesamten Erlöse größer als die gesamten Kosten sind.

Innerhalb der Kosten- und Leistungsrechnung erfolgt eine Beschränkung auf die Teilkostenrechnung bzw. Deckungsbeitragsrechnung. Das bedeutet, dass nur der variable (beschäftigungsabhängige) Teil und nicht der fixe (beschäftigungsunabhängige) Teil der Kosten berücksichtigt wird. Die variablen Kosten setzen sich aus den Direktkosten und den variablen Arbeitserledigungskosten zusammen. Es wird angenommen, dass die gesamten variablen Kosten ($\mathrm{K_v}$) sich linear zur Bezugsgrößenmenge (x) verhalten. So sind die variablen Kosten je produzierter Einheit ($\mathrm{k_v}$) konstant:

$$k_v = \frac{K_v}{x}.$$

Leistungen und Kosten sind Bestandteile des Ertrages bzw. der Aufwendungen, die dem eigentlichen betrieblichen Zweck der (Schweinefleisch-)Produktion dienen, in dem betrachteten Zeitraum stattfinden und nicht durch ungewöhnliche Ereignisse entstanden sind (Speth et al., 2009).

In der folgenden Tab. 6 ist eine Deckungsbeitragsrechnung dargestellt. Es wird zwischen drei unterschiedlichen Leistungsniveaus differenziert. Die verwendeten Zahlen basieren auf den Daten des Wirtschaftlichkeitsrechners des KTBL (2022). Im Anschluss werden die einzelnen Posten weiter erläutert.

Tab. 6: Unterschiedliche Leistungsniveaus in der Schweinemast (modifiziert nach KTBL, 2022)

Erwartete Tierleistung	hoch	mittel	gering
Erwartete Mastdurchgänge/Jahr	2,92	2,85	2,77
Erwartete tägl. Zunahme in Gramm	810	790	760
Erwartete Futterverwertung	1:2,80	1:2,85	1:2,90
Erwartetes Schlachtgewicht/Schwein in kg	91,85	91,90	91,69
Futterverbrauch/Schwein in kg	254,09	258,62	263,16
	Beträge in Euro je Mastschwein		
Leistungen			
Schweinefleisch	146,96	143,51	139,16
Summe Leistung	**146,96**	**143,51**	**139,16**
Direktkosten			
Ferkelzukauf	58,40	57,03	55,30
Mastschweinealleinfutter	63,24	62,86	62,02
Flüssigmist	5,60	5,60	5,60
Strom und Wasser	3,58	3,57	3,55
Tierarzt, Medikamente, Versicherungen	2,63	2,60	2,55
Sonstige Direktkosten	1,21	1,20	1,21
Summe Direktkosten	**134,66**	**132,86**	**130,23**
Direktkostenfreie Leistung	**12,30**	**10,65**	**8,93**
Variable Arbeitserledigungskosten			
Variable Maschinenkosten	0,07	0,07	0,07
Variable Lohnkosten	0,00	0,00	0,00
Summe variable Kosten	**134,73**	**132,93**	**130,3**
Deckungsbeitrag	**12,23**	**10,58**	**8,86**

Zugrunde gelegt werden 90 kg Zunahmen bei 119 kg Mastendgewicht, 2,3 % Tierverluste, 1,60 € Schlachterlös und 58,4 € Ferkelzukauf. Flüssigmist wird mit 0,4 m³ je Schwein und 14 € Abgabekosten je m³ als Kostenfaktor erfasst.

Dass die Wirtschaftlichkeit maßgeblich vom individuellen Leistungslevel der Betriebe abhängt, bestätigte auch Hoste (2020), der Produktionskostenunterschiede von 30 Cent je Kilogramm Schlachtgewicht zwischen Betrieben unter gleichen Marktbedingungen aufzeigte.

Die Wirtschaftlichkeit der Schweinemast ist im Wesentlichen vom Tier- und Futterzukauf und vom richtigen Schlachtzeitpunkt bestimmt (Jiao et al., 2014). Auf dieser Basis entwickelten Davoudkhani et al. (2020) eine Modellrechnung, um den besten Kompromiss zwischen Futterkosten, Mastleistung und Schlachtzeitpunkt zu finden. Diese zeigte Erhöhungen der Bruttomarge von 5,0 % durch die alleinige Optimierung der Fütterung und von 4,7 % bei alleiniger Optimierung der Schlachtzeitpunkte. Bei Berücksichtigung beider Parameter konnte eine Erhöhung der Bruttomarge von 10 % erreicht werden.

2.3.1 Leistungen in der Schweinemast

In der Schweinemast ist der Verkauf der fertig gemästeten Schweine die primäre Marktleistung. Diese ist maßgeblich über den Auszahlungspreis bestimmt, der wöchentlich anhand des Marktgeschehens errechnet und über den Vereinigungspreis der Erzeugergemeinschaften für Vieh und Fleisch e. V. (VEZG 2022a) veröffentlicht wird. Der jeweilige Auszahlungspreis hat einen starken Einfluss auf die Entscheidung der Mäster, Tiere abzuliefern oder noch weiter zu mästen (Davoudkhani et al., 2020).

Dass der Auszahlungspreis stark schwankt, wird durch die Verringerung des Preises um 40,78 % von 2,06 € (Kalenderwoche 10, Jahr 2020) auf 1,22 € (Kalenderwoche 50, Jahr 2020) deutlich (BMEL, 2022a). Zugrunde liegende Markteinflüsse für den drastischen Preisverfall sind Zwangsschließungen und der damit verbundene Nachfragerückgang der Gastronomie wegen COVID-19 (Hayes et al., 2020) sowie das Auftreten der Afrikanischen Schweinepest (ASP) in Ostdeutschland mit dem damit zusammenhängenden Non-EU-Exportverbot (Durisin, 2021).

Die Abrechnung der Schlachtkörper basiert in Deutschland selten auf der einmaligen Messung der Speck- und Fleischdicke am Rücken zwischen der 13. und 14. Rippe (Fat-O-Meater = FOM) und häufig auf der multiplen Ultraschallscannung des gesamten Schlachtkörpers (Auto-FOM). Hierbei werden für einzelne Teilstücke (meist Schinken, Lachs, Schulter und Bauch) Indexpunkte vergeben, die mit den jeweiligen Teilstückgewichten multipliziert werden. Der finale Erlös basiert somit nicht nur auf der Masse des Schlachtkörpers, sondern auf den erreichten Indexpunkten je Schlachtkörper multipliziert mit dem Auszahlungspreis je Indexpunkt (Hilgers, 2016; Brosthaus et al., 2017; VEZG, 2020b). Da die von Konsumenten gewünschten Fleischkriterien einem kontinuierlichen Wandel unterzogen sind (Font-i-Furnols et al., 2012), werden die Bewertungsmasken der Indexpunkte der aktuellen Marktsituation angepasst (Niggemeyer, 2017).

Dennoch ist es nicht zwangsläufig betriebswirtschaftlich sinnvoll, die höchsten Indexpunkte anzustreben. Dies ist besonders der Fall, wenn sehr schwere Schweine die höchsten Indexpunkte erreichen und in der Endmast die Futterverwertung gering, das Futter teuer sowie der Auszahlungspreis je Indexpunkt niedrig ist. Somit kann der Grenzerlös je zusätzlichem Kilogramm Schlachtgewicht geringer sein als die Grenzkosten des Zuwachses (Brosthaus, 2007; Brosthaus et al., 2017).

Neben dem Tierverkauf haben die Nährstoffe im anfallenden Wirtschaftsdünger (in konventioneller Haltung auf Spaltenböden hauptsächlich Kot und Urin der Tiere vermischt mit Reinigungswasser und geringen Anteilen Futterresten; Flüssigmist = Gülle) einen Nährstoff- bzw. Düngewert. Je Mastschwein fallen etwa 0,5 m³ Flüssigmist (KTBL, 2022) mit einer Gesamtstickstoffkonzentrati-

on von etwa 3 bis 7 kg je Kubikmeter in der Mast an (Landwirtschaftskammer Niedersachen, 2021). Flüssigmist ist jedoch nur als Leistung anzurechnen, solange Bedarf für die entsprechende Nährstoffmenge über Ausbringungsflächen vorhanden ist. Die Ausbringungsmenge ist gesetzlich auf maximal 170 kg Gesamtstickstoff aus organischen und organisch-mineralischen Düngemitteln pro Hektar und Jahr limitiert (§ 6 Absatz 4 Satz 1 Düngeverordnung, DüV). Besonders in Gebieten mit intensiver Tierhaltung verursacht die Flüssigmistabgabe deshalb Kosten von bis zu 20 € netto pro Kubikmeter. Gegensätzlich wird die Flüssigmistaufnahme entsprechend bezahlt (Fritz, 2016).

2.3.2 Kosten in der Schweinemast

In der vorangegangenen Kalkulation nach KTBL (2022) betragen die Direktkosten für jedes Leistungsniveau in etwa für den Ferkelzukauf 43 %, den Alleinfutterzukauf 47 %, die Flüssigmistabgabe 4 %, Strom, Wasser und Gas 3 %, die Tiergesundheit 2 % und sonstige Direktkosten 1 % der gesamten Direktkosten. Vergleichbar ist die Situation basierend auf den tatsächlichen Dreijahreszahlen des gewählten 1450-Platz-Betriebes (vgl. Kapitel 3.1). Dort verteilen sich die Direktkosten wie folgt: Ferkelzukauf 46 %, Futterkosten 40 %, Flüssigmistabgabe 5 %, Gas, Wasser, Strom 4 %, Reinigungskosten 3 %, Tiergesundheit 2 % und sonstige Direktkosten 1 %. Zu berücksichtigen ist, dass sämtlicher Flüssigmist durch die vollständige Abgabe nicht als Leistung, sondern als Kosten berechnet wird. Es wird deutlich, dass Einzelfuttermittel- wie Ferkelzukauf mit etwa 90 % aller Direktkosten dem Großteil der Direktkosten entsprechen. Allerdings unterliegen diese starken Markteinflüssen.

Die Produktionskosten in der Mast unterscheiden sich sowohl national als auch international. Während die Kosten in Deutschland etwa einen Euro je zusätzliches Kilogramm Lebendmasse betragen, sind diese in Dänemark oder Spanien mit etwa 0,8 € deutlich niedriger. Dieser Kostennachteil für deutsche Betriebe ist hauptsächlich mit den Kosten für die Abgabe von Flüssigmist zu begründen (Hoste, 2020).

Der Ferkelpreis wird, ähnlich wie der Auszahlungspreis für Mastschweine, über einen Richtpreis bzw. Vereinigungspreis für Ferkel vom Markt erzeugt. Dieser Ferkelpreis bezieht sich auf 25 kg schwere Ferkel in 200er-Gruppen und schwankt zwischen etwa 20 und 80 € (VEZG 2022c). Für Zusatzleistungen wie Impfungen, größere Gruppenstärken aus einer Herkunft, besonders leistungsfähige Tiere oder höhere Einstallgewichte werden verhandelbare Aufschläge gefordert. Zusatzleistungen können direkten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben. So führen beispielsweise die Herkunft der Ferkel aus einem Erzeugerbetrieb und höhere Einstallgewichte zu einer signifikant geringeren Mortalität während der Mast (Agostini et al., 2014).

Die Futtermittelkosten basieren hauptsächlich auf Weltmarktpreisen und entstehen durch Angebot und Nachfrage der einzelnen Komponenten. Zudem werden diese durch Spekulationen am Finanzmarkt auf der Basis von Ernteprognosen beeinflusst (Zinke, 2020). Als hochverdaulicher Proteinträger werden geläufige Varianten von Sojabohnenschrot eingesetzt. Der Preis schwankt zwischen etwa 270 und 450 $ je Tonne (Finanzen, 2022a). Als Energieträger wird Getreide wie Weizen genutzt. Der Weltmarktpreis für Weizen schwankt zwischen circa 150 und 300 € je Tonne (Finanzen, 2022b). Je nach Rezeptur werden Zusatzstoffe wie beispielsweise Probiotika zugemischt, die das Futter entsprechend aufwerten, indem sie die Tierleistung und -gesundheit erhöhen und den Einsatz von Antibiotika minimieren (Arsène et al., 2021).

Hoste (2020) wertete Daten von Schweinehaltern im geschlossenen System (Ferkelproduktion, -aufzucht und Schweinemast in einem Betrieb) aus und konnte zeigen, dass sich die Kostenstruktur der Produzenten in den jeweiligen Ländern stark unterscheidet (Tab. 7).

Tab. 7: Vergleich der Produktionskosten[1] für Schweinefleisch (€/kg Schlachtgewicht; modifiziert nach Hoste, 2020)

Land	Futterkosten	Sonstige Direktkosten[2]	Gehälter[3]	Gebäude[4]	Gesamt
Dänemark	0,81	0,22	0,14	0,20	1,38
Deutschland	0,89	0,32	0,15	0,24	1,60
Spanien	0,92	0,24	0,10	0,13	1,39

[1] Die Kosten wurden auf der Basis von Daten geschlossener Systeme im Jahre 2018 erfasst und beinhalten keine Steuer; [2] Kosten für künstliche Besamung, Remontierung, Gesundheit, Energie, Flüssigmistentsorgung und Instandhaltungskosten von Gebäuden; [3] ausbezahlte Gehälter für Mitarbeiter wie auch nicht ausbezahlte Gehälter für Unternehmer bzw. Familienangehörige; [4] Gebäudekosten und Kosten für das aufgewendete Kapital.

In Kapitel 2.2.2 wird die Notwendigkeit von Futterwechseln erläutert. Tendenziell sinken die Kosten je Futtereinheit mit andauernder Mast aufgrund geringerer Nährstoffdichten. Vormastalleinfutter (13,4 MJ/ME; 16,5 % Rohprotein), Mittelmastalleinfutter (13,2 MJ/ME, 15,5 % Rohprotein) und Endmastalleinfutter (13,0 MJ/ME; 14,0 % Rohprotein) kosteten durchschnittlich 25, 23 bzw. 21 €/dt zwischen September und Dezember 2018 (anonym, persönliche Mitteilung, 03. März 2020). Auf der Basis der Kalkulation werden die Kosten einer verlängerten Mast deutlich. Bei einer angenommenen täglichen Futteraufnahme von 3 kg am Ende der Mast entspricht dies 0,63 €/Schwein/Endmasttag. Dazu kommen anteilig Kosten für Tierarzt, Medikamente, Strom, Wasser und sonstige Kosten für täglich etwa 0,08 € je Schwein (Hilgers et al., 2019; KTBL, 2022). Des Weiteren wird die Flüssigmistentsorgung mit angesetzten 14,00 € je Kubikmeter angerechnet (mittlerer Preis zwischen September und Dezember 2018, anonym, persönliche Mitteilung, 03. März 2020), wobei jedes Schwein 0,4 Kubikmeter Flüssigmist während der gesamten Mast produziert. Unter der Bedingung, dass das Tier jeden Masttag gleich viel Flüssigmist produziert, ergeben sich auf den Tag gerechnet bei festgelegten 100 Masttagen 0,056 €

(14 €/0,4m³/100 Tage). Insgesamt entstehen so vergleichbare Direktkosten von etwa 0,766 € pro Endmasttag je Schwein. Hilgers et al. (2019) schätzten Grenzkosten je zusätzlichem Kilogramm Schlachtgewicht von 1,63 €, wobei dafür ein Futteraufwand von 4,41 kg mit Futterkosten von 25,90 €/dt angesetzt wird. Brosthaus et al. (2017) kalkulierten bei Schweinen von über 100 kg mit einer Futterverwertung von 1 : 3,5 und einem Futteraufwand von 4,4 kg je kg Lebendmassezunahme; bei einem Futterpreis von 23 €/dt verursacht jedes weitere Kilo Schlachtgewicht Futterkosten von einem Euro.

Die Vorzüge einer schnellen Mast durch leistungsstarke Tiere spiegeln sich auch im Deckungsbeitrag wider. In dem angeführten Beispiel (Tab. 6) wird deutlich, dass der Beitrag, der zur Deckung der fixen Kosten genutzt werden kann, mit steigender zu erwartender Leistung von 8,86 € auf bis zu 12,23 € steigt.

Bezüglich fixer Kosten sind besonders Gebäudekosten (inklusive Abschreibungen), Stallpachten und Gehälter zu nennen. Während mit steigender Tierzahl eine Baukostendegression je Tier beim Neubau einhergeht, ist die allgemeine Höhe stark von der verwendeten Innenausstattung abhängig. Je komplexer die Stalltechnik ist, desto höher sind Gebäudekosten/Pachten und desto geschulter müssen die festangestellten Mitarbeiter sein. Dadurch dass die Verfügbarkeit geschulter Mitarbeiter, besonders in den viehstarken Regionen, gering ist, ist das Gehalt entsprechend hoch (Horst Fiegenbaum, persönliche Mitteilung, 12. Juni 2020). Dennoch ist eine möglichst hohe Professionalität in der Schweinehaltung eine wichtige Voraussetzung für wirtschaftliches Arbeiten (ter Beek, 2017).

In den Jahren von 2015 bis Ende 2019 wurde nicht immer wirtschaftlich gearbeitet. Besonders Anfang 2016 und im ganzen Jahr 2018 waren die Kosten höher als die Leistungen. Mit dem starken Anstieg der Auszahlungspreise ab 2019 wurde die Mast wieder profitabel (Cloppenburg, 2020). Dass die Wirtschaftlichkeit der Schweinefleischerzeugung Schwankungen unterliegt, wurde bereits im Jahre 1928 publiziert. Hanau (1928) prägte für die Wirtschaftlichkeit der Schweinemast den Begriff „Schweinezyklus“, mit dem der andauernde Wechsel von Angebots- und Nachfrageüberschuss beschrieben wird. In Zeiten des Nachfrageüberschusses wird, getrieben von guten Marktverhältnissen, in die Schweinefleischerzeugung investiert. Durch die lange Produktionsdauer (circa 190 Tage) kommt es verzögert zu einem Angebotsüberschuss, der sich negativ auf Auszahlungspreise auswirkt. Infolge der niedrigen Preise wird weniger produziert, was verzögert einen Nachfrageüberschuss auslöst. Die Theorie hinter dem „Schweinezyklus“ beschreibt das Cobweb-Theorem (Ezekiel, 1938).

3 Material und Methoden

Um festzustellen, ob eine elektronische Einzeltierkennzeichnung in der Mast zu geringeren Direktkosten führen kann, wurde eine empirische bzw. quantitative Forschung durchgeführt. Die Primärdaten wurden durch Beobachtungen und Messungen erfasst und eigenständig aufgearbeitet.

3.1 Versuchsdesign

In der folgenden Darstellung wird zwischen dem Standort des Ferkelerzeugers und dem des Mästers unterschieden. Der Versuch begann am 14.09.2018 mit dem Einziehen der Ohrmarken im Sauenstall des Ferkelerzeugers und wurde am 11.04.2019 mit dem Ausstallen des letzten Tiers im Maststall beendet.

Für den Mastbeginn Ende November 2018 (29.11.2018) sollten 224 individuell gekennzeichnete Schweine im Stall zur Verfügung stehen. Die vom Ferkelerzeuger angegebene Aufzuchtzeit von 77 Tagen (26 Tage Säuglingszeit; 51 Tage Aufzuchtzeit) wurde von dem geplanten Einstalltermin abgezogen, um das Datum für die Kennzeichnung der Einzeltiere zu erhalten. So wurden am 14.09.2018 ein Tag alte Ferkel (n = 304) wurfweise per individuellen Ohrmarken gekennzeichnet und gewogen. Dies beinhaltet einen Puffer von zusätzlichen markierten Tieren (n = 80), um eine ausreichende Anzahl von Tieren im Maststall sicherzustellen. Um eine möglichst homogene Gruppe zu erhalten, wurden die übrigen Schweine im Maststall jeweils zur Hälfte von den schwersten und leichtesten ausgehend sortiert.

Über sich bis zum Schlachthof wiederholende Symptomerfassungen und Einzeltierwiegungen konnten genaue Einzeltierfelddaten generiert werden, die die Grundlage für die Berechnung der Mastleistungsdaten bilden.

Über die Einzeltierdatensätze bietet sich die Möglichkeit, theoretische, geschlechterspezifische Selektionen und Neugruppierungen über die Lebendmasse durchzuführen. Anhand dieser neu entstandenen theoretischen Selektionsgruppen soll der bestmögliche Selektionszeitpunkt mit Selektionsintensität für die Tiere bestimmt werden, um die Produktionsvariante mit den geringsten Direktkosten zu erschließen. Die Bewertung erfolgt nach betriebswirtschaftlichen Kriterien, die auf Mastparametern der Selektionsgruppen basieren. Da die Selektionen nur am Computer und nicht im Stall stattfanden, sind die Mastleistungsdaten der Selektionsgruppen hypothetisch.

Von einer tatsächlichen Selektion wurde aus zwei Gründen abgesehen. Erstens kann man bei einer Selektion wie bei einer Sortierschleuse stets nur eine Intensität selektieren. Zweitens ist die

Reduzierung des Tierstresses, der durch Neugruppierungen und die damit verknüpften Rangkämpfe ausgelöst werden würde, noch wichtiger.

Material

Zur Einzeltiererkennung wurden zwei unterschiedliche Ohrmarken genutzt (Abb. 1). Die weiße, analoge Ohrmarke (Merko M2; 30 x 30 mm, 1 mm Dicke) war quadratisch und von 001 bis 304 durchnummeriert. Zudem war darauf, den Vorschriften entsprechend, die Betriebsnummer des Erzeugerbetriebes aufgedruckt. Dies entspricht der Pflichtohrmarke bzw. der VVVO-Ohrmarke.

Der gelbe, elektronische Ohrmarkentransponder (MS Tag Round UHF Standard; 26 mm Durchmesser, 2 mm Dicke) wurde im anderen Ohr eingezogen. Der enthaltene UHF-RFID-Transponder ist nach ISO/IEC 18000-6:2010 genormt. Als visuelles Differenzierungsmerkmal sind die letzten fünf Ziffern der individuellen Nummer fett auf der Ohrmarke abgedruckt. So kann selbst bei defektem Transponder noch eine Zuordnung erfolgen. Mit jeweils etwa 2 cm Länge und 4 mm Breite unterscheiden sich die Dornen der Ohrmarken nicht.

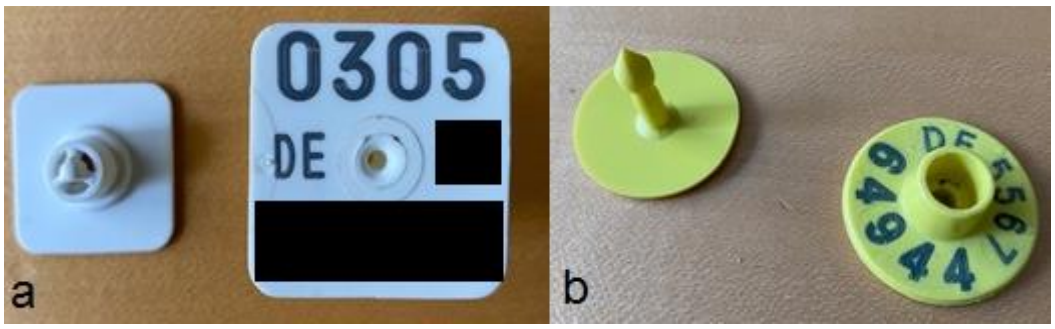

Abb. 1: Im Versuch zur Anwendung kommende analoge (a) und elektronische (b) Ohrmarke. Angaben zur Betriebsnummer wurden aus Datenschutzgründen nachträglich geschwärzt

Für die Kommunikation mit dem Transponder wurden entsprechende Lesegeräte und Software eingesetzt. Zu Beginn wurde ein Lesegerät (Android UHF RFID-Handleser Vanch VH-71T) mit der Software PigExpert („AgriSyst“) verwendet. Aufgrund auftretender Probleme wurde noch vor dem Absetzen auf das Lesegerät Motorola Psion Workabout Pro4 (Betriebssystem Windows) mit der Software d!ba Mobile („d!ba = definitiv! business applications“) gewechselt. Dies wurde bis zum Ende des Versuches genutzt. Auf die Nutzung der dazugehörigen Datenbank („Pigtura“) wurde verzichtet.

Tiere

Sauenbestand: Für die Ferkelproduktion wurden Hybridsauen (DanSau F1; Landrasse/Yorkshire) eingesetzt, die mit dem Sperma eines Pietrainebers („BHZP db.77®“) künstlich befruchtet wurden. Alle Ferkel wurden konventionell kupiert, männliche Ferkel wurden kastriert. Die Saugferkel wurden in Abferkelbuchten mit Abferkelkäfig gehalten. Die Ferkelaufzucht fand in Großgruppen statt, wobei keine Unterschiede zwischen individuell gekennzeichneten und nicht gekennzeichneten Tieren gemacht wurden.

Die Gewichtserfassung der Ferkel im Sauenstall wurde mittels einer Plattformwaage (Bosche Wägetechnik; IPS B 30 + BWI 30000; Maße 42 x 52 cm) durchgeführt. Mit der aktivierten Funktion „Dynamische Tierwägung“ wiegt die Waage 20-mal pro Sekunde und errechnet daraus einen Mittelwert. Vor der Nutzung wurde die Waage per Prüfgewicht auf Messabweichungen überprüft.

Maststall: Für die Mast wurde ein geschlossener, wärmegedämmter, zwangsbelüfteter Doppelkammstall („Bünne Swine Center“) mit planbefestigten Gängen und Vollspaltenbuchten genutzt. Das Bünne Swine Center ist für 1480 Mastplätze in Kleingruppen ausgelegt und wird im Reinraus-Verfahren bewirtschaftet. Für den Versuch wurden die Abteile 2 und 13 genutzt (Tab. 8).

Tab. 8: Auszug der Stallskizze des für den Versuch genutzten Maststalls

	A 1	A 2	A 3
Futter- und Wasserküche	Krankenabteil	4, 5; 3, 6; 2, 7; 1, 8	
Treibgang; Ausrichtung ca. 30° Nordost			
Büro		8, 1; 7, 2	
Hygiene		6, 3; 5, 4	
Eingang	A 14	A 13	A 12

A = Abteil

Es wird zwischen normalen Abteilen (Abteil 2 bis 13), einem Nachläuferabteil (Abteil 14) und einem Krankenabteil (Abteil 1) unterschieden. Die normalen Abteile sind mit jeweils acht identischen Buchten spiegelverkehrt aufgebaut. Sowohl über Fenster zum Treibgang als auch an den Außenwänden fällt Tageslicht in das Abteil. Um direkte Sonnenstrahlung zu vermeiden, bestehen die Außenfenster aus opakem Weißglas. Auf dem Treibgang befindet sich neben einer mobilen Niederflur-Tierwaage (Meier Brakenberg; Modell WASTN; Maße 3,90 x 1,70 x 0,92 m (L x B x H)) eine mobile Einzeltierwaage (Meier Brakenberg; Modell WA08; Maße 1,75 x 0,58 x 0,92 m (L x B x H)), wodurch Gruppentier- wie auch Einzeltierwägungen möglich sind. Beide Waagen sind nicht geeicht, werden aber mit Prüfgewichten kontrolliert.

Jede Bucht enthält neben anorganischen und organischen Spielmöglichkeiten einen Trockenbreifutterautomat (vier Fressplätze) mit zwei Tränkebecken und zusätzlich zwei Tränkenippel in unterschiedlicher Höhe (Abb. 2). Es wird ausschließlich Stadtwasser genutzt, das auf 18 Grad Celsius (°C) vorgewärmt ist. Die Buchtengröße beträgt ohne Futterautomat 10,5 m² (0,75 m² je Schwein).

Abb. 2: Beispielbucht im Bünne Swine Center mit frisch eingestallten Ferkeln

Zur Einstallung wird der Stall über Twinheizungsrohre an den Abteilwänden auf 23°C aufgeheizt. Die Temperatur wird zur Endmast auf 22°C abgesenkt. Eine zusätzliche Abkühlung über vernebeltes Wasser, das über in die Abteilgänge einfallende Luft zugeführt wird, steht zur Verfügung. Die Abluft wird über die Unterflurabsaugung gesteuert.

Für den Versuch wurden pro Bucht 14 Tiere, getrennt nach Geschlecht, eingestallt. Die Buchten sind im Uhrzeigersinn durchnummeriert, in jede ungerade Bucht wurden Börge und in gerade Buchten weibliche Tiere eingestallt. Die Sortierung bzw. Einstallung nach Geschlecht entspricht nicht den konventionellen Feldbedingungen, wurde aber hier vollzogen, um den Geschlechtsun-

terschied als Einflussfaktor zu neutralisieren. Im Anschluss wurde innerhalb der Abteile so sortiert, dass die Lebendgewichte innerhalb einer Bucht eine möglichst geringe Streuung aufwiesen.

Fütterung

Im Rahmen des Versuches wurden drei kommerzielle Alleinfuttermittel gefüttert. Die Zusammensetzung veränderte sich mit den Mastphasen (Tab. 9).

Tab. 9: Botanische Zusammensetzung der eingesetzten Alleinfuttermittel in der Vor-, Mittel- und Endmast

Rohstoff	Vormast (%)	Mittelmast (%)	Endmast (%)
Gerste	15,20	20,10	25,50
Weizen	15,15	7,53	-
Roggen	15,00	20,02	30,99
Triticale	8,00	13,50	15,96
Backwaren	10,66	4,70	-
Soja 44/7	7,06	4,00	-
Rapsschrot	6,60	7,20	8,23
Weizenkleberfutter	6,80	6,00	4,50
Weizenkleie	3,34	5,74	7,62
Weizennachmehl	6,00	5,00	2,50
Getreideschlempe	1,24	1,24	-
Maisquellwasser	1,50	1,50	1,50
Fett	0,50	0,50	0,50
Futterkalk	1,07	1,03	0,91
Viehsalz	0,24	0,32	0,39
Prämix[1]	0,50	0,50	0,50
Lysin-Sulfat	0,76	0,76	0,72
Methionin-Hydroxyanalog	0,05	0,04	0,03
L-Threonin	0,15	0,16	0,15
Säuregemisch[2]	0,18	0,18	-

[1] Prämix in der Vor- und Mittelmast, Angaben je kg Prämix: Vitamin A, 1.300.000 (I.E.); Vitamin D3, 400.000 (I.E.); Vitamin E, 12.000 mg; Vitamin K, 400 mg; Folsäure, 200 mg; Vitamin B1, 200 mg; Vitamin B2, 800 mg; Vitamin B6, 200 mg; Vitamin B12, 5.000 mcg; Niacinamid, 3000 mg; Pantothenat, 2.000 mg; Eisen (Sulfat), 25.000 mg; Kupfer (Sulfat), 2.000 mg; Kupfer (Aminosäurenchelat), 1.000 mg; Mangan (Oxyd), 12.000 mg; Zink (Oxyd), 14.000 mg; Jod (Ca-Jodat), 100 mg; Selen (Na-Selenit) 60 mg;
6-Phytase EC 3.1.3.26, 500 FYT; Endo-1,4-beta-Xylanase EC 3.2.1.8, 915 U; Endo-1,3(4)-beta-Glucanase EC 3.2.1.6, 114 U. Prämix in der Endmast, Angaben je kg Prämix: Vitamin A, 1.200.000 (I.E.); Vitamin D3, 200.000 (I.E.); Vitamin E, 8.000 mg; Vitamin K, 600 mg; Vitamin B1, 100 mg; Vitamin B2, 350 mg; Vitamin B6, 400 mg; Vitamin B12, 4.000 mcg; Niacinamid, 3000 mg; Pantothenat, 2.000 mg; Eisen (Carbonat), 12.000 mg; Kupfer (Sulfat), 2.000 mg; Mangan (Oxyd), 7.000 mg; Zink (Oxyd), 10.000 mg; Jod (Ca-Jodat), 200 mg; Selen (Na-Selenit), 50 mg; 6-Phytase EC 3.1.3.26, 500 FYT; Endo-1,4-beta-Xylanase EC 3.2.1.8, 915 U; Endo-1,3(4)-beta-Glucanase EC 3.2.1.6, 114 U. [2] Säurengemisch in der Vor- und Mittelmast, Angabe je kg Futter: Ameisensäure, 75 %, 1,08 ml; Propionsäure, 99 %, 0,45 ml; Milchsäure, 80 %, 0,27 ml.

Futteranalysen wurden unmittelbar nach Erhalt durch gezogene Futterproben erstellt. Die mittels üblicher Labormethoden (Nährstoffe: nach erweiterter Analyse Weender + van Soest; Mineralstoffe: Atomabsorptionsspektrometrie nach saurer Hydrolyse; Aminosäuren: nach saurer Hydrolyse mittels HPLC; VDLUFA 2012) bestimmten Inhaltsstoffe sind der folgenden Tab. 10 zu entnehmen.

Der Energiegehalt wird mittels folgender Formel nach GfE (2006) kalkuliert:

$$\begin{aligned} ME\left(\frac{\mathrm{MJ}}{\mathrm{kg}}\right) = {} & 0{,}021503 \text{ x Rohprotein}\left(\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{kg}}\right) \\ & + 0{,}032497 \text{ x Rohfett}\left(\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{kg}}\right) - 0{,}021071 \text{ x Rohfaser} \\ & + 0{,}016309 \text{ x Stärke}\left(\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{kg}}\right) \\ & + 0{,}014701 \text{ x organischer Rest}\left(\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{kg}}\right) \end{aligned} \tag{1}$$

Mit jedem Futterwechsel sinkt neben der metabolischen Energie (ME) der Rohprotein-, Lysin-, Rohfettgehalt, während der Stärke- und Rohfaseranteil ansteigt.

Tab. 10: Chemische Zusammensetzung[1] der eingesetzten Alleinfuttermittel in der Vor-, Mittel- und Endmast

Inhaltsstoffe		Vormast	Mittelmast	Endmast
Trockensubstanz	%	88,3	87,9	88,0
Rohasche	%	4,6	4,6	4,3
Rohprotein	%	16,5	15,5	14,0
Rohfett	%	4,1	3,6	3,2
Rohfaser	%	4,1	4,3	4,5
Stärke	%	40,0	41,3	43,6
Lysin	%	1,1	1,05	0,95
Calcium	%	0,65	0,62	0,62
Phosphor	%	0,44	0,42	0,4
Natrium	%	0,2	0,2	0,2
Umsetzbare Energie	MJ /ME	13,4	13,2	13,0

[1] Angabe in Prozent der Trockenmasse

Mithilfe einer pneumatischen Multiphasenfütterung (Schauer Agrotronic, Spotmix Multiphasenfütterung) wurde jeder Futterautomat individuell befüllt. Da im Versuch alle Tiere das gleiche Futter zugeteilt bekamen, variierte nur die Menge je Bucht. Zum Futterwechsel wurde das neue Futter nicht verschnitten, um einen konkreten Wiegezeitpunkt zum Zeitpunkt des Futterwechsels zu haben. Die Futterwechsel wurden nach der bereits durchschnittlich aufgenommenen Futtermenge bestimmt, wobei mit einem Gesamtfutterverbrauch von 250 kg/Mastschwein kalkuliert wurde (80 kg Vormast, 50 kg Mittelmast, 120 kg Endmast).

Täglich wurde zu zwei festen Zeiten (07:00 Uhr und 14:30 Uhr) frisches Futter eingeblasen. Der exakte Futterverbrauch wurde elektronisch für jeden Futtertrog erfasst. Der Füllstand der buchtenindividuellen Futterautomaten wurde täglich manuell erfasst und anschließend in der Fütterungssoftware so angepasst, dass der Automat nach jeder Gabe leergefressen wurde, die Schweine aber nicht hungern mussten.

3.2 Versuchsdurchführung

Die Mast ist in unterschiedliche Phasen aufgeteilt. Während die Vor- und Mittelmast für sich allein stehen, wird die Endmast im Folgenden weiter in Ausstallungsphasen aufgeteilt. Somit wird die Zeit von der ersten bis zur zweiten Ausstallung als „Phase 1. Ausstallung“ bezeichnet. Um ein konstantes Bewertungsmaß zu gewährleisten, wurden alle Arbeiten von der gleichen Person durchgeführt.

3.2.1 Sauenstall

Frisch abgeferkelte Würfe (n = 19) wurden zufällig ausgewählt und jeweils unmittelbar nach der Geburt mit zwei unterschiedlichen Ohrmarken markiert (Abb. 3). Bei Ferkeln mit einem Geburtsgewicht von unter 600 Gramm wurde aus ethischen Gründen auf eine Markierung verzichtet.

Abb. 3: Für den durchgeführten Versuch markierte Ferkel

Ohrmarken und Transponder wurden mit den beschrifteten Seiten der Ohrmarke zur Schädeldecke eingezogen, um eine möglichst gute Lesbarkeit während der Mast zu gewährleisten. Zudem wurde darauf geachtet, dass die Ohrmarken zwischen den Knorpelrändern etwa auf dem

Übergang vom ersten zum zweiten Drittel des Ohrs, gemessen vom Schädel zur Ohrspitze, eingezogen wurden.

Im Sauenstall wurden folgende Daten erfasst:

- Zeitdauer der anfallenden Arbeiten,
- Geschlecht der Ferkel,
- Einzelgewicht der Ferkel (LT 1 und 24),
- Sitz der Ohrmarken im Ohr und Funktionalität der Transponder zum Absetzen.

Bei der ersten Datenerfassung am Ferkel wurden das Gewicht und das Geschlecht des Einzeltieres dokumentiert. Dazu stand die Erfassung des zeitlichen Aufwandes im Fokus. Die Erhebung der Daten wurde stets von zwei Personen in Zusammenarbeit durchgeführt. Die erste Person entnahm die Ferkel einzeln aus der Bucht, setzte sie in den Wiegekasten und zog ihnen beide Ohrmarken ein. Diese wurden dann mithilfe eines elektronischen Handscanners miteinander verknüpft. Zudem wurden, sofern dies technisch möglich war, die erfassten Daten dem Transponder zugeordnet. Im Anschluss wurde das Ferkel in die Bucht zurückgesetzt. Die zweite Person trug aus Sicherheitsgründen sämtliche erhobene Daten in eine vorbereitete und ausgedruckte Tabelle händisch ein. Im Anschluss wurden die Ohrmarkenzangen als Zuarbeit für die andere Person neu bestückt.

Vor dem Absetzen wurden alle bisher markierten und bewerteten Ferkel ein zweites Mal nach dem in der Ersterfassung angewandten System gewogen. Zudem wurde der Sitz der eingezogenen Ohrmarken beurteilt.

3.2.2 Maststall

Im Maststall wurden folgende Daten erhoben und erfasst:

- Zeitdauer der anfallenden Arbeiten,
- Anzahl der Tiere je Bucht (inklusive Veränderungen),
- Anzahl der Abgänge und Abgangsgewicht,
- Futterverbrauch je Bucht (täglich),
- Bonituren des Gesundheitszustandes (wöchentlich),
- Einzelgewicht der Schweine (an neun Zeitpunkten) sowie
- Sitz der Ohrmarken und Funktionstest der Transponder (an neun Zeitpunkten).

In der Mast wurde zwischen Einzeltierbewertungen mit und ohne Wiegung differenziert. Für die Beurteilung der klinischen Symptome wurde ein Bonitur-Score erstellt (Tab. 11).

Tab. 11: Beurteilungsschema für die Erfassung des Gesundheitszustandes der Schweine

Erfasster Parameter	Ausprägung der Symptome		
	A	B	C
Schwanzverletzungen (S)	leichte Bissspuren und Rötungen, oberflächlicher Gewebeverlust	deutliche Bissspuren, schwach blutend	Teile des Schwanzes fehlen, stark blutend
Husten (H)	vereinzeltes Husten	vermehrtes Husten	krampfhaftes Husten
Lahmheit (G)	leichte Schwellung, Gangbild kaum gestört	Schonhaltung, Gangbild gestört	hochgradige Lahmheit, stark bewegungseingeschränkt
Fäzes (D)	leichter Strukturverlust	bis 50 % flüssig	mehr als 50 % flüssig
Ohrverletzungen (O)	leichte Bissspuren und Rötungen, oberflächlicher Gewebeverlust	deutliche Bissspuren, schwach blutend	Teile des Ohres fehlen, stark blutend
Weiße Ohrmarke	vergrößertes Ohrloch	Ohrmarke fehlt	-
Gelbe Ohrmarke	vergrößertes Ohrloch	Ohrmarke fehlt	-

A = geringgradige Veränderung; B = mittelgradige Veränderung; C = hochgradige Veränderung; Abkürzungen der Parameter werden in Abb. 7 genutzt

Im Folgenden werden Bewertungsbeispiele für Schwanzverletzungen (Abb. 4), Ohrverletzungen (Abb. 5) und Halt der Ohrmarken (Abb. 6) gezeigt. Schweine, die ihre Ohrmarke mit Registriernummer verlieren, bekommen keine neue eingezogen, denn Mastschweine müssen nur nachmarkiert werden, wenn diese nicht an einen Schlachthof geliefert werden (§ 39 Absatz 6 Satz 2 ViehVerkV).

Abb. 4: Beispiele für die Bonitierung von Schwanzverletzungen. A = geringgradig; B = mittelgradig; C = hochgradig

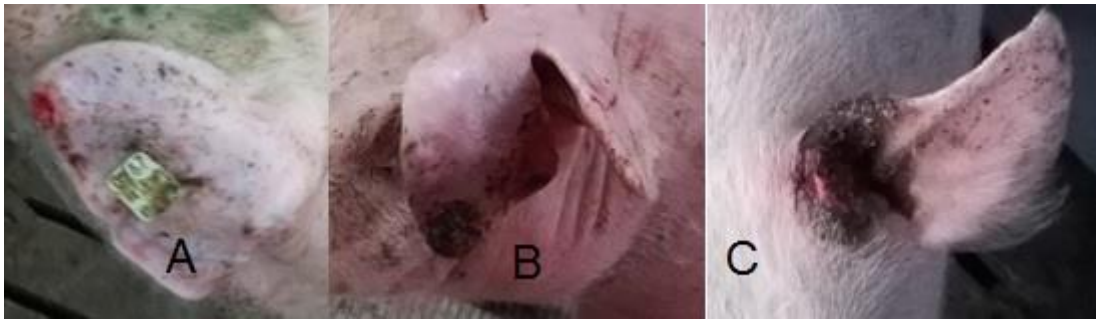

Abb. 5: Beispiele für die Bonitierung von Ohrverletzungen. A = geringgradig; B = mittelgradig; C = hochgradig

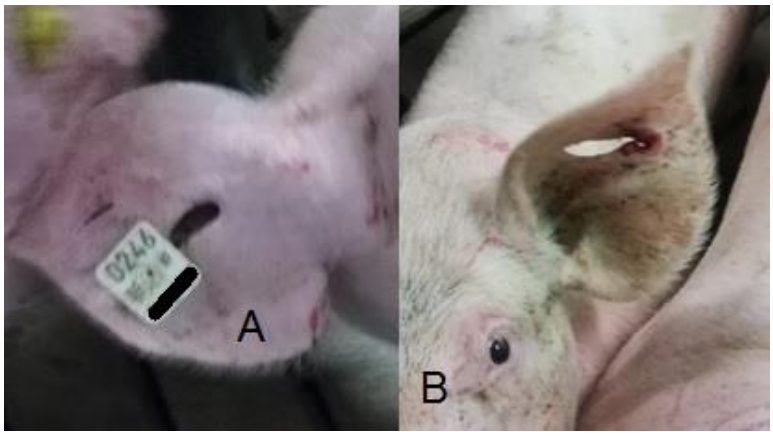

Abb. 6: Beispiele für die Bonitierung des Halts der Ohrmarken im Ohr. A = vergrößertes Ohrloch; B = Ohrmarke fehlt

Auf der Basis des Bonitur-Scores wurde eine Bonituroberfläche für das Lesegerät programmiert (Abb. 7), die wahlweise mit oder ohne Gewichtserfassung funktionierte.

Abb. 7: Oberfläche des Handlesegerätes für die Bonitur der Symptome während der Mastperiode

Um den Zeitaufwand der Arbeiten nachvollziehbar zu gestalten, folgen detaillierte Beschreibungen der Arbeitsabläufe. In Wochen ohne Phasenwechsel wurden die Schweine nicht gewogen, aber von nur einer Person in den Buchten individuell bewertet. Der hierfür benötigte Zeitaufwand von 30 Minuten überstieg die üblicherweise notwendige Zeit der Inaugenscheinnahme (§ 4 Absatz 1 TierSchNutztV) um ein Vielfaches und ersetzte diese somit an dem entsprechenden Tag.

Für die individuelle Gesundheitsüberwachung wurden die Schweine in den Buchten geweckt und zum Aufstehen animiert. Dies ermöglicht eine genaue Beobachtung. Es dauerte etwa eine Minute, bis sich das Schwein wieder normal verhielt und seine Aufmerksamkeit nicht mehr nur auf den Menschen richtete. Während dieses Zeitraums sind bereits Rückschlüsse auf den Gesundheitszustand möglich und so wurden unaufmerksame Schweine besonders intensiv beobachtet.

In den ersten 20 Minuten der Untersuchung wurde u. a. neben dem Gesamteindruck gezielt auf Husten und Hustengeräusche geachtet und ein mögliches Vorkommen tierunspezifisch per Strichliste dokumentiert. Nach Möglichkeit wurden hustende Schweine wie auch Tiere mit flüssigerem Kot bereits individuell symptomspezifisch gekennzeichnet.

In den verbleibenden 10 Minuten wurden alle Tiere mit Symptomen per Lesegerät gescannt und die Symptome in die Bonituroberfläche eingetragen. Um Doppelmarkierungen auszuschließen, wurde jedes Tier nach der Erfassung symptomspezifisch markiert. Jedes Schwein, bei dem Gelenkprobleme festgestellt wurden, wurde per Einzeltierbehandlung mit Antibiotika behandelt. Ansonsten wurden keine Antibiotika eingesetzt.

Am Anfang jeder Phase (neun Zeitpunkte) wurden Einzeltierbewertungen mit Wiegungen durchgeführt; diese wurden stets von zwei Personen verrichtet. Hierzu wurden die Schweine buchtenweise auf den Treibgang getrieben und von dort wurde jedes Tier einzeln auf der Niederflurtierwaage gewogen. Die Wägung auf der Gruppenwaage erfordert im Vergleich zur Einzeltierwaage damit zwar einen weiteren Arbeitsschritt, ermöglicht aber neben der eigentlichen Gewichtserfassung auch eine individuelle Beurteilung der Motorik und der Gelenke sowie des Allgemeinzustandes des jeweiligen Tieres. Auf der Waage wurde zuerst der individuelle Transponder mit dem Handlesegerät eingescannt. Bei fehlendem (z. B. ausgerissenem) Transponder wurde die analoge Ohrmarke zur Identifizierung genutzt. Danach wurde das Gewicht in das Lesegerät eingetragen. Die individuelle Endung der Transpondernummer und das Gewicht inklusive Ausprägungen der Symptome wurden einer zweiten Person diktiert, die diese Daten parallel am Computer in vorbereitete Tabellen eingab.

Nachdem die Daten eines Schweines erfasst worden waren, wurde es auf die andere Stallseite der Waage getrieben und musste dort so lange warten, bis alle Schweine derselben Bucht einzeln erfasst waren. Um eine Verfälschung des Wiegeergebnisses auszuschließen, verhinderte die zweite Person, dass Schweine an der Waage wackelten.

Abschließend wurden alle Schweine zurück in die ursprüngliche Bucht getrieben und Schweine einer anderen Bucht wurden auf den Treibgang geholt. Zwischenzeitlich reinigte die zweite Person den Laufgang grob von Exkrementen und streute diesen neu ein, um das Verletzungsrisiko der Schweine (z. B. Ausrutschen auf dem planbefestigten Beton) zu minimieren.

In folgender Abb. 8 ist dargestellt, wie und wo diese Arbeiten stattfanden. Bei dem abgebildeten Schwein ist zu erkennen, dass die Ohrmarke des linken Ohres fehlt und das Tier mit 124 kg Lebendmasse die Schlachtreifemarkierung erhalten hat. Dies gewährleistet eine einfache Identifizierung bei der folgenden Ablieferung.

Abb. 8: Manuelle Wiegung eines Einzeltieres mit Kennzeichnung zur Ablieferung

Das Abliefern der schlachtreifen Schweine erfolgte stets wenige Stunden nach der Gewichtserfassung und begann, sobald das erste Schwein eine Lebendmasse von etwa 130 kg erreicht hatte. Bei der ersten Ablieferung wurden alle Schweine ab einem Lebendgewicht von mindestens 114 kg ausgestallt. Im weiteren Mastverlauf erhöhte sich das Mindestgewicht bei der Ablieferung auf 117 kg. Eine Ausstallung erfolgte etwa alle zehn Tage. Die genauen Ablieferungstermine sind von freien Kapazitäten am Schlachthof abhängig und wurden so nur bedingt selbst bestimmt. Es ist zu beachten, dass nicht nur über die Lebendmasse sortiert wurde, sondern auch Tiere mit mittel- wie hochgradigen Schwanzverletzungen und Gelenkproblemen nach individueller Beurteilung ausgestallt wurden. Um hungerbedingten Aggressionen vorzubeugen, wurde auf ein Ausnüchtern vor dem Abliefern der schlachtreifen Schweine verzichtet.

Zur Gewährleistung der vollständigen Rückverfolgbarkeit wurde der Schlachthof vor jeder Ablieferung schriftlich darüber informiert, dass Mastschweine mit Ohrmarkentranspondern angeliefert würden. Von Interesse waren in diesem Fall weniger die genauen Schlachtdaten, sondern der Anteil der mittels elektronischer Ohrmarke automatisch registrierten Schweine. Ohrmarken- bzw. Transponderverluste während des Transports wurden nicht erfasst. In dieser Arbeit wird auf eine individuelle Auswertung des Schlachterlöses verzichtet.

3.3 Statistische Methoden

Nach der Aufarbeitung der Mastdaten über den gesamten Mastverlauf wurden die berechneten Mastleistungsdaten für jede Phase und jedes Geschlecht (Börge, weibliche Mastschweine und gewichtete Gesamtheit – im Folgenden Gesamtheit genannt) anhand des arithmetischen Mittels (Mittelwert = M) mit Standardabweichung (SD) und niedrigstem und höchstem Wert des Datensatzes in folgendem Format dargestellt:

$$\mathrm{M} \pm \mathrm{SD}\ (\mathrm{Min} - \mathrm{Max}). \qquad (2)$$

Die Normalverteilung der Daten wurde mithilfe des Kolmogorov-Smirnov- und des Shapiro-Wilk-Tests überprüft. Beide Testverfahren verwenden als Nullhypothese, dass eine Normalverteilung vorliegt.

Mit dem Levene-Test nimmt man sich der Fragestellung der Gleichheit der Varianzen durch die Berechnung der Varianzhomogenität an. Die zugrunde liegende Nullhypothese lautet, dass die Varianzen gleich sind.

Bei vorliegender Homogenität der Varianzen und einer Normalverteilung der Werte wurden die Mittelwerte der Mastleistungsparameter je Geschlecht per Zweistichproben-t-Test für unabhängige Stichproben miteinander verglichen. Es wurden nur Mittelwerte verglichen, die aus der gleichen Zeitphase stammen.

Korrelationen werden durch die Anwendung des Pearson-Korrelationskoeffizienten zweiseitig getestet, wobei hier die Nullhypothese unterstellt, dass die Variablen voneinander unabhängig sind. Zur Berechnung der Korrelationen der festgestellten Symptome werden die am Einzeltier erfassten Symptome für jede Mastwoche summiert, indem geringgradige mit dem Faktor 1, mittelgradige mit 2 und hochgradige Ausprägungen mit 3 bewertet werden.

Bei allen Tests wird eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 0{,}05$ angenommen. Ab einem Signifikanzwert (p-Wert) von $p \leq 0{,}05$ gelten die Ergebnisse als signifikant. Bei $p \leq 0{,}01$ ist das Ergebnis hoch signifikant, bei $p \leq 0{,}001$ höchst signifikant.

Die elektronisch erfassten Daten wurden mithilfe von „Microsoft Excel 2019“ zusammengefügt und mit der Anwendung „IBM SPSS Statistics 25.0“ statistisch ausgewertet.

3.3.1 Berechnung der Mastleistungsdaten

Die Mastleistungsdaten und damit die durchschnittliche Futterverwertung werden wie folgt berechnet:

1. Die tägliche Zunahme im Prüfabschnitt beträgt:

$$DWG = \frac{(\mathrm{LM}_{\mathrm{End}} - LM_{Ausgang})}{N_{Tage}}. \quad (3)$$

DWG: Tägliche Zunahmen in kg

LM_{End}: Endgewicht in kg

$LM_{Ausgang}$: Ausgangsgewicht in kg

N_{Tage}: Anzahl Tage

2. Die mittlere, tägliche Futteraufnahme je Einzeltier im Prüfabschnitt beträgt hypothetisch:

$$FI = \frac{FA_g}{N_{Schweine}}. \quad (4)$$

FI: Kalkulierte, tägliche Futteraufnahme je Einzeltier in kg

FA_g: Gesamtfutterverbrauch in der Bucht in kg

$N_{Schweine}$: Anzahl der Schweine in der Bucht

3. Die mittlere Futterverwertung der Schweine im Prüfabschnitt in der Bucht beträgt:

$$FCR = \frac{FI}{DWG}. \quad (5)$$

FCR Durchschnittliche Futterverwertung

Bei einer beispielhaften Futteraufnahme von 40 kg und einer Zunahme von 16 kg entspricht die Futterverwertung 1 : 2,5. Dies bedeutet, dass für jedes zugenommene Kilogramm Lebendmasse 2,5 kg Futter gefressen wurden.

Bezüglich der Futteraufnahme wird unterstellt, dass die Futteraufnahme eines jeden Schweines pro Bucht gleich ist. In Buchten, in denen Tiere innerhalb einer Phase ausgeschieden sind, wird

der Gesamtfutterverbrauch je Bucht durch Abzug des gewichteten Verbrauchs der ausgeschiedenen Tiere vom Gesamtfutterverbrauch kalkuliert. Hierbei wird unterstellt, dass diese Tiere bis zum Zeitpunkt des Ausscheidens eine reduzierte Futteraufnahme realisiert haben; hypothetisch wurde eine Reduktion um 50 % und damit die Hälfte Futter im Vergleich zum Buchtenmittel angenommen. Zur Berechnung des bereinigten Gesamtfutterverbrauches je Bucht wird folgende Formel verwendet:

$$FA_b = FA_g - FA_g \frac{N_{Tage\ ausg.}}{N_{Tage\ gesamt} \cdot TZ_{Beginn}} \cdot 0{,}5. \qquad (6)$$

FA_b: Bereinigter Gesamtfutterverbrauch der verbliebenen Tiere in der Bucht in kg

FA_g: Gesamtfutterverbrauch in der Bucht in kg

$N_{Tage\ ausg.}$: Anzahl Tage in der Phase der ausgeschiedenen Tiere

$N_{Tage\ gesamt}$: Anzahl Tage der gesamten Phase

TZ_{Beginn}: Anzahl Tiere zu Beginn der Phase

Zur Berechnung des täglichen Futterverbrauchs je Schwein wird der bereinigte Gesamtfutterverbrauch FA_b sowohl durch die Anzahl der Schweine am Ende der Phase als auch durch die Anzahl der Tage in der Phase dividiert.

Sobald in einer Bucht kein Errechnen eines Mittelwertes mehr möglich ist ($n < 3$), wird die Auswertung der Mastleistungsparameter für diese Bucht ausgesetzt. Die Erfassung der Lebendmasse und Symptome wird auch dann bis zum Ende der Mast fortgeführt.

Um den mittleren Futterverbrauch je Geschlecht und Phase zu berechnen, wird der gewichtete Mittelwert aller Buchten innerhalb des jeweiligen Geschlechts ermittelt.

Im Rahmen des Versuches wurde keine Datenbereinigung durchgeführt. Anstatt der Löschung/Bearbeitung von Datensätzen wurden theoretische Selektionsszenarios über die Lebendmassen vollzogen.

3.3.2 Szenarioanalysemethoden

Anhand der Szenarioanalyse soll geprüft werden, ob eine unter verschiedenen Bedingungen getätigte theoretische Selektion über sich verändernde Mastleistungsparameter einen betriebswirtschaftlichen Einfluss auf die Mast hat. An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, dass die durchgeführte Selektion jeweils nur theoretisch stattgefunden und sich die tatsächliche Zusammensetzung der Buchten nicht geändert hat.

Bei der Auswertung wird der Fokus auf veränderte Mastleistungsdaten der Schweine in den Selektionsgruppen im Gegensatz zur Ausgangsgruppe gelegt. Die am Einzeltier verknüpften Symptome werden nicht berücksichtigt.

Zur Analyse werden drei Szenarien, die sich in ihrer Selektionsintensität unterscheiden, durchgeführt. Dabei wird ausschließlich hypothetisch selektiert. Man entnimmt aus dem jeweiligen Datensatz alle Tiere, deren Körpergewicht zum gewählten Zeitpunkt stärker als 10, 15 bzw. 20 % vom errechneten Mittelwert der erhaltenen Ausgangsgruppe zum jeweiligen Zeitpunkt nach unten abweicht. Generell gilt, dass alle Tiere in den Selektionsgruppen auch Teil der entsprechenden Ausgangsgruppe sein müssen. Umgekehrt trifft das allerdings nicht zu. Hier sind die Tiere in der Ausgangsgruppe nicht zwangsläufig auch Teil der Selektionsgruppen.

In den folgenden Abbildungen werden nach dieser Methode beispielhaft drei Szenarien dargestellt, in denen ein mittleres Gewicht der Börge in der Ausgangssituation (= Istsituation) zum Einstallen in die Mast 32,2 kg beträgt.

In Abb. 9 ist beispielhaft das Szenario dargestellt, in dem all jene Börge herausgerechnet wurden, deren Lebendmasse vom Durchschnittsgewicht aller Börge um mehr als 10 % nach unten abweicht, die also weniger als 29,0 kg wiegen.

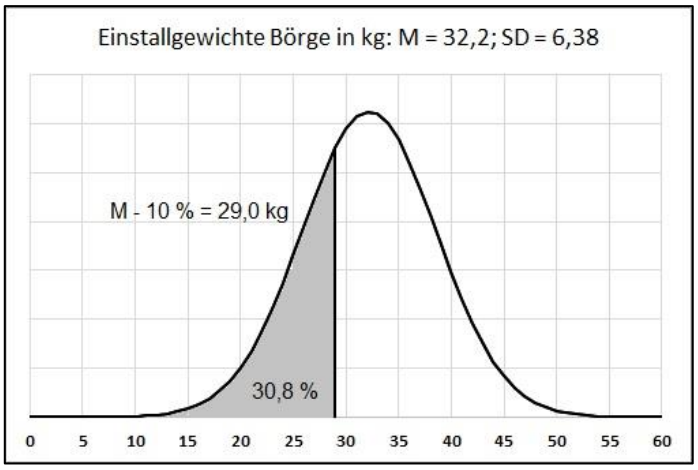

Abb. 9: Darstellung des Szenarios 1 – Ausschluss bei einer Abweichung von 10 % der Durchschnittslebendmasse

In Abb. 10 ist das Szenario dargestellt, in dem all jene Börge herausgerechnet wurden, deren Lebendmasse vom Durchschnittsgewicht aller Börge um mehr als 15 % nach unten abweicht, die also weniger als 27,4 kg wiegen.

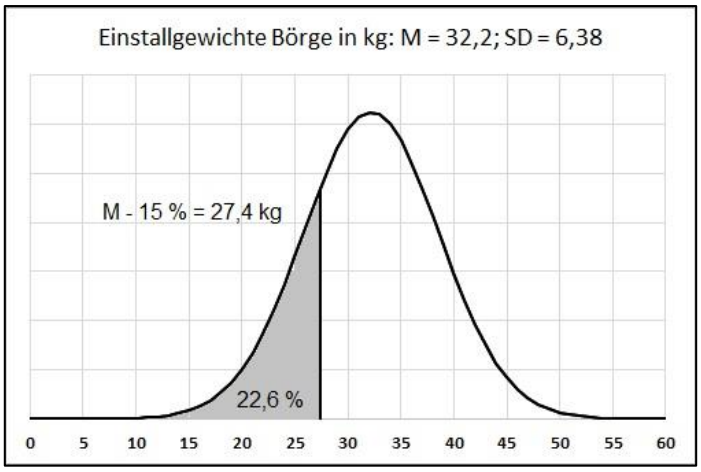

Abb. 10: Darstellung des Szenarios 2 – Ausschluss bei einer Abweichung von 15 % der Durchschnittslebendmasse

Schließlich wird in Abb. 11 das Szenario 3 aufgezeigt, in dem all jene Börge herausgerechnet wurden, deren Lebendmasse vom Durchschnittsgewicht aller Börge um mehr als 20 % nach unten abweicht, die also weniger als 25,8 kg wiegen.

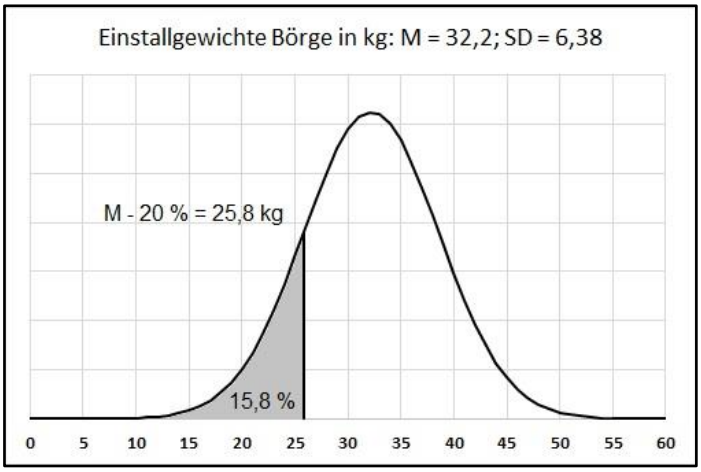

Abb. 11: Darstellung des Szenarios 3 mit Ausschluss bei einer Abweichung von 20 % der Durchschnittslebendmasse

In den Grafiken zeigt sich, dass die Daten annähernd normalverteilt sind. Dadurch können stochastische Aussagen getroffen werden. Bezogen auf die zuvor angeführten Beispiele betragen die Anteile der ausselektierten Tiere bei Selektionen von 10, 15 bzw. 20 % entsprechend etwa 30,8, 22,6 bzw. 15,8 %. Auf diese separate Ausweisung wird in der Ergebnisdarstellung verzichtet.

Jedes der drei Szenarios ist in acht weitere Selektionsgruppen (S) unterteilt, die sich nach dem Alter (Angaben in Tagen) der Schweine zum Selektionszeitpunkt richten (S77, S119, S138, S151, S161, S174, S182, SJP). Um die jeweilige Zuordnung zu erleichtern, werden der Selektionsgruppe (S) stets die Parameter Selektionsintensität und Geschlecht zugewiesen. Dabei werden weibliche Tiere mit „W“ und Börge mit „B“ abgekürzt. So bedeutet beispielsweise die Kennzeichnung „S161 15 % B “, dass die Börge am 161. LT auf M - 15 % selektiert wurden. Kennzeichnungen ohne Abkürzungen des Geschlechts beziehen sich auf die Gesamtheit. Auf Selektionen nach dem 182. LT wurde verzichtet, da die Anzahl verbliebener Schweine zu diesem Zeitpunkt für eine weitere Selektion nicht mehr ausreichte.

Ein besonderes Szenario ist die Selektion zu jedem Wiegezeitpunkt; im Folgenden mit SJP (J = jede, P = Phase) abgekürzt. Bis zum Zeitpunkt der Selektion entsprechen die Datensätze der Selektionsgruppe denen der Ausgangsgruppe. Allerdings können die Daten ab dem Zeitpunkt der Selektion von jenen der Ausgangsgruppe abweichen. In den Selektionsgruppen wird mit Ausnahme der SJP nur einmal selektiert. Die weitere Mast wird für die jeweilige Selektionsgruppe mit den Datensätzen der verbliebenen Einzeltiere dargestellt. Diese Vorgehensweise wird für jedes Szenario und zugehörige Selektionsgruppen gewählt, wie Beispiel „S77 10%“ verdeutlicht (Abb. 12).

In Tab. 12 folgt eine Veranschaulichung der Selektionen. Drei Zeilen bilden jeweils einen Block. In diesem Block wird in den ersten zwei Zeilen die Mastleistung der weiblichen Tiere und Börge dargestellt, in der dritten die der Gesamtheit. Der erste Block gibt die Istsituation wieder, die restlichen Blöcke entsprechen jeweils einer Selektionsgruppe. Alle Datensätze werden im Format nach Formel (2) dargestellt. Alle grau unterlegten Zellen enthalten die entsprechenden Daten der Ausgangsgruppe, die anderen stellen die Selektionsgruppen dar.

Für jedes der drei Szenarien mit den acht Selektionsgruppen wird eine solche Tabelle hinsichtlich Lebendmasse, täglicher Zunahme, Futteraufnahme und Futterverwertung erstellt. Zu erwähnen ist, dass bei den Lebendmassen keine Zeiträume, sondern die jeweiligen Zeitpunkte zur Selektion betrachtet werden.

Die Entnahme von Datensätzen auf der Grundlage der Selektionskriterien hat Veränderungen der Mastleistungsdaten (Lebendmasse, Zunahme, Futteraufnahme, Futterverwertung) zur Folge. Diese Veränderungen werden einzeln per Zweistichproben-t-Test mithilfe der Software „IBM SPSS Statistics“ auf signifikante Abweichungen geprüft. Hierbei wird immer ein Geschlecht oder die Gesamtheit einer Selektionsgruppe zu jedem Zeitpunkt mit dem Äquivalent aus der Ausgangsgruppe verglichen. Innerhalb einer Selektionsgruppe wird ab dem Zeitpunkt bis zum Ende der Mast für jede Phase bzw. jeden Zeitpunkt die Abweichung überprüft.

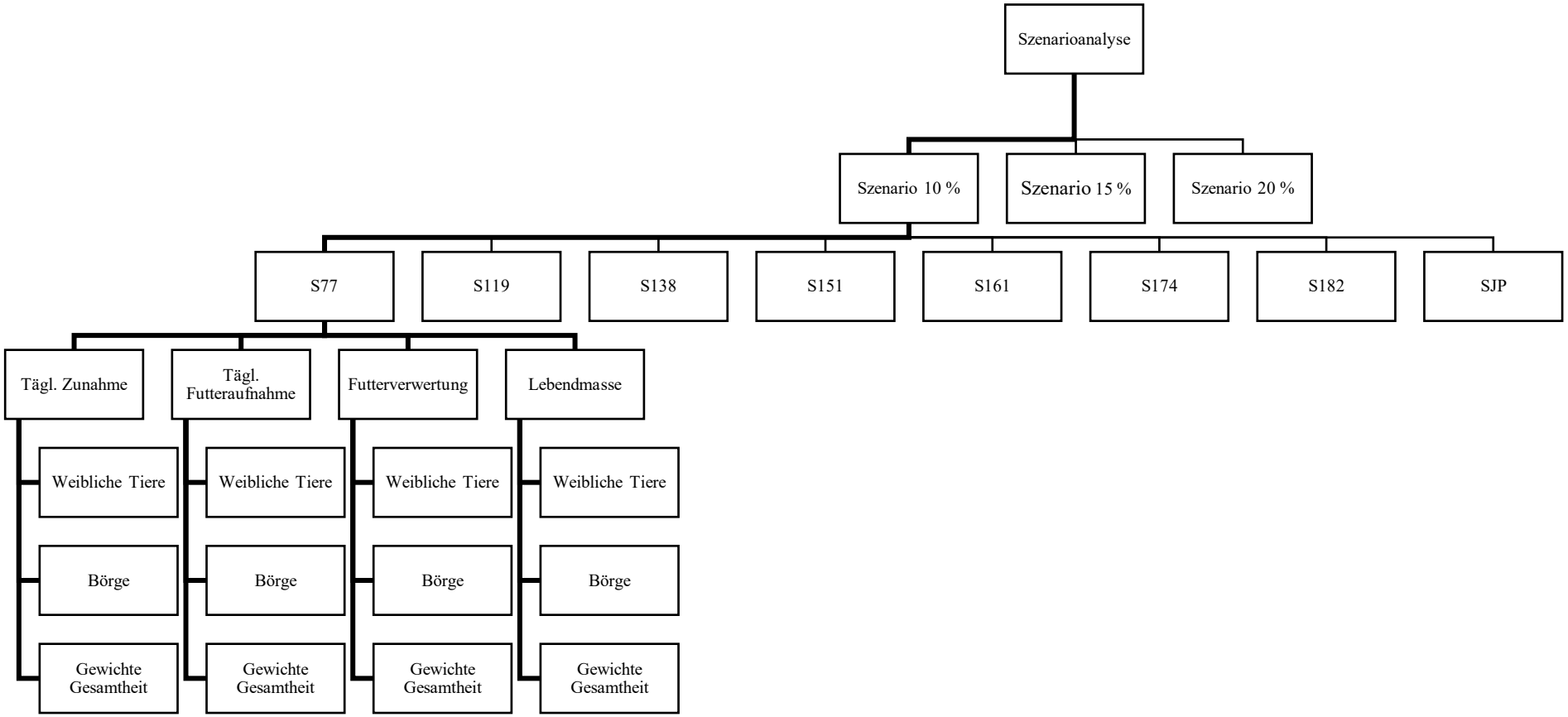

Abb. 12: Schematische Darstellung des Selektionsverfahrens am Beispiel S77 10 % für weibliche Tiere, Börge und Gesamtheit

Tab. 12: Schematische Darstellung der Vorgehensweise zu den Berechnungen der Mastleistungsdaten der Selektionsgruppen in den Szenarien

		n	Vormast	n	Mittelmast	n	Endmast	n	1. Ausstallen	n	2. Ausstallen	n	3. Ausstallen
Istsituation	♀												
	♂												
	g. G.												
S77	♀												
	♂												
	g. G.												
S119	♀												
	♂												
	g. G.												
S138	♀												
	♂												
	g. G.												
S151	♀												
	♂												
	g. G.												
S161	♀												
	♂												
	g. G.												
S174	♀												
	♂												
	g. G.												
S182	♀												
	♂												
	g. G.												
SJP	♀												
	♂												
	g. G.												

Grau unterlegte Zellen entsprechen der Ist- bzw. Ausgangssituation; S = Selektion; n = Stichprobenumfang; Vormast (77.–119. LT); Mittelmast (119.–138. LT); Endmast (138.–151. LT); 1. Ausstallen (151.–161. LT); 2. Ausstallen (161.–174. LT); 3. Ausstallen (171.–182. LT).

Um die Szenarien betriebswirtschaftlich zu bewerten, werden zwei unterschiedliche Ansätze verfolgt, wobei weibliche Tiere und Börge jeweils einzeln betrachtet werden. Die Kalkulationen sind vereinfacht dargestellt, wobei als Basis die Teilkostenrechnung dient.

Der erste Ansatz ist die betriebswirtschaftliche Bewertung der unterschiedlichen Mastdauer der Selektionsgruppen. Hierbei wird die Tagesdifferenz der durchschnittlichen Mastdauer berechnet und mit den anfallenden direkten Kosten für einen Endmasttag multipliziert.

Bei dieser Vorgehensweise werden folgende Parameter unterstellt:

Das Endmastfutter kostet 21 € je 100 kg (Istsituation zum Zeitpunkt des Versuches; berechnet als arithmetisches Mittel der vorherigen drei Monate) und es werden durchschnittlich 3,0 kg pro Schwein und Tag verfüttert. Daraus ergeben sich Tagesfutterkosten von 0,63 € pro Schwein. Hinzu kommen tägliche Kosten für Tierarzt, Energie, Wasser und sonstige Aufwendungen in Höhe von 0,08 € pro Schwein. Des Weiteren wird die Flüssigmistentsorgung mit 14,00 € je m³ angesetzt (Istsituation zum Zeitpunkt des Versuches; berechnet als arithmetisches Mittel der vorherigen drei Monate), wobei jedes Schwein während der gesamten Mast 0,40 m³ Flüssigmist produziert (Istsituation, gemessen per Durchflusspumpe). Unter der Bedingung, dass an jedem Masttag die gleiche Menge Flüssigmist produziert wird, ergibt sich bei Festlegung auf 100 Masttage ein Betrag von 0,056 € pro Masttag (14/0,4 m³/100 Tage). Insgesamt entstehen so vergleichbare Direktkosten von 0,766 € pro Endmasttag je Schwein.

Der zweite Ansatz vergleicht die Futterkosten der einzelnen Selektionsgruppen für jedes Kilogramm Lebendzunahme. Dieser Ansatz wird als Quotient aus den gesamten Futterkosten und der gesamten Zunahme je Selektionsgruppe in Euro ausgewiesen. Für die Berechnung der Futterkosten wird die mittlere tägliche Futteraufnahme mit der Dauer der Phase in Tagen und dem Futterpreis zum Zeitpunkt der Phase multipliziert. Der Futterpreis ist für die Vormast auf 0,25 €, für die Mittelmast auf 0,23 € und ab der Endmast auf 0,21 € je kg festgesetzt (Istsituation zum Zeitpunkt des Versuches; berechnet als arithmetisches Mittel der vorherigen drei Monate). Das Produkt jeder einzelnen Phase wird als Summand für die gesamte Mast genutzt, um die finale Summe zu bilden.

Die gesamte Zunahme jeder Selektionsgruppe wird durch das Summieren aller Produkte aus der mittleren täglichen Zunahme und der Dauer der einzelnen Phasen in Tagen berechnet. Die Zunahmen sollen sich ausschließlich auf all diejenigen Tiere beziehen, die sich noch am Ende der Phase in der Bucht befinden.

Während sich der Ansatz mit den reduzierten Direktkosten auf die gesamte Mastdauer vom Einstallen bis zur letzten Schlachtung bezieht, berücksichtigt der zweite Ansatz nur die sechs Mastphasen bis einschließlich der Phase des dritten Ausstallens.

4 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden zuerst die Ergebnisse auf der Basis der tierindividuellen Mastleistung präsentiert. Anschließend werden die zootechnischen und betriebswirtschaftlichen Aspekte der Szenarioanalyse dargestellt. Zum Abschluss des Kapitels werden die Praxistauglichkeit und die mit der individuellen Datenerfassung zusammenhängenden Kosten aufgeführt.

4.1 Zootechnische Parameter der Tiere

Im Folgenden werden zunächst die Daten der klassischen Mastauswertung ohne Berücksichtigung der Einzeltierdaten aufgezeigt. Im Anschluss werden die Mastdaten auf Einzeltierbasis dargestellt.

4.1.1 Gesamt

Die Säugezeit beträgt 26 Tage, die sich anschließende Ferkelaufzucht 51 Tage. Die Mast ist in sechs unterschiedlich lange Phasen gegliedert (Tab. 13), wobei die Vormast 42 Tage, die Mittelmast 18 Tage und die Endmast 12 Tage dauert. An die Endmast schließt sich die Phase des Ausstallens an, die 9, 12 bzw. 7 Tage dauert (im Folgenden mit 1. bis 3. Ausstallung gekennzeichnet).

Tab. 13: Chronologie des Mastverlaufs

Mastabschnitt	n	Mastphase	LT	Dauer (d)
Vormast	216	1	77–119	42
Mittelmast	213	2	119–138	18
Endmast	210	3	138–151	12
1. Ausstallung	178	4	151–161	9
2. Ausstallung	142	5	161–174	12
3. Ausstallung	60	6	174–182	7

n = Stichprobengröße, LT = Lebenstag

Während des Mastverlaufs wurde eine Phasenfütterung durchgeführt, d. h. es wurden drei Alleinfuttermittel mit jeweils an den Bedarf angepassten Inhaltsstoffen gefüttert. Das erste Futter wurde während der Vormast, das zweite in der Mittelmast und das dritte ab dem Beginn der Endmast gefüttert. Insgesamt wurden bis zum Ende der sechsten Mastphase 47.899 kg Futter aufgewendet (Datensätze der Buchten sind in Tab. 27 im Anhang dargestellt), wobei der Futterverbrauch der einzelnen Futter in den jeweiligen Phasen etwa im Verhältnis 3 : 2 : 3 stand (Abb. 13). Der kalkulierte Gesamtfutterverbrauch von 56.000 kg (224 Tiere * 250 kg) wurde nicht erreicht.

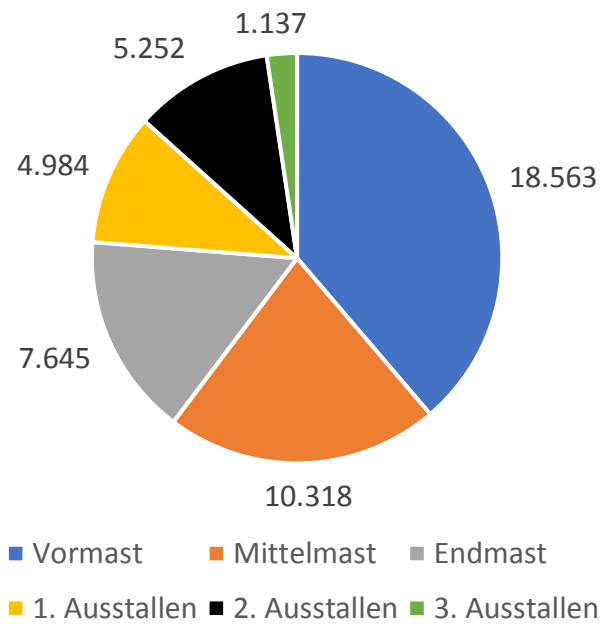

Abb. 13: Gesamtfutterverbrauch (kg) während des Mastverlaufs

Laut Lieferscheinen beträgt das durchschnittliche Einstallgewicht der 224 Schweine 32,3 kg. Das mittlere Schlachtgewicht der regulär gemästeten Schweine (n = 161) beträgt 123 kg. Daraus errechnet sich ein mittlerer Zuwachs von 90,7 kg je Schwein. Mittlere Abgangsgewichte der 22 Schweine, die den Versuch zwischenzeitlich verlassen, betragen 72,4 kg, was einer durchschnittlichen Zunahme von 40,1 kg je Schwein entspricht. Durchschnittliche Zuwächse der 41 Schweine, die zum Ende des 3. Ausstallens noch nicht das Mastendgewicht erreicht haben, betragen bis einschließlich zum 182. LT 82,8 kg. Daraus ergeben sich mittlere tägliche Zunahmen (DWG) von 945, 911 bzw. 789 g (Tab. 14).

Tab. 14: Mastdauer und Gewichtszunahmen der Mastschweine bis zum 182. LT

	n	∅ Dauer im Maststall (d)	∅ Zunahmen (kg)	∅ DWG (g)
Regulär ausgestallt	161	96	90,7	945
Abgänger	22	44	40,1	911
Verbleibende Tiere[1]	41	105	82,8	789

[1] Schweine, die zum Ende des Versuches noch nicht schlachtreif waren.

Daraus resultieren gesamte Zunahmen von 18.831 kg (14.602 kg Zuwachs bei den geschlachteten Schweinen, 882 kg Zuwachs bei den Abgängern und 3.394 kg Zuwachs bei den verbliebenen Schweinen). Im Verhältnis zum gesamten Futterverbrauch bedeutet das eine Futterverwertung von 1 : 2,54 für den betrachteten Zeitraum.

4.1.2 Einzeltierbasis

Die folgenden Auswertungen erfolgen auf der Basis der digital erfassten Einzeltierdaten und werden nach Formel (2) ausgegeben (s. Kap. 3.3).

Von 304 initial markierten Saugferkeln im Erzeugerbetrieb werden nach der Aufzucht 240 Ferkel im Maststall eingestallt (78,9 %). Hiervon werden 224 für den Versuch auf zwei Versuchsabteile verteilt. Die jeweils acht schwersten bzw. leichtesten Schweine werden außerhalb des Versuchs in andere Buchten aufgestallt. Verringerungen der Tierzahlen bis zum Ende der Endmast lassen sich wie folgt erklären: 22 Schweine sind während der Mast ausgeschieden. Sechs davon sind im Stall verstorben, elf werden aufgrund gesundheitlicher Probleme in das Krankenabteil umgestallt und fünf werden aufgrund von schweren Gelenk- oder Schwanzproblemen trotz Nichterreichens der Schlachtreife vorzeitig geschlachtet.

4.1.3 Futteraufnahme

In der Vormast beträgt die Futteraufnahme bei den weiblichen Tieren 1,94 ± 0,09 kg und bei den Börgen 2,10 ± 0,14 kg (+ 8,45 %). Während die Futteraufnahme der weiblichen Tiere kontinuierlich steigt und am Ende der Mast in Phase 6 den höchsten Wert (3,02 ± 0,15 kg) erreicht, sind die Werte bei den Börgen bereits in Phase 5 mit 3,38 ± 0,24 kg geringer als zuvor in Phase 4 mit 3,43 ± 0,17 kg. Dennoch wird auch bei den Börgen am Ende der Mast in Phase 6 mit 3,53 ± 0,23 kg der höchste Wert erreicht (Tab. 15).

In allen Phasen zeigt sich eine hohe Heterogenität innerhalb der Gruppen. So variiert die Futteraufnahme bei den Börgen in der Vormast zwischen 1,89 und 2,38 kg pro Tier und Tag, was einer Differenz von 490 g am Tag entspricht. Als weiteres Beispiel sind die weiblichen Tiere in Phase 4 zu nennen, deren täglicher Futterverzehr pro Tier 2,76 bis 3,20 kg beträgt. Dies entspricht einer Differenz von 440 g pro Tag.

Tab. 15: Mittlere Futteraufnahme (kg/Tier/Tag) der Schweine während der Mastperiode

Phase	Weibliche Tiere n	Weibliche Tiere M ± SD (Min–Max)	Börge n	Börge M ± SD (Min–Max)	Gesamtheit n	Gesamtheit M ± SD (Min–Max)
1	109	1,94[b] ± 0,09 (1,79–2,12)	107	2,10[a] ± 0,14 (1,89–2,38)	216	2,02 ± 0,14 (1,79–2,38)
2	108	2,45[b] ± 0,08 (2,32–2,59)	105	2,92[a] ± 0,08 (2,79–3,06)	213	2,68 ± 0,25 (2,32–3,06)
3	107	2,81[b] ± 0,08 (2,67–2,91)	103	3,26[a] ± 0,12 (3,12–3,54)	210	3,03 ± 0,25 (2,67–3,54)
4	96	2,92[b] ± 0,12 (2,76–3,20)	82	3,43[a] ± 0,17 (3,10–3,69)	178	3,15 ± 0,29 (2,76–3,69)
5	85	2,93[b] ± 0,13 (2,77–3,22)	57	3,38[a] ± 0,24 (2,90–3,71)	142	3,11 ± 0,28 (2,77–3,71)
6	38	3,02[b] ± 0,15 (2,85–3,28)	22	3,53[a] ± 0,23 (3,07–4,04)	60	3,20 ± 0,30 (2,85–4,04)

Phase 1 = Vormast (77.–119. LT); Phase 2 = Mittelmast (119.–138. LT); Phase 3 = Endmast (138.–151. LT); Phase 4 = 1. Ausstallen (151.–161. LT); Phase 5 = 2. Ausstallen (161.–174. LT); Phase 6 = 3. Ausstallen (171.–182. LT); n = Stichprobenanzahl, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min = Minimum, Max = Maximum; [a, b]: Unterschiedliche Hochbuchstaben in einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Futteraufnahmen ($p \leq 0.05$).

4.1.4 Lebendmasse und -entwicklung

Die Einzeltierdatensätze zur Lebendmassenentwicklung sind in Tab. 28 im Anhang dargestellt. Am Tag der Abferkelung (LT 1) variieren die Gewichte der gesamten Stichprobe zwischen 0,64 und 2,56 kg (+ 300 %) (Tab. 16). Männliche Ferkel sind im Durchschnitt 70 g (+ 4,86 %) schwerer als weibliche Tiere. Die Standardabweichung des Geburtsgewichtes beträgt bei weiblichen Tieren 0,35 kg und bei Börgen 0,36 kg, was 24,3 bzw. 23,8 % des Mittelwertes entspricht.

Zum Absetzen am 26. LT sind die weiblichen Tiere mit durchschnittlich 7,79 ± 1,75 kg um 20 g (+ 0,26 %) schwerer als die Börge. Zu diesem Zeitpunkt zeigen sich bereits Gewichtsspannen innerhalb der Geschlechter. So wiegt das kleinste weibliche Tier 2,69 kg und das schwerste bereits 11,5 kg (+ 327 %). Bei den Börgen reicht die Variation von 3,97 bis 11,2 kg (+ 182 %).

Zur Masteinstallung (LT 77) werden je 112 weibliche Tiere (32,3 ± 6,25 kg) und 112 Börge (32,2 ± 6,38 kg) in den Maststall eingestallt. Geschlechtsunabhängig variieren die Körpermassen über alle Tiere zu diesem Zeitpunkt bereits zwischen 16 und 47 kg (+ 194 %). Bis einschließlich zum Einstallen sind keine signifikanten Unterschiede in den Lebendmassen der Geschlechter feststellbar.

Bei den Börgen lässt sich eine Abweichung zwischen dem festgestellten Einstallgewicht auf dem Lieferschein und den bei Anlieferung im Stall erhobenen Gewichten (Einzeltierbasis) in Höhe von 100 g feststellen.

Tab. 16: Lebendmassen der Schweine (kg) von der Geburt bis zum Beginn der Schlachtung

LT	Weibliche Tiere n	Weibliche Tiere M ± SD (Min–Max)	Börge n	Börge M ± SD (Min–Max)	Gesamtheit n	Gesamtheit M ± SD (Min–Max)
1	112	1,44 ± 0,35 (0,67–2,30)	112	1,51 ± 0,36 (0,64–2,56)	224	1,47 ± 0,36 (0,64–2,56)
26	112	7,79 ± 1,75 (2,68–11,5)	112	7,77 ± 1,77 (3,97–11,2)	224	7,78 ± 1,73 (2,68–11,5)
77	112	32,3 ± 6,25 (18–47)	112	32,2 ± 6,38 (18–46)	224	32,2 ± 6,25 (18–47)
119	109	70,7[b] ± 8,82 (46–90)	107	73,3[a] ± 9,24 (55–97)	216	72,0 ± 9,10 (46–97)
138	108	87,4[b] ± 9,36 (60–109)	105	92,1[a] ± 9,57 (75–115)	213	89,7 ± 9,73 (60–115)

LT = Lebenstag, n = Stichprobenanzahl, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min = Minimum, Max = Maximum; [a, b]: Unterschiedliche Hochbuchstaben in einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Lebendmassen ($p \leq 0.05$). Der doppelte Querstrich in der Tabelle entspricht dem Stallwechsel von Sauenstall über Aufzuchtstall in den Maststall.

Die erste Ausstallung erfolgt am 151. LT unmittelbar nach Feststellung der individuellen Lebendmasse. Zu dem Zeitpunkt variiert die Köpermasse der gesamten weiblichen Tiere zwischen 68 und 124 kg (+ 82,4 %) und bei Börgen zwischen 85 und 130 kg (+ 52,9 %); die schwersten 8 weiblichen Tiere und 20 Börge mit einer Lebendmasse von mindestens 114 kg werden ausgestallt (Tab. 17). Die höchste Standardabweichung von 10,29 % wird bei der Gesamtheit an LT 151 festgestellt. In der Folgezeit sind die Börge zum jeweiligen Schlachttermin immer unwesentlich schwerer als die weiblichen Tiere. Während am 199. LT bereits der letzte Borg mit 126 kg ausgestallt wird, so werden die fünf verbliebenen weiblichen Tiere am 210. LT mit 116 ± 8,75 kg ausgestallt; die individuelle Lebendmasse variiert von 102 bis 128 kg.

Das durchschnittliche Schlachtalter aller weiblichen Tiere beträgt 177 ± 13,4 (151–210) LT und das der Börge 169 ± 13,8 (151–210) LT ($p < 0,01$). Es bestehen jeweils hochsignifikante Korrelationen von Schlachtalter und Geburts-, Absetz- und Einstallgewicht ($p < 0,01$; $r = - 0,450$ bzw. - 0,538 bzw. – 0,688)

Bis einschließlich zum 161. LT sind die Gewichte der Börge signifikant höher als die der weiblichen Tiere. Diese unterscheiden sich innerhalb der Geschlechter zum 119. LT schwach, beim Alter von 138., 151. und 161. LT stark signifikant ($p < 0,01$). Die gemessenen Unterschiede betragen am 119. LT 2,6 kg (+ 3,68 %), am 138. LT 4,7 kg (+ 5,38 %), am 151. LT 5,0 kg (+ 5,00 %) und am 161. LT 4,0 kg (+ 3,70 %).

Tab. 17: Lebendmasse der Schweine (kg) zum Zeitpunkt der Schlachtungen

LT	Weibliche Tiere n	Weibliche Tiere M ± SD (Min–Max)	Börge n	Börge M ± SD (Min–Max)	Gesamtheit n	Gesamtheit M ± SD (Min–Max)
151	107	100[b] ± 9,77 (68–124)	103	105[a] ± 9,83 (85–130)	210	102 ± 10,15 (68–130)
	8	117 ± 3,44 (114–124)	20	120 ± 4,70 (114–130)	28	119 ± 3,95 (114–130)
161	96	108[b] ± 9,42 (77–123)	82	112[a] ± 8,43 (90–128)	178	110 ± 9,27 (77–128)
	10	120 ± 1,67 (119–128)	24	122 ± 2,22 (117–128)	34	121 ± 2,13 (117–128)
174	85	117 ± 9,72 (83–131)	57	120 ± 8,85 (87–132)	142	119 ± 9,46 (83–132)
	45	124 ± 3,12 (119–131)	35	126 ± 3,53 (120–132)	80	124 ± 3,26 (119–132)
182	38	116 ± 9,49 (89–131)	22	119 ± 6,9 (95–129)	60	117 ± 8,76 (89–131)
	11	123 ± 2,41 (119–126)	7	124 ± 2,99 (121–129)	18	123 ± 2,53 (119–129)
188	27	118 ± 9,35 (90–135)	14	123 ± 8,46 (94–133)	41	120 ± 9,62 (90–135)
	16	125 ± 3,87 (120–135)	13	125 ± 3,74 (119–133)	29	125 ± 3,80 (119–135)
199	11	118 ± 8,38 (97–127)	1	126	12	119 ± 9,03 (97–127)
	6	125 ± 2,19 (121–127)	1	126	7	125 ± 2,20 (121–127)
210	5	116 ± 8,01 (102–128)	-	-	5	116 ± 8,81 (102–128)
	5	116 ± 8,01 (102–128)	-	-	5	116 ± 8,01 (102–128)

LT = Lebenstag, n = Stichprobenanzahl, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min = Minimum, Max = Maximum; [a, b]: Unterschiedliche Hochbuchstaben in einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Lebendmassen ($p \leq 0.05$). Grau unterlegte Zeilen entsprechen Tieren, die zu dem Zeitpunkt auf der Basis der individuellen Lebendmasse abgeliefert wurden.

4.1.5 Tägliche Zunahme

Die täglichen Zunahmen der Börge sind in den ersten vier Phasen signifikant höher als die der weiblichen Tiere (Tab. 18). Bei Letzteren steigen diese von 0,920 ± 0,10 kg in der Vormast (Phase 1) auf ein Maximum von 1,035 ± 0,26 kg in Phase 4. Bei den Börgen werden bereits in der Vormast tägliche Zunahmen von 0,971 ± 0,11 kg erreicht. Der größte Wert liegt in Phase 4 mit 1,198 ± 0,43 kg vor.

Sowohl bei den weiblichen Tieren wie auch den Börgen fallen die täglichen Zunahmen in Phase 5 zurück auf Werte unter ein Kilogramm. Während die tägliche Zunahme bei den weiblichen Tieren in Phase 6 weiter auf 0,906 ± 0,32 kg fällt, steigt diese bei den Börgen auf 1,062 ± 0,18 kg.

Auch bei den täglichen Zunahmen ist die große Variation bei den weiblichen Tieren und bei den Börgen auffallend. Es wird deutlich, dass es in jeder Phase schnell und langsam wachsende Schweine gibt. Besonders wird dies in Phase 4 deutlich. Hier kommt es sowohl bei den weiblichen Tieren wie auch bei den Börgen zu Gewichtsverlusten (-0,2 bzw. -0,8 kg). Gleichzeitig befinden sich in dieser Phase auch die Schweine mit den höchsten errechneten täglichen Zunahmen von 1,78 kg bei den weiblichen Tieren und 1,56 kg bei den Börgen.

Tab. 18: Mittlere tägliche Zunahmen (kg) der Schweine während der Mastperiode

Phase	Weibliche Tiere		Börge		Gesamtheit	
	n	M ± SD (Min–Max)	n	M ± SD (Min–Max)	n	M ± SD (Min–Max)
1	109	0,920[b] ± 0,10 (0,57–1,17)	107	0,971[a] ± 0,11 (0,62–1,21)	216	0,945 ± 0,11 (0,57–1,21)
2	108	0,937[b] ± 0,17 (0,17–1,28)	105	1,058[a] ± 0,17 (0,17–1,56)	213	0,996 ± 0,18 (0,17–1,56)
3	107	1,029[b] ± 0,17 (0,33–1,33)	103	1,095[a] ± 0,16 (0,67–1,42)	210	1,061 ± 0,17 (0,33–1,42)
4	96	1,035[b] ± 0,26 (-0,2–1,78)	82	1,198[a] ± 0,43 (-0,8–1,56)	178	1,110 ± 0,36 (-0,8–1,78)
5	85	0,943 ± 0,20 (0,08–1,33)	57	0,997 ± 0,26 (-0,25–1,50)	142	0,965 ± 0,23 (-0,25–1,5)
6	38	0,906 ± 0,32 (0,29–1,57)	22	1,062 ± 0,18 (0,71–1,43)	60	0,961 ± 0,28 (0,29–1,57)

Phase 1 = Vormast (77.–119. LT); Phase 2 = Mittelmast (119.–138. LT); Phase 3 = Endmast (138.–151. LT); Phase 4 = 1. Ausstallen (151.–161. LT); Phase 5 = 2. Ausstallen (161.–174. LT); Phase 6 = 3. Ausstallen (171.–182. LT); n = Stichprobenanzahl, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min = Minimum, Max = Maximum; [a,b]: Unterschiedliche Hochbuchstaben in einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der tägl. Zunahme ($p \leq 0.05$).

4.1.6 Futterverwertung

In der Vormast (Phase 1) beträgt die Futterverwertung 2,15 ± 0,26 bei den weiblichen Tieren und 2,17 ± 0,25 bei den Börgen (Tab. 19). Bereits in Phase 2 steigt die Futterverwertung auf 2,77 ± 1,17 bei den weiblichen Tieren und 2,93 ± 1,47 bei den Börgen. Dabei zeigen sich ab Phase 2 hohe Standardabweichungen von 42,2 bzw. 50,2 % gemessen am Mittelwert.

In Phase 4 (Verringerung der Tierzahl um 20 Börge und 8 weibliche Tiere) sinkt die Futterverwertung bei den Börgen auf 2,19 ± 4,27 und bei den weiblichen Tieren auf 2,77 ± 1,95. Geschlechtsunabhängig ist die Futterverwertung von 2,93 auf 2,50 gefallen. Dies entspricht einer Abnahme von 14,7 %.

Die Börge in Phase 4 haben im Verhältnis zum Mittelwert die höchste Standardabweichung, mit 4,27 ist sie fast doppelt so hoch wie der Mittelwert mit 2,19. Zudem liegt bei den weiblichen Tieren in Phase 5 der Maximalwert für die Futterverwertung bei 42,50. In der Konsequenz hat der

Mittelwert der Gesamtheit in Phase 5 mit 3,94 ± 3,76 die höchste Variation und Standardabweichung.

Tab. 19: Mittlere Futterverwertung der Schweine während der Mastperiode

Phase	Weibliche Tiere		Börge		Gesamtheit	
	n	M ± SD (Min–Max)	n	M ± SD (Min–Max)	n	M ± SD (Min–Max)
1	109	2,15 ± 0,26 (1,65–3,36)	107	2,17 ± 0,25 (1,77–3,29)	216	2,16 ± 0,25 (1,65–3,36)
2	108	2,77 ± 1,17 (1,95–13,9)	105	2,93 ± 1,47 (1,92–17,1)	213	2,85 ± 1,32 (1,92–17,1)
3	107	2,83 ± 0,72 (2,00–8,56)	103	3,04 ± 0,47 (2,39–4,85)	210	2,93 ± 0,62 (2,00–8,56)
4	96	2,77 ± 1,95 (-14,3–6,32)	82	2,19 ± 4,27 (-32,4–6,98)	178	2,50 ± 3,23 (-32,4–6,98)
5	85	4,33 ± 4,29 (2,66–42,5)	57	3,33 ± 2,68 (-14,84–8,5)	142	3,94 ± 3,76 (-14,8–42,5)
6	38	3,83 ± 1,7 (1,81–10,89)	22	3,43 ± 0,68 (2,38–4,97)	60	3,69 ± 1,43 (1,81–10,8)

Phase 1 = Vormast (77.–119. LT); Phase 2 = Mittelmast (119.–138. LT); Phase 3 = Endmast (138.–151. LT); Phase 4 = 1. Ausstallen (151.–161. LT); Phase 5 = 2. Ausstallen (161.–174. LT); Phase 6 = 3. Ausstallen (171.–182. LT); n = Stichprobenanzahl, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min = Minimum, Max = Maximum.

4.2 Szenarioanalyse

Im Gegensatz zu den vorherigen Ergebnissen werden im Folgenden nicht mehr die Geschlechter miteinander statistisch verglichen, sondern es wird ein Vergleich des Geschlechts bzw. der Gesamtheit in der entsprechenden Selektionsgruppe mit dem Äquivalent in der Ausgangsgruppe vorgenommen. Die Methodik der unterschiedlichen Szenarien mit Selektionsgruppen ist in Kapitel 3.3.2 näher beschrieben. Selektionsgrenzen wie auch detaillierte Daten zu den einzelnen Selektionsgruppen sind im Anhang dargestellt (Tab. 29 bis einschließlich Tab. 53 im Anhang).

Dass die Szenarien durch die unterschiedlichen Selektionsniveaus ungleich stark wirken, zeigen die Tierzahlen in den Selektionsgruppen – besonders zur Einstallung in die Mast. So beinhaltet die Selektionsgruppe S77/10 % (S = Selektionsgruppe; 77 = selektiert am 77. LT; 10 % = alle Tiere ausselektiert, die leichter sind als der Mittelwert minus 10 %) nach der Selektion noch 153 Tiere, S77/15 % noch 176 Tiere und S77/20 % 191 Tiere von 224 Ausgangstieren. In den Selektionsgruppen zum Ende der Mast werden weniger Tiere ausselektiert. Beispielsweise umfasst die Selektionsgruppe S174/10 % noch 126 Tiere, S174/15 % 134 und S174/20 % 139 von 142 Tieren. Aufgrund der Komplexität der durch die Szenarien entstandenen Datensätze wird die Darstellung im Folgenden ausschließlich auf signifikante Unterschiede beschränkt.

4.2.1 Unterschiede zwischen der Lebendmasse der Selektionsgruppen mit der Ausgangsgruppe

Bei dem Szenario mit einem Selektionsniveau von **10 %** sind bei allen Selektionsgruppen (mit Ausnahme S182) die Lebendmassen der weiblichen Tiere und der Gesamtheit im Vergleich zur Ausgangsgruppe signifikant höher. Im Gegensatz dazu weisen Selektionen bei Börgen bereits ab S138 keine signifikanten Unterschiede auf. Auffallend ist, dass es ab LT 161 auch in den Selektionen S77 B (B = Börge) und S199 B keine signifikanten Unterschiede mehr gibt.

Die Selektionsgruppe SJP/10 %, bei der die verbliebenen Tiere zu jedem Zeitpunkt erneut selektiert werden, weist – mit Ausnahme des 182. LT – zu allen Zeitpunkten signifikante Unterschiede auf. Am 182. LT sind in der Selektionsgruppe im Gegensatz zur Ausgangsgruppe keine Börgen mehr vorhanden, in der Konsequenz kann somit keine Berechnung durchgeführt werden.

Bei einem Szenario mit dem Selektionsniveau von **15 %** zeigen sich hinsichtlich der Lebendmassen signifikante Unterschiede bei SJP, S77 sowie S119. Während diese Unterschiede bei S77 und SJP sowohl bei weiblichen Tieren wie auch Börgen bis zum 177. LT auftreten, sind die Unterschiede der Börgen in den Selektionsgruppen nur bis einschließlich zum 161. LT signifikant. Bei S119 sind die Daten der Gesamtheit bis zum 174. LT und die der Börge am Tag der Selektion selbst signifikant unterschiedlich. Auffallend ist, dass die weiblichen Tiere der Selektionsgruppe S119 und S138 ausschließlich an LT 174 signifikant höhere Lebendmassen haben.

Bei dem Szenario mit dem Selektionsniveau von **20 %** gibt es nur in den Selektionsgruppen S77 und SJP signifikante Unterschiede zur Ausgangsgruppe. Bei den Börgen unterscheiden sich die Gewichte der Selektionsgruppen S77 und SJP nur am 77. LT. Im Gegensatz dazu treten bei der Gesamtgruppe in S77 und SJP vom 77. bis einschließlich 174. LT signifikante Unterschiede auf. Die Gewichte der weiblichen Tiere sind bei SJP wie S77 zum 161. und 174. LT signifikant höher als bei der jeweiligen Ausgangsgruppe.

4.2.2 Futteraufnahme, Körpermasseentwicklung und Futterverwertung

Im Gegensatz zu den individuellen Daten zur Lebendmasse mit Selektionen an ausgewählten Zeitpunkten beziehen sich die folgenden Parameter auf unterschiedlich lange Mastphasen. Bezüglich der täglichen Futteraufnahme können durch die Selektionsszenarien keine signifikanten Unterschiede zwischen Selektionsgruppen und Ausgangsgruppe festgestellt werden. Auch bei der täglichen Zunahme unterscheiden sich die einzelnen Selektionsgruppen zumeist nicht signifi-

kant von der Ausgangsgruppe; Ausnahmen sind die Selektionsgruppen S77/10 % und S119/10 % bei den Börgen oder der Gesamtheit.

Beim **Szenario 10 %** zeigt bei der Selektionsgruppe S77/10 % nur die Gesamtgruppe in der Vormast signifikant höhere Zunahmen (0,945 ± 0,11 kg in der Ausgangsgruppe und 0,969 ± 0,10 kg in der Selektionsgruppe). In der Mittelmast zeigt diese Gruppe hingegen signifikant geringere Zunahmen. In dieser Mastphase sind auch – allerdings nicht signifikant – die täglichen Zunahmen der weiblichen Tiere (0,924 ± 0,19 kg) sowie der Börgen (1,056 ± 0,18 kg) geringer als in den entsprechenden Ausgangsgruppen (weibliche Tiere: 0,937 ± 0,17 kg; Börge: 1,06 ± 0,17 kg).

Für die Selektion S119/10 % sind in der Vormast die täglichen Zunahmen bei den Börgen (1,004 ± 0,08 kg) im Vergleich zur Ausgangsgruppe (0,971 ± 0,11 kg) signifikant höher. Bei der Selektionsgruppe SJP/10 % können in der Vormast signifikant höhere Zunahmen bei den Börgen (1,007 ± 0,09 kg) und der Gesamtgruppe (0,976 ± 0,10 kg) ermittelt werden. Ansonsten zeigen sich bei diesem 10%-Szenario keine weiteren signifikanten Unterschiede.

Bei dem etwas schwächeren **Szenario 15 %** unterscheidet sich in der Vormast die Gesamtgruppe bei S77 (0,967 ± 0,10 kg), S119 (0,966 ± 0,09 kg) und SJP (0,972 ± 0,10 kg) signifikant von der Ausgangsgruppe (0,945 ± 0,11 kg). Zudem zeigen die Börgen bei den Selektionsgruppen S119 (0,998 ± 0,08 kg) und SJP (1,006 ± 0,09 kg) in dieser Mastphase im Vergleich zur Ausgangsgruppe (0,971 ± 0,11 kg) jeweils signifikant höhere Zunahmen.

Beim **Szenario 20 %** sind die täglichen Zunahmen nur noch in der Selektionsgruppe SJP/20 % in der Vormast sowohl bei den Börgen (1,004 ± 0,08 kg) als auch der Gesamtgruppe (0,972 ± 0,09 kg) signifikant höher.

Bei der Futterverwertung zeigt nur die Gesamtgruppe in der Vormast bei S119/10 % mit einer mittleren Futterverwertung von 2,11 ± 0,20 signifikant niedrigere Werte als die Ausgangsgruppe (2,16 ± 0,25).

4.2.3 Tagesersparnis der Selektionsgruppen

Das durchschnittliche Schlachtalter der weiblichen Tiere beträgt 177 ± 13,4 (151–210) LT, was etwa 100 Masttagen entspricht. Die Ausgangsgruppe der Börgen wird mit durchschnittlich 169 ± 13,8 (151–210) LT geschlachtet und hat so, im Gegensatz zu den weiblichen Tieren, eine um etwas mehr als 8 Tage kürzere Mastdauer ($p < 0,01$; Tab. 20). Unter den festgelegten Bedingungen führt dies zu einer Direktkostenersparnis von 6,13 € je Schwein, wenn der Mastplatz mit einem Börgen und nicht mit einem weiblichen Tier belegt wird.

Im Gegensatz zu den Börgen führt bei den weiblichen Tieren jedes Selektionsszenario zu einem früheren mittleren Schlachtzeitpunkt. Bei diesen bedingt die letzte und schwächste Selektionsgruppe S182/20 % eine um 0,32 Tage verkürzte Mast und damit eine Einsparung an Direktkosten in Höhe von 0,25 € je Schwein, während bei den Börgen zuletzt Tiere bei Szenario S174/10 % von der Selektion erfasst werden und so zu einer Einsparung von 0,39 € je Schwein führen.

Bei den wirkenden Selektionsgruppen der Börgen variiert die durchschnittliche Lebensdauer zwischen rund 168 (S174/10 %) und 162 Tagen (SJP/10 %), in der je Schwein 5,44 € an Direktkosten eingespart werden können. Bei den weiblichen Tieren variiert die durchschnittliche Lebensdauer zwischen rund 171 (SJP/10 %) und 177 Tagen (S182/20 %), was zu einer maximalen Ersparnis von 4,56 € führt.

Auffallend ist, dass die Selektion mit einer Intensität von 10 % zum 119. LT sowohl auf die weiblichen Tiere als auch auf die Börge weniger Einfluss hat als die Selektion am 138. LT.

Eine frühe Selektion mit hohem Selektionsniveau hat tendenziell stärkere Auswirkungen als eine Selektion zu späteren Zeitpunkten in der Mast. Insgesamt unterscheiden sich die mittleren Direktkostenersparnisse zwischen weiblichen Tieren und Börgen nicht signifikant.

Tab. 20: Kalkulation der Direktkostenersparnisse in Abhängigkeit vom Selektionsniveau

Selektions-gruppe	Selektions-niveau	Ø Schlachtalter (LT)		Tagesdifferenz (d)		Direktkostenersparnis (€/Tier)	
	(%)	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Ausgangsgruppe		177,18	168,82	0,00	0,00	-	-
77	10	172,61	163,12	4,57	5,70	3,50	4,36
119	10	173,51	164,71	3,67	4,11	2,81	3,15
138	10	172,71	164,69	4,47	4,13	3,42	3,16
151	10	173,57	165,62	3,61	3,20	2,77	2,45
161	10	176,15	167,08	1,03	1,74	0,79	1,33
174	10	173,94	168,31	3,24	0,51	2,48	0,39
182	10	175,38	168,82	1,80	0,00	1,38	-
JP	10	171,23	161,72	5,95	7,10	4,56	5,44
77	15	173,14	164,41	4,04	4,41	3,10	3,38
119	15	174,52	166,28	2,66	2,54	2,04	1,94
138	15	174,60	167,53	2,58	1,29	1,98	0,99
151	15	175,12	167,89	2,07	0,92	1,58	0,71
161	15	174,88	168,82	2,30	0,00	1,76	-
174	15	175,38	168,82	1,80	0,00	1,38	-
182	15	176,53	168,82	0,65	0,00	0,50	-
JP	15	173,14	163,41	4,04	5,41	3,10	4,14
77	20	174,29	166,04	2,89	2,78	2,22	2,13
118	20	175,11	168,13	2,07	0,69	1,59	0,53
138	20	175,61	168,82	1,57	0,00	1,20	-
151	20	176,64	168,82	0,54	0,00	0,41	-
161	20	176,31	168,82	0,87	0,00	0,67	-
174	20	176,53	168,82	0,65	0,00	0,49	-
182	20	176,86	168,82	0,32	0,00	0,25	-
JP	20	173,70	166,04	3,48	2,78	2,67	2,13

♀ = weibliche Schweine, ♂ = Börge; die Direktkosten je Endmasttag setzen sich aus Futter (0,63 €), Strom (0,03 €), Energie (0,03 €), Tierarzt (0,02 €) und Gülleentsorgung (0,056 €) zusammen. Die Berechnungen basieren auf ungerundeten Werten der individuellen Selektionsgruppen. Die Ergebnisse werden gerundet dargestellt.

4.2.4 Kosten des Zuwachses

Im Folgenden wird aufgezeigt, wie sich die Futterkosten je kg Zuwachs durch die Art der Selektion beeinflussen lassen. Als Basis der Berechnungen dienen die täglichen Zunahmen sowie der Futterverbrauch innerhalb jeder Selektionsgruppe. Eine detaillierte Beschreibung der Methodik ist in Kapitel 3.3.2 zu finden.

In Tab. 21 sind sowohl die Futterkosten als auch die Zunahmen in den einzelnen Selektionsgruppen erfasst. Die mittleren Kosten pro kg Zuwachs sind bei weiblichen Tieren signifikant geringer ($p < 0,01$) als bei Börgen.

Bei den weiblichen Tieren (Ausgangsgruppe) ergeben sich Kosten pro kg Zuwachs in Höhe von 0,573 € (insgesamt 5658 € Futterkosten und 9874 kg Zuwachs), während die entsprechenden Kosten bei den Börgen (Ausgangsgruppe) 0,596 € betragen (insgesamt Futterkosten in Höhe von 5868 € bei Zunahmen von 9846 kg). Die Ausgangsgruppen haben sowohl die höchsten Futterkosten als auch die höchsten gesamten Zunahmen.

Die geringsten Futterkosten je kg Zuwachs können bei den Börgen (SJP/10 %) mit 0,581 € ermittelt werden. Dem folgen SJP/20 % (0,582 €) und S138/10 % (0,583 €). Bei den weiblichen Tieren ist die Gruppe mit den geringsten Futterkosten die Selektionsgruppe S138/10 % mit 0,562 € je kg Zuwachs. Gefolgt wird diese von S119/10 % (0,565 €) und SJP/10 % (0,565 €). Hier sind die Futterkosten je kg Zuwachs bei beiden Selektionsgruppen identisch, die gesamten Futterkosten und Zunahmen unterscheiden sich aber stark, wobei S119/10 % höhere Futterkosten (1135 €) zur Folge hat.

Die jeweiligen Szenarien führen zu einer maximalen Verringerung der Kosten bei den weiblichen Tieren von 1,1 Cent (S138/10 %) und bei den Börgen von 1,5 Cent (SJP/10 %) je kg Zuwachs.

Auffallend ist, dass sowohl bei den Börgen als auch bei den weiblichen Tieren die Selektionsgruppe S77/10 % höhere Futterkosten je kg Zuwachs hat als die Selektion mit dem Niveau von 15 % zum gleichen Zeitpunkt. Bei den Börgen führt die Selektionsgruppe S161/10 % zu gleichen Kosten bei höheren Gesamtzunahmen (+ 2754 kg).

Im Vergleich zu den Börgen führt bei den weiblichen Tieren nicht die Selektion SJP/10 %, sondern die Gruppe S138/10 % zu den günstigsten Futterkosten je kg Zuwachs. Der Differenzbetrag dieser Selektionsgruppen beträgt 0,3 Cent je kg Zuwachs.

Bei beiden Geschlechtern sind die Bandbreiten der Futterkosten und Zunahmen auffallend groß. Die geringsten Futterkosten und Zunahmen haben Börgen der Selektionsgruppe SJP/10 % (Vergleich zur Ausgangsgruppe: um 2247 € geringere Futterkosten bzw. 3616 € reduzierte Gesamtzunahmen). Bei den weiblichen Tieren sind die größten Abweichungen in Selektionsgruppe SJP/10 % zu beobachten (2149 € Futterkosten und 3664 kg Gesamtzunahmen).

Tab. 21: Kalkulierte Futterkosten für die Gewichtszunahme innerhalb der Selektionsgruppen

Selektions-gruppe	Selektions-niveau	Futterkosten (€)		Zunahmen (kg)		Futterkosten je kg Zu-nahme (€)	
	(%)	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Ausgangsgruppe		5.658	5.868	9874	9846	0,573	0,596
77	10	3.677	3.875	6471	6564	0,568	0,590
119	10	4.644	4.355	8219	7418	0,565	0,587
138	10	4.950	4.916	8804	8428	0,562	0,583
151	10	5.279	5.368	9309	9134	0,567	0,588
161	10	5.432	5.669	9569	9612	0,568	0,590
174	10	5.505	5.815	9662	9792	0,570	0,594
182	10	5.628	5.847	9837	9816	0,572	0,596
JP	10	3.509	3.621	6210	6230	0,565	0,581
77	15	4.264	4.048	7522	6858	0,567	0,590
119	15	5.043	4.846	8887	8240	0,567	0,588
138	15	5.290	5.606	9307	9461	0,568	0,593
151	15	5.447	5.745	9542	9672	0,571	0,594
161	15	5.509	5.845	9670	9842	0,570	0,594
174	15	5.581	5.843	9778	9828	0,571	0,595
182	15	5.649	5.847	9857	9816	0,573	0,596
JP	15	4.252	3.853	7511	6564	0,566	0,587
77	20	4.929	4.725	8683	7964	0,568	0,593
118	20	5.213	5.607	9162	9437	0,569	0,594
138	20	5.438	5.868	9532	9846	0,570	0,596
151	20	5.606	5.868	9796	9846	0,572	0,596
161	20	5.603	5.868	9811	9846	0,571	0,596
174	20	5.633	5.843	9847	9828	0,572	0,595
182	20	5.653	5.847	9870	9816	0,573	0,596
JP	20	5.253	4.659	9242	8011	0,568	0,582

♀ = weibliche Schweine, ♂ = Börge; die Futterkosten basieren auf den individuellen Einzeltierdaten in den Selektionsgruppen. Sie unterscheiden sich zwischen den Phasen; Vormast 0,25 €/kg, Mittelmast 0,23 €/kg, Endmast 0,21 €/kg.

4.3 Praxistauglichkeit der elektronischen Erfassung

In diesem Kapitel wird die Praxistauglichkeit der individuellen Tiererkennung über Ohrmarken dargestellt. Einführend wird der Halt der Ohrmarken im Ohr beschrieben, anschließend wird auf die Möglichkeit der individuellen Symptomidentifizierungen am Tier eingegangen. Abschließend werden die Kosten für die Datenerfassung dargelegt. Die genaue Entwicklung des Verbleibs der Ohrmarken am Einzeltier ist in Tab. 54 im Anhang dargestellt.

4.3.1 Halt der Ohrmarken während der Mastperiode

Wie in Kapitel 3.2.1 beschrieben wurde, werden allen Ferkeln am ersten LT analoge wie auch elektronische Ohrmarken eingezogen. In der folgenden Zeit werden keinerlei Einschränkungen durch die Ohrmarken festgestellt. Bissspuren an Ohrmarken wurden während der gesamten Mast nicht beobachtet.

Während der gesamten Versuchsdauer treten keine funktionellen Probleme bei den elektronischen Ohrmarken auf; eine Einlesbarkeit ist zu jedem Zeitpunkt gegeben. Auf generelle Probleme der elektronischen Erfassung wird in Kapitel 5.1 eingegangen.

Im Ohr angebracht ist die Haltbarkeit der eingezogenen Ohrmarken sehr unterschiedlich (Tab. 22). Zum Zeitpunkt des Absetzens (LT 26) haben bereits 41 Schweine (13 %) die analoge Ohrmarke fast und 13 (5,8 %) ganz ausgerissen. Zum Einstallen in die Mast (LT 77) steigt die Anzahl an fehlenden analogen Ohrmarken auf 56 (25 %), wobei weitere 17 analoge Ohrmarken (7,6 %) nicht mehr fest im Ohr sitzen. Bis unmittelbar vor der Ausstallung schlachtreifer Schweine (LT 151) steigt die Anzahl der ausgerissenen analogen Ohrmarken auf 80 (38,1 %) und die der fast ausgerissenen analogen auf 47 (22,4 %).

Im Gegensatz dazu ist der Anteil fast und ganz ausgerissener elektronischer Ohrmarken deutlich geringer. So treten am LT 151 erstmalig Probleme mit der Haltbarkeit im Ohr auf. Zu dem Zeitpunkt hat ein Schwein (0,4 %) einen nicht mehr festsitzenden Ohrmarkentransponder und sechs Schweine (2,9 %) haben einen fehlenden Ohrmarkentransponder.

Mit fortlaufender Mast und sinkenden Tierzahlen nimmt die absolute Häufigkeit fast bzw. vollständig ausgerissener analoger Ohrmarken stetig ab. Der relative Anteil steigt hingegen kontinuierlich. Bereits am LT 174 haben 42 Schweine (29,6 %) die analoge Ohrmarke fast und 58 (41,5 %) ganz ausgerissen. Zusammen sind zu dem Zeitpunkt also 71,1 % aller analogen Ohrmarken nicht mehr fest im Ohr. Ab dem 199. LT hat kein Schwein mehr eine einwandfrei sitzende analoge Ohrmarke im Ohr.

Bezüglich der elektronischen Ohrmarken wird am 174. LT die höchste Verlustrate (7 % der Tiere) festgestellt. Zudem haben fünf Schweine (3,5 %) eine fast ausgerissene Ohrmarke. Mit Verringerung der Tierzahl sinkt der absolute Wert auf eine fehlende Ohrmarke an LT 210, was jedoch einem relativen Anteil von 20 % entspricht. Zudem ist zu dem Zeitpunkt bei einem weiteren Schwein der Ohrmarkentransponder fast ausgerissen, sodass zusammen 40 % der Tiere keine ordnungsgemäß sitzende elektronische Ohrmarke haben.

Tab. 22: Verbleib der analogen und elektronischen Ohrmarken während der Mastperiode der Schweine

		Analoge Ohrmarke		Elektronische Ohrmarke	
LT	n	A	B	A	B
26	224	41	13	0	0
77	224	17	56	0	0
119	216	26	73	0	0
138	213	34	80	0	0
151	210	47	82	1	6
161	178	52	70	1	8
174	142	42	59	5	10
182	60	20	24	5	7
188	41	16	14	6	5
199	12	7	5	4	2
210	5	3	2	1	1

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; A = Anzahl an Schweinen mit einer nicht mehr fest im Ohr sitzenden Ohrmarke; B = Anzahl an Schweinen mit einer fehlenden Ohrmarke.

Von 224 analogen und elektronischen Ohrmarken sind insgesamt 86 (38,4 %) analoge und 15 (6,7 %) elektronische Ohrmarken ausgerissen, die in den Buchten nicht mehr gefunden werden konnten. Der Anteil an nicht mehr fest im Ohr sitzenden Ohrmarken liegt bei 57 analogen (25,4 %) und sieben (3,1 %) elektronischen Ohrmarken.

202 Schweine werden zum Schlachthof abgeliefert, von denen 187 eine funktionierende elektronische Ohrmarke im Ohr haben. Davon werden 166 automatisch am Schlachthof erfasst und zugeordnet, was einer Auslesequote von 88,8 % entspricht. Angaben, ob Ohrmarken beim Transport zum Schlachthof oder während des Schlachtprozesses verloren gegangen sind, können nicht gemacht werden. Da die Schweine unmittelbar vor dem Transport gewogen und elektronisch bewertet werden, kann ein Defekt der Ohrmarken ausgeschlossen werden.

4.3.2 Gesundheitszustand der Tiere

Zur Beurteilung des Gesundheitszustandes eines jeden Einzeltieres über die gesamte Mastperiode dient ein Boniturschema (s. Kapitel 3.2.2). Die Einzeltierdatensätze der bonitierten Parameter sind im Anhang dargestellt (Tab. 55 bis Tab. 59). Von 224 eingestallten Schweinen haben am Tag der Einstallung 33 leichte, 16 mittelgradige und vier hochgradige Ohrnekrosen (Tab. 23). Bereits in der zweiten Mastwoche sind bei 19 Schweinen geringfügige, bei sieben mittelgradige und bei zwei Tieren hochgradige Nekrosen am Ohr feststellbar. Diese Reduzierung des Auftretens von Nekrosen setzt sich bis zur sechsten Mastwoche fort, in der nur noch zwei Schweine leicht, ein Schwein mittelgradig und zwei Schweine schwerwiegend betroffen sind. In der siebten Mastwoche sind sieben Schweine leicht betroffen, allerdings nur noch ein Schwein mittelmäßig und keines stark. In der achten, zehnten und zwölften Mastwoche wird jeweils ein Schwein mit geringgradigen Ohrverletzungen erfasst. Im weiteren Verlauf der Mast werden keine weiteren Ohrverletzungen beobachtet.

Während sich mit fortlaufender Mast die Anzahl der mit Ohrverletzungen erfassten Schweine verringert ($p < 0,01$), zeigt sich bezüglich der Anzahl erfasster Schwanzverletzungen ein anderer Trend. Zu Beginn der Mast haben 22 Schweine leichte Schwanznekrosen, die aber schnell abnehmen, sodass in der fünften Woche nur noch ein Schwein eine leichte Schwanzverletzung hat. In der 6. Woche wird kein Schwein mit Schwanzverletzungen mehr erfasst (Tab. 23).

Mit Abklingen der Ohrverletzungen ab der siebten Woche steigen jedoch die Häufigkeiten der Schwanznekrosen erneut an. So sind in der 12. Woche drei von 210 Schweinen mit mittelgradigen und zwei mit starken Symptomen erfasst. In der 13. Woche haben 22 Schweine leichte, sieben mittlere und drei schwere Nekrosen. Durch die geringere Anzahl an Tieren ist dies ein prozentualer Anstieg der leichten Nekrosen um 100 % von sechs auf 12 %. In der 15. Woche haben 14 Schweine leichte Schwanznekrosen und acht mittlere, was 10 bzw. 6 % am Anteil der noch vorhandenen Schweine ausmacht.

Während der absolute Anteil leichter Schwanzverletzungen von der 15. zur 16. Woche um sechs Tiere sinkt, steigt der prozentuale Anteil der leichten Symptome an den verbliebenen Schweinen von 10 auf 14 %. In der 18. Woche sind nur noch 12 von ursprünglich 224 Schweinen im Stall. Zu diesem Zeitpunkt werden weder Ohr- noch Schwanznekrosen erfasst.

Die Datenanalyse auf Einzeltierbasis zeigt, dass ein niedriges Geburtsgewicht vermehrt zu Schwanzverletzungen in der Mast führt ($p < 0,05$). Das Auftreten von Schwanzverletzungen wäh-

rend der Mast korreliert wiederum positiv mit einem erhöhten Lebensalter zur Schlachtreife ($p < 0,01$).

Das Auftreten von Ohrverletzungen zeigt keinen signifikanten Einfluss auf die Mastleistungsparameter. Dies wird besonders bei dem am stärksten von Ohrverletzungen betroffenen Schwein deutlich. Dieses hatte in der Vormast über einen Zeitraum von 6 Wochen mittelgradige bis hochgradige Ohrverletzungen. Dennoch betrugen die täglichen Zunahmen in dieser Mastphase 904 g je Tag.

4.3.2.1 Fäzes, Husten, Lahmheit

Mit fortlaufender Mast verringert sich die Anzahl der erfassten an Husten leidenden wie an Durchfall erkrankten Schweinen (Tab. 23).

Zu Mastbeginn werden sowohl drei Tiere mit geringgradigem als auch je ein Tier mit mittel- bzw. hochgradigem Durchfall beobachtet. Bei einem der Tiere mit geringgradigem Durchfall normalisiert sich die Kotkonsistenz innerhalb der ersten Mastwoche. Im weiteren Verlauf der Mast werden insgesamt drei weitere Tiere mit einer dünnflüssigeren Kotkonsistenz erfasst (je einmal mittel- bzw. hochgradig in der vierten Mastwoche bzw. einmal geringgradig in der achten Woche). Im weiteren Verlauf werden keine Durchfallsymptome am Einzeltier beobachtet.

Mit Ausnahme der dritten Mastwoche kann das Symptom Husten konstant während der ersten Masthälfte mit bis zu acht Schweinen verknüpft werden. Die Ausprägungen sind hauptsächlich geringgradig. In der ersten, zweiten und vierten Mastwoche haben je vier Schweine leichten Husten. In den ersten zwei Mastwochen wird zudem ein Schwein mit mittelgeradigen Hustensymptomen erfasst. In der fünften und sechsten Woche ist der Höhepunkt erreicht und sechs Schweine haben leichten, ein Schwein einen mittleren und eines einen schweren Husten. Im weiteren Verlauf der Mast flaut die Hustensymptomatik vollständig ab, d. h., in der 14. Mastwoche wird letztmalig Husten diagnostiziert.

Die während der Mast erfasste Häufigkeit von Gelenkproblemen an einzelnen Schweinen ist ebenfalls in Tab. 23 dargestellt. Zum Einstallen in der ersten Mastwoche treten bei zwei von 224 Schweinen je einmal leichte und einmal mittelgradige Symptome auf. Auch im Laufe der Mast kommt es selten zu Gelenkserkrankungen; nur in der 16. Woche zeigen drei Schweine gleichzeitig Probleme.

Es können keine signifikanten Korrelationen zwischen Lahmheit, Auftreten von Husten, Durchfall und dem erhöhten Lebensalter zur Schlachtreife festgestellt werden. Allerdings kann bei Lahm-

heiten ein bedeutsamer Einfluss auf die Mastparameter registriert werden. So hat beispielsweise ein Tier mit einer hochgradigen Lahmheit eine tägliche Futteraufnahme von - 0,2 kg.

Tab. 23: Auftreten klinischer Symptome bei Mastschweinen (Einzeltiere) während der Mastperiode

Mastwoche	n	Ohrenverletzungen			Schwanzverletzungen			Fäzes			Husten			Lahmheiten		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	224	33	16	4	22	1	0	3	1	1	4	1	0	1	1	0
2	223	19	7	2	15	0	0	2	1	1	4	1	0	0	0	0
3	222	7	4	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
4	219	5	4	2	4	0	0	0	1	1	4	0	0	0	1	2
5	217	3	2	2	1	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0
6	217	2	1	2	0	0	0	0	0	0	6	1	1	0	1	1
7	216	7	1	0	4	0	0	0	0	0	3	0	0	1	1	0
8	216	0	1	0	10	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1
9	215	0	0	0	2	1	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0
10	213	1	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11	211	0	0	0	9	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
12	210	1	0	0	13	3	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0
13	177	0	0	0	22	7	3	0	0	0	0	0	0	2	1	1
14	178	0	0	0	11	2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
15	142	0	0	0	14	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
16	60	0	0	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1
17	41	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
18	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

n = Stichprobenumfang; A: gerinngradige, B: mittelgradige; C: hochgradige Symptomatik. Die doppelten Querstriche in der Tabelle entsprechen einem Futterwechsel.

4.3.2.2 Auftreten von Husten und Hustenindex

Neben der Bestimmung des Schweregrades der Hustensymptomatik am Einzeltier (Tab. 23) wird zudem der Hustenindex (Häufigkeit des Hustens innerhalb von 20 Minuten je Tier; Tab. 24) bestimmt.

Bis zur vierten Mastwoche werden zwischen 20 und 35 „Huster“ bei einem Index je Minute von bis zu 0,16 registriert. Der Anteil der davon erfassten Schweine schwankt zwischen 0 und 17,9 %. In der fünften Mastwoche ist der höchste Wert von 171 „Hustern“ erreicht, was einem Minutenindex von 0,788 entspricht

Ab der siebten Mastwoche verringert sich die Häufigkeit registrierter „Huster“ weiter von 88 in der siebten Woche auf fünf in der zwölften Woche. Dies entspricht Indizes von 0,259 bis 0,024. Hierbei werden 0 bis 5 % einem Einzeltier zugeordnet.

Tab. 24: Häufigkeit des Hustens von Mastschweinen innerhalb eines Zeitraums von je 20 Minuten während der Mastperiode

MW[1]	n	Husten Anzahl/20 min	Index je Minute	Erfasste Einzeltiere	Anteil der am Einzeltier erfassten Huster (%)
1	224	30	0,134	5	16,67
2	223	28	0,126	5	17,86
3	222	20	0,090	0	0,00
4	219	35	0,160	4	11,43
5	217	171	0,788	7	4,09
6	217	104	0,479	8	7,69
7	216	88	0,407	3	3,41
8	216	56	0,259	2	3,57
9	215	69	0,321	3	4,35
10	213	45	0,211	0	0,00
11	211	20	0,095	1	5,00
12	210	5	0,024	0	0,00
13	177	8	0,045	0	0,00
14	178	2	0,011	1	50,00
15	142	3	0,021	0	0,00
16	60	2	0,034	0	0,00
17	41	1	0,024	0	0,00
18	12	0	0,000	0	-
19	12	0	0,000	0	-
20	5	1	0,200	1	100

[1] Mastwoche, MW = Mittelwert, n = Stichprobenumfang.

4.4 Betriebswirtschaftliche Aspekte

In der folgenden Tab. 25 sind die Kosten dargestellt, die für die Durchführung des Versuchs der Einzeltierkennzeichnung mit elektronischen Transpondern anfielen. Der Versuch erstreckte sich über 20 Mastwochen, in denen neunmal eine Einzeltierwiegung mit Bewertung und elfmal eine Bewertung ohne Wiegung durchgeführt wurde.

Einmalige Anschaffungskosten für eine Ohrmarkenzange für Ohrmarkentransponder (19,8 €), die genutzten durchnummerierten, analogen Ohrmarken (12,9 €) und eine Plattformwaage für den Sauenstall (530 €) werden bei der weiteren Betrachtung nicht berücksichtigt. Des Weiteren werden die Pachtkosten des Maststalls für die Dauer des Versuches nicht einbezogen.

Für den Versuch wurden 304 Ohrmarkentransponder (0,48 €/Ohrmarkentransponder) und ein Lesegerät mit kompatibler Software (117,53 €/Monat) benötigt. Für das Einziehen der Ohrmarken inklusive Datenerfassung wurden einschließlich diverser Probleme (s. Kapitel 5.2) 13 Stunden aufgewendet. Für die Kalkulation werden hier 9,29 Stunden reiner Arbeitszeit angesetzt, was pro Schwein (n = 304) 1,82 Minuten entspricht. Die Bonitur und Wägung zum Absetzen waren mit 1,25 Minuten je Schwein (n = 273) weniger zeitaufwendig.

Im Maststall wurden insgesamt 1295 Einzeltierwägungen mit Bewertungen durchgeführt, die je Schwein etwa 1,27 Minuten in Anspruch nahmen. Das wöchentliche Einzeltierbewerten ohne Wiegen dauerte für zwei Abteile jeweils 40 Minuten und somit in 11 Wochen insgesamt 7,33 Stunden.

Dadurch dass die Schweine im Versuchsabteil in den 20 Mastwochen einmal pro Woche bewertet wurden, entfielen für den entsprechenden Tag die notwendigen Inaugenscheinnahmen (§ 4 Absatz 1 TierSchNutztV), die standardmäßig etwa 2,5 Minuten pro Abteil betragen. Folglich kam es zu einer Gesamtzeitersparnis von 100 Minuten (1,67 h).

Bei einem angesetzten Bruttoarbeitslohn von durchschnittlich 18,00 € je Stunde betragen die Gesamtkosten 1717,95 €, wobei die entsprechenden Ohrmarken und die Miete für das Lesegerät mit Software etwa 851,10 € (49,5 %) ausmachen. Des Weiteren fallen davon 271,45 € während der Aufzucht und 625,40 € während der Mast an.

Sofern man nur den gesetzlichen Bruttomindestlohn von 9,35 € ansetzt, entstehen Gesamtkosten in Höhe von 1308,39 €, was einer Differenz zum Arbeitslohn von 18 € (siehe oben) von 409,56 € entspricht.

Tab. 25: Kostenstruktur[1] der Einzeltiererfassung von Mastschweinen während des Versuchsdurchgangs

Kosten	Betrag	Einheit	Anzahl	in Stunden	Betrag (€)
UHF-Ohrmarkentransponder	0,48	€	304	-	145,92
Monatliche Leihgebühr Technik[2]	117,53	€	6	-	705,18
Datenerfassung Wurftag[3]	1,83	min	304	9,29	167,20
Datenerfassung Absetzen[4]	1,25	min	278	5,79	104,25
Datenerfassung Mast[5]	1,27	min	1295	27,41	493,40
Bonitierung Mast[6]	40,00	min	11	7,33	132,00
Zeitersparnis Kontrolle[7]	2,50	min	100	1,67	- 30,00
Gesamt					1717,95

[1] Prämisse: Bruttostundenlohn von 18 €; [2] Handlesegerätgerät mit Software; [3] Einziehen der Ohrmarken, individuelle Tierwägung mit Bonitierung im Sauenstall; [4] individuelle Tierwägung mit Bonitierung im Sauenstall; [5] individuelle Tierwägung mit Bonitierung im Maststall; [6] Bonitierung ohne Wägung, im Maststall; [7] Einsparung der Inaugenscheinnahme im Maststall.

Die Kosten auf der Basis aller initial markierten Ferkel (n = 304) belaufen sich auf 5,65 € je Ferkel. Im Gegensatz dazu steigen sie für die in der Mast eingestallten Ferkel (n = 244) auf 7,67 € und für jedes zum Schlachthof abgelieferte Schwein (n = 202) auf 8,50 €. Bei ausschließlicher Betrachtung der automatisch verknüpften Schlachtdaten mit elektronischen Ohrmarken (n = 166) entstehen pro Schwein Kosten in Höhe von 10,35 €.

5 Diskussion

Ziel dieser Arbeit ist die Evaluierung der Praxistauglichkeit einer Einzeltiererfassung im Mastschweinebestand. Im Folgenden werden aufgetretene Probleme und die Ergebnisse diskutiert.

5.1 Kritik der Methoden

Mit der Erfassung von individuellen Einzeltierdaten mittels Ohrmarkentransponder sollte eine Arbeitserleichterung für den Landwirt gegeben sein (Nasirahmadi et al., 2017). Dies setzt eine einfache Handhabung des Lesegerätes voraus, das einwandfrei funktionieren muss. Zugleich soll die Rückverfolgbarkeit („from stable to table“) ermöglicht werden (Feng et al., 2013). Dabei ist nicht nur die Erfassung der Tiere vom ersten LT an von Interesse, sondern auch deren Genetik.

Zu Beginn des Versuches musste die entsprechende Sau über den tierindividuellen Barcode auf dem ausgedruckten Sauenpass eingelesen werden. Für die Zuordnung der Ferkel zu einer Sau mussten zudem die Abferkelungen im Sauenplaner eingetragen werden. Dies wiederum war nur möglich, wenn auch eine vorhergehende Besamung für die Sau in der Software registriert wurde. Bei zwei der 19 ausgewählten weiblichen Tiere wurde nach der letzten Abferkelung keine neue Besamung eingetragen. Technisch gab es keine Möglichkeit, die Abferkelung unabhängig von einer nicht eingetragenen Besamung zu registrieren. In direkter Konsequenz konnten keine Ferkel einer bestimmten Sau zugeordnet werden. Dieses Problem konnte nicht behoben werden.

Bezüglich des Handlesegeräts wurde zu Beginn des Versuchs ein „Vanch VH-71T“-Lesegerät (Android-Betriebssystem) mit der Software „PigExpert“ genutzt. Da die Software wiederholt abstürzte und sich das Problem auch nicht durch einen Wechsel des Handgerätes beheben ließ, wurde für die weitere Versuchsdauer bzw. für die Erfassung ab dem 26. LT das „Motorola-Workabout-Pro4“-Lesegerät (Windows-Betriebssystem) mit der Software „D!ba Mobile“ genutzt. Somit kam für den gesamten Versuch keine einheitliche Technik zum Einsatz.

Unter den vorliegenden Stallbedingungen konnte die tägliche Futteraufnahme nicht am Einzeltier erfasst werden. In Orientierung an Norda et al. (2013) wurde angenommen, dass Schweine einer Bucht die gleiche Futteraufnahme haben. Dies ist zwar unrealistisch, aber nicht anders lösbar.

Problematisch bei der Generierung von präzisen Datensätzen auf Einzeltierbasis in der Mast sind Tiere, die nicht vollständig gesund waren, deren Verbleib in der Bucht der Tierarzt aber empfohlen hatte. Es ist zu bedenken, dass diese Tiere nicht das volle Leistungspotenzial abrufen (Heinritzi et al., 2006; Sørensen et al., 2006; Wallenbeck und Keeling, 2013). Der vorliegende Versuch bestätigt, dass diese Tiere weniger Zuwachs haben, was voraussichtlich durch eine geringere

Futteraufnahme begründet ist. Zwar hätten die betroffenen Schweine aus dem Datensatz entfernt werden können, darauf wurde jedoch verzichtet, um ein realistisches Bild über die praktische Aussagekraft der Daten zu erhalten. In der Folge stellte sich auch die Kalkulation der Futterverwertung für jedes Einzeltier als problematisch dar. Werte für die Futterverwertung von - 14,3 oder 42,5 sind nicht realistisch. Die hohen Werte einzelner Ausreißer beeinflussen den Mittelwert stark, sodass die Standardabweichung in Phase 5 bei den weiblichen Tieren fast so groß ist wie der Mittelwert selbst.

Als weiterer kritischer Punkt ist die Erfassung des Gesundheitszustandes der Schweine während des Mastversuchs zu nennen. Mittels der elektronischen Erfassung wird die Bonitierung statistisch auswertbar, hierzu müssen die einzelnen Tiere aber zuverlässig erfasst werden. Es ist außerdem sehr schwierig, teilweise sogar unmöglich, Husten einem Einzeltier im Abteil zuzuordnen. Primär ist dies dadurch bedingt, dass man immer nur einzelne Tiere/Buchten und nie das ganze Abteil konzentriert einsehen kann. Ein weiterer Grund ist, dass leichtes Husten am Tierkörper visuell nur schwer zu erfassen ist. Selbst bei einer Beobachtung von nur zwei Schweinen ist die eindeutige Identifikation des hustenden Tieres nicht gewährleistet. Dies gilt insbesondere, wenn die Schweine sich vom Beobachter abwenden. Auch das Erfassen/Markieren von vom Abteilgang identifizierten hustenden Schweinen ist nicht problemlos möglich. Denn sobald man die Bucht betreten hat, um den Transponder des Schweines zu scannen oder die Ohrmarkennummer abzulesen, fangen die Schweine an, unkontrolliert umherzulaufen, und dies führt dazu, dass man das Einzelschwein aus den Augen verliert. Für die zuverlässige Erfassung in der Bucht war es hilfreich, wenn sich das betroffene Schwein in der phänotypischen Ausprägung vom Rest der Gruppe stark abhob. Kritisch anzumerken ist, dass im Rahmen des Versuches jedes Hustengeräusch notiert wurde. Zwar ist es theoretisch möglich, Hustengeräusche als Symptom einer Krankheit zu identifizieren (Exadaktylos, 2008), aber dies ist unter praktischen Bedingungen nur mit dem Ohr nicht möglich. So muss bedacht werden, dass nicht jedes Husten zwangsläufig das Symptom einer Atemwegserkrankung ist (Brockmeier et al., 2002). Ähnlich problematisch ist die Erfassung von Durchfall am Einzeltier. Zwar kann man anhand des Kotes an den Buchtwänden schnell erkennen, ob Schweine in der Bucht Durchfall haben, aber die Zuordnung zu einem Einzeltier kann nur erfolgen, wenn das Schwein entweder beim Kotabsatz beobachtet wird bzw. wenn es eine entsprechend kotbeschmutzte Analregion zeigt.

Weiterhin ist kritisch anzumerken, dass die Mastphasen von unterschiedlicher Dauer sind. Während die Vormast mit 42 Tagen am längsten andauert, beträgt beispielsweise die Mittelmast nur 18 Tage. Dadurch dass sich die Mastleistungsdaten stets auf unterschiedliche Zeitspannen be-

ziehen, ist die Qualität der Daten für den Mäster entsprechend unterschiedlich. Je geringer die Zeitdauer einer Phase, desto hochwertiger bzw. exakter sind die Daten. In der Konsequenz sind die Mastleistungsdaten der Vormast ungenauer als die der restlichen Phasen. Das Optimum wären tagesaktuelle Daten, die beispielsweise über Transponder-Abruffütterungen generiert werden. Diese Technik ist jedoch in der Anschaffung und Wartung teuer und kann fehlerhafte Datensätze generieren (Casey et al., 2005; Jiao et al., 2016). Dies würde auch den mit den manuellen Wiegungen verbundenen Stress (Kashiha et al., 2014; Pezzuolo et al., 2018) für die Schweine eliminieren. Zudem ist zu beachten, dass Transponderfütterungen als Kopfstationen bzw. Rücklaufstationen angeboten werden; also vorwärts hinein zum Trog und rückwärts heraus, zurück in die Bucht. Hier besteht die Gefahr, dass Tiere das System nicht verstehen oder ranghohe Tiere die Fütterung blockieren, indem diese sich davorlegen, sodass rangniedrige Tiere nicht zum Trog kommen (Rasmussen et al., 2006; Marcon et al., 2015). Des Weiteren können diese Automaten zu geringeren Futteraufnahmen führen (Bruininx et al., 2001; Rasmussen et al., 2006).

Im vorliegenden Versuch wurden Börge und weibliche Tiere über das Lebendgewicht zum Schlachthof aussortiert. Es ist anzumerken, dass die Lebendmassen zur Schlachtreife im Versuch nicht immer ideal sind. Einzeltiere wogen zum Schlachttermin bereits über 130 kg; diese hätten schon vorher geschlachtet werden können, was allerdings praktisch nicht umsetzbar war. Dies hat negative Auswirkungen auf das mittlere Schlachtalter der Tiere, da für die Auswertungen das tatsächliche Schlachtalter herangezogen wurde und nicht der Tag, an dem das Zielgewicht überschritten wurde. Unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten hätten auch Börge mit geringeren Endgewichten geschlachtet werden müssen, da diese zum Verfetten neigen (GfE, 2006), was geringere Schlachterlöse zur Folge hat (Hilgers et al., 2019).

Trotz aller hier genannten kritischen Anmerkungen muss berücksichtigt werden, dass es sich um einen Praxisbetrieb handelt. Hier würde – bei aller Kritik an der Technik – eine funktionierende, möglichst automatische Erfassung individueller Daten eine erhebliche Arbeitserleichterung bedeuten und – wie in der folgenden Diskussion ersichtlich – zu beachtlichen ökonomischen Einsparungen führen.

5.2 Evaluierung der technischen Ausstattung

Im Folgenden werden bei der analogen wie elektronischen Einzeltierfassung aufgetretene Probleme diskutiert und praxisrelevante Verbesserungen vorgeschlagen.

5.2.1 Verbleib der Ohrmarken

Die Information über den Verbleib der Ohrmarken ist für den Anwender/Mäster von besonderem Interesse. Das Ziel ist, den Anteil ausgerissener Ohrmarken so gering wie möglich zu halten. Es zeigt sich, dass die rechteckigen, analogen Ohrmarken einen deutlich schlechteren Halt im Ohr haben als die runden, elektronischen. Dies wird besonders am LT 138 deutlich. Zu diesem Zeitpunkt sind bei 213 Tieren alle elektronischen Ohrmarkentransponder planmäßig im Ohr, hingegen ist bei 37,5 % der Mastschweine die analoge Ohrmarke bereits ausgerissen. Da das Einziehen der gesamten Ohrmarken von derselben Person unter gleichen Bedingungen durchgeführt wurde, sind Unterschiede beim Einziehen nahezu ausgeschlossen.

Bezogen auf alle 224 Tiere sind die gesamten Ohrmarkenverluste mit insgesamt 38,4 % bei den analogen Ohrmarken im Vergleich zu 6,7 % bei den Ohrmarkentranspondern besonders hoch. Des Weiteren sind weitere 25,4 % der analogen Ohrmarken und nur 3,1 % der Transponder nicht mehr fest im Ohr. Im Gegensatz dazu wurden in der Forschung bisher Verlustraten von 44,9 % bei Ohrmarken-Transpondern und nur etwa 1 % für analoge Transponder verzeichnet (Caja et al., 2005). Auffällig ist, dass sowohl in der vorliegenden Studie als auch in einer Studie von Caja et al. (2005) die größeren Ohrmarken häufiger verloren gehen. Dies deutet darauf hin, dass Verluste nicht mit der Art der Ohrmarke zusammenhängen, sondern eher mit ihrer Größe, Beschaffenheit und Farbe. Diese Meinung wird durch mehrere Studien gestützt (Rau, 2009; Adrion et al., 2018; Kapun et al., 2020). Zusammenfassend kann davon ausgegangen werden, dass die analogen, weißen und rechteckigen Ohrmarken eine stärkere Anziehungskraft auf Schweine ausüben als die elektronischen, gelben und runden Transponder.

Kritisch anzumerken ist, dass alle Ohrmarken in diesem Versuch am ersten LT angebracht wurden. Ein Vergleich von Ohrmarken, die am ersten und 14. LT angebracht wurden, zeigt, dass etwa 80 % aller Verluste die Ohrmarken betrifft, die am ersten LT angebracht wurden (Rau, 2009). Außerdem zeigen die Ergebnisse, dass mit zunehmendem Alter die relativen Ohrmarkenverluste steigen. Es muss berücksichtigt werden, dass für den Versuch Schweine mit hoher Wachstumsleistung ausgewählt wurden. Wahrscheinlich sind die Verluste bei Schweinen, die weniger schnell wachsen und daher das Schlachtgewicht später im Leben erreichen, noch höher.

Der vorliegende Versuch hat gezeigt, dass etwa 88,8 % der mit funktionierenden Ohrmarkentranspondern abgelieferten Tiere automatisch am Schlachthof registriert und einem Schlachtkörper zugeordnet werden. Da über 10 % der Daten nicht ausgewertet werden können, ist das Ergebnis nicht verlässlich und damit auch nicht zufriedenstellend. Zu beachten ist außerdem, dass geringe Anteile an Ohrmarken beim Transport zum Schlachthof oder im Schlachthof ebenfalls verloren gehen können (Caja et al., 2005; Babot et al., 2006; Gosálvez et al., 2007). Dies wurde im Versuch nicht erfasst.

Zukünftig sollten in Studien analoge Ohrmarken oder Transponder gewählt werden, die möglichst klein und unauffällig sind. Außerdem sollte auf die Datenerhebung ab dem ersten LT aufgrund von hohen Ohrmarkenverlusten verzichtet werden.

5.2.2 Elektronische Erfassung

Die elektronische Erfassung über individuelle Ohrmarkentransponder soll theoretisch eine Arbeitserleichterung für den Mäster darstellen. In der Praxis stellte dies jedoch in dem hier durchgeführten Versuch ein Problem dar.

Zum Start des Versuches wurde ein Vanch-VH-71T-Lesegerät (Betriebssystem Android) mit der Software „PigExpert“ (AgriSyst) eingesetzt. Dieses Lesegerät ist intuitiv zu bedienen und mit einem Smartphone vergleichbar. Um eine komplette Rückverfolgbarkeit zu ermöglichen, sollten alle erfassten Ferkel über die analoge wie elektronische Ohrmarke der Muttersau zugeordnet werden. Im Versuchsablauf erwies sich diese Vorgehensweise aber als sehr kompliziert.

Nach erfolgreicher Registrierung der Abferkelung konnte in einem anderen Menüpunkt die Ferkelerfassung erfolgen. Problematisch war hier, dass vorab die Anzahl der zu markierenden Ferkel im Wurf korrekt ermittelt und benannt werden musste, damit das System die entsprechenden Nummern von 001 bis 304 vorbereiten konnte. Eine spätere Änderung bei zuvor möglicher Falschzählung war während des Erfassens nicht möglich. Im Falle einer Falschzählung mussten sämtliche Ferkel des Wurfes neu eingescannt und erfasst werden. Einzig das Geschlecht konnte während der Eingabe angepasst werden.

Praktischer wäre ein Menü, in dem alle Ferkel an die entsprechende Sau gekoppelt und dabei sofort frei wählbare Parameter wie Gewicht und andere Auffälligkeiten dokumentiert werden können. Des Weiteren wäre es von Vorteil, wenn es einen Unterpunkt gäbe, an dem man die Ferkelversetzung zwischen den Würfen dokumentieren könnte. Die Ferkelversetzung ist insbesondere bei großen, heterogenen Würfen erforderlich (King et al., 2020).

Problematisch war ebenfalls, dass die Software („PigExpert“) während der Erfassung eines Wurfes nach etwa zwölf erfassten Ferkeln immer wieder abstürzte und so alle den Wurf betreffenden Daten verloren waren. Das hatte zur Konsequenz, dass immer wieder von vorn begonnen werden musste. Zur Problemlösung wurde vom Live Support ein Softwareupdate zur Verfügung gestellt. Der Updatevorgang führte allerdings wiederholt zu einem Absturz des Gerätes und konnte nicht abgeschlossen werden. Auch ein Austausch des Handgerätes konnte das Problem nicht beseitigen. Aufgrund der beschriebenen Problematik wurde entschieden, das Lesegerät zurückzugeben.

Für die weitere Versuchsdauer bzw. ab der Erfassung an LT 26 wurde das Lesegerät „Motorola Workabout Pro4“ (Betriebssystem Windows) mit der Software „D!ba Mobile“ (definitiv! business applications) genutzt. Vonseiten der Entwickler wurden die am LT 1 erfassten Einzeltierdaten auf das neue Gerät implementiert. Das Lesegerät selbst hat im Vergleich zum „Vanch-VH-71T“-Lesegerät einen deutlich sperrigeren Aufbau, außerdem reagiert das Touchpad nur schlecht auf Berührungen und ist mühsam zu bedienen. Eine Bedienung mit einem speziellen Stift für Touchpads ist unumgänglich. Ein weiterer Nachteil im Vergleich zur permanenten Onlinesynchronisation des „Vanch-VH-71T“-Lesegeräts ist die manuelle Synchronisation der Daten. Diese erfolgt nur dann, wenn das Lesegerät mit der am Computer verbundenen Ladestation verbunden ist.

Die Anleitung für das Lesegerät „Motorola Workabout Pro4“ und die Software „D!ba Mobile“ sind verständlich aufgebaut. Ein technischer Support beim individuellen Einrichten der Software wäre mit 90 Euro die Stunde berechnet worden. Auf diese Dienstleistung wurde verzichtet, das Gerät wurde stattdessen eigenständig programmiert. Da nur die Bewertungslisten individuell angelegt werden mussten, war dies ein geringer Aufwand.

Im weiteren Versuchsverlauf wurden Bewertungsdaten und Gewichte per Lesegerät an die Codierung der elektronischen Ohrmarke gekoppelt. Nach anfänglicher Eingewöhnungszeit funktionierte die Systemlösung ohne Komplikationen. Nachteilig an der verwendeten Software ist aber, dass der Benutzer keine Rückmeldung darüber erhält, ob die Dateneingabe erfolgt ist und gespeichert wurde. Hier wäre ein Zähler oder eine History-Funktion sinnvoll.

Zudem wäre es hilfreich gewesen, wenn mit der Erfassung des Transponders die mit dem Tier verknüpfte Nummer der analogen Ohrmarke angezeigt würde, um sich vergewissern zu können, ob das richtige Tier eingescannt wurde. Dieser Änderungswunsch konnte vonseiten der Softwareentwickler nicht berücksichtigt werden, da dies einen erhöhten Programmieraufwand verursacht hätte.

Mit dem Einscannen der Transponder und dem Eintragen von Daten in das Lesegerät werden verschiedene CSV-Dateien erzeugt. In der Praxis werden diese in die Auswertungssoftware eingespeist, um Auswertungen automatisch zu erzeugen. Im Rahmen des Versuches wurde auf diese Möglichkeit verzichtet, stattdessen wurden die Daten eigenständig in Microsoft Excel weiterverarbeitet.

Bei der manuellen Auswertung der elektronisch erzeugten Datensätze erwies sich der individuelle, 16-stellige Code der elektronischen Ohrmarkentransponder als Problem, da dieser von Microsoft Excel automatisch in einen Zehner-Logarithmus umgewandelt wird. In der Konsequenz sind die letzten fünf Ziffern, anhand derer sich die Codierungen im Rahmen des Versuches unterscheiden, nicht ablesbar. Dieses Problem wurde umgangen, indem die Datenreihe der Transpondernummern der CSV-Datei per „Textkonvertierungs-Assistent“ als Text und nicht als Zahl eingespielt wurde. In der Praxis stellt dieser Umweg eine weitere Hürde da.

Im Versuch wurden Bewertungen mit einer Scala von 1 bis 3 durchgeführt. Bei Sichtung der Daten stellte sich heraus, dass eine 6 als Bewertung aufgenommen wurde. Es handelte sich hierbei um einen Programmierungsfehler, der per Softwareupdate behoben werden konnte. Zudem wurde einem Schwein bzw. Ohrmarkentransponder fälschlicherweise ein Einzelgewicht von 280 kg zugeordnet, obwohl das Tier nur 28 kg wog. Um Eingabefehlern vorzubeugen, wäre ein Eingaberahmen mit vorher festgelegtem Minimal- und Maximalwert sinnvoll, sodass ein Hinweis eingeblendet wird, wenn der Wert die Grenzen über- oder unterschreitet.

Auch kam es vor, dass nicht der gewünschte Transponder bzw. das gewünschte Einzeltier erfasst wurde, sondern ein anderer bzw. ein anderes. Besonders in vollen Buchten oder vom Abteilgang aus ist das Einscannen eines bestimmten Transponders nur mit erheblichem Aufwand umsetzbar. Hinzu kommt die Neugier oder die Scheu der Schweine, die ein individuelles Einscannen stark erschwert (Abb. 14). Es zeigt sich, dass ohne Nachkontrolle keine Sicherheit darüber besteht, ob auch tatsächlich das gewünschte Tier eingescannt wurde.

Abb. 14: Handlesegerät für die Einzeltiererfassung im praktischen Einsatz

Selbst das Vereinzeln auf der Niederflurwaage schützt nicht zuverlässig vor Fehleinscannungen. So kam es vor, dass Tiere, die zur Einzelwiegung allein auf der Waage standen, falsch, d. h. als anderes Tier eingescannt wurden, obwohl die anderen Tiere mehr als einen Meter entfernt waren. Besonders problematisch ist, dass diese Fehlbuchungen erst auffallen, wenn das zuvor unabsichtlich eingescannte Schwein tatsächlich eingescannt wird und dann auffällt, dass für diesen Transponder an dem Tag schon Bewertung und Gewicht vorliegen. Die Konsequenz ist, dass alle zuvor bewerteten Tiere aus der Bucht ein weiteres Mal eingescannt werden müssen, um feststellen zu können, welchem Transponder noch keine aktuellen Daten zugewiesen wurden. Dies verursacht Kosten, die vermeidbar sein könnten.

Zu bedenken ist, dass die UHF-Technologie im Gegensatz zur Niederfrequenztechnologie ein Mehrfachscannen von verschiedenen Transpondern über eine größere Distanz ermöglicht (Finkenzeller, 2015). Beim Einsatz von HDX- bzw. FDX-Transpondern wären diese Fehler eventuell nicht aufgetreten.

5.3 Evaluierung der zootechnischen Parameter der Einzeltiere

Die klassische Mastauswertung erfasst die täglichen Zunahmen und die Futterverwertung über mittlere Einstall- und Ausstallgewichte sowie die Eingangsbelege für die Mengen an Futtermitteln. Damit erhält der Landwirt einen groben Überblick über die Leistung der Tiere und das betriebswirtschaftliche Ergebnis der Mast. Im durchgeführten Versuch wurde die Futteraufnahme geschlechterspezifisch ermittelt. Dadurch dass die Futteraufnahme buchtenweise über den gewich-

teten Mittelwert und nicht am Einzeltier erfasst wurde, sind Standardabweichungen und Minimal- und Maximalwerte nicht so unterschiedlich wie bei am Einzeltieren erfassten Datensätzen.

Im vorliegenden Versuch beträgt das Einstallgewicht aller Tiere laut Lieferschein 32,3 kg. Unter Berücksichtigung der Einzeltierdaten ist ein mittleres Gewicht von 32,2 ± 6,25 kg errechenbar. Vergleichbare Gewichte zeigte Rau (2009), die ganze Würfe mit 34,8 ± 4,70 kg am 79. LT in die Mast einstallte. Die heterogenen Gewichte sind dadurch bedingt, dass komplette Würfe bzw. gleichaltrige Tiere für den Versuch eingestallt wurden und die Tiere nicht – wie praxisüblich – am Ende der Aufzucht auf Gewichtsgruppen selektiert wurden (Reckels et al., 2020). Die Vorgabe des Ferkelerzeugers, alle Saugferkel an einem Tag erfassen zu müssen, wurde somit als Chance aufgefasst, in der Mast gleich alte Tiere zu haben, die Rückschlüsse auf das unterschiedliche Wachstum ermöglichen. Solch heterogene Lebendmassen sind unter Feldbedingungen ein Grund zur Beanstandung der Ferkellieferung.

Es hat sich gezeigt, dass sich für den Mäster über die Erfassung der Einzeltierdaten aus der Ferkelaufzucht mehrere Vorteile ergeben. So erhält er bereits zum Zeitpunkt des Einstallens eine einfache, tierindividuelle Aussage über die Leistungsfähigkeit. Diese Forschungsarbeit hat dokumentiert, dass signifikante Korrelationen zwischen Geburtsgewicht bzw. Absetzgewicht und Alter zur Schlachtreife existieren. Somit kann der möglichst geringe Quotient aus Alter und Gewicht als Indikator für qualitativ hochwertige bzw. schnellwüchsige Ferkel dienen. Bei einem stark erhöhten Wert ist anzunehmen, dass es sich bei dem gelieferten Ferkel bereits um ein zurückgestalltes, leistungsschwächeres Tier handelt. Zudem konnte eine negative Korrelation zwischen Lebensalter und Ohrverletzungen festgestellt werden. Hier besteht der Verdacht, dass eine Scheinkorrelation vorliegt, wobei der eigentliche Grund veränderte Umwelt- und Managementbedingungen im Maststall sind, sodass sich die Haltungsbedingungen im Maststall positiv auf das Wohlbefinden der aus dem Aufzuchtstall kommenden Schweine ausgewirkt hat. Diese Art von Information ist unter Praxisbedingungen nicht verfügbar. Auch zeigen Ferkel mit einem geringen Geburtsgewicht in dieser Studie signifikant erhöhte Anfälligkeiten als Schwanzbeißopfer. Da die Folgen angebissener Schwänze aufgrund der Transportunfähigkeit (Artikel 6 Absatz 3 Verordnung (EG) 1/2005) eine Nottötung des Tieres erforderlich machen können, ist diese Information besonders für Mäster betriebswirtschaftlich wichtig.

Die im Versuch festgestellten Futteraufnahmen der Börge sind zu jeder Zeit signifikant höher als die der weiblichen Tiere. Die Futterverwertungen unterscheiden sich wiederum nicht bedeutsam. Andersen und Pedersen (1996) kamen jedoch zu anderen Ergebnissen, bei ihnen war die Futterverwertung von Börgen im Vergleich zu weiblichen Tieren geringer. Dies verdeutlicht die unter-

schiedlichen Nährstoffbedürfnisse der einzelnen Tiere (GfE, 2006). Zukünftig wären drei Modelle denkbar, um gezielter zu füttern. Eine Möglichkeit wäre es, regelmäßig neue Gruppen zu bilden, was wiederum mit Stress und gesteigerter Aggression bei den Tieren verbunden ist (Boumans et al., 2018). Die zweite Möglichkeit bestünde darin, die Tiere individuell an einer Sortierschleuse („sensorgesteuerte Digitalisierung im Stall") zu erfassen und sie in eine entsprechende Fressbucht mit dem angepassten Futter zu leiten, die anschließend wieder in die Großgruppe mündet. Heute werden bereits Systeme mit bis zu drei Abzweigungen angeboten (anonym, persönliche Mitteilung, 11. November 2021). Die modernste, aber auch anspruchsvollste Variante ist es, jedem Tier eine individuelle Ration auf den aktuellen Bedarf zu mischen. An eine Multiphasenfütterung gekoppelt stellt dies zwar hohe Anforderungen an das Management, ermöglicht aber zusätzliche Futterkostenreduktionen um bis zu 10 % (Monteiro et al., 2017) und geringere negative externe Effekte, beispielsweise auf die Umwelt (Monteiro et al., 2017; Pomar und Remus, 2019).

Die Einzeltierdaten der Lebendmassen zeigen, dass weibliche Tiere in der Mast langsamer wachsen und diese Differenz im Laufe der Mastperiode und mit zunehmendem Alter im Vergleich zu Börgen nicht aufholen können. Dies entspricht den Daten von Shull (2013). In der Konsequenz bedeutet das für den Mäster, dass er – wenn die Grenzkosten des Zuwachses am Ende der Mast höher sind als die Grenzerlöse – die vorzeitige Ausstallung der weiblichen Tiere in Betracht ziehen sollte, um seinen Gewinn zu maximieren. Dies bestätigen auch Hilgers et al. (2019), die außerdem gesondert darauf hinweisen, dass höhere Schlachtgewichte zu verminderten Erlösen je Kilogramm Schlachtkörper führen können.

Über die Lieferscheine der Ein- und Ausstallgewichte errechnen sich für diesen Mastdurchgang für die regulär ausgestallten Tiere tägliche Zunahmen von 945 g. Die Einzeltierdaten wiederum zeigen individuelle Werte von bis zu 1,78 kg je Tag. Die höchsten Werte treten gegen Ende der Mast auf. Es ist zu beachten, dass die Lebendmasse, die die Basis für die Berechnung der Zunahme bildet, vom Zeitpunkt der Wägung im Tagesverlauf beeinflusst wird, d. h., dass ein am Nachmittag gewogenes Schwein bis zu 1,5 kg schwerer sein kann als bei einer Wägung am Vormittag (Stygar et al., 2017).

Die manuelle Erfassung von Symptomatiken konnte im stattgefundenen Versuch unter praktischen Bedingungen ausschließlich bei Kannibalismus und Lahmheiten durchgeführt werden. Bei den Symptomen Husten und Durchfall war dies nicht problemlos möglich. Im Allgemeinen ist die Häufigkeit der erfassten „Huster" mit null bis acht erfassten Einzeltieren auf einem sehr geringen Level. Die Ergebnisse des Coughing Scores waren im Versuch mit etwa 0,8 „Hustern" in

20 min/Tier in der fünften Mastwoche hoch. So hatten Schweine, die versuchsweise mit *Mycoplasma hyopneumoniae* infiziert wurden, maximal einen Score von 0,94 ± 0,70 (Marois et al., 2007). Dennoch konnten im Versuch nur etwa 5 % davon einem Einzeltier zugeordnet werden, was als nicht ausreichend zu bewerten ist.

Wie auch in anderen Studien (Cornou et al., 2008; Wallenbeck und Keeling, 2013, Ariff et al., 2014; Maselyne et al., 2016) konnten über die Symptomerfassung dennoch Rückschlüsse auf die Leistungsparameter gezogen werden. Während in dem durchgeführten Versuch ausschließlich zwischen dem Auftreten von Schwanzbeißen und dem Alter zur Schlachtreife bzw. der Mastdauer eine signifikante Korrelation festgestellt wurde, zeigen die Einzeltierdatensätze weitere, nicht signifikante Trends zwischen Lahmheiten und Schwanzbeißen mit der täglichen Zunahme. Im Gegensatz dazu hatten Tiere mit Ohrverletzungen – wie auch bei Busch et al. (2010) – nahezu keine verringerten Leistungsparameter, sodass sich dieses Merkmal nicht zur Früherkennung von Abweichungen vom idealen Gesundheitszustand eignet. In der Praxis ist ein Leistungsabfall somit Grund zur genauen Kontrolle des Tieres. Zudem kann bei solchen Tieren eine frühzeitige tierindividuelle Behandlung erfolgen, was Reduktionen des Verbrauchs von Tierarzneimitteln fördert (Lekagul et al., 2019).

Es ist zu erwähnen, dass Schweine, die mit heterogenen Lebendmassen in eine Bucht eingestallt wurden, signifikant weniger kämpfen als Schweine, die mit homogenen Lebendmassen eingestallt wurden (Andersen et al., 2000). Für den hier durchgeführten Versuch bedeutet das, dass es bei homogeneren Lebendmassen bei der Einstallung mehr Kämpfe und Unruhen im Stall gegeben hätte, die womöglich zu stärkeren Abweichungen vom idealen Gesundheitsstand geführt hätten.

5.4 Szenarioanalyse

Ziel dieser Studie ist es, einen neuen, betriebswirtschaftlich sinnvollen Einsatz für die Einzeltierkennzeichnung zu zeigen. Um für den Mäster die Vorteile der Selektion während der Mast zu prüfen, wurden auf der Grundlage der individuellen Erfassung verschiedene Szenarien erforscht. Die Basis dazu bilden die zuvor diskutierten heterogenen Lebendmassen innerhalb der Geschlechter (Börge = 32,2 ± 6,38, LT 77; weibliche Tiere = 32,3 ± 6,25, LT 77), die über Einzeltierdatensätze errechnet wurden. Die durchgeführten Szenarien wirken ausschließlich, weil heterogene Lebendmassen vorliegen. Bei einer idealen Ferkellieferung von gleichen Tieren mit Gewichten von exemplarischen 28 ± 0,1 kg hätte die Selektion zur Einstallung mit nur 10 % Abweichung (M - 10 % = 25,2 kg) wenig bis keine Wirkung erzielt.

Die Ergebnisse der Szenarien zeigen, dass der Zeitpunkt und die Intensität der Selektion starken Einfluss auf die Anzahl der von der Selektion erfassten Tiere haben. Je schärfer und früher selektiert wird, desto mehr Tiere werden von der Selektion erfasst. Je später die Selektion in Richtung Mastende vorgenommen wird, desto weniger Tiere werden erfasst. Dies ist dadurch bedingt, dass das Wachstum in der Mast begrenzt ist bzw. dass die schlachtreifen Schweine ausgestallt werden. Somit nähert sich die mittlere Lebendmasse der verbliebenen Tiere mit fortschreitenden Ausstallungen dem Mastzielgewicht an und die relative Standardabweichung wird gleichzeitig geringer. Umgekehrt ist zu erwarten, dass bei einer konventionellen Ferkellieferung mit zunehmendem Verlauf der Mast und Auseinanderwachsen der Schweine die größten Auswirkungen auftreten würden. Dies wäre ein sinnvoller Ansatz für weitere Forschungen.

Selektionen mit einem Selektionsniveau von 10 % ergeben zumeist Datensätze, die sich signifikant von den Ausgangslebendmassen unterscheiden. Bei den Selektionen mit 15 bzw. 20 % sind signifikante Unterschiede in der Lebendmasse nur noch bei Szenarien zu errechnen, bei denen entweder zum Einstallen (S77), zu jeder Phase (SJP) oder zum Ende der Vormast (S119) selektiert wird. Dies war aufgrund der Selektion auf höhere Lebendmassen zu erwarten.

Es fällt auf, dass die unter den gewählten Bedingungen vollzogenen Szenarien keinen bzw. nur einen geringen Effekt auf die Mastleistungsdaten haben. Im Gegensatz zu den meist signifikanten Unterschieden bei den Lebendmassen unterscheiden sich die täglichen Zunahmen der Selektionsgruppen zur entsprechenden Ausgangsgruppe nur signifikant, wenn sehr früh selektiert wird. Dieser Unterschied ist dann auch nur von kurzer Dauer und zieht sich nicht über die ganze Mast hin. Dies zeigt, dass die Selektionsgruppen sich den Ausgangsgruppen über eine tägliche Zunahme angleichen. Darüber hinaus sind für die Futteraufnahme und -verwertung nahezu keine signifikanten Unterschiede errechenbar. Es ist davon auszugehen, dass eine wirkliche räumliche Trennung der ausselektierten Tiere zu weiteren signifikanten Unterschieden führen würde.

Besonders die Selektion ab einem Gewicht von etwa 60 bis 70 kg ist von wirtschaftlichem Interesse für den Mäster, da ab dann der Fettansatz im Schlachtkörper stärker steigt als der für die Bezahlung wichtige Magerfleischansatz (GfE, 2006). In der vorliegenden Arbeit ist dies etwa der Zeitabschnitt zu Beginn der Mittelmast (LT 119). Die Selektionsgruppe S119 mit den unterschiedlichen Selektionsintensitäten weist allerdings keine signifikanten Unterscheide bezüglich der Mastleistungsparameter auf. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass keine Anpassungen der Futternährstoffzusammensetzung erfolgten. Eine bessere Vorgehensweise findet sich bei Reckels et al. (2020). Um die Tauglichkeit von Ultraschallmessgeräten zur Frühbestimmung des Schlachtkörpers zu überprüfen, teilten sie die Gesamtgruppe nach der Lebendmasse in zwei

Hälften, wobei die Hälfte mit den schweren Tieren (ab 60 kg) eine leicht reduzierte Futterzusammensetzung erhielt.

Die Leistungen beim Selektionsniveau von 10 % zeigen zwar bis auf die tägliche Zunahme in der Vormast keine signifikanten Unterschiede, dennoch ist ein Trend erkennbar, dass die zur Einstallung selektierten Tiere in der Vormast eine bessere, später aber eine schlechtere Leistung im Vergleich zu der Ausgangsgruppe aufweisen. Dies wird durch die DLG-Leistungskurve (DLG 2010) bestätigt, wonach Tiere ab etwa 70 kg wieder in der Leistung abfallen.

Das Sonderszenario, an dem zu jedem Zeitpunkt neu selektiert wurde, zeigte – wie zu erwarten – zumeist signifikante Unterschiede bei den Lebendmassen. Dass die täglichen Zunahmen ausschließlich in der Vormast und dann nur bei Börgen und der Gesamtheit signifikant unterschiedlich waren, ist allerdings erstaunlich.

5.5 Betriebswirtschaftliche Aspekte

Im durchgeführten Versuch verursachte die individuelle Datenerfassung Gesamtkosten in Höhe von 1717,95 € bei einem angesetzten Bruttostundenlohn von 18 €. Die Gesamtkosten gliedern sich in etwa in 3/6 technische Ausstattung, 2/6 Kosten der Datenerfassung im Maststall und 1/6 Kosten der Datenerfassung im Ferkelstall. Bei ausschließlicher Betrachtung der Mast könnten die Kosten im Ferkelstall ausgeklammert werden, sofern der Mäster aber entsprechende, tierindividuelle Informationen über die Tiere nutzen möchte, wird er diese in Form eines Preiszuschlages mitkaufen müssen. Ähnlich wird es bereits bei den Kastrationskosten der männlichen Ferkel praktiziert, die mit etwa 4 € je Borg für den Mäster berechnet werden, oder bei in Deutschland geborenen Ferkeln, die nach der Mast mit Aufschlägen verkauft werden können. Da die Einzeltierdaten (z. B. Mastleistung, Haltungsform, Herkunft, Gesundheitszustand) einen Wert haben, besteht auch für den Mäster die Möglichkeit, diese an in der Wertschöpfungskette teilhabende vor- oder nachgelagerte Unternehmen zu verkaufen, um die Marktleistung zu erhöhen. Während Zucht- und Futtermittelunternehmen eher an Mastleistungsdaten interessiert sein würden, wäre die vollständige Rückverfolgbarkeit für Schlachtbetriebe bzw. den Lebensmitteleinzelhandel als Marketingtool interessant.

Nach der in Kapitel 2.3 dargestellten Deckungsbeitragsrechnung nach KTBL (2022) wird ein Deckungsbeitrag je Schwein von 12,23 € (hohe Leistungen) erwirtschaftet. Die Kosten der individuellen Datenerfassung auf der Basis aller eingestallten Tiere beträgt in dieser Forschungsarbeit 7,67 €, dies entspricht 62,7 % des genannten Deckungsbeitrages. Bei Berücksichtigung der automatisch am Schlachthof erfassten Tiere betragen die Kosten je Tier 10,35 €, dies sind 84,7 %

des Deckungsbeitrages. Da für die Deckungsbeitragsrechnung ein Auszahlungspreis von 1,60 € bei einem Ferkelpreis von 58,40 € angenommen wird, ist davon auszugehen, dass die Kosten der Datenerfassung den Deckungsbeitrag bei niedrigeren Auszahlungspreisen oder höheren Ferkelpreisen übersteigen. Ähnlich verhält es sich bei einer geringen Tierleistung, bei der nur ein Deckungsbeitrag von 8,68 € erwirtschaftet wird. Zudem ist der Aufwand der Datenerfassung im durchgeführten Versuch mit etwa 70 Sekunden je Tier mit zwei Personen im Vergleich zu Rau (2009) mit etwa 120 Sekunden je Tier mit drei Personen geringer.

Analog zu Kashiha et al. (2014), die die Wägung als arbeitsintensiv beschreiben, nehmen im hier durchgeführten Versuch die Arbeitserledigungskosten für die Datenerfassung mit etwa 52 % der Gesamtkosten einen erheblichen Anteil ein. In der konventionellen Schweinemast, in der nur einmal täglich eine direkte Inaugenscheinnahme der Schweine notwendig ist (§ 4 Absatz 1 TierSchNutztV) und Fütterung wie Tränken vollautomatisch funktionieren, ist der Arbeitskraftbedarf gering. Dies entspricht einem wirtschaftlichen Vorteil gegenüber arbeitsintensiven Haltungsformen. Durch die an die Einzeltiererfassung gekoppelten variablen Lohn- bzw. Arbeitserledigungskosten würde dieser Vorteil wegfallen.

Ohne die Wägungen wäre die ETK zwar deutlich günstiger gewesen, der Nutzen ist hier allerdings fragwürdig. Es hat sich gezeigt, dass die Erfassung von Gesundheitsparametern am Einzeltier teilweise nur schwer möglich ist. Die Kosten des Stallumbaus für die automatische Erfassung wird mit 11,70 € je Tierplatz bei fortlaufenden Kosten von 2,66 € je Mastschwein angegeben (Hammer et al., 2017). Diese Investition sollte sich jeder Mäster in der aktuellen Situation, die von einem starken Wettbewerb mit Unternehmen geprägt ist, die unter völlig unterschiedlichen Bedingungen produzieren (Hoste, 2020), genauestens überlegen.

Als weiteres Kriterium ist zu beachten, dass die Anschaffungskosten der genutzten UHF-Transponder (0,48 € je Stück; 8,5 % der Gesamtkosten) im Vergleich zu HDX-Transpondern (bis zu 8,50 € je Stück) deutlich niedriger sind. Für den durchgeführten Versuch, in dem weder parallele Mehrfachscannungen noch die hohe Funkreichweite der UHF-Transponder notwendig war, hätten HDX-Transponder theoretisch besser funktioniert – insbesondere auch, weil diese weder anfällig für Störungen durch Wasser und Metall noch für Fehlscannungen sind (Finkenzeller, 2015). Doch allein die Differenz der Anschaffungskosten würde den Deckungsbeitrag der Schweinemast stark verringern, sodass diese in der konventionellen Schweinemast nicht praxisgerecht sind.

Dennoch kann der Mäster die Vorzüge der Datenanalyse für eigene Zwecke nutzen, beispielsweise als Controlling Tool über einer Szenarioanalyse zur Minimierung seiner Direktkosten. Es ist

anzumerken, dass erfasste Daten nur einen Vorteil bringen, wenn diese korrekt erfasst, aufgearbeitet und analysiert werden. Dies erfordert Kenntnisse, über die Schweinemäster möglicherweise nicht verfügen. In der Konsequenz müssen dafür Softwarelösungen oder Berater eingesetzt werden, was mit weiteren Kosten verbunden ist. Jedoch haben selbst Berater oft nicht ausreichende Kenntnisse, die Daten zu nutzen, und müssen geschult werden (Benjamin und Yik, 2019). Zudem haben externe Berater, insbesondere auch in Zeiten von Pandemien, in denen Betriebsbesuche ausgeschlossen sind, die Möglichkeit, Echtzeit-Einblicke in den Betrieb über elektronisch erfasste Einzeltierdaten zu erhalten. Dies kann zu geringeren Kosten und einer verbesserten Leistung führen (Neethirajan, 2020b).

Direktkostenersparnis:

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen höchste Ersparnisse in den Selektionsgruppen mit der stärksten Verkürzung der durchschnittlichen Mastdauer. Diese werden bei frühen und intensiven Selektionen erreicht. Wie bereits durch die Korrelation von Einstallgewicht und Alter zur Schlachtreife ($p < 0{,}01$; $r = -0{,}688$) zu vermuten ist, hat die Selektion S77/10 % einen starken Effekt und kommt so bei weiblichen Tieren auf eine durchschnittliche Ersparnis von 3,50 € und bei Börgen von 4,36 € je Tier. Dies bedeutet: Wenn man nur weibliche Tiere bzw. Börge eingestallt hätte, die mit Lebensalter und Gewicht nicht durch S77/10 % ausselektiert worden wären, so hätte man in der Mast einen Betrag von 3,50 bzw. 4,36 € je Tier eingespart. Bei der für den durchgeführten Versuch eingestallten Tierzahl von jeweils 112 Tieren entspricht dies 392 € bei den weiblichen Tieren und 488 € bei den Börgen. Bezogen auf den ganzen Versuchsstall mit insgesamt 1.500 Mastplätzen belaufen sich die Einsparungen auf 2.625 bzw. 3.270 €.

Besonders auffällig ist, dass bei den weiblichen Tieren jede Selektion zu einer Direktkosteneinsparung über die verkürzte Mast führt. So hat selbst die Selektion an LT 182 noch eine Ersparnis von 0,25 € für die verbliebenen Tiere zur Folge. Bei den Börgen ist es anders. Hier lässt sich durch besonders späte, schwache Selektionen keine Ersparnis erzielen. Somit sollte unter vorgefundenen Bedingungen eine Selektion der weiblichen Tiere immer in Betracht gezogen werden. Dies bedeutet, dass aus betriebswirtschaftlicher Sicht schwachwüchsige (ugs. „Kümmerer“) weibliche Tiere nicht zwangsläufig bis zum Mastzielgewicht zu mästen sind. Die Entscheidungsfindung sollte hierbei auf den zu erzielenden Markterlösen und aktuellen Futterkosten liegen. Bei hohen Futterkosten und hohen Markterlösen ist das frühzeitige Ausstallen besonders sinnvoll.

Kosten des Zuwachses:

Bei der Berechnung auf der Basis der Futterkosten für den Zuwachs für die einzelnen Selektionsgruppen zeigt sich, dass diese sich über alle Selektionsgruppen innerhalb der Geschlechter kaum unterscheiden. Zwar variieren die gesamten Futterkosten und Zunahmen stark, aber der entsprechende Quotient ist nahezu gleich. Bei den weiblichen Tieren reicht die Spannweite von 57,3 bis 56,2 Cent je kg. Bei einer gesamten Zunahme von exemplarischen 90 kg würde sich maximal eine Differenz von 99 Cent je Mastschwein ergeben. Die Kosten des Zuwachses generell und auch die Bandbreite der Selektionen sind bei den Börgen tendenziell mit 59,6 bis 58,1 Cent höher, somit ist der maximale Unterschied mit 135 Cent je Borg bei einer Zunahme von 90 kg gegeben. Auch wenn die Differenz mit jeweils etwa einem Euro gering erscheint, so handelt es sich hierbei – unter Beachtung der Vielzahl an gemästeten Schweinen – um ein bedeutsames Einsparpotenzial.

Überraschend ist das Ergebnis, dass die Selektion bei den weiblichen Tieren erst am LT 138 die geringsten Futterkosten je Zuwachs hat. Selbst die Selektion zu jeder Phase oder auch zum Einstallen mit jeweils 10 % hat höhere Futterkosten je kg Zuwachs. Bei den Börgen ist nur die Selektion zu jeder Phase etwas günstiger als die zum LT 138. Auffallend ist, dass bei der Berechnung der Börge die Selektion S77 10 % noch minimal höhere Kosten hat als die Selektionsgruppe S151 10 %. Somit ist unter diesen Aspekten nicht grundsätzlich die frühe und starke Selektion zu empfehlen.

Welche Selektion sollte der Mäster durchführen?

Anhand der Ergebnisse der vorliegenden Forschungsarbeit ist nicht eindeutig zu klären, welche Selektionsintensität mit welcher Selektionsgruppe für den Mäster betriebswirtschaftlich am sinnvollsten ist. Es hat sich gezeigt, dass die Selektionen mit bis zu etwa 5,50 € je Tier enorme Einsparungen ermöglichen. Jedoch liegt es nahe, dass die dafür gewünschten Ferkel entsprechende Preisaufschläge verursachen. Diese haben direkten Einfluss auf die errechnete Ersparnis. Im Gegensatz dazu würden leistungsschwache Ferkel günstiger angeboten werden. Besonders schwierig könnte die Vermarktung dieser Ferkel in Zeiten eines Ferkelangebotsüberschusses sein. In der Konsequenz wären nicht mehr möglichst viele abgesetzte Ferkel im Interesse des Erzeugers (Edward und Baxter, 2015), sondern gesunde und vitale mit hohem Marktwert. Zudem fördert die Reduzierung von Wurfgrößen das Geburtsgewicht der Ferkel, die dann eine geringere Ferkelsterblichkeit aufweisen (Rutherford et al., 2013).

Im Laufe der Mast bieten die Selektionstabellen dem Mäster ein Managementtool, das dabei hilft, Mastgruppen zusammenzustellen und Fütterungssysteme anzupassen. Zudem kann anhand der Selektionstabelle erkannt werden, ab wann sich eine mögliche vorzeitige Schlachtselektion lohnen würde. Dafür sind das Alter und Gewicht entscheidend, die in der Praxis nur über die individuelle Markierung verfügbar sind.

Zum Abschluss dieser Arbeit wird in Tab. 26 eine Zusammenfassung der im Vorfeld genannten und erläuterten Vor- und Nachteile der individuellen Einzeltiererkennung dargestellt.

Tab. 26: Vor- und Nachteile der Einzeltierfassung am Mastschwein

Vorteile	Nachteile
Kontrollierbare Ferkelqualitäten beim Tierzukauf	Geringe Eignung zur manuellen Erfassung von Gesundheitsparametern
Hohe Einsparpotenziale möglich [a]	Kosten der manuellen Erfassung [b]
Regelmäßige Tierdaten zur individuellen Tierkontrolle [c]	Für die automatische Erfassung notwendige, teure Stallausstattung [d] verursacht Fehlmessungen und muss regelmäßig gereinigt, kalibriert und instand gehalten werden [e]
Basisdatensatz für stall- und genetikspezifische Managemententscheidungen	Fachpersonal/Softwarelösungen für die Analyse und Interpretation der Daten notwendig [f]
Austausch von Schlagstempeltätowierung gegen Transponderohrmarke	Stress für die Tiere bei manueller Wägung [g]
Marketingargument (Rückverfolgbarkeit), „individuelle Tierhaltung anstatt Massentierhaltung"; „Individualtierhaltung in der Masse" [j]	Fehlscannungen [h] und Ohrmarkenverluste [i] möglich

[a] Hauschild et al., 2012; Monteiro et al., 2017; Jungbluth, 2018; [b] Rau, 2009; [c] Maselyne et al., 2014; Maselyne et al., 2016; Maselyne et al., 2017; Nesirahmadi et al., 2017; Matthews et al., 2017; Jungbluth, 2018; [d] Hammer et al., 2017; [e] Casey et al., 2005; Kashiha et al., 2014; Faltys et al., 2014; Jiao et al., 2016; Neethirajan, 2020a; [f] Win et al., 2020; [g] Kashiha et al., 2014; Pezzuolo et al., 2018; [h] Maselyne et al., 2014; Maselyne et al., 2015a; Adrion et al., 2018; Kapun et al. 2020; [i] Stärk et al. 1998; Caja et al., 2005; Babot et al., 2006; Santamarina et al., 2007; Rau, 2009; Adrion et al., 2018; [j] Feng et al., 2013.

6 Schlussbetrachtung

Die Erzeugung eines schlachtfertigen Mastschweins umfasst etwa 180 Tage, von denen etwa 100 Tage auf die klassische Mastphase und den Gewichtsbereich von etwa 28 bis 120 kg Lebendgewicht entfallen. Anders als bei Sauen oder Milchkühen, wo sich die Einzeltierkennzeichnung aufgrund der langen Produktionsperiode bereits durchgesetzt hat, werden die Mastschweine nach einem kontinuierlichen Wachstumsprozess und sich ständig vergrößernder Körpergröße direkt geschlachtet. Mastbetriebe sind an praktischen Erkenntnissen interessiert, die die Wirtschaftlichkeit der Mast steigern und klare Optimierungspotenziale zur Auswahl der Genetik, Zusammenstellstellung des Futters und Haltung aufweisen.

Wie bereits Neethirajan (2020a) feststellte, müssen die Mäster einen großen betriebswirtschaftlichen Vorteil erhalten, damit sich die ETK flächendeckend durchsetzt. Personalmangel, niedrige Deckungsbeiträge und hohe Transponderverluste werden die mögliche Einführung weiter verlangsamen. Auch bei einer möglichen Automatisierung und Digitalisierung der Erfassung wird neben teuren Hardwarelösungen auch Software benötigt, die wiederum anfällig für Fehlfunktionen ist (Casey et al., 2015). Es muss zudem bedacht werden, dass die stetige Digitalisierung auch das Risiko der illegalen Fremdzugriffe steigert. So wurde beispielsweise der Fleischproduzent JBS Opfer eines Hackerangriffes, der zu massiven Ausfällen in den Schlachtungen führte (Condon, 2021).

Transponderabruffütterungen auf Wiegestäben können eine Möglichkeit für die Zukunft sein, um aktuelle tierindividuelle Daten zu erhalten. Aktuell ist das wegen der Kosten und des erhöhten Arbeits- und Pflegeaufwandes (Kashiha et al., 2014; persönliche Mitteilung 11. November 2021) bisher keine praktische Option im Feld, sondern zunächst ein theoretischer Ansatz, der noch verfeinert und auf praktische Erfordernisse abgestimmt werden muss. Zukünftige Forschung sollte diesen Ansatz weiter verfolgen, um die automatisierte Datenerfassung und bedarfsgerechte Fütterung weiter zu optimieren.

Es muss kritisch hinterfragt werden, ob die Einzeltiererkennung bei jedem Mastdurchgang notwendig ist oder ob die Vorteile durch Erkenntnisse nicht allgemein für spezielles Tiermaterial und Umweltparameter zu verstehen sind. Wenn man bereits für spezielle Genetik und Umweltbedingungen signifikante Zusammenhänge festgestellt hat, so ist davon auszugehen, dass dies bei einer gegebenen Fehlerwahrscheinlichkeit reproduzierbare Ergebnisse sind.

Bereits heute werden an Schlachthöfen Schlachtkörper individuell analysiert. Auf der Schlachtabrechnung werden die Daten jedoch nur gruppenweise anhand des Tätowierungscodes darge-

stellt. Eine Rückverfolgbarkeit auf ein individuelles Schwein ist nur über einen gesonderten Tätowierungscode möglich. Die technische Verknüpfung der Einzeltierdaten an eine Transponderohrmarke ist problemlos möglich. So ist im Hinblick auf das Tierwohl anzustreben, dass eine Transponderohrmarke künftig die Schlagstempeltätowierung ersetzt. Es ist zu beachten, dass Ohrmarken stärkere Gewebeschäden als Injektate verursachen (Bergqvist et al., 2015). Allerdings können Injektate im Tierkörper wandern und so den Schlachtprozess stören (Bergqvist et al., 2015, Nakamura et al., 2019).

Abschließend ist zu vermuten, dass es – zumindest unter den jetzigen Bedingungen – nicht genügend Anreiz für die meisten Mäster gibt, die Einzeltierkennzeichnung in der Mast einzuführen, denn der verbundene Arbeits- und Investitionsaufwand schreckt trotz aller Vorteile ab. Nach Porter (1980) werden Schweinefleischerzeuger zwischen der Kostenminimierung und der Merkmalsdifferenzierung wählen müssen, um zukünftig nachhaltig wirtschaften zu können. Ein Weg der Differenzierung ist dabei die Einzeltierkennzeichnung der Mastschweine, denn diese ermöglicht eine kontrollierte Individualerfassung in der Gesamtgruppe. Dies sollte als Marketingaspekt genutzt werden, um neben den gezeigten Ersparnissen über die Selektionen weitere Prämien für die Haltung zu erhalten.

7 Zusammenfassung

Thölke, Henrich

Evaluation einer Einzeltiererfassung im Mastschweinebestand unter Betrachtung zootechnischer Parameter und betriebswirtschaftlicher Aspekte

Februar 2022

95 Seiten, 14 Abbildungen, 59 Tabellen, 167 Literaturstellen

Die Einzeltierkennzeichnung (ETK) ist bei Sauen üblich, wird aber in der praktischen Schweinemast selten eingesetzt. Im Rahmen der Literaturrecherche wurde deutlich, dass im Zusammenhang mit „Precision Livestock Farming“ gezeigt wird, wie die ETK der Tierkontrolle dienen kann und damit letztlich einen positiven Einfluss auf das individuelle Tierwohl oder die Fütterung hat. Die größten Hindernisse für die Einführung in der Mast sind die erhöhten Kosten für Hard- und Software sowie der fragwürdige Nutzen eines kurzen Aufenthalts der Mastschweine im Stall. Darüber hinaus werden hohe Arbeitsbelastungen und Ohrmarken-Transponderverluste aufgezeigt. Unzureichend wird beantwortet, wie die ETK unter Feldbedingungen umgesetzt werden kann und welche Nachteile, z. B. welche Kosten, dabei entstehen. Auch Vorteile wie Einsparpotenziale und die Wege dorthin werden nur unbefriedigend dargestellt. Ziel dieser Arbeit war es, die Praxistauglichkeit der ETK anhand von Transponderohrmarken in der konventionellen Schweinemast darzustellen und gleichzeitig Anwendungsmöglichkeiten für diese aufzuzeigen, um die ETK betriebswirtschaftlich attraktiv zu machen.

Hierzu wurden Saugferkel am ersten LT (n = 304) jeweils mit einer UHF-RFID-Transponderohrmarke sowie einer analogen Ohrmarke markiert. Die davon in die Mast eingestallten Tiere (n = 224) wurden bis zur Schlachtung beobachtet. Neben dem Verbleib der Ohrmarken wurden Bewertungen des Gesundheitszustandes anhand der Parameter Schwanzverletzungen, Ohrverletzungen, Husten, Lahmheiten und Fäzes mit einem elektronischen Lesegerät regelmäßig, tierindividuell und manuell bonitiert. Individuelle Lebendmassen wurden zweimal während der Säugezeit (LT 1, LT 26) und neunmal während der Mast (LT 77, LT 119, LT 138, LT 151, LT 168, LT 174, LT 182, LT 188, LT 210) manuell festgestellt. Zusätzlich wurde der Futterverbrauch für jede Bucht während der Mastperiode aufgezeichnet. Mithilfe der zootechnischen Parameter wurde eine geschlechtsspezifische Mastauswertung auf Einzeltierbasis ohne Datenbereinigung erstellt. Daran schloss sich rückblickend die Durchführung von drei hypothetischen Selektionsszenarien an; hierbei wurden Einzeltiere selektiert, die vom Mittelwert der Lebendge-

wichte 10, 15 bzw. 20 % nach unten abwichen. Zu diesem Zwecke wurden die entsprechenden Einzeltierdatensätze aus dem gesamten Datenpool entnommen. Es wurde jeweils zu den Tagen der Wägung selektiert und die zootechnischen Parameter der ausselektierten Einzeltiere wurden mit denen der Ausgangsgruppe statistisch verglichen. Eine spezielle Selektion war die Gruppe, bei der bei jeder Wägung eine neue Auswahl neu vorgenommen wurde.

Nach dem Wechsel der technischen Ausstattung während der Säugephase verlief die manuelle Erfassung ohne größere Probleme. Lediglich Fehlscans von Tieren, womöglich bedingt durch die erhöhte Signalreichweite der verwendeten Technik, erschwerten die Erfassung. Zudem traten hohe Ohrmarkenverluste von 38,4 % bei den analogen und 6,7 % bei den elektronischen Ohrmarken auf.

Es konnte gezeigt werden, dass sich die klinischen Symptome Schwanz- und Ohrverletzungen sowie Lahmheiten gut am Einzeltier erfassen lassen. Hierbei können Schwanzverletzungen und Lahmheiten Rückschlüsse auf die Mastleistungen geben, Ohrverletzungen sind dafür jedoch nicht geeignet. Die Erfassung von Fäzes und Husten am Einzeltier war nicht zufriedenstellend möglich und bietet dem Mäster daher keinen Vorteil.

Die Kosten für die manuelle elektronische Datenerfassung am Einzeltier betrugen insgesamt 1717,95 €, wovon etwa 850 € für Transponderohrmarken, Lesegerätmiete und Softwarelizenz anfielen. Für jedes in der Mast eingestallte Schwein entspricht dies Kosten von 7,67 €. Bezogen auf die am Schlachthof automatisch erfassten Tiere (88,8 % aller abgelieferten Tiere) erhöhen sich die Kosten auf 10,35 €/Tier.

Abhängig von der Selektionsintensität und dem Selektionszeitpunkt haben die Selektionen unterschiedliche Auswirkungen. Je schärfer und früher selektiert wird, desto mehr Tiere werden von der Selektion erfasst. Durch die Selektionen konnten diverse Unterschiede zwischen den Selektionsgruppen und der Ausgangsgruppe nachgewiesen werden. Hauptsächlich traten diese bei den Lebendmassen auf. Selbst die Selektion, die zu jeder Phase neu durchgeführt wurde, konnte keine Unterschiede in den Mastleistungsdaten nachweisen. Dennoch konnten hohe Einsparungspotenziale von bis zu 4,56 € bei den weiblichen Tieren und 5,44 € bei den Börgen aufgezeigt werden; diese basieren auf einer stark verkürzten Mast und damit reduzierten Direktkosten.

Die mittleren Kosten des Zuwachses, berechnet aus den kalkulierten Futterkosten und den Zunahmen der Einzeltiere, sind bei den Börgen höher als bei den weiblichen Tieren Diese unterscheiden sich jedoch nur geringfügig innerhalb der Selektionsgruppen. Dennoch könnte bei einer

Gesamtzunahme von 90 kg in der Mast bis zu etwa ein Euro je Tier an Futterkosten eingespart werden.

Zusammenfassend hat diese Arbeit gezeigt, dass die ETK dem konventionellen Mäster enorme Vorteile bietet. Dies sind zum einen verschiedene Möglichkeiten zur Einsparung bzw. Tierkontrolle, zum anderen ein Marketingaspekt weg von der anonymen Massentierhaltung hin zur Individualtierhaltung. Jedoch sind die mit der Erfassung verbundenen Kosten hoch.

Für die Zukunft bietet das Thema zahlreiche Forschungsansätze, im Bereich der Wirtschaftswissenschaften die theoretische und praktische Prüfung der Zahlungsbereitschaft für Schweinefleisch von Endverbrauchern für detaillierte Einzeltierdaten und im Bereich der Nutztierwissenschaften die weitere Individualisierung der Mast durch eine Vereinfachung der Technik sowie durch individuelle Multiphasenfütterungen zur effizienten Rationsgestaltung der Schweine.

8 Summary

Thölke, Henrich

Advantages and disadvantages of individual identification of fattening pigs under consideration of zootechnical parameters and economic aspects.

February 2021

95 pages, 14 figures, 59 tables, 167 references

Individual animal identification (IAI) is common for sows but is rarely used in conventional pig fattening. In the course of a literature review, it became clear that, in connection with "Precision Livestock Farming," IAI can serve as animal control and thus, ultimately, has a positive influence on individual animal welfare, including feeding. The biggest obstacles to the introduction of IAI to fattening pigs are the increased costs for hardware and software, as well as the questionable benefits of short duration visits by the pigs to the barn. Furthermore, high workloads for farm staff and ear tag transponder losses are issues. Inadequate answers are given in the literature regarding the implementation of IAI under field conditions and what disadvantages and costs arise. The advantages, such as potential savings and routes to successful implementation, are unsatisfactorily presented. This work aims to show the practical suitability of IAI using transponder ear tags in conventional pig fattening whilst simultaneously showing possible applications which make IAI economically attractive.

For this purpose, suckling pigs (n = 304) were marked with a UHF-RFID transponder ear tag and an analogue ear tag immediately following birth. The animals housed in the fattening plant (n = 224) were observed until they were slaughtered. An electronic reader was used to record the location of the ear tags and an assessment of the animal's state of health based on tail injuries, ear injuries, cough, lameness, and faeces.

Manual assessments were carried out regularly for each animal. Individual live weights were manually recorded twice during the suckling period (day of life (d) 1, d 26) and nine times during the fattening period (d 77, d 119, d 138, d 151, d 168, d 174, d 182, d 188, d 210). In addition, the feed consumption for each pen was recorded during the fattening period.

With the help of zootechnical parameters, a gender-specific fattening evaluation was created on an individual animal basis. Based on this, three hypothetical selection scenarios were carried out retrospectively, selecting individual animals that deviated downwards from the mean value of the live weights by 10, 15 or 20%. For this purpose, the corresponding individual animal data sets

were taken from the entire data pool. The selection was carried out on weighing days, and the zootechnical parameters of the selected individual animals were statistically compared with those of the initial group.

Depending on the intensity and time of the selection, the selections have different effects. The more intense and earlier selection is made, the more animals are included in the selection. Through the selections, differences between the selected groups and the initial group could be detected. These differences mainly occurred in the live masses. Even the selection, which occurs anew for each phase, could not determine any differences in the fattening performance data. Nevertheless, based on a strongly shortened fattening, high potential savings of up to 4.56€ for the female animals and 5.44€ for the castrates were demonstrated, and thus this process reduced the direct costs associated with the fattening period.

The mean costs of growth, calculated from the feed costs and the increases in the individual animals, are higher for castrates than for female pigs. However, these differ only slightly within the selection groups. Nevertheless, with a total weight gain of 90 kg during the fattening period, up to around one euro per animal could be saved in feed costs by implementing IAI.

After changing the technical equipment during the suckling phase, manual recording functioned without any major problems. Only incorrect scans of animals, possibly due to the increased signal range of the technology used, made detection difficult. In addition, there were high losses: 38.4% of the analogue ear tags and 6.7% of the electronic ear tags.

Clinical symptoms such as tail and ear injuries, as well as lameness, could be recorded easily for individual animals. Here, tail injuries and lameness could lead to conclusions about the fattening performance, but ear injuries were not suitable for this purpose. The detection of faeces from and coughs of individual animals was not satisfactory and therefore did not offer any advantage.

The manual electronic data collection costs for individual animals amounted to a total of 1717.95€, of which about 850€ was used for transponder ear tags, reader rental, and the software licence. For each pig stabled during fattening, this corresponds to a cost of 7.67€. For the animals automatically registered at the slaughterhouse (88.8% of all animals delivered), the costs increase to 10.35€ per animal.

In summary, this work has shown that IAI offers enormous advantages for conventional fatteners. On the one hand, ETF has various possibilities for financial savings, animal control and a marketing campaign which moves away from anonymous mass animal husbandry towards individual

artisanal farming of animals. On the other hand, the costs associated with recording the data for IAI are high.

The topic offers many research approaches for the future - in the field of economics, for example, the theoretical and practical testing of the willingness of end consumers to pay more for pork when detailed individual animal data is available, and, in the field of livestock science, the further individualisation of fattening by simplifying the technology and developing individual multi-phase feeding plans for efficient ration design for each pig.

9 Literaturverzeichnis

Adrion, F., Kapun, A., Eckert, F., Holland, E. M., Staiger, M., Götz, S. und Gallmann, E. (2018). Monitoring trough visits of growing-finishing pigs with UHF-RFID. Computers and Electronics in Agriculture, 144, 144–153. https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.11.036.

Agostini, P. S., Fahey, A. G., Manzanilla, E. G., O'Doherty, J. V., de Blas, C. und Gasa, J. (2014). Management factors affecting mortality, feed intake and feed conversion ratio of grow-finishing pigs. Animal, 8(8), 1312–1318. https://doi.org/10.1017/s1751731113001912.

Andersen, I., Andenæs, H., Bøe, K., Jensen, P. und Bakken, M. (2000). The effects of weight asymmetry and resource distribution on aggression in groups of unacquainted pigs. Applied Animal Behaviour Science, 68(2), 107–120. https://doi.org/10.1016/s0168-1591(00)00092-7.

Andersen, S. und Pedersen, B. (1996). Growth and food intake curves for group-housed gilts and castrated male pigs. Animal Science, 63(3), 457–464. https://doi.org/10.1017/s1357729800015356.

Andretta, I., Pomar, C., Rivest, J., Pomar, J. und Radünz, J. (2016). Precision feeding can significantly reduce lysine intake and nitrogen excretion without compromising the performance of growing pigs. Animal, 10(7), 1137–1147. https://doi.org/10.1017/s1751731115003067.

Andretta, I., Pomar, C., Rivest, J., Pomar, J., Lovatto, P. A. und Radünz Neto, J. (2014). The impact of feeding growing-finishing pigs with daily tailored diets using precision feeding techniques on animal performance, nutrient utilization, and body and carcass composition. Journal of Animal Science, 92(9), 3925–3936. https://doi.org/10.2527/jas.2014-7643.

Ariff, M. H., Ismarani, I. und Shamsuddin, N. (2014). RFID based systematic livestock health management system. IEEE Conference on Systems, Process and Control (ICSPC 2014), 111–116. https://doi.org/10.1109/spc.2014.7086240.

Arsène, M., Davares, A., Andreevna, S., Vladimirovich, E., Carime, B., Marouf, R. und Khelifi, I. (2021). The use of probiotics in animal feeding for safe production and as potential alternatives to antibiotics. Veterinary World, 14(2), 319–328. https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.319-328.

Averberg, U., Scholz, T., Ziron, M. (2010) Futtervorlage bei Mastschweinen. DLG. https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/landwirtschaft/themen/publikationen/merkblaetter/dlg-merkblatt_360.pdf [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Babot, D., Hernández-Jover, M., Caja, G., Santamarina, C. und Ghirardi, J. J. (2006). Comparison of visual and electronic identification devices in pigs: On-farm performances. Journal of Animal Science, 84(9), 2575–2581. https://doi.org/10.2527/jas.2006-119.

Baraldi, T. G., Cruz, N. R. N., Pereira, D. A., Galdeano, J. V. B., Gatto, I. R. H., Silva, A. F. D., Panzardi, A., Linhares, D. C. L., Mathias, L. A. und de Oliveira, L. G. (2019). Antibodies against Actinobacillus pleuropneumoniae, Mycoplasma hyopneumoniae and influenza virus and their relationships with risk factors, clinical signs and lung lesions in pig farms

with one-site production systems in Brazil. Preventive Veterinary Medicine, 171, 104748. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104748.

Benjamin, M. und Yik, S. (2019). Precision Livestock Farming in Swine Welfare: A Review for Swine Practitioners. Animals, 9(4), 133. https://doi.org/10.3390/ani9040133.

Bergqvist, A., Forsberg, F., Eliasson, C. und Wallenbeck, A. (2015). Individual identification of pigs during rearing and at slaughter using microchips. Livestock Science, 180, 233–236. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.06.025.

Blancou, J. (2001). Histoire de la traçabilité des animaux et des produits d'origine animale. Revue Scientifique et Technique de l'OIE, 20(2), 413–425. https://doi.org/10.20506/rst.20.2.1282.

BLE (2021) Bericht zur Markt- und Versorgungslage Fleisch 2018. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/BZL/Daten-Berichte/Fleisch/2021BerichtFleisch.pdf?__blob=publicationFile&v=2 [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

BMEL (2021) Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland. 64. Jahrgang. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. https://www.bmel-statistik.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Jahrbuch/Agrarstatistisches-Jahrbuch-2020.pdf [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

BMEL (2022a) Preisreihen der Schlachtpreise von Schweinen und Rindern. https://www.bmel-statistik.de/preise/preise-fleisch/preisreihen-preismeldung-fleisch. [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

BMEL (2022b). Schweinehaltung – BMEL-Statistik. https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/tierhaltung/schweinehaltung. [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

BMEL (2022c) Staatliches Tierwohlkennzeichen für Schweine. https://www.bmel.de/DE/themen/tiere/tierschutz/tierwohl-kennzeichen/tierwohlkennzeichen.html [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

BMU (2021) Vorblatt Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft –TA Luft). https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Glaeserne_Gesetze/19._Lp/ta_luft_neu/Entwurf/ta_luft_neu_refe_bf.pdf [zuletzt aufgerufen am 15. November 2021].

Boerema, A., Peeters, A., Swolfs, S., Vandevenne, F., Jacobs, S., Staes, J. und Meire, P. (2016). Soybean Trade: Balancing Environmental and Socio-Economic Impacts of an Intercontinental Market. PLOS ONE, 11(5), 1–13. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155222.

Bonde, M., Rousing, T., Badsberg, J. und Sørensen, J. (2004). Associations between lying-down behaviour problems and body condition, limb disorders and skin lesions of lactating sows housed in farrowing crates in commercial sow herds. Livestock Production Science, 87(2–3), 179–187. https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2003.08.005.

Bönisch, K., vom Brocke, A., Dippel, S., Grümpel, A., Hagemann, L., Jais, C., Lösel, D., Müller, A., Müller, S., Naya, A., Schrade, H., Späth, C., Veit, C., Wild, A., Lechner, M. (2017). Deutscher Schweine-Boniturschlüssel (DSBS). https://www.fli.de/fileadmin/FLI/ITT/Deutscher_Schweine_Boniturschluessel_2017-06-30_de.pdf [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Bottacini, M., Scollo, A., Edwards, S. A., Contiero, B., Veloci, M., Pace, V. und Gottardo, F. (2018). Skin lesion monitoring at slaughter on heavy pigs (170 kg): Welfare indicators and ham defects. PLOS ONE, 13(11), e0207115. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207115.

Boumans, I. J. M. M., de Boer, I. J. M., Hofstede, G. J. und Bokkers, E. A. M. (2018). How social factors and behavioural strategies affect feeding and social interaction patterns in pigs. Physiology und Behavior, 194, 23–40. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.04.032.

Brockmeier, S. L., Halbur, P. G. und Thacker, E. L. (2002). Porcine Respiratory Disease Complex. Polymicrobial Diseases. ASM Press. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK2481/.

Brosthaus G., Niemann, C., Westerath, U. (2017). Hohe Schlachtgewichte kosten Geld. Jahresbericht Erzeugerring Westfalen. 58-62. https://www.erzeugerring.com/services/files/EZW_2017_klein.pdf [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Brosthaus, G. (2007). Schlachtgewichte runter. Jahresbericht Erzeugerring Westfalen. 11-14. http://www.erzeugerring.com/services/files/jahresbericht/Jahresbericht2007.pdf [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Brown-Brandl, T., Adrion, F., Maselyne, J., Kapun, A., Hessel, E., Saeys, W., Van Nuffel, A. und Gallmann, E. (2019). A Review of Passive Radio Frequency Identification Systems for Animal Monitoring in Livestock Facilities. Applied Engineering in Agriculture, 35(4), 579–591. https://doi.org/10.13031/aea.12928.

Bruininx, E., van der Peet-Schwering, C., Schrama, J., den Hartog, L., Everts, H. und Beynen, A. (2001). The IVOG® feeding station: a tool for monitoring the individual feed intake of group-housed weanling pigs. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 85(3–4), 81–87. https://doi.org/10.1046/j.1439-0396.2001.00305.x.

Brunberg, E., Wallenbeck, A. und Keeling, L. J. (2011). Tail biting in fattening pigs: Associations between frequency of tail biting and other abnormal behaviours. Applied Animal Behaviour Science, 133(1–2), 18–25. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.04.019.

Büenfeld, V. und Schneider, W. (1983). Schweine besser und rentabler füttern (7. Aufl.). Münster-Hiltrup. Landwirtschaftsverlag.

Busch, M. E., Jensen, I. M. und Korsgaard, J. (2010). The development and consequences of ear necrosis in a weaner herd and two growing-finishing herds. 21st International Pig Veterinary Society (IPVS) Congress. https://www.pigprogress.net/PageFiles/20917/001_boerderij-download-PP6693D01.pdf [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Caja, G., Ghirardi, J., Hernández-Jover, M., Garín, D. (2004) Diversity of animal identification techniques: from “fire age” to “electronic age”. ICAR Technical Series, 9, 21-39.

Caja, G., Hernández-Jover, M., Conill, C., Garín, D., Alabern, X., Farriol, B. und Ghirardi, J. (2005). Use of ear tags and injectable transponders for the identification and traceability of pigs from birth to the end of the slaughter line. Journal of Animal Science, 83(9), 2215–2224. https://doi.org/10.2527/2005.8392215x

Calderón Díaz, J., García Manzanilla, E., Diana, A. und Boyle, L. (2018). Cross-Fostering Implications for Pig Mortality, Welfare and Performance. Frontiers in Veterinary Science, 5. https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00123.

Cameron-Veas, K., Fraile, L., Napp, S., Garrido, V., Grilló, M. und Migura-Garcia, L. (2018). Multidrug resistant Salmonella enterica isolated from conventional pig farms using antimicrobial agents in preventative medicine programmes. The Veterinary Journal, 234, 36–42. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2018.02.002.

Campillo, M., Smith, S., Gally, D. und Opriessnig, T. (2021). Review of methods for the detection of Lawsonia intracellularis infection in pigs. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation. https://doi.org/10.1177/10406387211003551.

Casey, D. S., Stern, H. S. und Dekkers, J. C. M. (2005). Identification of errors and factors associated with errors in data from electronic swine feeders. Journal of Animal Science, 83(5), 969–982. https://doi.org/10.2527/2005.835969x.

Chapa, J., Maschat, K., Iwersen, M., Baumgartner, J. und Drillich, M. (2020). Accelerometer systems as tools for health and welfare assessment in cattle and pigs – A review. Behavioural Processes, 181, 104262. https://doi.org/10.1016/j.beproc.2020.104262.

Chen, C., Misztal, I., Tsuruta, S., Herring, W., Holl, J. & Culbertson, M. (2010). Influence of heritable social status on daily gain and feeding pattern in pigs. Journal of Animal Breeding and Genetics, 127(2), 107–112. https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.2009.00828.x.

Cloppenburg, M. (2020). Gestiegene Erlöse sorgen für Gewinne in der Schweinemast. Agrarmarkt Informations-Gesellschaft. https://www.ami-informiert.de/ami-maerkte/maerkte/ami-fleischwirtschaft/ami-meldungen-fleischwirtschaft/single-ansicht?tx_aminews_singleview[news]=17033 [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Cole, D. J. A., Duckworth, J. E. und Holmes, W. (1967). Factors affecting voluntary feed intake in pigs. I. The effect of digestible energy content of the diet on the intake of castrated male pigs housed in holding pens and in metabolism crates. Animal Science, 9(2), 141–148. https://doi.org/10.1017/s000335610003840x.

Condon, J. (2021). JBS global meat processing operations paralysed by cyber attack. Beef Central. https://www.beefcentral.com/news/jbs-global-meat-processing-operations-paralysed-by-cyber-attack/.

Cornou, C., Vinther, J. und Kristensen, A. R. (2008). Automatic detection of oestrus and health disorders using data from electronic sow feeders. Livestock Science, 118(3), 262–271. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.02.004.

Davoudkhani, M., Mahé, F., Dourmad, J., Gohin, A., Darrigrand, E. und Garcia-Launay, F. (2020). Economic optimization of feeding and shipping strategies in pig-fattening using an individual-based model. Agricultural Systems, 184, 102899. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102899.

Destatis (2022). Betriebe: Deutschland, Jahre, Tierarten. https://www-genesis.destatis.de/genesis//online?operation=table&code=41311-0003&bypass=true&levelindex=1&levelid=1634031118721#abreadcrumb [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Diana, A., Carpentier, L., Piette, D., Boyle, L., Berckmans, D. und Norton, T. (2019). An ethogram of biter and bitten pigs during an ear biting event: first step in the development of a Precision Livestock Farming tool. Applied Animal Behaviour Science, 215, 26–36. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.03.011.

DLG (2010). Erfolgreiche Mastschweinefütterung. (1. Aufl.). Frankfurt am Main. DLG.

Dourmad, J., Sève, B., Latimier, P., Boisen, S., Fernández, J., van der Peet-Schwering, C. und Jongbloed, A. (1999). Nitrogen consumption, utilisation and losses in pig production in France, The Netherlands and Denmark. Livestock Production Science, 58(3), 261–264. https://doi.org/10.1016/s0301-6226(99)00015-9.

Durisin, M. (2021) Germany's battle with African swine fever continues. Farmprogress. https://www.farmprogress.com/hog/germanys-battle-african-swine-fever-continues [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Edwards, S., Baxter, E. (2015). Piglet mortality: Causes and prevention. In The gestating and lactating sow. 253–278. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Niederlande.

EFSA (2007) The risks associated with tail biting in pigs and possible means to reduce the need for tail docking considering the different housing and husbandry systems – Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare. EFSA Journal, 5(12), 611. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2007.611.

Eurostat (2021a). Production of meat: Pigs. https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do;jsessionid=L_onvcmxncAqgyb2FQe2STbu8s241XqdnvmCjlQlwx3miNKF-WJq!2143818385?tab=tableundplugin=1undlanguage=enundpcode=tag00042 [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Eurostat (2021b) Pig population – annual data. https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=apro_mt_lspigundlang=en [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Exadaktylos, V., Silva, M., Aerts, J. M., Taylor, C. und Berckmans, D. (2008). Real-time recognition of sick pig cough sounds. Computers and Electronics in Agriculture, 63(2), 207–214. https://doi.org/10.1016/j.compag.2008.02.010.

Ezekiel, M. (1938). The Cobweb Theorem. The Quarterly Journal of Economics, 52(2), 255. https://doi.org/10.2307/1881734.

Faltys, G., Young, J., Odgaard, R., Murphy, R. und Lechtenberg, K. (2014). Technical note: Validation of electronic feeding stations as a swine research too1. Journal of Animal Science, 92(1), 272–276. https://doi.org/10.2527/jas.2013-6808.

FAO (2022). Livestock Primary. http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL. [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Felin, E., Hälli, O., Heinonen, M., Jukola, E. und Fredriksson-Ahomaa, M. (2019). Assessment of the feasibility of serological monitoring and on-farm information about health status for the future meat inspection of fattening pigs. Preventive Veterinary Medicine, 162, 76–82. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.11.009.

Feng, J., Fu, Z., Wang, Z., Xu, M. und Zhang, X. (2013). Development and evaluation on a RFID-based traceability system for cattle/beef quality safety in China. Food Control, 31(2), 314–325. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.10.016.

Finanzen (2022a) Sojabohnenmehlpreis Chart in Dollar. https://www.finanzen.net/rohstoffe/sojamehlpreis/chart [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Finanzen (2022b) Weizenpreisentwicklung in EUR. https://www.finanzen.net/rohstoffe/weizenpreis/chart [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Finkenzeller, K. (2015). RFID-Handbuch: Grundlagen und praktische Anwendungen von Transpondern, kontaktlosen Chipkarten und NFC. (7. Aufl.). München. Carl Hanser.

Font-i-Furnols, M., Tous, N., Esteve-Garcia, E. und Gispert, M. (2012). Do all the consumers accept marbling in the same way? The relationship between eating and visual acceptability of pork with different intramuscular fat content. Meat Science, 91(4), 448–453. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.02.030.

Fritz, A. (2016) Abgabe von Schweinegülle so teuer wie nie. Agrarheute. https://www.agrarheute.com/tier/abgabe-schweineguelle-so-teuer-nie-519453 [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

GfE (2006). Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen (10. Aufl.). DLG.

Gindele, H., R. (2006). Schweinekrankheiten. Stuttgart. Ulmer.

Gómez, Y., Stygar, A., Boumans, I., Bokkers, E., Pedersen, L., Niemi, J., Pastell, M., Manteca, X. und Llonch, P. (2021). A Systematic Review on Validated Precision Livestock Farming Technologies for Pig Production and Its Potential to Assess Animal Welfare. Frontiers in Veterinary Science, 8. https://doi.org/10.3389/fvets.2021.660565.

Gosálvez, L. F., Santamarina, C., Averós, X., Hernández-Jover, M., Caja, G. und Babot, D. (2007). Traceability of extensively produced Iberian pigs using visual and electronic identification devices from farm to slaughter. Journal of Animal Science, 85(10), 2746–2752. https://doi.org/10.2527/jas.2007-0173.

Grande, J. (2011). New venture creation in the farm sector – Critical resources and capabilities. Journal of Rural Studies, 27(2), 220–233. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2011.02.003.

Hammer, H., Pfeifer, M., Staiger, M., Adrion, F., Gellmann, E. und Jungbluth, T. (2017). Cost-benefit analysis of an UHF-RFID system for animal identification, simultaneous detection and hotspot monitoring of fattening pigs and dairy cows. Landtechnik, 72(3), 130–155. https://doi.org/10.15150/lt.2017.3160.

Hanau, A. (1928) Die Prognose der Schweinepreise. Vierteljahreshefte zur Konjunkturforschung. Reimar Hobbing. https://www.diw.de/documents/dokumentenarchiv/17/43353/viertel_1928.pdf [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Hansen, M., Smith, M., Smith, L., Salter, M., Baxter, E., Farish, M. und Grieve, B. (2018). Towards on-farm pig face recognition using convolutional neural networks. Computers in Industry, 98, 145–152. https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.02.016.

Harper, J. (2021) Huawei turns to pig farming as smartphone sales fall. BBC. https://www.bbc.com/news/business-56121470 [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Hauschild, L., Lovatto, P. A., Pomar, J. und Pomar, C. (2012). Development of sustainable precision farming systems for swine: Estimating real-time individual amino acid requirements in growing-finishing pigs. Journal of Animal Science, 90(7), 2255–2263. https://doi.org/10.2527/jas.2011-4252.

Hayes, D., Schulz, L., Hart, C. und Jacobs, K. (2020). A descriptive analysis of the COVID-19 impacts on U.S. pork, turkey, and egg markets. Agribusiness, 37(1), 122–141. https://doi.org/10.1002/agr.21674.

Heinritzi, K., Gindele, H. R., Reiner, G. und Schnurrbusch, U. (2006). Schweinekrankheiten. Stuttgart. UTB.

Hilgers, J. (2016). Wie kann der Schlachtkörper optimiert werden? Hof & Feld. 13, 38-43. https://viehvermarktung-online.de/Downloads/LZ_13_2016_S38_S43.pdf [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Hilgers, J., Heger, H., Leuer, S. (2019). Typisch Ökonomie – Die Schweineproduktion ökonomisch verstehen (2. Aufl.). https://www.vetmedica.de/html/epaper/typisch_oekonomie/index.html#0. [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022]

Hoste, R. (2020). International Comparison of Pig Production Costs 2018; Results of InterPIG. Wageningen Economic Research, Report 2020-007, Niederlande. https://doi.org/10.18174/511876.

Hoy, S., Schamun, S. und Weirich, C. (2012). Investigations on feed intake and social behaviour of fattening pigs fed at an electronic feeding station. Applied Animal Behaviour Science, 139(1–2), 58–64. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.03.010.

Izard, M., Correa, E., Requejo, J. und Diezma, B. (2019). Continuous Monitoring of Pigs in Fattening Using a Multi-Sensor System: Behavior Patterns. Animals, 10(1), 52. https://doi.org/10.3390/ani10010052.

Jiao, S., Maltecca, C., Gray, K. und Cassady, J. (2014). Feed intake, average daily gain, feed efficiency, and real-time ultrasound traits in Duroc pigs: I. Genetic parameter estimation and accuracy of genomic prediction. Journal of Animal Science, 92(6), 2377–2386. https://doi.org/10.2527/jas.2013-7338.

Jiao, S., Tiezzi, F., Huang, Y., Gray, K. und Maltecca, C. (2016). The use of multiple imputation for the accurate measurements of individual feed intake by electronic feeders. Journal of Animal Science, 94(2), 824–832. https://doi.org/10.2527/jas.2015-9667.

Jungbluth, T. (2018). Digitalisierung und Big Data – Innovation in der Nutztierhaltung!? Big Data im Stall – Zukunftsmodell oder Sackgasse?, 7–10. https://www.fbn-dummerstorf.de/fileadmin/media/PDF/FBN-BigDataStall-7WSS2018.pdf. [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Kampers, F. W. H., Rossing, W. und Eradus, W. J. (1999). The ISO standard for radiofrequency identification of animals. Computers and Electronics in Agriculture, 24(1–2), 27–43. https://doi.org/10.1016/s0168-1699(99)00035-6.

Kapun, A., Adrion, F. und Gallmann, E. (2020). Case Study on Recording Pigs' Daily Activity Patterns with a UHF-RFID System. Agriculture, 10(11), 542. https://doi.org/10.3390/agriculture10110542.

Kashiha, M., Bahr, C., Ott, S., Moons, C., Niewold, T., Ödberg, F. und Berckmans, D. (2014). Automatic weight estimation of individual pigs using image analysis. Computers and Electronics in Agriculture, 107, 38–44. https://doi.org/10.1016/j.compag.2014.06.003.

King, R., Matheson, S., Baxter, E. und Edwards, S. (2020). Sow behaviour and piglet weight gain after late cross-fostering in farrowing crates and pens. Animal, 14(9), 1923–1933. https://doi.org/10.1017/s1751731120000580.

Kohmüller, M. und Koch, T. (2020). Markt Bilanz Vieh und Fleisch 2020. München. Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH.

Kovács, N., Bienert, R., Oehlmann, H., Schmidt, E., Walk, E. und Schuermann, J. (2011). RFID-Standardisierung im Überblick (1. Aufl.). Berlin. Beuth.

KTBL (2017). Leistungs-Kostenrechnung. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. https://daten.ktbl.de/downloads/dslkr/Leistungs-Kostenrechnung.pdf [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

KTBL (2022). Wirtschaftlichkeitsrechner Tier. https://www.ktbl.de/webanwendungen/wirtschaftlichkeitsrechner-tier [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Kuhn, T., Enders, A., Gaiser, T., Schäfer, D., Srivastava, A. und Britz, W. (2020). Coupling crop and bio-economic farm modelling to evaluate the revised fertilization regulations in Germany. Agricultural Systems, 177, 102687. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102687.

Lahrmann, K., Plonait, H. (2004). Gliedmaßen- und Skeletterkrankungen. Lehrbuch der Schweinekrankheiten. 4, 261-305. Parey.

Landwirtschaftskammer Niedersachsen. (2021). Nährstoffgehalte in organischen Düngern. https://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/96/nav/2280/article/32460.html [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Lekagul, A., Tangcharoensathien, V. und Yeung, S. (2019). Patterns of antibiotic use in global pig production: A systematic review. Veterinary and Animal Science, 7, 100058. https://doi.org/10.1016/j.vas.2019.100058.

Li, Y. Z., Zhang, H. F., Johnston, L. J., Martin, W., Peterson, J. D. und Coetzee, J. F. (2017). Effects of tail docking and tail biting on performance and welfare of growing–finishing pigs in a confinement housing system. Journal of Animal Science, 95(11), 4835–4845. https://doi.org/10.2527/jas2017.1571.

Li, Y., Zhang, R., Li, X., Li, J., Ji, W., Zeng, X. und Bao, J. (2021). Exposure to the environmental pollutant ammonia causes changes in gut microbiota and inflammatory markers in fattening pigs. Ecotoxicology and Environmental Safety, 208, 111564. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111564.

Loera-Muro, A. und Angulo, C. (2018). New trends in innovative vaccine development against Actinobacillus pleuropneumoniae. Veterinary Microbiology, 217, 66–75. https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2018.02.028.

Madec, F., Geers, R., Vesseur, P., Kjeldsen, N. und Blaha, T. (2001). Traceability in the pig production chain. Revue Scientifique et Technique de l'OIE, 20(2), 523–537. https://doi.org/10.20506/rst.20.2.1290.

Marcon, M., Brossard, L., Quiniou, N. (2015) Precision feeding based on individual daily body weight of group-housed pigs with an automatic feeder developed to allow for restricting feed allowance. 7. European Conference on Precision Livestock Farming. 866. hal-01211066.

Marois, C., Le Carrou, J., Kobisch, M. und Gautier-Bouchardon, A. (2007). Isolation of Mycoplasma hyopneumoniae from different sampling sites in experimentally infected and contact SPF piglets. Veterinary Microbiology, 120(1–2), 96–104. https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2006.10.015.

Marques, B., Bernardi, M., Coelho, C., Almeida, M., Morales, O., Mores, T., Borowski, S. & Barcellos, D. (2012). Influence of tail biting on weight gain, lesions and condemnations at slaughter of finishing pigs. Pesquisa Veterinária Brasileira, 32(10), 967–974. https://doi.org/10.1590/s0100-736x2012001000003.

Marsot, M., Mei, J., Shan, X., Ye, L., Feng, P., Yan, X., Li, C. und Zhao, Y. (2020). An adaptive pig face recognition approach using Convolutional Neural Networks. Computers and Electronics in Agriculture, 173, 105386. https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105386.

Maselyne, J., Adriaens, I., Huybrechts, T., de Ketelaere, B., Millet, S., Vangeyte, J., van Nuffel, A. und Saeys, W. (2015b). Assessing the drinking behaviour of individual pigs using RFID

registrations. Precision livestock farming applications, 209–216. https://doi.org/10.3920/978-90-8686-815-5_5.5.

Maselyne, J., Saeys, W. und van Nuffel, A. (2015a). Review: Quantifying animal feeding behaviour with a focus on pigs. Physiology und Behavior, 138, 37–51. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.09.012.

Maselyne, J., Saeys, W., Briene, P., Mertens, K., Vangeyte, J., de Ketelaere, B., Hessel, E., Sonck, B. und van Nuffel, A. (2016). Methods to construct feeding visits from RFID registrations of growing-finishing pigs at the feed trough. Computers and Electronics in Agriculture, 128, 9–19. https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.08.010.

Maselyne, J., Saeys, W., de Ketelaere, B., Mertens, K., Vangeyte, J., Hessel, E. F., Millet, S. und van Nuffel, A. (2014). Validation of a High Frequency Radio Frequency Identification (HF RFID) system for registering feeding patterns of growing-finishing pigs. Computers and Electronics in Agriculture, 102, 10–18. https://doi.org/10.1016/j.compag.2013.12.015.

Maselyne, J., van Nuffel, A., Briene, P., Vangeyte, J., de Ketelaere, B., Millet, S., van den Hof, J., Maes, D. und Saeys, W. (2017). Online warning systems for individual fattening pigs based on their feeding pattern. Biosystems Engineering, 173, 143–156. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.08.006.

Matthews, S., Miller, A., Plötz, T. und Kyriazakis, I. (2017). Automated tracking to measure behavioural changes in pigs for health and welfare monitoring. Scientific Reports, 7(1). https://doi.org/10.1038/s41598-017-17451-6.

Monteiro, A. R., Garcia-Launay, F., Bossard, L., Wilfart, A. und Dourmad, J. (2017). Effect of precision feeding on environmental impact of fattening pig production. 8. European Conference on Precision Livestock Farming (ECPLF), Nantes, Frankreich. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01591143/document [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Nakamura, S., Sakaoka, A., Ikuno, E., Asou, R., Shimizu, D. und Hagiwara, H. (2019). Optimal implantation site of transponders for identification of experimental swine. Experimental Animals, 68(1), 13–23. https://doi.org/10.1538/expanim.18-0052.

Nasirahmadi, A., Edwards, S. A. und Sturm, B. (2017). Implementation of machine vision for detecting behaviour of cattle and pigs. Livestock Science, 202, 25–38. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.05.014.

Nathues, H., Spergser, J., Rosengarten, R., Kreienbrock, L. und grosse Beilage, E. (2012). Value of the clinical examination in diagnosing enzootic pneumonia in fattening pigs. The Veterinary Journal, 193(2), 443–447. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.01.013.

Neethirajan, S. (2020a). Transforming the Adaptation Physiology of Farm Animals through Sensors. Animals, 10(9), 1512. https://doi.org/10.3390/ani10091512.

Neethirajan, S. (2020b). The role of sensors, big data and machine learning in modern animal farming. Sensing and Bio-Sensing Research, 29, 100367. https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2020.100367.

Nielsen, B. L., Lawrence, A. B. und Whittemore, C. T. (1995). Effect of group size on feeding behaviour, social behaviour, and performance of growing pigs using single-space feeders. Livestock Production Science, 44(1), 73–85. https://doi.org/10.1016/0301-6226(95)00060-x.

Niggemeyer, H. (2017) Westfleisch passt ebenfalls Maske an. SUS. https://www.susonline.de/news/markt/westfleisch-passt-ebenfalls-maske-an-9230179.html [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Norda, C., Scholz, T. und Gärke, C. (2013). Fütterungs- und Haltungsversuche in der Mast. Landwirtschaftskammer Nordrhein – Westfalen, Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Düsse. https://www.landwirtschaftskammer.de/duesse/wir/jahresbericht/2012/04-schweine.pdf [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Norton, T., Chen, C., Larsen, M. und Berckmans, D. (2019). Review: Precision livestock farming: building 'digital representations' to bring the animals closer to the farmer. Animal, 13(12), 3009–3017. https://doi.org/10.1017/s175173111900199x.

O'Donnell, C. J. (2010). Measuring and decomposing agricultural productivity and profitability change. Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 54(4), 527–560. https://doi.org/10.1111/j.1467-8489.2010.00512.x.

Opriessnig, T., Karuppannan, A., Castro, A. und Xiao, C. (2020). Porcine circoviruses: current status, knowledge gaps and challenges. Virus Research, 286, 198044. https://doi.org/10.1016/j.virusres.2020.198044.

Paoli, M. A., Lahrmann, H. P., Jensen, T. und D'Eath, R. B. (2016). Behavioural differences between weaner pigs with intact and docked tails. Animal Welfare, 25(2), 287–296. https://doi.org/10.7120/09627286.25.2.287.

Park, J., Friendship, R. M., Poljak, Z., DeLay, J., Salvic, D. und Dewey, C. E. (2013). An investigation of ear necrosis in pigs. Canadian Vet. J. = La revue veterinaire canadienne, 54(5), 491–495. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3624920/.

Pettersson, E., Sjölund, M., Dórea, F., Lind, E., Grandi, G., Jacobson, M., Höglund, J. und Wallgren, P. (2021). Gastrointestinal parasites in Swedish pigs: Prevalence and associated risk factors for infection in herds where animal welfare standards are improved. Veterinary Parasitology, 295, 109459. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2021.109459.

Pezzuolo, A., Guarino, M., Sartori, L., González, L. A. und Marinello, F. (2018). On-barn pig weight estimation based on body measurements by a Kinect v1 depth camera. Computers and Electronics in Agriculture, 148, 29–36. https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.03.003.

Pill, K. (2014). Untersuchungen zur Verwendung von klinischen und pathologisch/anatomischen Befunden am Schlachthof für die Einschätzung der Tiergesundheit und des Tierschutzes in Schweine– und Rinderbeständen. Dissertation. Tierärztliche Hochschule Hannover. https://elib.tiho-hannover.de/servlets/MCRFileNodeServlet/etd_derivate_00000607/pillk_ss14.pdf [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Pomar, C. und Remus, A. (2019). Precision pig feeding: a breakthrough toward sustainability. Animal Frontiers, 9(2), 52–59. https://doi.org/10.1093/af/vfz006.

Porter, M. (1980). Competitive strategy. New York. The Free Press.

Posthaus, H., Kittl, S., Tarek, B. und Bruggisser, J. (2020). Clostridium perfringenstype C necrotic enteritis in pigs: diagnosis, pathogenesis, and prevention. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation, 32(2), 203–212. https://doi.org/10.1177/1040638719900180.

Rasmussen, D. K., Weber, R. und Wechsler, B. (2006). Effects of animal/feeding-place ratio on the behaviour and performance of fattening pigs fed via sensor-controlled liquid feeding. Applied Animal Behaviour Science, 98(1–2), 45–53. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.08.008.

Rau, K. (2009). Einsatz von Ohrmarkentranspondern zur Einzeltierkennzeichnung in der Schweineproduktion. Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt. http://www.tll.de/www/daten/nutztierhaltung/schweine/ohrt0509.pdf [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Reckels, B., Hölscher, R., Schwennen, C., Lengling, A., Stegemann, U., Waldmann, K. und Visscher, C. (2020b). Resource-Efficient Classification and Early Predictions of Carcass Composition in Fattening Pigs by Means of Ultrasound Examinations. Agriculture, 10(6), 222. https://doi.org/10.3390/agriculture10060222.

Remus, A., Hauschild, L., Methot, S. und Pomar, C. (2020). Precision livestock farming: real-time estimation of daily protein deposition in growing–finishing pigs. Animal, 14, 360–370. https://doi.org/10.1017/s1751731120001469.

Ribo, O., Korn, C., Maloni, U., Cropper, M., de Winne, P. und Cuypers, M. (2001). IDEA: a large-scale project on electronic identification of livestock. Revue Scientifique et Technique de l'OIE, 20(2), 427–436. https://doi.org/10.20506/rst.20.2.1281.

Rose, N., Hervé, S., Eveno, E., Barbier, N., Eono, F., Dorenlor, V., Andraud, M., Camsusou, C., Madec, F. und Simon, G. (2013). Dynamics of influenza A virus infections in permanently infected pig farms: evidence of recurrent infections, circulation of several swine influenza viruses and reassortment events. Veterinary Research, 44(1), 72. https://doi.org/10.1186/1297-9716-44-72.

Rossow, K. D. (1998). Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome. Veterinary Pathology, 35(1), 1–20. https://doi.org/10.1177/030098589803500101.

Rutherford, K., Baxter, E., D'Eath, R., Turner, S., Arnott, G., Roehe, R., Ask, B., Sandøe, P., Moustsen, V., Thorup, F., Edwards, S., Berg, P. und Lawrence, A. (2013). The welfare implications of large litter size in the domestic pig I: biological factors. Animal Welfare, 22(2), 199–218. https://doi.org/10.7120/09627286.22.2.199.

Santamarina, C., Hernández-Jover, M., Babot, D. und Caja, G. (2007). Comparison of visual and electronic identification devices in pigs: Slaughterhouse performance. Journal of Animal Science, 85(2), 497–502. https://doi.org/10.2527/jas.2006-317.

Sathyamurthy, M. (2020). UHF-RFID-Chip zum batterielosen Sensorbetrieb. Smarterworld. https://www.smarterworld.de/smart-automation-iot/sonstige/uhf-rfid-chip-zum-batterielosen-sensorbetrieb.173762.html [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Scholz, T. (2017) Die richtige Markierung von Mastschweinen als Managementhilfe. Versuchsberichte 2007, Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, Referat Schweinehaltung. https://www.landwirtschaftskammer.de/duesse/tierhaltung/schweine/koventionell/versuche/mastschweine/pdf/2007-ht-markierung-mastschweine.pdf [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Schukat, S. und Heise, H. (2019). Indikatoren für die Früherkennung von Schwanzbeißen bei Schweinen – eine Metaanalyse. Berichte über Landwirtschaft, 97(3). https://buel.bmel.de/index.php/buel/article/view/249/455. [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Shull, C. (2013). Modeling growth of pigs reared to heavy weights. Dissertation, University of Illinois at Urbana-Champaign. http://hdl.handle.net/2142/44329. [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Sørensen, V., Lind Jorsal, S. E. und Mousing, J. (2006). Diseases of the respiratory system. Diseases of Swine (9. Aufl.). Iowa State University Press.

Speth, H., Kaier, A., Hartmann, G., Härter, F., Waltermann, A. und Hug, H. (2009). Betriebswirtschaft mit Rechnungswesen, Controlling für das Fachgymnasium Wirtschaft. Rinteln. Merkur.

Stärk, K., Morris, R. und Pfeiffer, D. (1998). Comparison of electronic and visual identification systems in pigs. Livestock Production Science, 53(2), 143–152. https://doi.org/10.1016/s0301-6226(97)00154-1.

Stekeler, T. (2015) Simultanerfassung von Mastschweinen mit RFID-Technologie. Dissertation, Universität Hohenheim. http://opus.uni-hohenheim.de/volltexte/2015/1140/pdf/Diss_Tobias_Stekeler_2015.pdf [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Stygar, A. H., Dolecheck, K. A. und Kristensen, A. R. (2017). Analyses of body weight patterns in growing pigs: a new view on body weight in pigs for frequent monitoring. Animal, 12(2), 295–302. https://doi.org/10.1017/s1751731117001690.

Sun, Y. und Kim, S. (2017). Intestinal challenge with enterotoxigenic Escherichia coli in pigs, and nutritional intervention to prevent postweaning diarrhea. Animal Nutrition, 3(4), 322–330. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.10.001.

Telkänranta, H., Bracke, M. B. M. und Valros, A. (2014). Fresh wood reduces tail and ear biting and increases exploratory behaviour in finishing pigs. Applied Animal Behaviour Science, 161, 51–59. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.09.007.

ter Beek, V. (2017) Spain hasn't seen the end of its growth yet. Pig Progress. https://www.pigprogress.net/World-of-Pigs1/Articles/2017/7/Spain-hasnt-seen-the-end-of-its-growth-yet-163772E/#comments [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Tzanidakis, C., Simitzis, P., Arvanitis, K., Panagakis, P. (2021). An overview of the current trends in precision pig farming technologies. Livestock Science, 249, 104530. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104530.

van Staaveren, N., Doyle, B., Manzanilla, E. G., Calderón Díaz, J. A., Hanlon, A. und Boyle, L. A. (2017). Validation of carcass lesions as indicators for on-farm health and welfare of pigs1. Journal of Animal Science, 95(4), 1528–1536. https://doi.org/10.2527/jas.2016.1180.

Vargovic, L., Hermesch, S., Athorn, R. & Bunter, K. (2020). Feed intake and feeding behavior traits for gestating sows recorded using electronic sow feeders. Journal of Animal Science, 99(1). https://doi.org/10.1093/jas/skaa395.

VDLUFA (2012). VDLUFA-methods book III: The chemical analysis of feedstuffs. Speyer. VDLUFA.

VEZG (2022a). Vereinigungspreis. https://www.vezg.de/vereinigungspreis.html [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

VEZG (2022b). Preisinfo Schweine. https://www.vezg.de/preisinfo-schweine.html. https://www.vezg.de/preisinfo-schweine.html [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

VEZG (2022c). Preisinfo Ferkel. https://www.vezg.de/preischarts/vereinigungspreis-ferkel.html [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Wada, N., Shinya, M., Shiraishi, M. (2013). Pig Face Recognition Using Eigenspace Method [Short Paper]. ITE Transactions on Media Technology and Applications, 1(4), 328–332. https://doi.org/10.3169/mta.1.328.

Wallenbeck, A. und Keeling, L. J. (2013). Using data from electronic feeders on visit frequency and feed consumption to indicate tail biting outbreaks in commercial pig production. Journal of Animal Science, 91(6), 2879–2884. https://doi.org/10.2527/jas.2012-5848.

Wang, Q., Vlasova, A., Kenney, S. und Saif, L. (2019). Emerging and re-emerging coronaviruses in pigs. Current Opinion in Virology, 34, 39–49. https://doi.org/10.1016/j.coviro.2018.12.001.

Wells, G. (1984). Locomotor disorders of the pig. In Practice, 6(2), 43–53. https://doi.org/10.1136/inpract.6.2.43.

Win, K., Kawasue, K., Yoshida, K. und Lee, G. (2020). Automatic pig selection system based on body size using a camera: rotating mechanics for pig selection. Artificial Life and Robotics, 26(2), 155–161. https://doi.org/10.1007/s10015-020-00654-y.

Xia, C., Zhang, X., Zhang, Y., Li, J. und Xing, H. (2021). Ammonia exposure causes the disruption of the solute carrier family gene network in pigs. Ecotoxicology and Environmental Safety, 210, 111870. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111870.

Yin, Y., Tu, D., Shen, W. und Bao, J. (2020). Recognition of sick pig cough sounds based on convolutional neural network in field situations. Information Processing in Agriculture. https://doi.org/10.1016/j.inpa.2020.11.001.

Zeeh, F., Nathues, H., Frey, J., Muellner, P. und Fellström, C. (2017). A review of methods used for studying the molecular epidemiology of Brachyspira hyodysenteriae. Veterinary Microbiology, 207, 181–194. https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2017.06.011.

Zinke, O. A. (2020). China verzerrt die globalen Getreidebilanzen. Agrarheute. https://www.agrarheute.com/markt/marktfruechte/china-verzerrt-globalen-getreidebilanzen-569861?fbclid=IwAR1rAwRefDroLHSmx0ukD_wLY3HIFfcUj3AGpG7JWuww-kPfysvd9WZZSkE [zuletzt aufgerufen am 15. Januar 2022].

Zonderland, J. J., Schepers, F., Bracke, M. B. M., den Hartog, L. A., Kemp, B. und Spoolder, H. A. M. (2011). Characteristics of biter and victim piglets apparent before a tail-biting outbreak. Animal, 5(5), 767–775. https://doi.org/10.1017/s1751731110002326.

Zonderland, J. J., Wolthuis-Fillerup, M., van Reenen, C. G., Bracke, M. B. M., Kemp, B., Hartog, L. A. und Spoolder, H. A. M. (2008). Prevention and treatment of tail biting in weaned piglets. Applied Animal Behaviour Science, 110(3–4), 269–281. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.04.005.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich durch eigenhändige Unterschrift, die vorliegende Dissertation selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet zu haben. Die aus den Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Dissertation ist in dieser Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt worden.

Rostock, Datum

Unterschrift des Doktoranden

Anhang

Tab. 27: Futterverbrauch je Bucht (kg) im Mastverlauf

				Futterverbrauch (kg)						
Abteil	Bucht	Tier	G	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
2	1	1-14	♂	1.319	754	595	265	170		
2	2	15-28	♀	1.248	609	450	266	246		
2	3	29-42	♂	1.149	663	510	307	244		
2	4	43-56	♀	1.120	616	479	288	348	138	66
2	5	57-70	♂	1.236	736	535	319	259		
2	6	71-84	♀	1.084	585	433	343	461	105	
2	7	85-98	♂	1.221	660	466	244	122		
2	8	99-112	♀	1.154	612	467	376	465	152	49
13	1	113-126	♂	1.077	654	498	367	443	144	67
13	2	127-140	♀	1.055	604	449	335	399	200	128
13	3	141-154	♂	1.252	749	517	357	356	100	
13	4	155-168	♀	1.098	605	455	310	407	63	45
13	5	169-182	♂	1.166	689	511	304	337	99	56
13	6	183-196	♀	1.131	601	456	323	411	60	32
13	7	197-210	♂	1.132	639	412	300	329	76	54
13	8	211-224	♀	1.123	543	413	278	256		

G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg); P = Phase; Phase 1 = Vormast (77.–119. LT); Phase 2 = Mittelmast (119.–138. LT); Phase 3 = Endmast (138.–151. LT); Phase 4 = 1. Ausstallen (151.–161. LT); Phase 5 = 2. Ausstallen (161.–174. LT); Phase 6 = 3. Ausstallen (171.–182. LT); Phase 7 = 4. Ausstallen (183.–188. LT)

Tab. 28: Einzeltierdatensätze der Lebendmassen ab LT 1

		Lebendmassen (kg)											
LT		1	26	77	119	138	151	161	174	182	188	199	210
Tier	G												
1	♂	1,9	9,59	32	73	92	106	121					
2	♂	1,8	9,98	30	75	97	114						
3	♂	1,3	8,21	35	78	99	116						
4	♂	1,6	4,84	31	71	89	102	115	128				
5	♂	2,2	10,7	43	85	113	126						
6	♂	1,4	7,89	32	72	93	108	123					
7	♂	1,1	9,12	33	69	88	103	118	127				
8	♂	1,1	6,17	24	62	82	97	113	123				
9	♂	1,6	8,47	34	74	95	109	122					
10	♂	2,0	11,2	41	87	108	124						
11	♂	1,8	9,86	42	86	108	124						
12	♂	1,9	9,32	26	67	86	101	118	132				
13	♂	1,8	9,26	40	86	109	119						
14	♂	1,2	7,5	33	73	96	110	128					
15	♀	1,7	9,96	35	77	94	107	119					
16	♀	1,7	10,3	39	83	100	113	121					
17	♀	1,3	7,95	32	74	91	105	110	123				

		Lebendmassen (kg)											
LT		1	26	77	119	138	151	161	174	182	188	199	210
Tier	G												
18	♀	1,4	8,50	33	75	92	105	114	125				
19	♀	1,6	7,60	30	69	85	96	105	119	125	130		
20	♀	1,3	7,19	36	74	89	104	114	122				
21	♀	1,5	7,68	35	64	78	88	93	99	104	105	111	113
22	♀	2,0	9,95	46	86	101	115						
23	♀	1,6	7,97	29	71	91	104	115	131				
24	♀	1,7	10,6	44	87	109	122						
25	♀	1,9	9,70	41	90	106	120						
26	♀	2,0	10,9	44	89								
27	♀	1,6	7,69	28	66	84	98	109					
28	♀	1,5	6,68	30	69	88	100	110	122				
29	♂	1,8	9,71	22	63	79	92	102	117	125			
30	♂	1,7	6,89	29	67	86	99	109	121				
31	♂	1,8	8,9	37	86	102	112						
32	♂	1,7	8,14	41	88	110	124						
33	♂	1,7	11	35	76	95	110	102					
34	♂	0,9	6,36	26	61	79	92	101	115	121			
35	♂	1,6	6,80	34	78	96	108	120					
36	♂	1,5	7,98	35	80	97	113	122					
37	♂	1,0	6,62	32	70	87	96	103	121				
38	♂	1,2	8,5	25	64	82	96	107	120				
39	♂	1,7	9,10	35	77	96	110	120					
40	♂	1,2	8,45	30	75	88	101	105	100				
41	♂	1,5	7,02	30	72	90	100	110	124				
42	♂	1,4	6,35	23									
43	♀	1,6	6,01	24	62	78	93	98	109	115	120		
44	♀	1,7	6,58	32	71	91	104						
45	♀	1,3	3,73	23	55	69	80	88	99	104	109	112	122
46	♀	1,8	8,12	28	73	94	107	117	128				
47	♀	1,2	7,25	28	69	90	103						
48	♀	1,2	6,89	27	64	81	96	105	119	125			
49	♀	2,0	5,97	27	63	77	90	98	112	119	126		
50	♀	1,6	8,51	37	72	89	101	110	121				
51	♀	1,3	8,48	38	79	99	115						
52	♀	0,7	4,82	22	58	72	86	94	104	114	120		
53	♀	1,6	8,78	34	77	98	112	123					
54	♀	1,6	10,4	27	66	84	99	110	122				
55	♀	1,1	9,06	26	65	83	96	106	118	126			
56	♀	1,2	6,78	27	68	84	88						
57	♂	1,7	7,18	34	70	87	100	113	124				

LT		Lebendmassen (kg)											
		1	26	77	119	138	151	161	174	182	188	199	210
Tier	G												
58	♂	1,6	8,46	37	78	95	107	117	129				
59	♂	1,2	8,2	24	60	76	88	99	110	116	121		
60	♂	1,0	6,5	32	72	90	102	114	124				
61	♂	1,6	8,85	35	80	101	114						
62	♂	1,5	5,71	32	71	93	109	121					
63	♂	1,1	7,87	33	71	90	104	114	127				
64	♂	2,2	7,47	41	81	96	108	118	130				
65	♂	2,6	10,1	44	87	107	119						
66	♂	1,6	8,92	38	78	98	111	119					
67	♂	1,2	5,82	32	74	93	106	120					
68	♂	1,4	7,02	35	77	97	111	122					
69	♂	1,5	8,78	30	72	91	100	97	103	112	120		
70	♂	1,6	7,18	38	82	102	117						
71	♀	1,5	8,16	27	62	81	90	99	113	118	123		
72	♀	1,3	6,82	32	72	90	99	109	121				
73	♀	1,4	6,57	41	78	99	108	118	128				
74	♀	1,1	6,43	38	73	92	104	115	129				
75	♀	0,8	5,73	27	65	85	95	106	118	121			
76	♀	1,4	5,68	27	64	80	92	100	111	117	120		
77	♀	1,6	8,74	37	77	95	106	112	121				
78	♀	0,8	6,3	35	71	88	100	108	120				
79	♀	1,4	7,2	31	63	84	99	109	121				
80	♀	1,8	10,9	36	70	87	98	106	116	125			
81	♀	1,5	6,3	27	65	84	95	107	121				
82	♀	1,4	8,12	34	76	97	109	118	124				
83	♀	1,8	6,76	33	66	87	98	106	119	124			
84	♀	1,2	7,96	37									
85	♂	1,8	7,95	35	81	97	105	120					
86	♂	1,7	9,46	29	70	87	101	111	126				
87	♂	1,7	9,8	42	90	106	120						
88	♂	1,5	8,98	33	74	92	103	112	126				
89	♂	1,0	6,33	37	80	97	112	123					
90	♂	1,4	5,08	31	80	94	110	121					
91	♂	1,9	8,21	39	86	102	114						
92	♂	2,2	10,9	45	92	107	120						
93	♂	1,7	9,38	37	77	94	110	120					
94	♂	1,9	8,95	46	97	115	130						
95	♂	1,6	9,19	37	83	100	111	121					
96	♂	1,8	9,48	34	80								
97	♂	1,5	8,21	24	67	85	100	111	124				

		Lebendmassen (kg)											
LT		1	26	77	119	138	151	161	174	182	188	199	210
Tier	G												
98	♂	2,0	9,56	33									
99	♀	1,5	9,97	31	75	89	100	108	119	125			
100	♀	1,0	6,16	33	68	83	95	105	115	124			
101	♀	1,3	7,96	31	70	83	96	103	116	120			
102	♀	1,4	7,4	33	75	91	104	113	124				
103	♀	1,4	8,42	39	77	91	104	113	121				
104	♀	1,0	6,06	31	72	84	97	109	122				
105	♀	1,2	6,88	33	74	87	100	107	120				
106	♀	1,4	7,96	36	70	84	97	103	113	119			
107	♀	1,1	7,46	30	67	78	89	97	109	111	119	127	
108	♀	2,3	10,6	38	76	89	99	110	121				
109	♀	1,4	8,66	27	68	85	100	110	125	131	135		
110	♀	1,8	8,03	36	81	96	112	121					
111	♀	1,2	7,46	28	72	89	104	115	128				
112	♀	1,2	5,86	30	69	80	96	102	115	122	128		
113	♂	1,4	6,75	27	67	88	101	113	130				
114	♂	1,0	8,24	28	59	77	88	97	107	114	119	126	
115	♂	1,3	7,49	23	65	76	92	102	113	121	127		
116	♂	1,1	4,79	25	65	84	98	106	113	121			
117	♂	1,2	7,26	30									
118	♂	1,8	5,01	29	57	78	89	99	111	117	122		
119	♂	1,1	8,5	37	74	96	109	120					
120	♂	2,0	10,3	38	76	96	105	118	131				
121	♂	1,2	8,95	23	60	79	92	100	112	120	126		
122	♂	2,0	8,55	27	65	88	102	115	130				
123	♂	1,5	9,54	45	88	112	126						
124	♂	1,7	4,56	24	60	82	95	110	126				
125	♂	1,5	7,33	27	65	86	100	112	122				
126	♂	1,9	8,38	23	56	79	95	107	119	129			
127	♀	1,3	9,38	29	69	91	103	117					
128	♀	0,9	5,58	18	51	68	83	89	99	108	113	123	
129	♀	1,1	7,37	19	50	68	81	91	102	109	116	127	
130	♀	1,2	2,96	22	53	69	82	90	101	108	116	126	
131	♀	1,2	5,62	32	73	91	103	112	125				
132	♀	1,0	6,88	34	79	101	117						
133	♀	0,9	4,77	23	57	73	85	82	83	94	102	115	117
134	♀	1,0	7,33	23	62	82	95	106	116	126			
135	♀	1,1	6,97	24	60	78	89	102	115	121			
136	♀	0,8	5,00	19	55	70	84	90	103	108	114	118	128
137	♀	0,9	2,68	18	46	62	74	83	95	100	106	121	

LT		Lebendmassen (kg)											
		1	26	77	119	138	151	161	174	182	188	199	210
Tier	G												
138	♀	1,2	5,65	30	68	88	101	109	121				
139	♀	1,2	6,57	28	64	81	94	103	112	117	124		
140	♀	0,9	6,09	22	54	71	84	93	105	114	121		
141	♂	1,2	6,67	34	74	95	109	118	127				
142	♂	1,1	5,83	25	56	75	85	97	109	118	125		
143	♂	1,3	8,01	34	75	94	106	119					
144	♂	1,1	5,94	27	69	90	105	115	128				
145	♂	1,1	5,25	25	61	79	94	105	118	127			
146	♂	1,9	10,7	42	83	103	115						
147	♂	1,6	8,84	39	78	95	107	117	129				
148	♂	1,6	8,27	43	82	105							
149	♂	1,5	8,18	33	78	100	113	127					
150	♂	2,0	8,3	39	77	97	108	118	132				
151	♂	0,9	5,47	31	73	93	106	118	130				
152	♂	0,8	4,19	27	62	80	91	90	87	95	94		
153	♂	2,2	9,7	31	79	97	111	123					
154	♂	1,1	3,97	21	55	76	91	102	113	121			
155	♀	1,5	10,3	32	69	87	101	113	123				
156	♀	1,4	8,84	34	78	96	106	116	129				
157	♀	1,3	7,03	26	62	78	92	102	112	122	126		
158	♀	1,2	8,08	29	70	90	103	112	121				
159	♀	1,6	8,27	34	71	89	98	106	112	121	125		
160	♀	1,3	7,98	37	77	95	104	113	126				
161	♀	1,4	6,99	30	68	88	98	114	123				
162	♀	2,2	8,26	38	72	89	99	112	126				
163	♀	1,8	7,72	31	67	82	91	102	112	117	122		
164	♀	1,2	7,6	34	71	90	102	111	121				
165	♀	1,5	7,62	29	72	94	104	114	127				
166	♀	1,4	8,01	36	77	95	108	117	128				
167	♀	1,9	9,47	46	86	109	124						
168	♀	1,3	7,33	39									
169	♂	1,4	4,65	27	66	85	98	108	120				
170	♂	1,1	6,66	23	59	82	93	105	118	124	133		
171	♂	1,3	5,7	26	63	81	94	104	117	124	130		
172	♂	1,6	8,4	27									
173	♂	1,5	10,5	38	80	98	113	124					
174	♂	1,5	7,83	34	60	87	100	113	126				
175	♂	1,1	5,5	28	71	93	108	120					
176	♂	2,1	8,97	40	85	106	117						
177	♂	0,9	5,9	30	67	87	97	109	121				

		Lebendmassen (kg)											
LT		1	26	77	119	138	151	161	174	182	188	199	210
Tier	G												
178	♂	1,4	6,93	28	69	91	106	116	131				
179	♂	1,1	5,09	21	59	79	91	103	118	123			
180	♂	1,6	8,52	37	83	103	116						
181	♂	1,7	8,14	35	79	100	114						
182	♂	1,4	8,13	34	67	82	93	104	113	120	126		
183	♀	1,6	9,97	35	77	96	108	119					
184	♀	1,1	6,31	27	66	85	95	107	119				
185	♀	1,5	8,67	32	81	101	114						
186	♀	2,3	8,62	42	80	98	108	118	128				
187	♀	1,2	5,48	31	63	77	86	93	100	103	112	125	
188	♀	1,5	7,73	30	68	84	95	106	119	123	125		
189	♀	1,1	9,44	33	76	92	105	112	124				
190	♀	1,1	8,98	33	75	95	106	116	129				
191	♀	1,6	8,16	31	72	90	103	115	127				
192	♀	2,2	10,5	36	75	90	100	110	123				
193	♀	1,2	3,60	24	48	60	68	77	85	89	90	97	102
194	♀	1,3	9,00	35	80	97	108	117	125				
195	♀	1,4	6,86	32	71	88	99	112	120				
196	♀	1,4	7,05	30	67	89	102	112	123				
197	♂	1,9	10,8	35	74	92	103	115	127				
198	♂	1,5	4,22	26	67	86	99	111	124				
199	♂	1,0	5,72	18									
200	♂	1,7	8,32	30	77	96	110	121					
201	♂	1,3	7,71	31	75	97	109	120					
202	♂	1,9	8,13	33	77	80							
203	♂	1,1	6,52	27	68	84	96	104	116	122	125		
204	♂	1,2	7,78	31	67	86	97	107	122				
205	♂	0,6	4,66	25	65	80	92	102	113	120	125		
206	♂	2,1	9,39	43	89								
207	♂	1,9	4,59	23	62	81	96	119	124				
208	♂	2,0	10,8	46	91	109	122						
209	♂	1,5	7,2	31	67	82	95	101	111	119	126		
210	♂	1,3	5,8	25	67	87	100	110	123				
211	♀	1,4	7,77	28	64	78	93	102	113	120	124		
212	♀	1,7	9,64	42	81	94	106	110	121				
213	♀	2,1	11,5	47	88	105	116						
214	♀	1,1	6,72	31	69	82	95	109	124				
215	♀	1,6	8,84	43									
216	♀	1,9	9,44	41	83	97	111	122					
217	♀	1,5	6,95	34	74	85	98	107	121				

		Lebendmassen (kg)											
LT		1	26	77	119	138	151	161	174	182	188	199	210
Tier	G												
218	♀	2,0	7,36	42	79	91	106	114	127				
219	♀	2,2	10,9	39	79	95	110	119					
220	♀	2,3	10,1	36	79	96	109	120					
221	♀	1,9	8,57	29	65	78	91	100	114	118	124		
222	♀	1,4	9,13	42	84	98	109	119					
223	♀	2,2	10,9	37	84	87							
224	♀	1,5	10,1	39	67	82	95	106	120				

LT = Lebenstag; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg)

Tab. 29: Selektionszeitpunkte und Selektionsmaße (kg) der verschiedenen Selektionen

Zeitpunkt der Selektion (LT)	G	Ist-Mittelwert	M – 10 %	M – 15 % -	M – 20 %
77	♀	32,3	< 29,1	< 27,5	< 25,8
	♂	32,2	< 29,0	< 27,4	< 25,8
119	♀	70,7	< 63,6	< 60,1	< 56,6
	♂	73,3	< 65,9	< 62,3	< 58,6
138	♀	87,4	< 78,7	< 74,3	< 69,9
	♂	92,1	< 82,9	< 78,3	< 73,7
151	♀	100	< 89,8	< 84,8	< 79,8
	♂	105	< 94,7	< 89,4	< 84,2
161	♀	108	< 96,8	< 91,5	< 86,1
	♂	112	< 101,2	< 95,5	< 89,9
174	♀	117	< 105,7	< 99,8	< 93,9
	♂	120	< 108,3	< 102,3	< 96,3
182	♀	116	< 104,4	< 98,6	< 92,8
	♂	119	< 107,5	< 101,6	< 95,6

LT = Lebenstag; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg)

Tab. 30: Lebendmassen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 10 % von LT 77 bis 151

			Lebendmasse (kg; Szenario M - 10 %)						
	G	n	LT 77	n	LT 119	n	LT 138	n	LT 151
Ist	♀	112	32,3 ± 6,25 (18-47)	109	70,7 ± 8,82 (46-90)	108	87,4 ± 9,36 (60-109)	107	100 ± 9,77 (68-124)
	♂	112	32,2 ± 6,38 (18-46)	107	73,3 ± 9,24 (55-97)	105	92,1 ± 9,57 (75-115)	103	105 ± 9,83 (85-130)
	gG	224	32,2 ± 6,3 (18-47)	216	72 ± 9,1 (46-97)	213	89,7 ± 9,73 (60-115)	210	102 ± 10,15 (68-130)
S77	♀	76	35,5*** ± 4,42 (30-47)	73	74,8** ± 6,33 (63-90)	72	91,3** ± 7 (77-109)	71	104** ± 7,67 (86-124)
	♂	77	35,5*** ± 4,58 (29-46)	75	77,5** ± 7,35 (57-97)	73	96,3** ± 7,94 (78-115)	71	109** ± 8,38 (89-130)
	gG	153	35,5*** ± 4,49 (29-47)	148	76,2*** ± 6,97 (57-97)	145	93,8*** ± 7,87 (77-115)	142	107*** ± 8,51 (86-130)
S119	♀			91	73,5* ± 6,45 (64-90)	90	90,3* ± 6,9 (78-109)	89	103* ± 7,43 (88-124)
	♂			83	76,8** ± 7,15 (66-97)	81	95,6** ± 7,85 (80-115)	79	109* ± 8,12 (93-130)
	gG			174	75*** ± 6,97 (64-97)	171	92,8** ± 7,81 (78-115)	168	106** ± 8,33 (88-130)
S138	♀					89	90,5** ± 6,59 (80-109)	88	103* ± 7,15 (88-124)
	♂					82	95,6 ± 7,59 (84-115)	81	109 ± 7,93 (96-130)
	gG					171	93* ± 7,52 (80-115)	169	106* ± 8,05 (88-130)
S151	♀							92	102* ± 7,29 (90-124)
	♂							87	108 ± 8,34 (95-130)
	gG							179	105** ± 8,24 (90-130)
S161	♀								
	♂								
	gG								
S174	♀								
	♂								
	gG								
SJP	♀	76	35,5*** ± 4,42 (30-47)	71	75,2*** ± 6,09 (64-90)	68	92,0** ± 6,50 (80-109)	67	104** ± 7,05 (91-124)
	♂	77	35,5*** ± 4,58 (29-46)	73	78,0*** ± 6,72 (67-97)	68	97,4*** ± 7,08 (86-115)	67	110*** ± 7,67 (96-130)
	gG	153	35,5*** ± 4,49 (29-47)	144	76,6*** ± 6,55 (64-97)	136	94,7*** ± 7,29 (80-115)	134	107*** ± 7,91 (91-130)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 31: Lebendmassen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 10 % von LT 161 bis 182

			Lebendmasse (kg; Szenario M - 10 %)				
	G	n	LT 161	n	LT 174	n	LT 182
Ist	♀	96	108 ± 9,42 (77-123)	85	117 ± 9,72 (83-131)	38	116 ± 9,49 (89-131)
	♂	82	112 ± 8,43 (90-128)	57	120 ± 8,85 (87-132)	22	119 ± 6,9 (95-129)
	gG	178	110 ± 9,27 (77-128)	142	119 ± 9,46 (83-132)	60	117 ± 8,76 (89-131)
S77	♀	62	111** ± 6,49 (93-123)	53	121* ± 6,21 (99-129)	14	119 ± 7,53 (103-125)
	♂	50	116 ± 7,36 (97-128)	26	123 ± 8,39 (100-132)	4	117 ± 3,56 (112-120)
	gG	112	113** ± 7,24 (93-128)	79	121* ± 7 (99-132)	18	118 ± 6,79 (103-125)
S119	♀	78	111** ± 6,1 (93-123)	67	121** ± 5,69 (99-131)	21	121* ± 5,75 (104-131)
	♂	58	116 ± 6,85 (97-128)	33	124 ± 7,66 (100-132)	5	118 ± 4,35 (112-122)
	gG	136	113** ± 6,83 (93-128)	100	122** ± 6,49 (99-132)	26	120 ± 5,55 (104-131)
S138	♀	77	111** ± 5,51 (99-123)	66	122** ± 4,74 (111-131)	19	122** ± 3,81 (117-131)
	♂	60	116 ± 6,42 (97-128)	35	124 ± 7,18 (100-132)	4	118 ± 5,51 (112-122)
	gG	137	113*** ± 6,32 (97-128)	101	122*** ± 5,81 (100-132)	23	122* ± 4,17 (112-131)
S151	♀	82	111* ± 6,01 (98-123)	71	121** ± 5,21 (109-131)	24	122** ± 3,84 (115-131)
	♂	66	115 ± 6,61 (97-128)	41	124 ± 7,01 (100-132)	6	121 ± 6,11 (112-129)
	gG	148	113** ± 6,67 (97-128)	112	122** ± 6,05 (100-132)	30	121* ± 4,2 (112-131)
S161	♀	84	110* ± 6,18 (97-123)	73	121* ± 5,37 (109-131)	26	121** ± 4,24 (111-131)
	♂	73	114 ± 7,00 (102-128)	48	123 ± 6,5 (100-132)	13	123 ± 2,84 (120-129)
	gG	157	112* ± 6,84 (97-128)	121	122** ± 5,92 (100-132)	39	122** ± 3,91 (111-131)
S174	♀			73	121* ± 5,37 (109-131)	26	121** ± 4,24 (111-131)
	♂			53	122 ± 6,56 (109-132)	19	122 ± 3,35 (116-129)
	gG			126	121** ± 5,91 (109-132)	45	121** ± 3,86 (111-131)
S182	♀					32	119 ± 5,93 (108-131)
	♂					20	121 ± 4,13 (112-129)
	gG					52	120 ± 5,32 (108-131)
SJP	♀	58	112** ± 5,39 (102-123)	49	122** ± 4,32 (112-129)	11	122* ± 2,72 (117-125)
	♂	45	117*** ± 5,94 (102-128)	20	126* ± 3,4 (121-132)	0	-
	gG	103	114*** ± 6,18 (102-128)	69	123*** ± 4,52 (112-132)	11	122 ± 2,72 (117-125)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 32: Tägliche Zunahmen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 10 % von Phase 1 bis 3

		Tägliche Zunahme (kg; Szenario M - 10 %)					
	G	n	P1	n	P2	n	P3
Ist	♀	109	0,92 ± 0,1 (0,57-1,17)	108	0,937 ± 0,17 (0,17-1,28)	107	1,029 ± 0,17 (0,33-1,33)
	♂	107	0,971 ± 0,11 (0,62-1,21)	105	1,058 ± 0,17 (0,17-1,56)	103	1,095 ± 0,16 (0,67-1,42)
	gG	216	0,945 ± 0,11 (0,57-1,21)	213	0,996 ± 0,18 (0,17-1,56)	210	1,061 ± 0,17 (0,33-1,42)
S77	♀	73	0,94 ± 0,1 (0,67-1,17)	72	0,924 ± 0,19 (0,17-1,28)	71	1,023 ± 0,16 (0,75-1,33)
	♂	75	0,997 ± 0,1 (0,62-1,21)	73	1,056 ± 0,18 (0,17-1,56)	71	1,082 ± 0,17 (0,67-1,42)
	gG	148	0,969* ± 0,1 (0,62-1,21)	145	0,990* ± 0,2 (0,17-1,56)	142	1,053 ± 0,16 (0,67-1,42)
S119	♀	91	0,944 ± 0,09 (0,67-1,17)	90	0,943 ± 0,18 (0,17-1,28)	89	1,027 ± 0,17 (0,33-1,33)
	♂	83	1,004* ± 0,08 (0,79-1,21)	81	1,053 ± 0,17 (0,17-1,56)	79	1,094 ± 0,16 (0,67-1,42)
	gG	174	0,973 ± 0,09 (0,67-1,21)	171	0,995 ± 0,18 (0,17-1,56)	168	1,059 ± 0,17 (0,33-1,42)
S138	♀			89	0,959 ± 0,18 (0,17-1,28)	88	1,027 ± 0,17 (0,33-1,33)
	♂			82	1,079 ± 0,14 (0,72-1,56)	81	1,099 ± 0,16 (0,67-1,42)
	gG			171	1,017 ± 0,17 (0,17-1,56)	169	1,062 ± 0,17 (0,33-1,42)
S151	♀					92	1,029 ± 0,17 (0,33-1,33)
	♂					87	1,105 ± 0,16 (0,67-1,42)
	gG					179	1,063 ± 0,17 (0,33-1,42)
S161	♀						
	♂						
	gG						
S174	♀						
	♂						
	gG						
SJP	♀	71	0,945 ± 0,09 (0,67-1,17)	68	0,93 ± 0,18 (0,17-1,28)	67	1,029 ± 0,15 (0,75-1,33)
	♂	73	1,007* ± 0,09 (0,79-1,21)	68	1,067 ± 0,14 (0,72-1,56)	67	1,087 ± 0,17 (0,67-1,42)
	gG	144	0,976** ± 0,1 (0,67-1,21)	136	0,998 ± 0,18 (0,17-1,56)	134	1,058 ± 0,16 (0,67-1,42)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); P4 = LT 151-161; P5 = LT 161-174; P6 = LT 174-182; Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 33: Tägliche Zunahmen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 10 % von Phase 4 bis 6

			Tägliche Zunahme (kg; Szenario M - 10 %)				
	G	n	P4	n	P5	n	P6
Ist	♀	96	1,035 ± 0,26 (-0,2-1,78)	85	0,943 ± 0,2 (0,08-1,33)	38	0,906 ± 0,32 (0,29-1,57)
	♂	82	1,198 ± 0,43 (-0,8-2,56)	57	0,997 ± 0,26 (-0,25-1,5)	22	1,062 ± 0,18 (0,71-1,43)
	gG	178	1,11 ± 0,36 (-0,8-2,56)	142	0,965 ± 0,23 (-0,25-1,5)	60	0,961 ± 0,28 (0,29-1,57)
S77	♀	62	1,041 ± 0,24 (0,44-1,78)	53	0,932 ± 0,19 (0,5-1,25)	14	0,816 ± 0,31 (0,29-1,29)
	♂	50	1,173 ± 0,45 (-0,8-2)	26	1,007 ± 0,2 (0,5-1,5)	4	1,073 ± 0,19 (0,86-1,29)
	gG	112	1,1 ± 0,35 (-0,8-2)	79	0,956 ± 0,19 (0,5-1,5)	18	0,873 ± 0,31 (0,29-1,29)
S119	♀	78	1,068 ± 0,23 (0,44-1,78)	67	0,96 ± 0,18 (0,5-1,33)	21	0,83 ± 0,27 (0,29-1,29)
	♂	58	1,182 ± 0,43 (-0,8-2)	33	1,039 ± 0,2 (0,5-1,5)	5	1,073 ± 0,19 (0,86-1,29)
	gG	136	1,117 ± 0,33 (-0,8-2)	100	0,986 ± 0,19 (0,5-1,5)	26	0,869 ± 0,27 (0,29-1,29)
S138	♀	77	1,081 ± 0,22 (0,44-1,78)	66	0,966 ± 0,18 (0,5-1,33)	19	0,895 ± 0,28 (0,43-1,43)
	♂	60	1,196 ± 0,42 (-0,8-2)	35	1,042 ± 0,21 (0,5-1,5)	4	1,097 ± 0,22 (0,86-1,29)
	gG	137	1,131 ± 0,33 (-0,8-2)	101	0,992 ± 0,19 (0,5-1,5)	23	0,922 ± 0,27 (0,43-1,43)
S151	♀	82	1,07 ± 0,23 (0,44-1,78)	71	0,968 ± 0,17 (0,5-1,33)	24	0,911 ± 0,28 (0,43-1,43)
	♂	66	1,227 ± 0,45 (-0,8-2,56)	41	1,023 ± 0,22 (0,42-1,5)	6	1,172 ± 0,21 (0,86-1,43)
	gG	148	1,14 ± 0,35 (-0,8-2,56)	112	0,988 ± 0,19 (0,42-1,5)	30	0,956 ± 0,28 (0,43-1,43)
S161	♀	84	1,073 ± 0,23 (0,44-1,78)	73	0,97 ± 0,17 (0,5-1,33)	26	0,885 ± 0,29 (0,29-1,43)
	♂	73	1,252 ± 0,38 (-0,8-2,56)	48	1,039 ± 0,2 (0,42-1,5)	13	1,059 ± 0,2 (0,71-1,43)
	gG	157	1,156 ± 0,32 (-0,8-2,56)	121	0,997 ± 0,19 (0,42-1,5)	39	0,94 ± 0,28 (0,29-1,43)
S174	♀			73	0,97 ± 0,17 (0,5-1,33)	26	0,885 ± 0,29 (0,29-1,43)
	♂			53	1,033 ± 0,19 (0,42-1,5)	19	1,048 ± 0,19 (0,71-1,43)
	gG			126	0,997 ± 0,18 (0,42-1,5)	45	0,951 ± 0,27 (0,29-1,43)
S182	♀					32	0,929 ± 0,3 (0,29-1,43)
	♂					20	1,058 ± 0,19 (0,71-1,43)
	gG					52	0,978 ± 0,27 (0,29-1,43)
SJP	♀	58	1,056 ± 0,24 (0,44-1,78)	49	0,946 ± 0,18 (0,5-1,25)	11	0,909 ± 0,27 (0,57-1,29)
	♂	45	1,212 ± 0,41 (-0,8-2)	20	1,05 ± 0,18 (0,75-1,5)	0	-
	gG	103	1,124 ± 0,33 (-0,8-2)	69	0,976 ± 0,18 (0,5-1,5)	11	0,909 ± 0,27 (0,57-1,29)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); P4 = LT 151-161; P5 = LT 161-174; P6 = LT 174-182; Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 34: Futteraufnahmen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 10 % von Phase 1 bis 3

		Futteraufnahme (kg; Szenario M - 10 %)					
	G	n	P1	n	P2	n	P3
Ist	♀	109	1,94 ± 0,09 (1,79-2,12)	108	2,45 ± 0,08 (2,32-2,59)	107	2,81 ± 0,08 (2,67-2,91)
	♂	107	2,1 ± 0,14 (1,89-2,38)	105	2,92 ± 0,08 (2,79-3,06)	103	3,26 ± 0,12 (3,12-3,54)
	gG	216	2,02 ± 0,14 (1,79-2,38)	213	2,68 ± 0,25 (2,32-3,06)	210	3,03 ± 0,25 (2,67-3,54)
S77	♀	73	1,96 ± 0,08 (1,79-2,12)	72	2,45 ± 0,09 (2,32-2,59)	71	2,82 ± 0,08 (2,67-2,91)
	♂	75	2,14 ± 0,14 (1,89-2,38)	73	2,94 ± 0,08 (2,79-3,06)	71	3,28 ± 0,13 (3,12-3,54)
	gG	148	2,05 ± 0,14 (1,79-2,38)	145	2,7 ± 0,26 (2,32-3,06)	142	3,05 ± 0,25 (2,67-3,54)
S119	♀	91	1,96 ± 0,08 (1,79-2,12)	90	2,45 ± 0,09 (2,32-2,59)	89	2,82 ± 0,07 (2,67-2,91)
	♂	83	2,13 ± 0,14 (1,89-2,38)	81	2,94 ± 0,08 (2,79-3,06)	79	3,27 ± 0,13 (3,12-3,54)
	gG	174	2,04 ± 0,14 (1,79-2,38)	171	2,68 ± 0,25 (2,32-3,06)	168	3,03 ± 0,25 (2,67-3,54)
S138	♀			89	2,46 ± 0,09 (2,32-2,59)	88	2,81 ± 0,08 (2,67-2,91)
	♂			82	2,93 ± 0,08 (2,79-3,06)	81	3,27 ± 0,13 (3,12-3,54)
	gG			171	2,69 ± 0,25 (2,32-3,06)	169	3,03 ± 0,25 (2,67-3,54)
S151	♀					92	2,81 ± 0,08 (2,67-2,91)
	♂					87	3,27 ± 0,13 (3,12-3,54)
	gG					179	3,01 ± 0,25 (2,67-3,54)
S161	♀						
	♂						
	gG						
S174	♀						
	♂						
	gG						
SJP	♀	71	1,97 ± 0,08 (1,79-2,12)	68	2,45 ± 0,09 (2,32-2,59)	67	2,82 ± 0,08 (2,67-2,91)
	♂	73	2,14 ± 0,14 (1,89-2,38)	68	2,94 ± 0,08 (2,79-3,06)	67	3,28 ± 0,13 (3,12-3,54)
	gG	144	2,05 ± 0,14 (1,79-2,38)	136	2,7 ± 0,26 (2,32-3,06)	134	3,05 ± 0,26 (2,67-3,54)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); P1 = LT 77-118; P2 = LT 119-138; P3 = 138-151; Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 35: Futteraufnahmen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 10 % von Phase 4 bis 6

			Futteraufnahme (kg; Szenario M - 10 %)				
	G	n	P4	n	P5	n	P6
Ist	♀	96	2,92 ± 0,12 (2,76-3,2)	85	2,93 ± 0,13 (2,77-3,22)	38	3,02 ± 0,15 (2,85-3,28)
	♂	82	3,43 ± 0,17 (3,1-3,69)	57	3,38 ± 0,24 (2,9-3,71)	22	3,53 ± 0,23 (3,07-4,04)
	gG	178	3,15 ± 0,29 (2,76-3,69)	142	3,11 ± 0,28 (2,77-3,71)	60	3,2 ± 0,3 (2,85-4,04)
S77	♀	62	2,9 ± 0,1 (2,76-3,2)	53	2,92 ± 0,09 (2,77-3,22)	14	3,03 ± 0,09 (2,86-3,11)
	♂	50	3,43 ± 0,18 (3,1-3,69)	26	3,34 ± 0,27 (2,9-3,71)	4	3,41 ± 0,24 (3,07-3,6)
	gG	112	3,1 ± 0,3 (2,76-3,69)	79	3,1 ± 0,26 (2,77-3,71)	18	3,12 ± 0,21 (2,86-3,6)
S119	♀	78	2,9 ± 0,11 (2,76-3,2)	67	2,94 ± 0,11 (2,77-3,22)	21	3,07 ± 0,11 (2,85-3,28)
	♂	58	3,43 ± 0,18 (3,1-3,69)	33	3,37 ± 0,25 (2,9-3,71)	5	3,46 ± 0,26 (3,07-3,6)
	gG	136	3,1 ± 0,3 (2,76-3,69)	100	3,1 ± 0,26 (2,77-3,71)	26	3,13 ± 0,2 (2,85-3,6)
S138	♀	77	2,9 ± 0,11 (2,76-3,2)	66	2,94 ± 0,11 (2,77-3,22)	19	3,04 ± 0,12 (2,85-3,28)
	♂	60	3,43 ± 0,17 (3,1-3,69)	35	3,37 ± 0,24 (2,9-3,71)	4	3,37 ± 0,27 (3,07-3,6)
	gG	137	3,1 ± 0,3 (2,76-3,69)	101	3,1 ± 0,26 (2,77-3,71)	23	3,09 ± 0,18 (2,85-3,6)
S151	♀	82	2,9 ± 0,12 (2,76-3,2)	71	2,95 ± 0,12 (2,77-3,22)	24	3,07 ± 0,13 (2,85-3,28)
	♂	66	3,43 ± 0,17 (3,1-3,69)	41	3,36 ± 0,24 (2,9-3,71)	6	3,42 ± 0,22 (3,07-3,6)
	gG	148	3,1 ± 0,29 (2,76-3,69)	112	3,1 ± 0,26 (2,77-3,71)	30	3,13 ± 0,2 (2,85-3,6)
S161	♀	84	2,9 ± 0,12 (2,76-3,2)	73	2,94 ± 0,12 (2,77-3,22)	26	3,06 ± 0,13 (2,85-3,28)
	♂	73	3,42 ± 0,17 (3,1-3,69)	48	3,39 ± 0,24 (2,9-3,71)	13	3,57 ± 0,16 (3,42-4,04)
	gG	157	3,2 ± 0,29 (2,76-3,69)	121	3,1 ± 0,28 (2,77-3,71)	39	3,22 ± 0,28 (2,85-4,04)
S174	♀			73	2,94 ± 0,12 (2,77-3,22)	26	3,06 ± 0,13 (2,85-3,28)
	♂			53	3,38 ± 0,24 (2,9-3,71)	19	3,56 ± 0,22 (3,07-4,04)
	gG			126	3,1 ± 0,28 (2,77-3,71)	45	3,26 ± 0,3 (2,85-4,04)
S182	♀					32	3,04 ± 0,15 (2,85-3,28)
	♂					20	3,52 ± 0,23 (3,07-4,04)
	gG					52	3,22 ± 0,3 (2,85-4,04)
SJP	♀	58	2,9 ± 0,1 (2,76-3,2)	49	2,92 ± 0,09 (2,77-3,22)	11	3,04 ± 0,08 (2,86-3,11)
	♂	45	3,44 ± 0,19 (3,1-3,69)	20	3,33 ± 0,29 (2,9-3,71)	0	-
	gG	103	3,1 ± 0,31 (2,76-3,69)	69	3 ± 0,25 (2,77-3,71)	11	3,04 ± 0,08 (2,86-3,11)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); P4 = LT 151-161; P5 = LT 161-174; P6 = LT 174-182; Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 36: Futterverwertungen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 10 % von Phase 1 bis 3

			Futterverwertung (Szenario M - 10 %)				
	G	n	P1	n	P2	n	P3
Ist	♀	109	2,15 ± 0,26 (1,65-3,36)	108	2,77 ± 1,17 (1,95-13,92)	107	2,83 ± 0,72 (2-8,56)
	♂	107	2,17 ± 0,25 (1,77-3,29)	105	2,93 ± 1,47 (1,92-17,18)	103	3,04 ± 0,47 (2,39-4,85)
	gG	216	2,16 ± 0,25 (1,65-3,36)	213	2,85 ± 1,32 (1,92-17,18)	210	2,93 ± 0,62 (2-8,56)
S77	♀	73	2,12 ± 0,24 (1,65-3,07)	72	2,86 ± 1,4 (1,95-13,92)	71	2,82 ± 0,45 (2-3,88)
	♂	75	2,14 ± 0,25 (1,77-3,29)	73	3 ± 1,73 (1,92-17,18)	71	3,1 ± 0,51 (2,39-4,85)
	gG	148	2,13 ± 0,24 (1,65-3,29)	145	2,93 ± 1,57 (1,92-17,18)	142	2,96 ± 0,5 (2-4,85)
S119	♀	91	2,1 ± 0,22 (1,65-3,07)	90	2,78 ± 1,27 (1,95-13,92)	89	2,85 ± 0,75 (2-8,56)
	♂	83	2,11 ± 0,18 (1,77-2,62)	81	2,99 ± 1,64 (1,92-17,18)	79	3,06 ± 0,49 (2,39-4,85)
	gG	174	2,11* ± 0,2 (1,65-3,07)	171	2,88 ± 1,46 (1,92-17,18)	168	2,95 ± 0,65 (2-8,56)
S138	♀			89	2,73 ± 1,27 (1,95-13,92)	88	2,84 ± 0,75 (2-8,56)
	♂			82	2,77 ± 0,39 (1,92-3,93)	81	3,04 ± 0,49 (2,39-4,85)
	gG			171	2,75 ± 0,96 (1,92-13,92)	169	2,94 ± 0,65 (2-8,56)
S151	♀					92	2,83 ± 0,72 (2-8,56)
	♂					87	3,02 ± 0,48 (2,39-4,85)
	gG					179	2,91 ± 0,63 (2-8,56)
S161	♀						
	♂						
	gG						
S174	♀						
	♂						
	gG						
SJP	♀	71	2,11 ± 0,24 (1,65-3,07)	68	2,85 ± 1,43 (1,95-13,92)	67	2,8 ± 0,44 (2-3,88)
	♂	73	2,11 ± 0,19 (1,77-2,62)	68	2,81 ± 0,4 (1,92-3,93)	67	3,09 ± 0,52 (2,39-4,85)
	gG	144	2,11 ± 0,21 (1,65-3,07)	136	2,83 ± 1,05 (1,92-13,92)	134	2,95 ± 0,5 (2-4,85)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); P1 = LT 77-118; P2 = LT 119-138; P3 = 138-151; Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 37: Futterverwertungen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 10 % von Phase 4 bis 6

			Futterverwertung (Szenario M - 10 %)				
	G	n	P4	n	P5	n	P6
Ist	♀	96	2,77 ± 1,95 (-14,33-6,32)	85	4,33 ± 4,29 (2,66-42,54)	38	3,83 ± 1,7 (1,81-10,89)
	♂	82	2,19 ± 4,27 (-32,42-6,98)	57	3,33 ± 2,68 (-14,84-8,51)	22	3,43 ± 0,68 (2,38-4,97)
	gG	178	2,5 ± 3,23 (-32,42-6,98)	142	3,94 ± 3,76 (-14,84-42,54)	60	3,69 ± 1,43 (1,81-10,89)
S77	♀	62	2,96 ± 0,86 (1,62-6,32)	53	4 ± 1,04 (2,84-7,09)	14	4,41 ± 2,23 (2,32-10,89)
	♂	50	2,51 ± 2,27 (-10,63-6,98)	26	3,69 ± 0,93 (2,36-7,09)	4	3,27 ± 0,69 (2,38-4)
	gG	112	2,8 ± 1,65 (-10,63-6,98)	79	3,9 ± 1,01 (2,36-7,09)	18	4,15 ± 2,03 (2,32-10,89)
S119	♀	78	2,9 ± 0,8 (1,62-6,32)	67	3,86 ± 0,95 (2,66-7,09)	21	4,21 ± 1,91 (2,32-10,89)
	♂	58	2,56 ± 2,11 (-10,63-6,98)	33	3,56 ± 0,87 (2,36-7,09)	5	3,32 ± 0,76 (2,38-4,2)
	gG	136	2,7 ± 1,51 (-10,63-6,98)	100	3,8 ± 0,93 (2,36-7,09)	26	4,07 ± 1,79 (2,32-10,89)
S138	♀	77	2,8 ± 0,75 (1,62-6,32)	66	3,82 ± 0,87 (2,66-7,09)	19	3,73 ± 1,19 (2-6,97)
	♂	60	2,53 ± 2,06 (-10,63-6,98)	35	3,57 ± 0,94 (2,36-7,09)	4	3,19 ± 0,93 (2,38-4,2)
	gG	137	2,7 ± 1,48 (-10,63-6,98)	101	3,7 ± 0,89 (2,36-7,09)	23	3,65 ± 1,16 (2-6,97)
S151	♀	82	2,9 ± 0,8 (1,62-6,32)	71	3,8 ± 0,85 (2,66-7,09)	24	3,7 ± 1,18 (2-6,97)
	♂	66	2,53 ± 1,99 (-10,63-6,98)	41	3,7 ± 1,18 (2,36-8,51)	6	3,03 ± 0,74 (2,38-4,2)
	gG	148	2,7 ± 1,46 (-10,63-6,98)	112	3,8 ± 0,98 (2,36-8,51)	30	3,58 ± 1,14 (2-6,97)
S161	♀	84	2,9 ± 0,8 (1,62-6,32)	73	3,79 ± 0,84 (2,66-7,09)	26	3,96 ± 1,81 (2-10,89)
	♂	73	2,72 ± 1,04 (-3,88-6,98)	48	3,58 ± 0,99 (2,36-8,51)	13	3,49 ± 0,71 (2,4-4,97)
	gG	157	2,8 ± 0,92 (-3,88-6,98)	121	3,7 ± 0,9 (2,36-8,51)	39	3,81 ± 1,55 (2-10,89)
S174	♀			73	3,79 ± 0,84 (2,66-7,09)	26	3,96 ± 1,81 (2-10,89)
	♂			53	3,59 ± 0,94 (2,36-8,51)	19	3,5 ± 0,69 (2,4-4,97)
	gG			126	3,7 ± 0,89 (2,36-8,51)	45	3,77 ± 1,47 (2-10,89)
S182	♀					32	3,73 ± 1,72 (2-10,89)
	♂					20	3,44 ± 0,7 (2,38-4,97)
	gG					52	3,62 ± 1,41 (2-10,89)
SJP	♀	58	2,9 ± 0,83 (1,62-6,32)	49	3,91 ± 0,93 (2,84-7,09)	11	3,62 ± 1,05 (2,32-5,44)
	♂	45	2,73 ± 1,27 (-3,88-6,98)	20	3,47 ± 0,59 (2,36-4,73)	0	-
	gG	103	2,8 ± 1,04 (-3,88-6,98)	69	3,8 ± 0,87 (2,36-7,09)	11	3,62 ± 1,05 (2,32-5,44)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); P4 = LT 151-161; P5 = LT 161-174; P6 = LT 174-182; Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 38: Lebendmassen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 15 % von LT 77 bis 151

			Lebendmasse (kg; Szenario M - 15 %)						
	G	n	LT 77	n	LT 119	n	LT 138	n	LT 151
Ist	♀	112	32,3 ± 6,25 (18-47)	109	70,7 ± 8,82 (46-90)	108	87,4 ± 9,36 (60-109)	107	100 ± 9,77 (68-124)
	♂	112	32,2 ± 6,38 (18-46)	107	73,3 ± 9,24 (55-97)	105	92,1 ± 9,57 (75-115)	103	105 ± 9,83 (85-130)
	gG	224	32,2 ± 6,3 (18-47)	216	72 ± 9,1 (46-97)	213	89,7 ± 9,73 (60-115)	210	102 ± 10,15 (68-130)
S77	♀	87	34,6** ± 4,76 (28-47)	84	74** ± 6,37 (63-90)	83	90,8** ± 6,98 (77-109)	82	103** ± 7,46 (86-124)
	♂	80	35,3*** ± 4,72 (28-46)	78	77,1** ± 7,59 (57-97)	76	95,9** ± 8,11 (77-115)	74	109** ± 8,58 (88-130)
	gG	167	34,9*** ± 4,74 (28-47)	162	75,5*** ± 7,13 (57-97)	159	93,2* ± 7,95 (77-115)	156	106*** ± 8,51 (86-130)
S119	♀			98	72,7 ± 6,84 (62-90)	97	89,5 ± 7,24 (77-109)	96	102 ± 7,73 (86-124)
	♂			91	75,7* ± 7,69 (63-97)	89	94,3 ± 8,51 (76-115)	87	108 ± 8,69 (92-130)
	gG			189	74,1* ± 7,4 (62-97)	186	91,8* ± 8,22 (76-115)	183	105* ± 8,66 (86-130)
S138	♀					98	89,4 ± 7,29 (77-109)	97	102 ± 7,8 (86-124)
	♂					99	93 ± 9 (79-115)	97	106 ± 9,19 (91-130)
	gG					197	91,2 ± 8,38 (77-115)	194	104 ± 8,8 (86-130)
S151	♀							99	101 ± 8,05 (85-124)
	♂							99	106 ± 9,34 (91-130)
	gG							198	104 ± 8,99 (85-130)
S161	♀								
	♂								
	gG								
S174	♀								
	♂								
	gG								
SJP	♀	87	34,6** ± 4,76 (28-47)	84	74** ± 6,37 (63-90)	83	90,8** ± 6,98 (77-109)	82	103** ± 7,46 (86-124)
	♂	80	35,3*** ± 4,72 (28-46)	75	77,8*** ± 6,75 (67-97)	73	96,6** ± 7,59 (80-115)	71	110** ± 7,94 (93-130)
	gG	167	34,9*** ± 4,74 (28-47)	159	75,8*** ± 6,8 (63-97)	156	93,5*** ± 7,81 (77-115)	153	106*** ± 8,34 (86-130)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 39: Lebendmassen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 15 % von LT 161 bis 182

			Lebendmasse (kg; Szenario M - 15 %)				
	G	n	LT 161	n	LT 174	n	LT 182
Ist	♀	96	108 ± 9,42 (77-123)	85	117 ± 9,72 (83-131)	38	116 ± 9,49 (89-131)
	♂	82	112 ± 8,43 (90-128)	57	120 ± 8,85 (87-132)	22	119 ± 6,9 (95-129)
	gG	178	110 ± 9,27 (77-128)	142	119 ± 9,46 (83-132)	60	117 ± 8,76 (89-131)
S77	♀	72	111** ± 6,45 (93-123)	61	121* ± 6,37 (99-131)	17	119 ± 6,81 (103-125)
	♂	53	116* ± 7,62 (97-128)	28	122 ± 8,77 (100-132)	5	116 ± 3,36 (112-120)
	gG	125	113** ± 7,29 (93-128)	89	121* ± 7,19 (99-132)	22	118 ± 6,2 (103-125)
S119	♀	85	110 ± 6,63 (93-123)	74	120* ± 6,32 (99-131)	27	120 ± 6,3 (103-131)
	♂	66	114 ± 7,29 (97-128)	41	123 ± 7,61 (100-132)	10	120 ± 3,71 (112-125)
	gG	151	112* ± 7,26 (93-128)	115	121* ± 6,87 (99-132)	37	120 ± 5,72 (103-131)
S138	♀	86	110 ± 6,65 (93-123)	75	120* ± 6,31 (99-131)	28	120 ± 6,19 (103-131)
	♂	76	113 ± 7,85 (90-128)	51	122 ± 8,61 (87-132)	16	120 ± 7,98 (95-129)
	gG	162	112 ± 7,43 (90-128)	126	121 ± 7,33 (87-132)	44	120 ± 6,77 (95-131)
S151	♀	88	109 ± 7,4 (82-123)	77	119 ± 7,73 (83-131)	30	119 ± 7,68 (94-131)
	♂	78	113 ± 7,96 (90-128)	53	121 ± 8,6 (87-132)	18	120 ± 7,47 (95-129)
	gG	166	111 ± 7,87 (82-128)	130	120 ± 8,11 (83-132)	48	119 ± 7,55 (94-131)
S161	♀	88	110 ± 7,02 (93-123)	77	120 ± 6,71 (99-131)	30	120 ± 6,16 (103-131)
	♂	81	113 ± 8,09 (97-128)	56	121 ± 7,69 (100-132)	21	121 ± 4,13 (112-129)
	gG	169	111 ± 7,69 (93-128)	133	120 ± 7,14 (99-132)	51	120 ± 5,42 (103-131)
S174	♀			79	119 ± 7,09 (100-131)	32	119 ± 6,29 (103-131)
	♂			55	121 ± 7,21 (103-132)	21	121 ± 4,13 (112-129)
	gG			134	120 ± 7,18 (100-132)	53	120 ± 5,58 (103-131)
S182	♀					36	117 ± 7,67 (100-131)
	♂					20	121 ± 4,13 (112-129)
	gG					56	119 ± 6,78 (100-131)
SJP	♀	72	111** ± 6,45 (93-123)	60	121** ± 5,74 (100-131)	16	120 ± 5,84 (103-125)
	♂	50	116** ± 6,95 (97-128)	24	124 ± 6,93 (103-132)	3	117 ± 4,36 (112-120)
	gG	122	113** ± 7,12 (93-128)	84	122** ± 6,22 (100-132)	19	119 ± 5,61 (103-125)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 40: Tägliche Zunahmen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 15 % von Phase 1 bis 3

		Tägliche Zunahme (kg; Szenario M - 15 %)					
	G	n	P1	n	P2	n	P3
Ist	♀	109	0,92 ± 0,1 (0,57-1,17)	108	0,937 ± 0,17 (0,17-1,28)	107	1,029 ± 0,17 (0,33-1,33)
	♂	107	0,971 ± 0,11 (0,62-1,21)	105	1,058 ± 0,17 (0,17-1,56)	103	1,095 ± 0,16 (0,67-1,42)
	gG	216	0,945 ± 0,11 (0,57-1,21)	213	0,996 ± 0,18 (0,17-1,56)	210	1,061 ± 0,17 (0,33-1,42)
S77	♀	84	0,942 ± 0,09 (0,67-1,17)	83	0,939 ± 0,19 (0,17-1,28)	82	1,033 ± 0,15 (0,75-1,33)
	♂	78	0,994 ± 0,11 (0,62-1,21)	76	1,059 ± 0,18 (0,17-1,56)	74	1,084 ± 0,17 (0,67-1,42)
	gG	162	0,967* ± 0,1 (0,62-1,21)	159	0,997 ± 0,19 (0,17-1,56)	156	1,057 ± 0,16 (0,67-1,42)
S119	♀	98	0,937 ± 0,09 (0,67-1,17)	97	0,944 ± 0,18 (0,17-1,28)	96	1,029 ± 0,17 (0,33-1,33)
	♂	91	0,998* ± 0,08 (0,79-1,21)	89	1,047 ± 0,17 (0,17-1,56)	87	1,099 ± 0,16 (0,67-1,42)
	gG	189	0,966* ± 0,09 (0,67-1,21)	186	0,993 ± 0,18 (0,17-1,56)	183	1,062 ± 0,17 (0,33-1,42)
S138	♀			98	0,944 ± 0,18 (0,17-1,28)	97	1,027 ± 0,17 (0,33-1,33)
	♂			99	1,062 ± 0,17 (0,17-1,56)	97	1,098 ± 0,15 (0,67-1,42)
	gG			197	1,004 ± 0,18 (0,17-1,56)	194	1,063 ± 0,17 (0,33-1,42)
S151	♀					99	1,029 ± 0,17 (0,33-1,33)
	♂					99	1,102 ± 0,16 (0,67-1,42)
	gG					198	1,064 ± 0,17 (0,33-1,42)
S161	♀						
	♂						
	gG						
S174	♀						
	♂						
	gG						
SJP	♀	84	0,942 ± 0,09 (0,67-1,17)	83	0,939 ± 0,19 (0,17-1,28)	82	1,033 ± 0,15 (0,75-1,33)
	♂	75	1,006* ± 0,09 (0,79-1,21)	73	1,053 ± 0,18 (0,17-1,56)	71	1,089 ± 0,17 (0,67-1,42)
	gG	159	0,972* ± 0,1 (0,67-1,21)	156	0,992 ± 0,19 (0,17-1,56)	153	1,059 ± 0,16 (0,67-1,42)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); P4 = LT 151-161; P5 = LT 161-174; P6 = LT 174-182; Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 41: Tägliche Zunahmen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 15 % von Phase 4 bis 6

			Tägliche Zunahme (kg; Szenario M - 15 %)				
	G	n	P4	n	P5	n	P6
Ist	♀	96	1,035 ± 0,26 (-0,2-1,78)	85	0,943 ± 0,2 (0,08-1,33)	38	0,906 ± 0,32 (0,29-1,57)
	♂	82	1,198 ± 0,43 (-0,8-2,56)	57	0,997 ± 0,26 (-0,25-1,5)	22	1,062 ± 0,18 (0,71-1,43)
	gG	178	1,11 ± 0,36 (-0,8-2,56)	142	0,965 ± 0,23 (-0,25-1,5)	60	0,961 ± 0,28 (0,29-1,57)
S77	♀	72	1,056 ± 0,24 (0,44-1,78)	61	0,941 ± 0,19 (0,5-1,33)	17	0,807 ± 0,29 (0,29-1,29)
	♂	53	1,171 ± 0,44 (-0,8-2)	28	1,009 ± 0,2 (0,5-1,5)	5	1,058 ± 0,16 (0,86-1,29)
	gG	125	1,105 ± 0,34 (-0,8-2)	89	0,962 ± 0,19 (0,5-1,5)	22	0,864 ± 0,29 (0,29-1,29)
S119	♀	85	1,059 ± 0,23 (0,44-1,78)	74	0,957 ± 0,18 (0,5-1,33)	27	0,862 ± 0,3 (0,29-1,43)
	♂	66	1,18 ± 0,41 (-0,8-2)	41	1,029 ± 0,2 (0,5-1,5)	10	1,08 ± 0,13 (0,86-1,29)
	gG	151	1,112 ± 0,32 (-0,8-2)	115	0,982 ± 0,19 (0,5-1,5)	37	0,917 ± 0,28 (0,29-1,43)
S138	♀	86	1,063 ± 0,23 (0,44-1,78)	75	0,959 ± 0,18 (0,5-1,33)	28	0,862 ± 0,3 (0,29-1,43)
	♂	76	1,2 ± 0,45 (-0,8-2,56)	51	1,005 ± 0,28 (-0,25-1,5)	16	1,067 ± 0,19 (0,71-1,43)
	gG	162	1,127 ± 0,36 (-0,8-2,56)	126	0,977 ± 0,23 (-0,25-1,5)	44	0,934 ± 0,28 (0,29-1,43)
S151	♀	88	1,047 ± 0,27 (-0,2-1,78)	77	0,946 ± 0,21 (0,08-1,33)	30	0,905 ± 0,33 (0,29-1,57)
	♂	78	1,199 ± 0,44 (-0,8-2,56)	53	1,002 ± 0,27 (-0,25-1,5)	18	1,076 ± 0,18 (0,71-1,43)
	gG	166	1,118 ± 0,37 (-0,8-2,56)	130	0,968 ± 0,24 (-0,25-1,5)	48	0,967 ± 0,3 (0,29-1,57)
S161	♀	88	1,061 ± 0,23 (0,44-1,78)	77	0,958 ± 0,18 (0,5-1,33)	30	0,895 ± 0,31 (0,29-1,43)
	♂	81	1,214 ± 0,41 (-0,8-2,56)	56	1,02 ± 0,2 (0,42-1,5)	21	1,058 ± 0,19 (0,71-1,43)
	gG	169	1,134 ± 0,34 (-0,8-2,56)	133	0,984 ± 0,19 (0,42-1,5)	51	0,96 ± 0,28 (0,29-1,43)
S174	♀			79	0,964 ± 0,17 (0,5-1,33)	32	0,902 ± 0,3 (0,29-1,43)
	♂			55	1,02 ± 0,2 (0,42-1,5)	21	1,058 ± 0,19 (0,71-1,43)
	gG			134	0,987 ± 0,19 (0,42-1,5)	53	0,962 ± 0,27 (0,29-1,43)
S182	♀					36	0,897 ± 0,3 (0,29-1,43)
	♂					20	1,058 ± 0,19 (0,71-1,43)
	gG					56	0,954 ± 0,27 (0,29-1,43)
SJP	♀	72	1,056 ± 0,24 (0,44-1,78)	60	0,949 ± 0,18 (0,5-1,33)	16	0,813 ± 0,3 (0,29-1,29)
	♂	50	1,171 ± 0,45 (-0,8-2)	24	1,014 ± 0,21 (0,5-1,5)	3	1,144 ± 0,15 (1-1,29)
	gG	122	1,103 ± 0,34 (-0,8-2)	84	0,967 ± 0,19 (0,5-1,5)	19	0,865 ± 0,31 (0,29-1,29)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); P4 = LT 151-161; P5 = LT 161-174; P6 = LT 174-182; Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 42: Futteraufnahmen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 15 % von Phase 1 bis 3

		Futteraufnahme (kg; Szenario M-15 %)					
	G	n	P1	n	P2	n	P3
Ist	♀	109	1,94 ± 0,09 (1,79-2,12)	108	2,45 ± 0,08 (2,32-2,59)	107	2,81 ± 0,08 (2,67-2,91)
	♂	107	2,1 ± 0,14 (1,89-2,38)	105	2,92 ± 0,08 (2,79-3,06)	103	3,26 ± 0,12 (3,12-3,54)
	gG	216	2,02 ± 0,14 (1,79-2,38)	213	2,68 ± 0,25 (2,32-3,06)	210	3,03 ± 0,25 (2,67-3,54)
S77	♀	84	1,96 ± 0,09 (1,79-2,12)	83	2,45 ± 0,09 (2,32-2,59)	82	2,82 ± 0,08 (2,67-2,91)
	♂	78	2,13 ± 0,14 (1,89-2,38)	76	2,94 ± 0,08 (2,79-3,06)	74	3,27 ± 0,13 (3,12-3,54)
	gG	162	2,04 ± 0,14 (1,79-2,38)	159	2,68 ± 0,26 (2,32-3,06)	156	3,03 ± 0,25 (2,67-3,54)
S119	♀	98	1,95 ± 0,08 (1,79-2,12)	97	2,46 ± 0,09 (2,32-2,59)	96	2,82 ± 0,07 (2,67-2,91)
	♂	91	2,12 ± 0,14 (1,89-2,38)	89	2,93 ± 0,08 (2,79-3,06)	87	3,27 ± 0,13 (3,12-3,54)
	gG	189	2,03* ± 0,14 (1,79-2,38)	186	2,68 ± 0,25 (2,32-3,06)	183	3,03 ± 0,25 (2,67-3,54)
S138	♀			98	2,45 ± 0,09 (2,32-2,59)	97	2,81 ± 0,08 (2,67-2,91)
	♂			99	2,93 ± 0,08 (2,79-3,06)	97	3,27 ± 0,12 (3,12-3,54)
	gG			197	2,69 ± 0,25 (2,32-3,06)	194	3,04 ± 0,25 (2,67-3,54)
S151	♀					99	2,81 ± 0,08 (2,67-2,91)
	♂					99	3,27 ± 0,12 (3,12-3,54)
	gG					198	3,03 ± 0,25 (2,67-3,54)
S161	♀						
	♂						
	gG						
S174	♀						
	♂						
	gG						
SJP	♀	84	1,96 ± 0,09 (1,79-2,12)	83	2,45 ± 0,09 (2,32-2,59)	82	2,82 ± 0,08 (2,67-2,91)
	♂	75	2,14 ± 0,14 (1,89-2,38)	73	2,94 ± 0,08 (2,79-3,06)	71	3,28 ± 0,13 (3,12-3,54)
	gG	159	2,05 ± 0,14 (1,79-2,38)	156	2,68 ± 0,26 (2,32-3,06)	153	3,03 ± 0,25 (2,67-3,54)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); P1 = LT 77-118; P2 = LT 119-138; P3 = 138-151; Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 43: Futteraufnahmen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 15 % von Phase 4 bis 6

			Futteraufnahme (kg; Szenario M - 15 %)				
	G	n	P4	n	P5	n	P6
Ist	♀	96	2,92 ± 0,12 (2,76-3,2)	85	2,93 ± 0,13 (2,77-3,22)	38	3,02 ± 0,15 (2,85-3,28)
	♂	82	3,43 ± 0,17 (3,1-3,69)	57	3,38 ± 0,24 (2,9-3,71)	22	3,53 ± 0,23 (3,07-4,04)
	gG	178	3,15 ± 0,29 (2,76-3,69)	142	3,11 ± 0,28 (2,77-3,71)	60	3,2 ± 0,3 (2,85-4,04)
S77	♀	72	2,9 ± 0,1 (2,76-3,2)	61	2,93 ± 0,1 (2,77-3,22)	17	3,04 ± 0,1 (2,85-3,15)
	♂	53	3,43 ± 0,18 (3,1-3,69)	28	3,34 ± 0,26 (2,9-3,71)	5	3,41 ± 0,21 (3,07-3,6)
	gG	125	3,1 ± 0,3 (2,76-3,69)	89	3,1 ± 0,25 (2,77-3,71)	22	3,12 ± 0,21 (2,85-3,6)
S119	♀	85	2,9 ± 0,12 (2,76-3,2)	74	2,94 ± 0,12 (2,77-3,22)	27	3,06 ± 0,13 (2,85-3,28)
	♂	66	3,42 ± 0,18 (3,1-3,69)	41	3,35 ± 0,25 (2,9-3,71)	10	3,54 ± 0,25 (3,07-4,04)
	gG	151	3,1 ± 0,29 (2,76-3,69)	115	3,1 ± 0,26 (2,77-3,71)	37	3,18 ± 0,27 (2,85-4,04)
S138	♀	86	2,9 ± 0,12 (2,76-3,2)	75	2,94 ± 0,12 (2,77-3,22)	28	3,05 ± 0,13 (2,85-3,28)
	♂	76	3,42 ± 0,18 (3,1-3,69)	51	3,37 ± 0,25 (2,9-3,71)	16	3,57 ± 0,23 (3,07-4,04)
	gG	162	3,2 ± 0,29 (2,76-3,69)	126	3,1 ± 0,28 (2,77-3,71)	44	3,24 ± 0,3 (2,85-4,04)
S151	♀	88	2,9 ± 0,12 (2,76-3,2)	77	2,94 ± 0,12 (2,77-3,22)	30	3,06 ± 0,14 (2,85-3,28)
	♂	78	3,42 ± 0,17 (3,1-3,69)	53	3,38 ± 0,25 (2,9-3,71)	18	3,56 ± 0,22 (3,07-4,04)
	gG	166	3,2 ± 0,29 (2,76-3,69)	130	3,1 ± 0,28 (2,77-3,71)	48	3,24 ± 0,3 (2,85-4,04)
S161	♀	88	2,9 ± 0,12 (2,76-3,2)	77	2,94 ± 0,12 (2,77-3,22)	30	3,06 ± 0,14 (2,85-3,28)
	♂	81	3,42 ± 0,17 (3,1-3,69)	56	3,37 ± 0,24 (2,9-3,71)	21	3,52 ± 0,23 (3,07-4,04)
	gG	169	3,2 ± 0,29 (2,76-3,69)	133	3,1 ± 0,28 (2,77-3,71)	51	3,24 ± 0,29 (2,85-4,04)
S174	♀			79	2,94 ± 0,13 (2,77-3,22)	32	3,04 ± 0,15 (2,85-3,28)
	♂			55	3,37 ± 0,24 (2,9-3,71)	21	3,52 ± 0,23 (3,07-4,04)
	gG			134	3,1 ± 0,28 (2,77-3,71)	53	3,22 ± 0,3 (2,85-4,04)
S182	♀					36	3,03 ± 0,15 (2,85-3,28)
	♂					20	3,52 ± 0,23 (3,07-4,04)
	gG					56	3,21 ± 0,3 (2,85-4,04)
SJP	♀	72	2,9 ± 0,1 (2,76-3,2)	60	2,93 ± 0,1 (2,77-3,22)	16	3,04 ± 0,1 (2,85-3,15)
	♂	50	3,43 ± 0,18 (3,1-3,69)	24	3,34 ± 0,27 (2,9-3,71)	3	3,41 ± 0,29 (3,07-3,6)
	gG	122	3,1 ± 0,3 (2,76-3,69)	84	3 ± 0,25 (2,77-3,71)	19	3,09 ± 0,2 (2,85-3,6)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); P4 = LT 151-161; P5 = LT 161-174; P6 = LT 174-182; Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 44: Futterverwertungen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 15 % von Phase 1 bis 3

		Futterverwertung (Szenario M - 15 %)					
	G	n	P1	n	P2	n	P3
Ist	♀	109	2,15 ± 0,26 (1,65-3,36)	108	2,77 ± 1,17 (1,95-13,92)	107	2,83 ± 0,72 (2-8,56)
	♂	107	2,17 ± 0,25 (1,77-3,29)	105	2,93 ± 1,47 (1,92-17,18)	103	3,04 ± 0,47 (2,39-4,85)
	gG	216	2,16 ± 0,25 (1,65-3,36)	213	2,85 ± 1,32 (1,92-17,18)	210	2,93 ± 0,62 (2-8,56)
S77	♀	84	2,12 ± 0,24 (1,65-3,07)	83	2,8 ± 1,32 (1,95-13,92)	82	2,79 ± 0,44 (2-3,88)
	♂	78	2,14 ± 0,25 (1,77-3,29)	76	2,99 ± 1,7 (1,92-17,18)	74	3,09 ± 0,51 (2,39-4,85)
	gG	162	2,13 ± 0,24 (1,65-3,29)	159	2,89 ± 1,51 (1,92-17,18)	156	2,93 ± 0,49 (2-4,85)
S119	♀	98	2,12 ± 0,22 (1,65-3,07)	97	2,77 ± 1,23 (1,95-13,92)	96	2,84 ± 0,74 (2-8,56)
	♂	91	2,11 ± 0,18 (1,77-2,62)	89	2,99 ± 1,58 (1,92-17,18)	87	3,04 ± 0,48 (2,39-4,85)
	gG	189	2,11 ± 0,2 (1,65-3,07)	186	2,87 ± 1,41 (1,92-17,18)	183	2,93 ± 0,63 (2-8,56)
S138	♀			98	2,76 ± 1,22 (1,95-13,92)	97	2,84 ± 0,73 (2-8,56)
	♂			99	2,93 ± 1,5 (1,92-17,18)	97	3,04 ± 0,47 (2,39-4,85)
	gG			197	2,85 ± 1,37 (1,92-17,18)	194	2,94 ± 0,62 (2-8,56)
S151	♀					99	2,83 ± 0,72 (2-8,56)
	♂					99	3,02 ± 0,47 (2,39-4,85)
	gG					198	2,92 ± 0,62 (2-8,56)
S161	♀						
	♂						
	gG						
S174	♀						
	♂						
	gG						
SJP	♀	84	2,12 ± 0,24 (1,65-3,07)	83	2,8 ± 1,32 (1,95-13,92)	82	2,79 ± 0,44 (2-3,88)
	♂	75	2,11 ± 0,19 (1,77-2,62)	73	3,01 ± 1,73 (1,92-17,18)	71	3,08 ± 0,51 (2,39-4,85)
	gG	159	2,11 ± 0,22 (1,65-3,07)	156	2,9 ± 1,52 (1,92-17,18)	153	2,93 ± 0,5 (2-4,85)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); P1 = LT 77-118; P2 = LT 119-138; P3 = 138-151; Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 45: Futterverwertungen der Selektionsgruppen des Szenarios M – 15 % von Phase 4 bis 6

			Futterverwertung (Szenario M - 15 %)				
	G	n	P4	n	P5	n	P6
Ist	♀	96	2,77 ± 1,95 (-14,33-6,32)	85	4,33 ± 4,29 (2,66-42,54)	38	3,83 ± 1,7 (1,81-10,89)
	♂	82	2,19 ± 4,27 (-32,42-6,98)	57	3,33 ± 2,68 (-14,84-8,51)	22	3,43 ± 0,68 (2,38-4,97)
	gG	178	2,5 ± 3,23 (-32,42-6,98)	142	3,94 ± 3,76 (-14,84-42,54)	60	3,69 ± 1,43 (1,81-10,89)
S77	♀	72	2,91 ± 0,82 (1,62-6,32)	61	3,96 ± 1,01 (2,66-7,09)	17	4,37 ± 2,06 (2,32-10,89)
	♂	53	2,53 ± 2,21 (-10,63-6,98)	28	3,68 ± 0,92 (2,36-7,09)	5	3,3 ± 0,6 (2,38-4)
	gG	125	2,8 ± 1,57 (-10,63-6,98)	89	3,9 ± 0,98 (2,36-7,09)	22	4,13 ± 1,87 (2,32-10,89)
S119	♀	85	2,9 ± 0,83 (1,62-6,32)	74	3,88 ± 0,95 (2,66-7,09)	27	4,09 ± 1,85 (2-10,89)
	♂	66	2,6 ± 1,99 (-10,63-6,98)	41	3,61 ± 0,9 (2,36-7,09)	10	3,33 ± 0,52 (2,38-4,2)
	gG	151	2,8 ± 1,46 (-10,63-6,98)	115	3,8 ± 0,94 (2,36-7,09)	37	3,9 ± 1,65 (2-10,89)
S138	♀	86	2,9 ± 0,84 (1,62-6,32)	75	3,87 ± 0,95 (2,66-7,09)	28	4,07 ± 1,82 (2-10,89)
	♂	76	2,12 ± 4,43 (-32,42-6,98)	51	3,28 ± 2,83 (-14,84-8,51)	16	3,47 ± 0,77 (2,38-4,97)
	gG	162	2,5 ± 3,11 (-32,42-6,98)	126	3,6 ± 1,95 (-14,84-8,51)	44	3,86 ± 1,55 (2-10,89)
S151	♀	88	2,7 ± 2,02 (-14,33-6,32)	77	4,38 ± 4,5 (2,66-42,54)	30	3,93 ± 1,83 (1,81-10,89)
	♂	78	2,14 ± 4,37 (-32,42-6,98)	53	3,3 ± 2,78 (-14,84-8,51)	18	3,42 ± 0,73 (2,38-4,97)
	gG	166	2,5 ± 3,34 (-32,42-6,98)	130	3,9 ± 3,92 (-14,84-42,54)	48	3,75 ± 1,53 (1,81-10,89)
S161	♀	88	2,9 ± 0,83 (1,62-6,32)	77	3,87 ± 0,94 (2,66-7,09)	30	3,95 ± 1,81 (2-10,89)
	♂	81	2,61 ± 1,81 (-10,63-6,98)	56	3,66 ± 1,04 (2,36-8,51)	21	3,44 ± 0,7 (2,38-4,97)
	gG	169	2,8 ± 1,39 (-10,63-6,98)	133	3,8 ± 0,98 (2,36-8,51)	51	3,74 ± 1,48 (2-10,89)
S174	♀			79	3,82 ± 0,85 (2,66-7,09)	32	3,87 ± 1,77 (2-10,89)
	♂			55	3,66 ± 1,04 (2,36-8,51)	21	3,44 ± 0,7 (2,38-4,97)
	gG			134	3,8 ± 0,93 (2,36-8,51)	53	3,7 ± 1,46 (2-10,89)
S182	♀					36	3,86 ± 1,7 (2-10,89)
	♂					20	3,44 ± 0,7 (2,38-4,97)
	gG					56	3,71 ± 1,43 (2-10,89)
SJP	♀	72	2,9 ± 0,82 (1,62-6,32)	60	3,91 ± 0,93 (2,66-7,09)	16	4,38 ± 2,13 (2,32-10,89)
	♂	50	2,51 ± 2,27 (-10,63-6,98)	24	3,68 ± 0,96 (2,36-7,09)	3	3,03 ± 0,6 (2,38-3,55)
	gG	122	2,7 ± 1,59 (-10,63-6,98)	84	3,8 ± 0,94 (2,36-7,09)	19	4,17 ± 2,02 (2,32-10,89)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); P4 = LT 151-161; P5 = LT 161-174; P6 = LT 174-182; Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 46: Lebendmassen der Selektionsgruppen im Szenario M – 20 % von LT 77 bis 151

			Lebendmasse (kg; Szenario M - 20 %)						
	G	n	LT 77	n	LT 119	n	LT 138	n	LT 151
Ist	♀	112	32,3 ± 6,25 (18-47)	109	70,7 ± 8,82 (46-90)	108	87,4 ± 9,36 (60-109)	107	100 ± 9,77 (68-124)
	♂	112	32,2 ± 6,38 (18-46)	107	73,3 ± 9,24 (55-97)	105	92,1 ± 9,57 (75-115)	103	105 ± 9,83 (85-130)
	gG	224	32,2 ± 6,3 (18-47)	216	72 ± 9,1 (46-97)	213	89,7 ± 9,73 (60-115)	210	102 ± 10,15 (68-130)
S77	♀	99	33,7 ± 5,14 (26-47)	96	72,9 ± 6,73 (62-90)	95	89,7 ± 7,17 (77-109)	94	102 ± 7,72 (86-124)
	♂	92	34,1* ± 5,27 (26-46)	89	75,6 ± 8,12 (57-97)	87	94,5 ± 8,53 (77-115)	85	108 ± 8,95 (88-130)
	gG	191	33,9** ± 5,2 (26-47)	185	74,2** ± 7,54 (57-97)	182	92* ± 8,2 (77-115)	179	105* ± 8,76 (86-130)
S119	♀			101	72,2 ± 7,17 (57-90)	100	89 ± 7,6 (72-109)	99	101 ± 8,05 (85-124)
	♂			103	73,9 ± 8,75 (59-97)	101	92,7 ± 9,25 (76-115)	99	106 ± 9,5 (88-130)
	gG			204	73,1 ± 8,03 (57-97)	201	90,9 ± 8,64 (72-115)	198	104 ± 9,06 (85-130)
S138	♀					102	88,7 ± 7,95 (70-109)	101	101 ± 8,33 (84-124)
	♂					105	92,1 ± 9,57 (75-115)	103	105 ± 9,83 (85-130)
	gG					207	90,4 ± 8,95 (70-115)	204	103 ± 9,33 (84-130)
S151	♀							105	100 ± 9 (80-124)
	♂							103	105 ± 9,83 (85-130)
	gG							208	103 ± 9,71 (80-130)
S161	♀								
	♂								
	gG								
S174	♀								
	♂								
	gG								
SJP	♀	99	33,7 ± 5,14 (26-47)	96	72,9 ± 6,73 (62-90)	95	89,7 ± 7,17 (77-109)	94	102 ± 7,72 (86-124)
	♂	92	34,1* ± 5,27 (26-46)	88	75,9* ± 7,92 (59-97)	86	94,7* ± 8,38 (77-115)	84	108 ± 8,76 (88-130)
	gG	191	33,9** ± 5,2 (26-47)	184	74,3** ± 7,45 (59-97)	181	92,1* ± 8,15 (77-115)	178	105* ± 8,71 (86-130)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 47: Lebendmassen der Selektionsgruppen im Szenario M – 20 % von LT 161 bis 182

			Lebendmasse (kg; Szenario M - 20 %)				
	G	n	LT 161	n	LT 174	n	LT 182
Ist	♀	96	108 ± 9,42 (77-123)	85	117 ± 9,72 (83-131)	38	116 ± 9,49 (89-131)
	♂	82	112 ± 8,43 (90-128)	57	120 ± 8,85 (87-132)	22	119 ± 6,9 (95-129)
	gG	178	110 ± 9,27 (77-128)	142	119 ± 9,46 (83-132)	60	117 ± 8,76 (89-131)
S77	♀	83	110* ± 6,56 (93-123)	72	120* ± 6,25 (99-131)	25	120 ± 6,36 (103-131)
	♂	64	114 ± 8,12 (90-128)	39	122 ± 9,85 (87-132)	9	116 ± 8,75 (95-124)
	gG	147	112* ± 7,54 (90-128)	111	121* ± 7,69 (87-132)	34	119 ± 7,14 (95-131)
S119	♀	88	109 ± 7,4 (82-123)	77	119 ± 7,73 (83-131)	30	119 ± 7,68 (94-131)
	♂	78	113 ± 8,19 (90-128)	53	121 ± 8,88 (87-132)	18	119 ± 7,28 (95-127)
	gG	166	111 ± 7,96 (82-128)	130	120 ± 8,22 (83-132)	48	119 ± 7,46 (94-131)
S138	♀	90	109 ± 7,79 (82-123)	79	119 ± 8,01 (83-131)	32	118 ± 7,71 (94-131)
	♂	82	112 ± 8,43 (90-128)	57	120 ± 8,85 (87-132)	22	119 ± 6,9 (95-129)
	gG	172	111 ± 8,25 (82-128)	136	120 ± 8,37 (83-132)	54	119 ± 7,35 (94-131)
S151	♀	94	108 ± 8,59 (82-123)	83	118 ± 8,8 (83-131)	36	117 ± 8,11 (94-131)
	♂	82	112 ± 8,43 (90-128)	57	120 ± 8,85 (87-132)	22	119 ± 6,9 (95-129)
	gG	176	110 ± 8,75 (82-128)	140	119 ± 8,86 (83-132)	58	118 ± 7,71 (94-131)
S161	♀	93	108 ± 8,19 (88-123)	82	119 ± 7,94 (99-131)	35	118 ± 7,17 (103-131)
	♂	82	112 ± 8,43 (90-128)	57	120 ± 8,85 (87-132)	22	119 ± 6,9 (95-129)
	gG	175	110 ± 8,51 (88-128)	139	119 ± 8,34 (87-132)	57	118 ± 7,06 (95-131)
S174	♀			83	118 ± 8,3 (95-131)	36	117 ± 7,67 (100-131)
	♂			56	121 ± 7,69 (100-132)	21	121 ± 4,13 (112-129)
	gG			139	119 ± 8,14 (95-132)	57	119 ± 6,78 (100-131)
S182	♀					37	117 ± 8,48 (94-131)
	♂					20	121 ± 4,13 (112-129)
	gG					57	118 ± 7,46 (94-131)
SJP	♀	83	110* ± 6,56 (93-123)	72	120* ± 6,25 (99-131)	25	120 ± 6,36 (103-131)
	♂	63	115 ± 7,95 (90-128)	37	123 ± 8 (100-132)	7	119 ± 4,34 (112-124)
	gG	146	112* ± 7,49 (90-128)	109	121* ± 6,97 (99-132)	32	120 ± 5,93 (103-131)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 48: Tägliche Zunahmen der Selektionsgruppen im Szenario M – 20 % von Phase 1 bis 3

			Tägliche Zunahme (kg; Szenario M - 20 %)				
	G	n	P1	n	P2	n	P3
Ist	♀	109	0,92 ± 0,1 (0,57-1,17)	108	0,937 ± 0,17 (0,17-1,28)	107	1,029 ± 0,17 (0,33-1,33)
	♂	107	0,971 ± 0,11 (0,62-1,21)	105	1,058 ± 0,17 (0,17-1,56)	103	1,095 ± 0,16 (0,67-1,42)
	gG	216	0,945 ± 0,11 (0,57-1,21)	213	0,996 ± 0,18 (0,17-1,56)	210	1,061 ± 0,17 (0,33-1,42)
S77	♀	96	0,938 ± 0,09 (0,67-1,17)	95	0,943 ± 0,18 (0,17-1,28)	94	1,026 ± 0,17 (0,33-1,33)
	♂	89	0,985 ± 0,1 (0,62-1,21)	87	1,061 ± 0,17 (0,17-1,56)	85	1,087 ± 0,16 (0,67-1,42)
	gG	185	0,96 ± 0,1 (0,62-1,21)	182	0,999 ± 0,19 (0,17-1,56)	179	1,055 ± 0,17 (0,33-1,42)
S119	♀	101	0,934 ± 0,09 (0,67-1,17)	100	0,942 ± 0,18 (0,17-1,28)	99	1,029 ± 0,17 (0,33-1,33)
	♂	103	0,979 ± 0,1 (0,62-1,21)	101	1,053 ± 0,17 (0,17-1,56)	99	1,095 ± 0,15 (0,67-1,42)
	gG	204	0,957 ± 0,1 (0,62-1,21)	201	0,998 ± 0,18 (0,17-1,56)	198	1,062 ± 0,16 (0,33-1,42)
S138	♀			102	0,941 ± 0,17 (0,17-1,28)	101	1,031 ± 0,17 (0,33-1,33)
	♂			105	1,058 ± 0,17 (0,17-1,56)	103	1,095 ± 0,16 (0,67-1,42)
	gG			207	1 ± 0,18 (0,17-1,56)	204	1,063 ± 0,16 (0,33-1,42)
S151	♀					105	1,029 ± 0,17 (0,33-1,33)
	♂					103	1,095 ± 0,16 (0,67-1,42)
	gG					208	1,061 ± 0,17 (0,33-1,42)
S161	♀						
	♂						
	gG						
S174	♀						
	♂						
	gG						
SJP	♀	96	0,944 ± 0,09 (0,67-1,17)	95	0,957 ± 0,18 (0,17-1,28)	94	1,04 ± 0,15 (0,75-1,33)
	♂	88	1,004* ± 0,08 (0,79-1,21)	86	1,08 ± 0,15 (0,72-1,56)	84	1,096 ± 0,16 (0,67-1,42)
	gG	184	0,972** ± 0,09 (0,67-1,21)	181	1,015 ± 0,17 (0,17-1,56)	178	1,066 ± 0,16 (0,67-1,42)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); P4 = LT 151-161; P5 = LT 161-174; P6 = LT 174-182; Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 49: Tägliche Zunahmen der Selektionsgruppen im Szenario M – 20 % von Phase 4 bis 6

			Tägliche Zunahme (kg; Szenario M - 20 %)				
	G	n	P4	n	P5	n	P6
Ist	♀	96	1,035 ± 0,26 (-0,2-1,78)	85	0,943 ± 0,2 (0,08-1,33)	38	0,906 ± 0,32 (0,29-1,57)
	♂	82	1,198 ± 0,43 (-0,8-2,56)	57	0,997 ± 0,26 (-0,25-1,5)	22	1,062 ± 0,18 (0,71-1,43)
	gG	178	1,11 ± 0,36 (-0,8-2,56)	142	0,965 ± 0,23 (-0,25-1,5)	60	0,961 ± 0,28 (0,29-1,57)
S77	♀	83	1,063 ± 0,23 (0,44-1,78)	72	0,959 ± 0,19 (0,5-1,33)	25	0,84 ± 0,29 (0,29-1,43)
	♂	64	1,165 ± 0,44 (-0,8-2)	39	1,002 ± 0,28 (-0,25-1,5)	9	1,017 ± 0,15 (0,86-1,29)
	gG	147	1,107 ± 0,34 (-0,8-2)	111	0,974 ± 0,22 (-0,25-1,5)	34	0,887 ± 0,27 (0,29-1,43)
S119	♀	88	1,047 ± 0,27 (-0,2-1,78)	77	0,946 ± 0,21 (0,08-1,33)	30	0,905 ± 0,33 (0,29-1,57)
	♂	78	1,195 ± 0,44 (-0,8-2,56)	53	0,998 ± 0,27 (-0,25-1,5)	18	1,034 ± 0,16 (0,71-1,29)
	gG	166	1,116 ± 0,37 (-0,8-2,56)	130	0,967 ± 0,24 (-0,25-1,5)	48	0,951 ± 0,29 (0,29-1,57)
S138	♀	90	1,042 ± 0,27 (-0,2-1,78)	79	0,948 ± 0,2 (0,08-1,33)	32	0,911 ± 0,33 (0,29-1,57)
	♂	82	1,198 ± 0,43 (-0,8-2,56)	57	0,997 ± 0,26 (-0,25-1,5)	22	1,062 ± 0,18 (0,71-1,43)
	gG	172	1,116 ± 0,36 (-0,8-2,56)	136	0,969 ± 0,23 (-0,25-1,5)	54	0,97 ± 0,29 (0,29-1,57)
S151	♀	94	1,036 ± 0,27 (-0,2-1,78)	83	0,946 ± 0,2 (0,08-1,33)	36	0,921 ± 0,32 (0,29-1,57)
	♂	82	1,198 ± 0,43 (-0,8-2,56)	57	0,997 ± 0,26 (-0,25-1,5)	22	1,062 ± 0,18 (0,71-1,43)
	gG	176	1,111 ± 0,36 (-0,8-2,56)	140	0,966 ± 0,23 (-0,25-1,5)	58	0,973 ± 0,28 (0,29-1,57)
S161	♀	93	1,049 ± 0,23 (0,44-1,78)	82	0,956 ± 0,18 (0,5-1,33)	35	0,902 ± 0,3 (0,29-1,43)
	♂	82	1,198 ± 0,43 (-0,8-2,56)	57	0,997 ± 0,26 (-0,25-1,5)	22	1,062 ± 0,18 (0,71-1,43)
	gG	175	1,119 ± 0,35 (-0,8-2,56)	139	0,973 ± 0,22 (-0,25-1,5)	57	0,962 ± 0,27 (0,29-1,43)
S174	♀			83	0,957 ± 0,18 (0,5-1,33)	36	0,897 ± 0,3 (0,29-1,43)
	♂			56	1,001 ± 0,24 (0-1,5)	21	1,058 ± 0,19 (0,71-1,43)
	gG			139	0,975 ± 0,21 (0-1,5)	57	0,954 ± 0,27 (0,29-1,43)
S182	♀					37	0,915 ± 0,32 (0,29-1,57)
	♂					20	1,058 ± 0,19 (0,71-1,43)
	gG					57	0,965 ± 0,28 (0,29-1,57)
SJP	♀	83	1,073 ± 0,22 (0,44-1,78)	72	0,971 ± 0,17 (0,5-1,33)	25	0,863 ± 0,29 (0,29-1,43)
	♂	63	1,228 ± 0,37 (-0,8-2)	37	1,059 ± 0,18 (0,75-1,5)	7	1,021 ± 0,15 (0,86-1,29)
	gG	146	1,137 ± 0,3 (-0,8-2)	109	1 ± 0,18 (0,5-1,5)	32	0,9 ± 0,27 (0,29-1,43)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); P4 = LT 151-161; P5 = LT 161-174; P6 = LT 174-182; Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 50: Futteraufnahmen der Selektionsgruppen im Szenario M – 20 % von Phase 1 bis 3

		Futteraufnahme (kg; Szenario M - 20 %)					
	G	n	P1	n	P2	n	P3
Ist	♀	109	1,94 ± 0,09 (1,79-2,12)	108	2,45 ± 0,08 (2,32-2,59)	107	2,81 ± 0,08 (2,67-2,91)
	♂	107	2,1 ± 0,14 (1,89-2,38)	105	2,92 ± 0,08 (2,79-3,06)	103	3,26 ± 0,12 (3,12-3,54)
	gG	216	2,02 ± 0,14 (1,79-2,38)	213	2,68 ± 0,25 (2,32-3,06)	210	3,03 ± 0,25 (2,67-3,54)
S77	♀	96	1,96 ± 0,08 (1,79-2,12)	95	2,46 ± 0,09 (2,32-2,59)	94	2,82 ± 0,07 (2,67-2,91)
	♂	89	2,12 ± 0,14 (1,89-2,38)	87	2,93 ± 0,08 (2,79-3,06)	85	3,27 ± 0,13 (3,12-3,54)
	gG	185	2,03 ± 0,14 (1,79-2,38)	182	2,68 ± 0,25 (2,32-3,06)	179	3,03 ± 0,25 (2,67-3,54)
S119	♀	101	1,95 ± 0,09 (1,79-2,12)	100	2,45 ± 0,09 (2,32-2,59)	99	2,81 ± 0,08 (2,67-2,91)
	♂	103	2,11 ± 0,14 (1,89-2,38)	101	2,92 ± 0,08 (2,79-3,06)	99	3,26 ± 0,12 (3,12-3,54)
	gG	204	2,03 ± 0,14 (1,79-2,38)	201	2,69 ± 0,25 (2,32-3,06)	198	3,04 ± 0,25 (2,67-3,54)
S138	♀			102	2,45 ± 0,08 (2,32-2,59)	101	2,81 ± 0,08 (2,67-2,91)
	♂			105	2,92 ± 0,08 (2,79-3,06)	103	3,26 ± 0,12 (3,12-3,54)
	gG			207	2,69 ± 0,25 (2,32-3,06)	204	3,04 ± 0,25 (2,67-3,54)
S151	♀					105	2,81 ± 0,08 (2,67-2,91)
	♂					103	3,26 ± 0,12 (3,12-3,54)
	gG					208	3,03 ± 0,25 (2,67-3,54)
S161	♀						
	♂						
	gG						
S174	♀						
	♂						
	gG						
SJP	♀	96	1,96 ± 0,08 (1,79-2,12)	95	2,46 ± 0,09 (2,32-2,59)	94	2,82 ± 0,07 (2,67-2,91)
	♂	88	2,13 ± 0,14 (1,89-2,38)	86	2,93 ± 0,08 (2,79-3,06)	84	3,27 ± 0,13 (3,12-3,54)
	gG	184	2,04 ± 0,14 (1,79-2,38)	181	2,68 ± 0,25 (2,32-3,06)	178	3,03 ± 0,25 (2,67-3,54)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); P1 = LT 77-118; P2 = LT 119-138; P3 = 138-151; Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 51: Futteraufnahmen der Selektionsgruppen im Szenario M – 20 % von Phase 4 bis 6

			Futteraufnahme (kg; Szenario M - 20 %)				
	G	n	P4	n	P5	n	P6
Ist	♀	96	2,92 ± 0,12 (2,76-3,2)	85	2,93 ± 0,13 (2,77-3,22)	38	3,02 ± 0,15 (2,85-3,28)
	♂	82	3,43 ± 0,17 (3,1-3,69)	57	3,38 ± 0,24 (2,9-3,71)	22	3,53 ± 0,23 (3,07-4,04)
	gG	178	3,15 ± 0,29 (2,76-3,69)	142	3,11 ± 0,28 (2,77-3,71)	60	3,2 ± 0,3 (2,85-4,04)
S77	♀	83	2,9 ± 0,12 (2,76-3,2)	72	2,94 ± 0,11 (2,77-3,22)	25	3,06 ± 0,12 (2,85-3,28)
	♂	64	3,43 ± 0,17 (3,1-3,69)	39	3,37 ± 0,25 (2,9-3,71)	9	3,54 ± 0,25 (3,07-4,04)
	gG	147	3,1 ± 0,29 (2,76-3,69)	111	3,1 ± 0,27 (2,77-3,71)	34	3,19 ± 0,27 (2,85-4,04)
S119	♀	88	2,9 ± 0,12 (2,76-3,2)	77	2,94 ± 0,12 (2,77-3,22)	30	3,06 ± 0,14 (2,85-3,28)
	♂	78	3,42 ± 0,17 (3,1-3,69)	53	3,37 ± 0,24 (2,9-3,71)	18	3,53 ± 0,25 (3,07-4,04)
	gG	166	3,2 ± 0,29 (2,76-3,69)	130	3,1 ± 0,28 (2,77-3,71)	48	3,23 ± 0,3 (2,85-4,04)
S138	♀	90	2,9 ± 0,12 (2,76-3,2)	79	2,94 ± 0,12 (2,77-3,22)	32	3,04 ± 0,14 (2,85-3,28)
	♂	82	3,43 ± 0,17 (3,1-3,69)	57	3,38 ± 0,24 (2,9-3,71)	22	3,53 ± 0,23 (3,07-4,04)
	gG	172	3,2 ± 0,29 (2,76-3,69)	136	3,1 ± 0,28 (2,77-3,71)	54	3,23 ± 0,3 (2,85-4,04)
S151	♀	94	2,9 ± 0,12 (2,76-3,2)	83	2,94 ± 0,13 (2,77-3,22)	36	3,03 ± 0,15 (2,85-3,28)
	♂	82	3,43 ± 0,17 (3,1-3,69)	57	3,38 ± 0,24 (2,9-3,71)	22	3,53 ± 0,23 (3,07-4,04)
	gG	176	3,2 ± 0,29 (2,76-3,69)	140	3,1 ± 0,28 (2,77-3,71)	58	3,22 ± 0,3 (2,85-4,04)
S161	♀	93	2,9 ± 0,12 (2,76-3,2)	82	2,94 ± 0,13 (2,77-3,22)	35	3,04 ± 0,15 (2,85-3,28)
	♂	82	3,43 ± 0,17 (3,1-3,69)	57	3,38 ± 0,24 (2,9-3,71)	22	3,53 ± 0,23 (3,07-4,04)
	gG	175	3,2 ± 0,29 (2,76-3,69)	139	3,1 ± 0,28 (2,77-3,71)	57	3,22 ± 0,3 (2,85-4,04)
S174	♀			83	2,94 ± 0,13 (2,77-3,22)	36	3,03 ± 0,15 (2,85-3,28)
	♂			56	3,31 ± 0,51 (0-3,71)	21	3,52 ± 0,23 (3,07-4,04)
	gG			139	3,1 ± 0,38 (0-3,71)	57	3,21 ± 0,3 (2,85-4,04)
S182	♀					37	3,03 ± 0,15 (2,85-3,28)
	♂					20	3,52 ± 0,23 (3,07-4,04)
	gG					57	3,2 ± 0,3 (2,85-4,04)
SJP	♀	83	2,9 ± 0,12 (2,76-3,2)	72	2,94 ± 0,11 (2,77-3,22)	25	3,07 ± 0,12 (2,85-3,28)
	♂	63	3,43 ± 0,18 (3,1-3,69)	37	3,37 ± 0,25 (2,9-3,71)	7	3,55 ± 0,29 (3,07-4,04)
	gG	146	3,1 ± 0,29 (2,76-3,69)	109	3,1 ± 0,26 (2,77-3,71)	32	3,18 ± 0,26 (2,85-4,04)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); P4 = LT 151-161; P5 = LT 161-174; P6 = LT 174-182; Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 52: Futterverwertungen der Selektionsgruppen im Szenario M – 20 % von Phase 1 bis 3

		Futterverwertung (Selektionsszenario 20 %)					
	G	n	P1	n	P2	n	P3
Ist	♀	109	2,15 ± 0,26 (1,65-3,36)	108	2,77 ± 1,17 (1,95-13,92)	107	2,83 ± 0,72 (2-8,56)
	♂	107	2,17 ± 0,25 (1,77-3,29)	105	2,93 ± 1,47 (1,92-17,18)	103	3,04 ± 0,47 (2,39-4,85)
	gG	216	2,16 ± 0,25 (1,65-3,36)	213	2,85 ± 1,32 (1,92-17,18)	210	2,93 ± 0,62 (2-8,56)
S77	♀	96	2,12 ± 0,23 (1,65-3,07)	95	2,78 ± 1,24 (1,95-13,92)	94	2,85 ± 0,74 (2-8,56)
	♂	89	2,15 ± 0,24 (1,77-3,29)	87	2,95 ± 1,59 (1,92-17,18)	85	3,07 ± 0,48 (2,39-4,85)
	gG	185	2,13 ± 0,23 (1,65-3,29)	182	2,86 ± 1,42 (1,92-17,18)	179	2,96 ± 0,64 (2-8,56)
S119	♀	101	2,12 ± 0,22 (1,65-3,07)	100	2,77 ± 1,21 (1,95-13,92)	99	2,84 ± 0,73 (2-8,56)
	♂	103	2,15 ± 0,22 (1,77-3,29)	101	2,95 ± 1,49 (1,92-17,18)	99	3,04 ± 0,47 (2,39-4,85)
	gG	204	2,13 ± 0,22 (1,65-3,29)	201	2,86 ± 1,36 (1,92-17,18)	198	2,94 ± 0,62 (2-8,56)
S138	♀			102	2,77 ± 1,2 (1,95-13,92)	101	2,83 ± 0,72 (2-8,56)
	♂			105	2,93 ± 1,47 (1,92-17,18)	103	3,04 ± 0,47 (2,39-4,85)
	gG			207	2,85 ± 1,34 (1,92-17,18)	204	2,94 ± 0,62 (2-8,56)
S151	♀					105	2,83 ± 0,72 (2-8,56)
	♂					103	3,04 ± 0,47 (2,39-4,85)
	gG					208	2,93 ± 0,62 (2-8,56)
S161	♀						
	♂						
	gG						
S174	♀						
	♂						
	gG						
SJP	♀	96	2,1 ± 0,22 (1,65-3,07)	95	2,74 ± 1,28 (1,95-13,92)	94	2,77 ± 0,43 (2-3,88)
	♂	88	2,11 ± 0,19 (1,77-2,62)	86	2,77 ± 0,4 (1,92-3,93)	84	3,05 ± 0,49 (2,39-4,85)
	gG	184	2,11 ± 0,2 (1,65-3,07)	181	2,75 ± 0,97 (1,92-13,92)	178	2,9 ± 0,48 (2-4,85)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); P1 = LT 77-118; P2 = LT 119-138; P3 = 138-151; Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 53: Futterverwertungen der Selektionsgruppen im Szenario M – 20 % von Phase 4 bis 6

			Futterverwertung (Selektionsszenario 20 %)				
	G	n	P4	n	P5	n	P6
Ist	♀	96	2,77 ± 1,95 (-14,33-6,32)	85	4,33 ± 4,29 (2,66-42,54)	38	3,83 ± 1,7 (1,81-10,89)
	♂	82	2,19 ± 4,27 (-32,42-6,98)	57	3,33 ± 2,68 (-14,84-8,51)	22	3,43 ± 0,68 (2,38-4,97)
	gG	178	2,50 ± 3,23 (-32,42-6,98)	142	3,94 ± 3,76 (-14,84-42,54)	60	3,69 ± 1,43 (1,81-10,89)
S77	♀	83	2,89 ± 0,78 (1,62-6,32)	72	3,87 ± 0,96 (2,66-7,09)	25	4,19 ± 1,87 (2,11-10,89)
	♂	64	2,03 ± 4,82 (-32,42-6,98)	39	3,08 ± 3,1 (-14,84-7,09)	9	3,56 ± 0,68 (2,38-4,7)
	gG	147	2,5 ± 3,25 (-32,42-6,98)	111	3,6 ± 2,00 (-14,84-7,09)	34	4,02 ± 1,65 (2,11-10,89)
S119	♀	88	2,7 ± 2,02 (-14,33-6,32)	77	4,38 ± 4,50 (2,66-42,54)	30	3,93 ± 1,83 (1,81-10,89)
	♂	78	2,16 ± 4,37 (-32,42-6,98)	53	3,31 ± 2,78 (-14,84-8,51)	18	3,51 ± 0,68 (2,38-4,97)
	gG	166	2,50 ± 3,34 (-32,42-6,98)	130	3,90 ± 3,92 (-14,84-42,54)	48	3,78 ± 1,52 (1,81-10,89)
S138	♀	90	2,70 ± 2,00 (-14,33-6,32)	79	4,35 ± 4,45 (2,66-42,54)	32	3,88 ± 1,79 (1,81-10,89)
	♂	82	2,19 ± 4,27 (-32,42-6,98)	57	3,33 ± 2,68 (-14,84-8,51)	22	3,43 ± 0,68 (2,38-4,97)
	gG	172	2,50 ± 3,28 (-32,42-6,98)	136	3,9 ± 3,84 (-14,84-42,54)	54	3,7 ± 1,47 (1,81-10,89)
S151	♀	94	2,80 ± 1,97 (-14,33-6,32)	83	4,33 ± 4,34 (2,66-42,54)	36	3,8 ± 1,73 (1,81-10,89)
	♂	82	2,19 ± 4,27 (-32,42-6,98)	57	3,33 ± 2,68 (-14,84-8,51)	22	3,43 ± 0,68 (2,38-4,97)
	gG	176	2,50 ± 3,25 (-32,42-6,98)	140	3,90 ± 3,78 (-14,84-42,54)	58	3,66 ± 1,44 (1,81-10,89)
S161	♀	93	3,00 ± 0,83 (1,62-6,32)	82	3,87 ± 0,91 (2,66-7,09)	35	3,85 ± 1,72 (2-10,89)
	♂	82	2,19 ± 4,27 (-32,42-6,98)	57	3,33 ± 2,68 (-14,84-8,51)	22	3,43 ± 0,68 (2,38-4,97)
	gG	175	2,60 ± 3,00 (-32,42-6,98)	139	3,7 ± 1,85 (-14,84-8,51)	57	3,69 ± 1,43 (2-10,89)
S174	♀			83	3,86 ± 0,90 (2,66-7,09)	36	3,86 ± 1,7 (2-10,89)
	♂			56	3,6 ± 1,14 (0-8,51)	21	3,44 ± 0,7 (2,38-4,97)
	gG			139	3,8 ± 1,01 (0-8,51)	57	3,71 ± 1,43 (2-10,89)
S182	♀					37	3,8 ± 1,71 (1,81-10,89)
	♂					20	3,44 ± 0,7 (2,38-4,97)
	gG					57	3,68 ± 1,44 (1,81-10,89)
SJP	♀	83	2,90 ± 0,74 (1,62-6,32)	72	3,79 ± 0,85 (2,66-7,09)	25	4,08 ± 1,88 (2,11-10,89)
	♂	63	2,73 ± 1,14 (-3,88-6,98)	37	3,44 ± 0,6 (2,36-4,73)	7	3,57 ± 0,74 (2,38-4,7)
	gG	146	2,80 ± 0,92 (-3,88-6,98)	109	3,7 ± 0,79 (2,36-7,09)	32	3,96 ± 1,68 (2,11-10,89)

LT = Lebenstag; n = Stichprobenumfang; G = Geschlecht (♀ = weiblich, ♂ = Borg, gG = Gesamtheit); P4 = LT 151-161; P5 = LT 161-174; P6 = LT 174-182; Grau unterlegte Zellen entsprechen dem Istzustand. Mit mindestens einem Stern versehene Daten kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selektions- und Ausgangsgruppe; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tab. 54: Verbleib der Ohrmarken während der Mastperiode (Einzeltierdaten)

	Analoge Ohrmarke											Transponderohrmarke										
LT	26	77	119	138	151	161	174	182	188	199	210	26	77	119	138	151	161	174	182	188	199	210
Tier																						
1			B	B	B																	
2																						
3				A	A	A																
4			B	B	B	B	B															
5																						
6					A	A																
7																						
8						A	A															
9			A	A	B	B																
10			A	A	A																	
11				A	A																	
12																						
13	B	B	B	B	B																	
14																						
15						A	A	A	A	A	A											
16																B	B					
17			A	B	B	B	B									B	B	B				
18	A	A	B	B	B	B	B															
19																						
20	A	A	B	B	B	B	B															
21																						
22																						
23	B	B	B	B	B																	
24	A	B	B	B	B																	
25																						
26	B	B	B	B	B	B																
27	B	B	B	B	B	B	B									B	B	B				
28	B	B	B	B	B	B	B	B														
29																						
30																						
31																						
32			B	B	B	B																
33																						
34			A	A	A	A																
35																						
36				B	B	B	B															
37			B	B	B	B	B															
38																						

	Analoge Ohrmarke											Transponderohrmarke										
LT	26	77	119	138	151	161	174	182	188	199	210	26	77	119	138	151	161	174	182	188	199	210
Tier																						
39					A	A	A															
40																						
41			B	B	B	B	B															
42																						
43																						
44						A	A	A	A	A	A											
45																						
46	A	A	B	B	B																	
47																	B	B	B			
48				A	A	A	A	A	A									B	B	B		
49																						
50																						
51	A	A	B	B	B	B	B	B	B									B	B	B		
52																						
53																						
54																						
55	A	B	B	B	B																	
56			B	B	B	B	B															
57						A	A															
58	A	A	A	A	A	A	A	A	B													
59	A	B	B	B	B	B	B															
60	A	B	B	B	B																	
61																						
62	A	B	B	B	B	B	B															
63			A	B	B	B	B															
64				A	A																	
65						A																
66	A	A	B	B	B	B																
67	A	B	B	B	B	B																
68																						
69	B	B	B	B	B																	
70																						
71					A	A	A															
72	A	A	A	A	A	A	A															
73																						
74																						
75	A	B	B	B	B	B	B	B										A	A			
76																						
77	A	A	B	B	B	B	B															

	Analoge Ohrmarke											Transponderohrmarke										
LT	26	77	119	138	151	161	174	182	188	199	210	26	77	119	138	151	161	174	182	188	199	210
Tier																						
78					A	A	A															
79							A															
80	A	B	B	B	B	B	B	B														
81			B	B	B	B	B															
82			A	A	A	A	A															
83						A	A	A														
84	A	B	B	B	B	B																
85						A	A															
86																						
87																						
88			A	A	A	A																
89				A	A	A																
90																						
91			A	A	B																	
92																						
93																						
94																						
95					A	A																
96																						
97	A	A	B	B	B	B	B															
98	B	A	B	B	B	B	B	B														
99	A	B	A	B	B	B	B	B														
100																						
101			A	A	A	A	A															
102																						
103	A	B	B	B	B	B	B															
104						A	A															
105				A	A	A	B	B														
106					A	A	A	A	A	A												
107																						
108	A	A	B	B	B	B	B	B	B													
109	B	B	B	B	B	B																
110																						
111						A	A	A	A													
112	A	B	B	B	B	B	B															
113				A	A	A	A	A	A	A							B	B	B	B	B	
114																	B	B	B	B		
115	A	B	B	B	B	B	B	B								B	B	B	B			
116																						

	Analoge Ohrmarke											Transponderohrmarke										
LT	26	77	119	138	151	161	174	182	188	199	210	26	77	119	138	151	161	174	182	188	199	210
Tier																						
117																						
118																						
119																						
120																			B	B		
121																						
122				A	A																	
123	A	B	B	B	B	B	B															
124	A	B	B	B	B	B	B															
125				A	A	A	A	A														
126					A	A																
127		B	B	B	B	B	B	B	B	B												
128	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B											B	
129				A	A	A	A	A	A	A								A	A	A	A	
130																						
131	A	B	B	B	B																	
132	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B											
133			A	A	A	B	B	B														
134		B	B	B	B	B	B	B														
135							A	A	A	A	A							A	A	A	A	A
136	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B										A	A	
137		B	B	B	B	B	B															
138																						
139		B	B	B	B	B	B	B	B													
140	A	B	B	B	B	B	B															
141	B	B	B	B	B	B	B	B	B													
142																						
143	A	B	B	B	B	B	B															
144	A	B	B	B	B	B	B	B														
145																						
146				A	A	A	A															
147																						
148																						
149																						
150					A	A	A															
151			A	A	A	A	A	A	A													
152				A	A	A																
153					A	A	A	A														
154			A	A	A	A	A															
155	B	B	B	B	B	B	B															

	Analoge Ohrmarke											Transponderohrmarke										
LT	26	77	119	138	151	161	174	182	188	199	210	26	77	119	138	151	161	174	182	188	199	210
Tier																						
156	A	B	B	B	B	B	B	B	B													
157			A	A	A	A	A															
158					A	A	A	A	A													
159	A	B	B	B	B	B	B															
160		A	B	B	B	B	B															
161																						
162						A	A	A	A													
163																						
164					A	A	A															
165	A	A	B	B	B	B	B															
166																						
167		B																				
168	A	B	B	B	B	B	B															
169					A	A	A	A	A													
170																				A		
171																						
172		A	A	B	B	B																
173		B	B	B	B	B	B															
174	A	B	B	B	B	B																
175																						
176					A	A	A															
177		B	B	B	B	B	B															
178		B	B	B	B	B	B	B														
179					A																	
180		B	B	B	B																	
181		B	B	B	B	B	B	B	B													
182		B	B	B	B	B																
183	B	B	B	B	B	B	B									B						
184	A	B	B	B	B																	
185			A	A	A	A	A															
186			A	A	A	A	A	A	A	A								A	A	A	A	
187																						
188			A	A	A	A	A															
189					A	A	A															
190																						
191																						
192		A	A	B	B	B	B	B	B	B	B											B
193	A	B	B	B	B	B	B															
194		A	A	A	B	B	B															

	Analoge Ohrmarke											Transponderohrmarke										
LT	26	77	119	138	151	161	174	182	188	199	210	26	77	119	138	151	161	174	182	188	199	210
Tier																						
195	A	B	B	B	B	B	B															
196	A	A	A	A	A	A	A															
197																						
198																						
199		B	B	B	B	B																
200																						
201		B	B	B																		
202					A	A	A	A	A													
203				B	B											B	B	B				
204		B	B	B	B	B	B	B	B							A	A	A	A	A		
205																						
206				A	A	A	A															
207																						
208			A	A	A	A	A	A	A													
209	B	B	B	B	B	B	B															
210			A	A	A	A	A	A	A													
211																						
212																						
213	A	B	B	B	B	B	B											B				
214																						
215																						
216																						
217																						
218		B	B	B	B	B																
219					A	A																
220			A	A	B	B	B	B	B													
221																						
222			B	B																		
223																						
224																						

LT = Lebenstag, A = Ohrmarke sitzt nicht mehr fest im Ohr; B = Ohrmarke fehlt

Tab. 55: Einzeltierdaten der bonitierten Ohrenverletzungen während der Mastperiode

	Ohrverletzungen																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
1																			
2																			
3	B																		
4																			
5	A																		
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19	A																		
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25	A		A	A						A									
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			
32			A																
33																			
34																			
35																			
36																			
37																			
38																			

	Ohrverletzungen																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
39																			
40																			
41	B		B																
42			A																
43																			
44																			
45																			
46																			
47																			
48	A																		
49																			
50	A																		
51																			
52																			
53	B																		
54	C																		
55																			
56																			
57																			
58																			
59																			
60																			
61	B		B	B	A														
62																			
63	A																		
64	A																		
65	A																		
66																			
67	C		B	A															
68																			
69																			
70																			
71	A																		
72	B		A																
73																			
74																			
75	B		C	C	B	C													
76	B	B					A												
77																			

	Ohrverletzungen																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
78	B		A																
79	A																		
80	B			A															
81																			
82	A																		
83																			
84																			
85	B																		
86																			
87																			
88	A																		
89	A																		
90	A																		
91																			
92			A																
93																			
94																			
95																			
96																			
97				B	A	B	B												
98																			
99																			
100	C	C	C	C	C	C	A	B											
101			B	B	C	A													
102	A	A	A	B	B	A													
103																			
104				A															
105																			
106																			
107																			
108																			
109				A															
110																			
111																			
112																			
113																			
114																			
115																			
116	B	B																	

	Ohrverletzungen																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
117																			
118																			
119	A	A																	
120																			
121																			
122																			
123																			
124	A	A																	
125																			
126																			
127																			
128																			
129	B	B																	
130																			
131																			
132																			
133																			
134																			
135																			
136																			
137	A	A																	
138																			
139																			
140																			
141	A	A																	
142																			
143																			
144																			
145																			
146																			
147																			
148																			
149																			
150																			
151																			
152																			
153																			
154	A	A																	
155																			

	Ohrverletzungen																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
156																			
157																			
158																			
159																			
160												A							
161					A														
162																			
163																			
164																			
165	A	A																	
166	A	A																	
167																			
168																			
169																			
170																			
171	A	A																	
172	A	A																	
173	A	A																	
174																			
175																			
176	A	A																	
177	A	A																	
178							A												
179																			
180																			
181	C	C																	
182																			
183	A	A					A												
184	A	A																	
185	A	A																	
186	A	A																	
187							A												
188																			
189	B	B																	
190																			
191	B	B					A												
192																			
193																			
194	B	B																	

	Ohrverletzungen																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
195																			
196																			
197																			
198																			
199																			
200																			
201																			
202																			
203																			
204	A	A																	
205	B	B					A												
206																			
207																			
208																			
209																			
210																			
211																			
212																			
213																			
214																			
215																			
216																			
217	A	A																	
218																			
219																			
220																			
221																			
222																			
223																			
224																			

LT = Lebenstag, A = geringgradige Verletzung; B = mittelgradige Verletzung; C = hochgradige Verletzung; s. Tab. 11

Tab. 56: Einzeltierdaten der bonitierten Schwanzverletzungen während der Mastperiode

	Schwanzverletzungen																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8			A																
9																			
10																			
11			A																
12																			
13								A											
14																			
15																			
16			A																
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22	A																		
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29										A	A	A	B						
30									A					A					
31							A				A	B							
32											A								
33								A		A	A	A	C						
34												A	B	A					
35												A							
36												A	A						
37	A								A			B	C	A	B				
38																			

	Schwanzverletzungen																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
39	A																		
40											A	B	C	A	B				
41																			
42																			
43																			
44								A		A	A	C							
45														B					
46	A																		
47										A									
48																			
49																			
50								A											
51																			
52			A																
53																			
54													A						
55								A		A									
56								A	B	A	B	C							
57																			
58																			
59																A			
60	A																		
61																			
62																			
63	A			A															
64																			
65																			
66																			
67																			
68																			
69																			
70																			
71										A									
72																			
73																			
74																			
75																			
76							A												
77							A	A											

	Schwanzverletzungen																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
78																			
79																			
80	B									A									
81																			
82																			
83															B				
84																			
85										A			A						
86										A					A				
87			A																
88																			
89																			
90																			
91	A																		
92																			
93																			
94																			
95																			
96																			
97																			
98																			
99												A	A						
100								A							A				
101															B				
102															B				
103			A										A						
104																			
105												A	A						
106													B		B	B			
107												A	A		A				
108																			
109				A								A	A		A				
110																			
111																			
112										A		A	A		A	A			
113																			
114																			
115	A	A																	
116																			

	Schwanzverletzungen																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
117																			
118				A															
119																			
120																			
121	A	A																	
122																			
123																			
124																			
125																			
126																			
127				A									B						
128	A	A											B	A	A	A			
129													B	A	B	B	A		
130													A	A	A	A			
131												A		A					
132																			
133	A												A						
134													A		A	A			
135													A	A	A				
136												A	A		A				
137	A	A											A		A	A			
138											A		A						
139	A	A														A			
140		A																	
141																			
142																A			
143																			
144																			
145	A	A																	
146																			
147																			
148																			
149																			
150																			
151														A					
152	A	A																	
153		A																	
154																			
155	A	A																	

	Schwanzverletzungen																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
156																			
157																			
158																			
159																			
160																			
161																			
162																			
163							A												
164																			
165																			
166																			
167																			
168																			
169																			
170											A								
171	A																		
172																			
173	A	A																	
174																			
175																			
176																			
177																			
178																			
179																			
180	A	A									A								
181																			
182																			
183																			
184																			
185																			
186																			
187								A											
188																			
189																			
190	A	A																	
191																			
192																			
193																			
194													A						

	Schwanzverletzungen																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
195												A							
196																			
197															A				
198																			
199																			
200																			
201																			
202																			
203																			
204																			
205																			
206																			
207					A														
208																			
209	A	A																	
210																			
211													A		A				
212													A						
213								A											
214																			
215																			
216																			
217													A						
218															A				
219													A						
220													A						
221													B	B					
222																			
223	A	A																	
224														A	B				

LT = Lebenstag, A = geringgradige Verletzung; B = mittelgradige Verletzung; C = hochgradige Verletzung

Tab. 57: Einzeltierdaten der bonitierten Fäzes während der Mastperiode

	Fäzes																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6				C															
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			
32																			
33																			
34																			
35																			
36																			
37																			
38																			

	Fäzes																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
39																			
40																			
41																			
42																			
43																			
44																			
45																			
46																			
47																			
48																			
49																			
50																			
51																			
52	A																		
53																			
54																			
55																			
56																			
57																			
58																			
59																			
60																			
61																			
62																			
63																			
64																			
65																			
66																			
67																			
68																			
69																			
70																			
71																			
72																			
73																			
74																			
75																			
76																			
77																			

	Fäzes																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
78																			
79																			
80																			
81																			
82																			
83																			
84																			
85																			
86																			
87																			
88																			
89																			
90																			
91																			
92																			
93																			
94																			
95																			
96																			
97																			
98																			
99																			
100	B	B																	
101																			
102																			
103																			
104																			
105																			
106																			
107																			
108																			
109																			
110																			
111																			
112																			
113																			
114																			
115								A											
116																			

	Fäzes																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
117																			
118																			
119																			
120																			
121	C	C																	
122																			
123																			
124																			
125																			
126																			
127																			
128																			
129																			
130																			
131																			
132																			
133																			
134																			
135																			
136																			
137																			
138																			
139																			
140																			
141																			
142																			
143																			
144																			
145																			
146																			
147																			
148																			
149																			
150																			
151																			
152																			
153																			
154																			
155																			

	Fäzes																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
156	A	A																	
157																			
158																			
159																			
160																			
161																			
162																			
163																			
164																			
165																			
166																			
167																			
168																			
169																			
170																			
171																			
172																			
173																			
174	A	A																	
175																			
176																			
177																			
178																			
179																			
180																			
181																			
182																			
183																			
184																			
185																			
186																			
187																			
188																			
189																			
190																			
191																			
192																			
193																			
194																			

	Fäzes																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
195																			
196																			
197																			
198																			
199				B															
200																			
201																			
202																			
203																			
204																			
205																			
206																			
207																			
208																			
209																			
210																			
211																			
212																			
213																			
214																			
215																			
216																			
217																			
218																			
219																			
220																			
221																			
222																			
223																			
224																			

LT = Lebenstag, A = geringgradige Veränderung; B = mittelgradige Veränderung; C = hochgradige Veränderung

Tab. 58: Einzeltierdaten der bonitierten Lahmheiten während der Mastperiode

	Lahmheiten																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6			B																
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26								C											
27																			
28																			
29																			
30																			
31																C			
32																			
33													B						
34																			
35																			
36																			
37																			
38																			

	Lahmheiten																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
39																			
40															C				
41			C																
42																			
43														B					
44																			
45																			
46																			
47																			
48																			
49																			
50																			
51																			
52																			
53																			
54																			
55																			
56																			
57																			
58																			
59																			
60																			
61																			
62																			
63																			
64																			
65																			
66																			
67																			
68																			
69													A		A				
70																			
71																			
72																			
73																			
74																			
75																			
76																			
77																			

	Lahmheiten																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
78																			
79																			
80																			
81																			
82																			
83																			
84																			
85																			
86																			
87																			
88																			
89																			
90																			
91			B	C			B					A							
92																			
93																			
94																			
95																			
96																			
97							A												
98																			
99																			
100																			
101																A			
102																			
103																			
104																			
105																			
106													A						
107																			
108																			
109																			
110																			
111																			
112																			
113																			
114																			
115																			
116																A			

	Lahmheiten																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
117																			
118																			
119																			
120																			
121																			
122																			
123																			
124																			
125																			
126																			
127																			
128																			
129																			
130																			
131																			
132																			
133																			
134																			
135																			
136																			
137																			
138																			
139																			
140																			
141																			
142																			
143																			
144																			
145																			
146																			
147																			
148																			
149																			
150																			
151																			
152													C	C	C	B	B		
153	A																		
154																			
155																			

	Lahmheiten																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
156																			
157																			
158																			
159																			
160																			
161																			
162																			
163																			
164																			
165																			
166																			
167																			
168				C		C													
169																			
170																			
171																			
172																			
173																			
174																			
175																			
176																			
177																			
178																			
179																			
180																			
181																			
182																			
183																			
184																			
185																			
186	B																		
187																			
188																			
189																			
190																			
191																			
192																			
193																			
194																			

	Lahmheiten																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
195																			
196																			
197																			
198																			
199																			
200																			
201																			
202										C									
203																			
204																			
205																			
206																			
207																			
208				B															
209																			
210																			
211																			
212																			
213																			
214																			
215						B													
216																			
217																			
218																			
219																			
220																			
221																			
222																			
223									B	C									
224																			

LT = Lebenstag, A = geringgradige Ausprägung; B = mittelgradige Ausprägung; C = hochgradige Ausprägung

Tab. 59: Einzeltierdaten der bonitierten Huster während der Mastperiode

	Husten																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			
32																			
33																			
34																			
35																			
36																			
37																			
38																			

	Husten																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
39					A														
40																			
41																			
42																			
43																			
44																			
45					A														
46									A										
47																			
48																			
49																			
50																			
51																			
52																			
53																			
54																			
55							A				A								
56																			
57																			
58																			
59																			
60																			
61																			
62																			
63																			
64																			
65																			
66																			
67																			
68																			
69																			
70																			
71																			
72																			
73																			
74																			
75																			
76							A												
77						A													

	Husten																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
78																			
79																			
80																			
81																			
82																			
83																			
84																			
85																			
86																			
87																			
88																			
89																			
90																			
91																			
92																			
93																			
94																			
95																			
96																			
97																			
98																			
99								A											
100																			
101																			
102				A															
103																			
104																			
105																			
106																			
107																			
108																			
109						A													
110																			
111																			
112																			
113																			
114																			
115									A										
116																			

	Husten																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
117	A	A		A															
118																			
119																			
120																			
121																			
122																			
123	B	B																	
124																			
125								A											
126																			
127																			
128																			
129																			
130																			
131																			
132																			
133														A					
134																			
135																			
136																			
137					A														
138																			
139																			
140																			
141																			
142																			
143																			
144																			
145																			
146																			
147																			
148																			
149																			
150																			
151																			
152						A													
153																			
154																			
155																			

	Husten																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
156																			
157																			
158																			
159																			
160					A														
161																			
162																			
163																			
164																			
165																			
166					A														
167																			
168																			
169																			
170																			
171																			
172																			
173																			
174																			
175	A	A																	
176																			
177																			
178																			
179																			
180																			
181																			
182																			
183																			
184																			
185																			
186																			
187																			
188																			
189																			
190																			
191																			
192																			
193																			B
194																			

	Husten																		
LT	77	81	89	95	103	109	119	124	131	138	144	151	161	166	174	182	188	199	210
Tier																			
195	A	A																	
196																			
197						A													
198																			
199																			
200																			
201					A														
202																			
203																			
204																			
205																			
206																			
207																			
208				A		B													
209																			
210																			
211																			
212	A	A																	
213																			
214																			
215																			
216																			
217							A												
218																			
219																			
220				A															
221									A										
222						A													
223						A													
224					B	C													

LT = Lebenstag, A = geringgradige Ausprägung; B = mittelgradige Ausprägung; C = hochgradige Ausprägung

Lebenslauf

Henrich Thölke, wohnhaft in Lohne, geboren am 10.09.1991 in Cloppenburg.

Universitäre Ausbildung

Seit 2018 Universität Rostock, externer Doktorand an der Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Professur für Ernährungsphysiologie und Tierernährung.

Promotionsthema: Evaluation einer Einzeltiererfassung im Mastschweinebestand unter Betrachtung zootechnischer Parameter und betriebswirtschaftlicher Aspekte.

Wissenschaftliche Publikation:

Thölke H, Wolf P. (2022) Economic Advantages of Individual Animal Identification in Fattening Pigs. *Agriculture*. 12(2):126.

https://doi.org/10.3390/agriculture12020126

ISSN 2077-0472; 5-Year Impact Factor: 3.044 (2020)

2015–2017 Royal Agricultural University Cirencester (England)

Master of Science in Business Management

Abschlussarbeitsthema: Consumer Demand in the German Pork Supply Chain

2011–2015 Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Bachelor of Science in Agrarwissenschaften; Vertiefung Nutztiere

Abschlussarbeitsthema: Einsatz von Betain in der Fütterung von Schwein und Geflügel

Berufliche Erfahrungen

Seit 2022 Biochem Zusatzstoffe Handels- und Produktionsges. mbH (Management Controlling)

2019–2022 ISR Food Logistics and Processing GmbH (Project Manager Colostrum)

Stete Mitarbeit auf einem landwirtschaftlichen Familienbetrieb (Ackerbau und Schweinemast)