

3. Material und Methode

3.1 Betriebscharakteristik

3.1.1 Freilandhaltung

Die Freilandhaltung der Schweine fand in der Versuchsstation Blumberg der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität Berlin statt.

Die Schweine wurden in umzäunten Ausläufen (Dauergrünland) und stroheingestreuten Hütten gehalten. Diese Hütten (Sturdy-Stys[®]) bestanden aus Holz mit einer Kunststoffoberfläche und Holzböden.

Die leeren und tragenden Muttersauen lebten zunächst in Dreier- bis Fünfergruppen auf einem jeweils ca. 1900 m² großen Areal mit einer 7 m² großen Gruppenhütte zusammen und wurden 10 Tage vor dem Abferkeln in Einzelgehege (ca. 375 m²) mit Abferkelhütten umgestellt. Diese isolierten Abferkelhütten waren 4 m² groß, mit Abweisbügel ausgestattet und hatten neben der Tür noch eine zweite Hüttenöffnung, um einzelne Ferkel gefahrlos aus der Hütte entnehmen zu können. Die Fütterung fand in auf dem Auslauf stehenden Einzelfresständen statt. Automatisch befüllte Schwimmertränken befanden sich am Rand des Geheges.

In diesem Einzelgehege verblieben Muttersau und Ferkel bis zum Absetzen. Dann wurde der Wurf geteilt. Eine Hälfte der Ferkel wurde in die Stallhaltung verbracht.

Die in Freilandhaltung verbleibenden Absetzferkel wurden in ein 15 m² großes Gehege mit einer isolierten, 10 m² großen Läuferhütte umgesetzt. Der Futterautomat befand sich in der Hütte an der der Türöffnung gegenüberliegenden Seite. Hier konnte auch das Hüttdach für Belüftungszwecke angehoben werden.

Wurden mehrere Würfe innerhalb einer Woche abgesetzt, wurden die Ferkel bis zu 15 Tieren in einer Gruppe zusammengestellt. Daraus ergab sich ein für das Einzeltier verfügbarer Platz von mindestens 0,66 m² in der Hütte und 1 m² im Auslauf.

Nach Erreichen eines durchschnittlichen Körpergewichtes von 25 kg wurden diese Absetzferkel in ein ca. 600 m² großes Areal mit nicht isolierten, 7 m² großen Gruppenhütten für die Mast umgesetzt. Bei maximal 15 Tieren/ Areal stand jeweils 7-8 Tieren eine Gruppenhütte zur Verfügung.

Daraus ergab sich ein für das Einzeltier verfügbarer Platz von mindestens 40 m² auf dem Auslauf und ca. 0,90 m² in den Hütten. Hier verblieben die Tiere bis zur Schlachtung.

Die relative Enge in den Hütten war nötig, damit die Tiere sich bei kühleren Temperaturen gegenseitig wärmen konnten.

Bei Außentemperaturen über 25 °C wurde in jedem Areal eine Suhle eingerichtet, damit die Tiere sich Abkühlung verschaffen konnten.

Die Flächen wurden nach jedem Absetzen der Ferkel bzw. jeder Mastperiode gewechselt.

3.1.2 Stallhaltung

Die Stallhaltung der Schweine wurde in der Versuchstation Dahlem der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität Berlin durchgeführt.

Die leeren und tragenden Muttersauen wurden in Gruppen zu maximal 12 Sauen in einem stroheingestreuten Stall mit betoniertem Außenauslauf von ca. 100 m² Fläche gehalten.

Eine Woche vor dem Abferkeln wurden sie in den Abferkelstall verbracht. Die Abferkelbuchten waren mit gerade angeordneten Sauenbügeln und einer beheizten Wärmeplatte für die Ferkel ausgestattet. Der Boden bestand aus einer geschlossenen Bodenfläche im vorderen Sauenstandbereich (1/3 der Fläche) und einem Tender-Kotrostsystem aus Kunststoff im hinteren Bereich (2/3 der Fläche). Die Gesamtfläche der Abferkelbucht betrug ca. 4 m². Dort verblieben Muttersau und Ferkel bis zum Absetzen.

Danach wurde der Wurf geteilt. Eine Hälfte wurde in die Freilandhaltung verbracht und unter den o.g. Bedingungen gehalten.

Die in der Stallhaltung verbleibenden Absetzferkel wurden während der Aufzuchtphase in einem Läuferstall mit Zwangsbelüftung (Überdruck) mit 6 m² großen, stroheingestreuten Boxen in Gruppen von 4-6 Tieren gehalten, bis sie ein Körpergewicht von 25 kg erreicht hatten. Das Platzangebot pro Tier betrug hier mindestens 1 m².

In der Mastphase wurden die Tiere in einen konventionellen Maststall mit Zwangsbelüftung (Überdruck) und Flüssigentmischung (Schleppschaufel) umgestallt. Bei dem Boden handelte es sich um einen Teilspaltenboden, der zu 3/5 der Fläche aus einer strukturierten Gummimatte und zu 2/5 aus Metallrosten aus Dreikantstahl bestand. Die Gruppengröße pro Mastabteil mit 5 m² wurde auf vier Tiere begrenzt. Daraus ergab sich ein Platzangebot für das Einzeltier von 1,25 m².

Alle Buchten wurden mit Zwischenreinigung und Desinfektion vor jeder Neubelegung in kontinuierlichem Verfahren belegt.

3.1.3 Klima

Um den jahreszeitlichen und damit klimatischen Einflussfaktor mitberücksichtigen zu können, wurden die Würfe je nach Abferkeldaten in „Sommer- und Winterwürfe“ unterteilt.

Zur Charakterisierung der klimatischen Bedingungen in den einzelnen Produktionsabschnitten wurden die Monatsmittel-, sowie die Minimal- und Maximalwerte der Außentemperaturen von der „Versuchsstation Pflanzenbauwissenschaften“ am Standort Blumberg ermittelt (siehe Tab. 6, S. 34).

Tab. 6: Außentemperaturen im Versuchszeitraum

Produktions- abschnitt	„Sommerwürfe“ n = 24			Jahreszeit	„Winterwürfe“ n = 27			Jahreszeit
	Ø	Min	Max		Ø	Min	Max	
Säugezeit	14,5	- 9,8	36,6	7/97-10/97 7/98-11/98	5,24	- 15,3	33,7	2/98-6/98 12/98-4/99
Aufzucht	7,6	-15,3	32,1	8/97-1/98 8/98-1/99	10,5	- 12,2	36,6	3/98-8/98 1/99-6/99
Mast	5,5	-15,3	30,9	9/97-4/98 9/98-4/99	12,6	- 15,3	36,6	5/98-12/98 3/99-9/99

3.1.3.1 Stallklima

Außerdem wurden mit Hilfe eines Multigasmonitors die Ammoniak (NH₃) -werte, die Innentemperaturen und die Luftfeuchtigkeit in Stall- und Freilandhaltung gemessen. Dafür wurde an jeweils fünf Tagen während des Versuches ein Gerät im Maststall bzw. an der Masthütte im Freiland so angebracht, dass die Werte innerhalb der Hütte gemessen werden konnten.

3.1.4 Fütterung

Die Futtermittelart und -zusammensetzung waren in beiden Haltungen identisch.

Die Sauen wurden zweiphasig rationiert gefüttert, d.h. sie erhielten Alleinfuttermittel für tragende Sauen bis 1 Woche vor der Geburt. Dann wurde gewechselt zu einem Alleinfuttermittel

für säugende Sauen bis kurz nach dem Absetzen.

Die Ferkel erhielten ein Prestarter-Futter als Zufütterung nach der ersten Lebenswoche. Nach dem Absetzen wurde über 2 Tage durch Verschneiden des Futters ein Übergang zu Ferkelaufzuchtfutter geschaffen, um dann bei einem Tiergewicht von ca. 35 kg nach o.g. Prinzip auf das Mastfutter zu wechseln. Die Ferkel, Läufer und Mastschweine wurden ad libitum gefüttert.

Keines der Futtermittel enthielt Antibiotikazusätze (Leistungsförderer).

Das Tier/ Freßplatzverhältnis betrug im Stall während Aufzucht und Mast mindestens 1:1. Im Freiland variierte es abhängig von der Gruppengröße: in der Aufzucht betrug es höchstens 1,6:1 (Futterautomat in Läuferhütte mit 9 Fressplätzen), in der Mast höchstens 3,75: 1.

3.1.5 Service - und Gesundheitsmanagement

Folgender Fruchtbarkeitsservice der Sauen wurde in beiden Haltungen durchgeführt:

- Ovulationssynchronisation und terminorientierte Besamung bei den Jungsau nach folgendem Schema: Nach Erreichen eines Körpergewichtes von 110 kg wurde den Sauen 15 Tage lang ein brunstdämpfendes Mittel mit gestagener Wirkung (Regumate[®]) mit dem Futter verabreicht. 24 Stunden später wurde den Sauen zur Brunststimulation (Zyklusstart) ein PMSG- Präparat (Prolosan[®]) gespritzt. Am vierten

Tag nach der letzten Regumate[®]-Verabreichung wurde den Sauen zur Ovulationsinduktion ein HCG- Präparat (Gonavet[®]) injiziert. Die Doppelbesamungen fanden dann am Nachmittag des fünften und am Vormittag des sechsten Tages statt.

- Brunstsynchronisation und terminorientierte Besamung bei den Altsauen nach folgendem Schema: Die Sauen erhielten am ersten Tag nach dem Absetzen ein PMSG-Präparat (Prolosan[®]) und am dritten Tag nach dem Absetzen ein HCG-Präparat (Gonavet[®]) injiziert.
- Die künstlichen Besamungen erfolgten dann am vierten Tag nachmittags und am fünften Tag nach dem Absetzen morgens und wurden sowohl im Freiland als auch im Stall in den Fangfressständen durchgeführt.
- Eine Geburtsinduktion hat nicht stattgefunden.

Routinemäßig wurden folgende tierärztliche Maßnahmen bei allen Tieren durchgeführt:

- Mutterschutzimpfung gegen
 - Parvovirose und Rotlauf als Kombinationsimpfung (Erysoorb Parvo[®]). Erstimpfung bei Jungsauen ab dem 6. Lebensmonat, Zweitimpfung als Boosterung bis 14 Tage vor der ersten Belegung, bei Altsauen Wiederholungsimpfung in der ersten Woche der Säugezeit
 - E.coli-Enteritis (Coliporc Plus[®]). Impfung fünf Wochen und drei Wochen vor dem Abferkeln
- Impfung der Ferkel gegen das Porcine Respiratory and Reproductive Syndrom (PRRS-Virus) mit Ingelvac PRRS MLV[®] in einem Alter von 3 Wochen
- Kastration der männlichen Ferkel am dritten Lebenstag
- Eisensubstitution der Ferkel mit Eisendextran 10 % (200 mg/ Ferkel) am ersten bzw. zweiten Lebenstag
- Entwurmung der Sauen eine Woche vor dem Verbringen in den Abferkelstall bzw. in das Abferkelgehege mit Flubendazol (1,5 mg/ kg KG über 5 Tage)
- Entwurmung der Mastschweine bei einem Körpergewicht von ca. 50 kg mit Flubendazol

Folgende tierärztliche Behandlungen wurden im Bedarfsfall vorgenommen:

1. Absetzferkel und Mastschweine:

- Bei Erkrankungen des Magen-Darm-Traktes (Symptom: Durchfall) fanden Gruppenbehandlungen über das Futter mit Adstringentien (Stullmisan-Pulver[®]) oder Kohle, sowie Einzeltierbehandlungen mit Antibiotika (Formosulfathiazol-Paste: Socatyl[®] per os für Absetzferkel , Tetracyclin-Injektion: Terramycin 100[®] für Mastschweine) bis zum Abklingen klinischer Symptome statt.
- Zur Diagnosesicherung gelangten im Bedarfsfall Kotproben einer Tiergruppe zur parasitologischen, bakteriologischen oder virologischen Untersuchung.
- Bei Atemwegserkrankungen (Symptom: Husten, Niesen) wurden Einzeltierbehandlungen mit Antibiotikainjektionen (Penicilin/ Streptomycin: StreptipenSuspension[®]) oder Amoxicillin: Amoxicillin 15[®]), zum Teil mit Bronchosekretolytika (Bromhexin: Bisolvomycin[®]) kombiniert, bis zum Abklingen klinischer Symptome durchgeführt.

- Bei Erkrankungen des Bewegungsapparates (Symptom: Lahmheiten) wurden Einzeltierbehandlungen mit nichtsteroidalen Antiphlogistika (Phenylbutazon: Phenylbutazon 20%[®]) durchgeführt. In Ausnahmefällen mit bakteriellen Infektionen, die mit Fieber einhergingen, wurde zusätzlich ein Antibiotikum verabreicht (Penicillin/Streptomycin: StreptipenSuspension[®]).

2. Sauen:

- bei Erkrankungen des Gesäuges oder des Genitaltraktes (Symptome: Fieber, Milchmangel, eitriger Scheidenausfluß) wurden die Tiere mit Antibiotika (Penicillin/Streptomycin StreptipenSuspension[®] oder Amoxicillin: Amoxicillin 15[®]), sowie im Bedarfsfall mit Oxytocin (Oxytocin 10 %) - und Kalziumglukonatinjektionen parenteral behandelt.

Spontan verendete Tiere oder wegen infauster Prognose oder unklarer Diagnose aus tierschützerischen Gründen euthanasierte Tiere wurden im Bedarfsfall zur weiteren Untersuchung in das pathologische Institut der veterinärmedizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin überwiesen.

3.2 Tiere

Bei den verwendeten Sauen handelte es sich um Duroc/ Landrasse F1- und F2-Kreuzungen mit einem Duroc-Anteil von mindestens 50 %. Angepaart wurden alle Sauen mit Sperma desselben Hampshire/ Pietrain-Ebers. (50%/ 50%)

3.2.1 Einschluss- und Ausschlusskriterien

Einschlusskriterien:

- Jungsauen wurden erst nach Erreichen eines Lebendgewichtes von 110 kg belegt.
- Wenn mindestens fünf Ferkel lebend geboren wurden, wurde der Wurf in den Versuch übernommen.
- Wenn die Ferkel nach 28 Lebenstagen ein Absetzgewicht von mindestens 5 kg aufwiesen, wurden sie in den nächsten Versuchsabschnitt übernommen.

Ausschlusskriterien:

- Chronisch erkrankte Sauen wurden vom Versuch ausgeschlossen.
- Totgeborene Ferkel gingen nicht in die Versuchsstatik mit ein.
- Erkrankte und therapieresistente Mastschweine wurden aus tierschützerischen Aspekten vor Erreichen des Schlachtgewichtes notgeschlachtet. Sie gingen nicht in die post mortem erhobenen Organbefunde, sowie in die Ergebnisse der Schlachtleistung und Fleischqualität mit ein.

3.3 Versuchsaufbau

Um zwei verschiedene Haltungssysteme vergleichen zu können, wurde eine Gruppe Muttersauen im Stall, eine andere Gruppe Muttersauen im Freiland gehalten. Die Sauen wurden nicht wechselseitig von der einen Haltung in die andere umgesetzt, wie es ursprünglich die statistische Versuchsplanung vorsah, weil es bei einem Probendurchlauf mit vom Freiland in Stallhaltung umgesetzten Sauen mangels „Konditionierung“ zu deutlichen Verhaltensstörungen (Angriffsverhalten, apathisches Liegen, Futterverweigerung usw.) kam. Insgesamt wurden die Untersuchungen mit 51 Würfen von 27 verschiedenen Sauen durchgeführt, so dass insgesamt 473 Ferkel, bzw. 391 Mastschweine für den Versuch zur Verfügung standen.

Nach 28 Tagen Säugezeit wurden die Ferkel abgesetzt.

Um genetische Einflüsse auf die Untersuchungsergebnisse zu minimieren, wurde neben dem Einsatz von nur einem Eber bei allen Sauen die Methode des Vollgeschwistervergleichs angewendet.

Das bedeutet, dass die Hälfte der aufgezogenen Ferkel nach dem Absetzen bis zum Mastende die Haltung wechselte. Die andere Hälfte wurde in der Haltung aufgezogen und gemästet, in der sie geboren wurde.

Dabei wurden die Würfe so aufgeteilt, dass zwei ungefähr gleichwertige Gruppen in Bezug auf Geschlechterverteilung, Körpergewicht und allgemeine Kondition entstanden.

3.3.1 Versuchsplanung

Daraus ergaben sich für den Zeitraum der Mast vier Haltungsgruppen (Abb. 1).

Produktionsabschnitt	Haltungsgruppe			
	Säugezeit	Stall n=252 ↙ ↘		Freiland n=221 ↙ ↘
Aufzucht	Stall-Stall n=109 ↓	Stall-Freiland n=105 ↓	Freiland-Freiland n=87 ↓	Freiland-Stall n=90 ↓
Mast	Stall-Stall n=98	Stall-Freiland n=99	Freiland-Freiland n=86	Freiland-Stall n=88

Abb. 1: Versuchsplan mit Haltungsgruppen

3.3.2 Versuchsdurchgänge

Diejenigen Abferkelungen, die innerhalb eines Zeitraumes von vier Monaten stattfanden, wurden jeweils einem "Versuchsdurchgang" zugeordnet.

Es existieren vier Versuchsdurchgänge (Tab. 7, S. 38)

Tab. 7: Zeitplan der Versuchsdurchgänge

Abferkel- perioden	Stallhaltung				Freilandhaltung			
	Alt- sauen	Jung- sauen	leben d geb. Ferkel 1	nach Absetzen in Versuch übernommene Ferkel	Alt- sauen	Jung- sauen	leben d geb. Ferkel 1	nach Absetzen in Versuch übernommene Ferkel
1. Durchgang 29.6.97-4.10.97	1	0	8	7	5	1	61	44
2. Durchgang 26.2.98- 21.5.98	1	8	64	49	3	4	67	59
3. Durchgang 5.7.98-29.10.98	7	3	94	84	7	0	73	58
4. Durchgang 10.12.98-21.3.99	6	3	86	74	2	0	20	16
Summe	15	14	252	214	17	5	221	177

3.3.3 Produktionsabschnitte

Für den Zeitraum des Versuches wurden die Produktionsabschnitte wie folgt definiert:

1. Säugezeit: Zeitraum von Geburt bis zum Absetzen der Ferkel (28 Tage)

Zielgrößen:

- Tiergesundheit von Sauen und Ferkeln
- Ferkelverluste (Mortalität)
- Lebendmassezunahme der Ferkel

2. Aufzucht: Zeitraum vom Absetzen bis zur 11. Lebenswoche der Läufer (Lebendgewicht 25 kg im Durchschnitt)

Zielgrößen:

- Tiergesundheit
- Mortalität
- Lebendmassezunahme
- Futtermittelverbrauch/ Futtermittelverwertung

3. Mast: Zeitraum von der 12. Lebenswoche bis zur Schlachtung (Lebendgewichte, d.h. Nüchterngewichte am Morgen vor der Schlachtung: 110-120 kg)

Zielgrößen:

- Tiergesundheit
- Mortalität
- Postmortale Organveränderungen
- Tierverhalten

- Lebendmassezunahme
- Futtermittelverbrauch/ Futtermittelverwertung
- Mastdauer
- Schlachtleistung und Fleischqualität

Die Tiere wurden in dem Isolierschlachthof auf dem Gelände der Eberswalder Fleischwarenfabrik in Britz geschlachtet. Der Transport dorthin dauerte ungefähr 1,5 Stunden. Die Betäubung der Tiere fand mittels einer Elektrozange statt.

3.4 Zielgrößen

Hiermit sind die qualitativen und quantitativen Untersuchungsparameter gemeint.

3.4.1 Tiergesundheit

- Erkrankungen der Muttersauen
 - peripartale Erkrankungen
- Magen-Darmerkrankungen
 - Endoparasitenbefall
- Atemwegserkrankungen
- Erkrankungen des Bewegungsapparates
- Verletzungen
- Todesfälle
 - Ferkelverluste
- Postmortale Organveränderungen
 - Schlachtbefunde
 - Sektionsbefunde

3.4.2 Tierverhalten

- Kannibalismus
- Aktivitäts- und Ruhephasen
 - Wühlen

3.4.3 Mastleistung

- Lebendmassezunahme (Erfassung „lebensschwacher Ferkel“ und „Kümmerer“)
- Futtermittelverbrauch
- Futtermittelverwertung
- Mastdauer
- Schlachtgewicht

3.4.4 Schlachtleistung und Fleischqualität

- Magerfleischanteil/Handelsklasseneinstufung
- Fleischqualität (pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit)

3.5 Einfluß- und Störgrößen

- Wurf (zufälliger Effekt des x-ten Wurfes innerhalb der Haltungsgruppen „Stall“, bzw. „Freiland“)
- Jahreszeit (Winter - und Sommerwürfe)
- Parität der Muttersau
- Morbidität der Muttersau
- Geburts- und Absetzgewichte der Ferkel

3.6 Befunderhebung und - erfassung

3.6.1 Tiergesundheit

3.6.1.1 intra vitam

- Tägliche Kontrollen durch den Tierhalter bzw. Tierarzt
- Alle Krankheiten, Todesfälle und gegebenenfalls Behandlungen (Art, Häufigkeit und Dauer) wurden erfasst und für die spätere Auswertung mit einem Zahlencode versehen.
 - Bei den Magendarmerkrankungen wurden speziell erfasst: Diarrhoen, Mastdarmvorfall und Endoparasitosen. Der Endoparasitenbefall der Tiere wurde durch die Entnahme von Sammelkotproben während der ersten beiden Versuchsdurchgänge (6/97-5/98) kontrolliert. Von jeder Versuchsgruppe wurden jeweils zum Zeitpunkt des Absetzens, sowie am 60. und 120. Tag der Mast Kotproben entnommen und am Institut für Parasitologie der Veterinärmedizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin auf Magen-Darm- und Lungenwürmer untersucht.
 - Bei den peripartalen Erkrankungen der Muttersau wurden speziell erfasst: Schweregeburten (> 6 Stunden), Peripartales Hypogalaktie Syndrom (PHS) mit den Symptomen: Fieber, Mastitis, Milchmangel, Metritis und Gesäugeabszesse- bzw. granulome.
 - Für Atemwegserkrankungen war ausschließlich der Husten symptomatisch.
 - Für Erkrankungen des Bewegungsapparates waren Lahmheit und auffällige Gelenksveränderungen symptomatisch.
 - Bei den Ferkelverlusten wurden als Ursachen für Todesfälle Erdrücken durch die Sau, Gewichtsverlust mit erniedrigter Körpertemperatur und Merzen z.B. wegen Verletzung notiert.

Weiterhin wurden die im Versuchszeitraum auftretenden Verendungen bzw. Notschlachtungen mit ihren Ursachen und eventuellen pathologischen Diagnosen festgehalten.

3.6.1.2 post mortem

Die Organbefundung am Schlachthof wurde durch die Versuchsanstellerin selber vorgenommen.

Dabei wurden Veränderungen am Lungengewebe nach folgendem Schlüssel beurteilt:

- 0** = keine entzündliche Veränderung
- 1** = katarrhalisch-eitrige Bronchopneumonie
- 2** = Pleuropneumonie

Die Lebern wurden ausschließlich auf das Vorhandensein sogenannter "Milkspots" untersucht, die Narbengewebe durch wandernde Spulwurmlarven darstellen.

Dadurch wurden zusätzlich zu den Kotprobenuntersuchungen intra vitam Informationen über den Spulwurmbefall der Schweine während der Mast gewonnen.

Der Zustand der Lebern wurde nach folgendem Schlüssel notiert:

- 0** = Leber ohne Milkspots (tauglich) oder mit bis zu 5 Milkspots (nach Ausputzen tauglich).
- 1** = Leber mit 6 oder mehr Milkspots (untauglich, wird verworfen).

3.6.2 Tierverhalten

Das Auftreten von Kannibalismus (Schwanzbeißen) wurde bei der gesamten Tierpopulation durch tägliche Kontrollbeobachtungen beurteilt.

Das spezielle Tierverhalten wurde anhand von Tierbeobachtungen an einer Teilstichprobe von zwei geteilten Würfen einer Freiland- und einer Stallsau gemessen. Damit konnten insgesamt vier Gruppen ausgewertet werden.

Mit Hilfe der Multimomentmethode wurde das Verhalten jedes Einzeltieres (insgesamt 13 Tiere aus den vier verschiedenen Haltungsgruppen) durch einen Beobachter im 10-Minuten-Takt nach einem bestimmten Schema (siehe Abb. 2, S. 42) beurteilt. Es wurde zwischen Aktivitäts- und Ruhephasen unterschieden, wobei diese durch das Stehen und Fortbewegen, bzw. das Liegen und Sitzen der Tiere definiert wurden. Die Aktivitäten wurden in sieben Untergruppen (z.B.: Komfortverhalten) unterteilt.

Die Beobachtungen wurden jeweils am 60. und 120. Masttag der Tiere über je 10 Stunden (von 7.00 bis 17.00 Uhr) durchgeführt.

3.6.3 Aufzucht – und Mastleistung

▪ Lebendmassezunahme

Die Lebendmasseentwicklung wurde für jedes Tier individuell durch wöchentlich durchgeführte Wägungen ermittelt.

Daraus wurde für jedes Tier durch Errechnen eines Mittelwertes die tägliche Gewichtszunahme in Gramm für die Säugezeit, die Aufzuchtperiode und den Zeitraum der Mast bestimmt.

Uhrzeit	Ohrmarkennummer	Ruheverhalten (Bauchlage / Bauchseitenlage)	Ruheverhalten (Seitenlage)	Ruheverhalten (Sitzen)	Aktivität (Stehen, Gehen, Laufen)	Ernährungsverhalten (Futtermahl)	Sozialkontakt (Beschnüffeln, Springen, Spielen, Anrücken)	Aggressionen (Drohen, Jagen, Beißen)	Komfortverhalten (Suhlen, Scheuern, Kratzen)	Erkundungsverhalten (Wühlen, Wühlen*)	Erkundungsverhalten (Schwanzbeißen, Ohrenknabbern)	Ethopathien (Leerkauen, Stangenbeißen)
7.00	1016	x										
	1019	x										
	1020	x										
7.10	1016	x										
	1019	x										
	1020	x										
7.20	1016	x										
	1019				x					x		
	1020				x					x		
7.30	1016				x					x		
	1019				x					x		
	1020				x					x		
7.40	1016	x										
	1019				x					x		
	1020				x					x		
7.50	1016				x					x		
	1019				x				x			
	1020				x				x			
8.00	1016	x										
	1019				x					x		
	1020				x					x		

Abb. 2: Verhaltensbeobachtungsbogen am Beispiel des Wurfs der Sau Nr. 41

* Wühlen im Stall: Wühlen im Futter, Rüsselscheibe auf Boden reiben (Scheinwühlen)

Als „lebensschwach“ wurden diejenigen Ferkel bezeichnet, die ein Geburtsgewicht von weniger als 1200 g aufwiesen.

Als "Kümmerer" wurden diejenigen Absetzferkel bezeichnet, die nach der Aufzuchtperiode (11. Lebenswoche) keine 20 kg Körpergewicht erreichten.

Einen Tag vor dem wöchentlichen Schlachtermin wurden die Tiere nüchtern gewogen, um diejenigen Schweine auszuwählen, die ein Lebendgewicht von 110-120 kg erreicht hatten.

Außerdem wurde auf dem Schlachthof das Schlachtgewicht von jedem Schlachtkörper ca. 1 Stunde nach der Tötung gemessen.

▪ **Futtermittelverbrauch**

Der Futtermittelverbrauch wurde während der Aufzucht und Mast (zusätzlich unterteilt in Mastphase 1 und 2) bestimmt. Dabei wurde die täglich verzehrte Menge Futter für jede Gruppe aus der Differenz zwischen der Einwaage und der Rückwaage aus den Futtertrögen bzw. Futterautomaten berechnet. Der Futtermittelverbrauch für das einzelne Tier wurde aus dem Gruppendurchschnitt errechnet

▪ **Futtermittelverwertung**

Die Futtermittelverwertung der jeweiligen Produktionsphase sagt aus, wieviel kg Futter aufgewendet werden muß, um 1 kg Lebendmassezunahme des Tieres zu erreichen.

Der Wert wurde anhand des o.g. Futtermittelverbrauchs und der Lebendmasseentwicklung für jedes Tier in der Aufzucht - und Mastphase berechnet (Futtermittelverwertung = tägl. Futtermittelverbrauch in g/ tägl. Gewichtszunahme in g).

▪ **Mastdauer**

Die Mastdauer (in Tagen) benennt die Gesamtlebensdauer der Schweine von der Geburt bis zur Schlachtung. Sie ist abhängig von der Lebendmasseentwicklung der Tiere (Schlachtung nach Gewicht).

3.6.4 Schlachtleistung und Fleischqualität

3.6.4.1 Handelsklasseneinteilung

Die Handelsklasseneinstufung der Schlachtkörper wurde anhand des berechneten Magerfleischanteils (Muskelfleischanteil) durch Messung der Rückenspeckdicke mit der Zp-Klassifizierung nach BAFF 1987 vom Schlachthof selbst vorgenommen (Abb.3, S. 44).

Über den Magerfleischanteil wird der Kilopreis des Fleisches festgelegt. Nach der neuen „Nord-West-Maske“ (ab 2. August 1999) gilt folgender „Normalbereich“: Magerfleischanteil (MFA): 45 % - 58 %, Schlachtgewicht (kg): 82 - 100 kg, Basispreis: 56 % MFA . Für MFA größer oder kleiner 56 % werden entsprechende Zu - oder Abschläge erteilt. Ebenso ergeben sich Abschläge aus Über - und Untergewichten.

Handelsklasse	Magerfleischanteil in % (Schlachtkörper von über 50 kg bis unter 120 kg)
E	55 und mehr
U	50 und mehr, jedoch weniger als 55
R	45 und mehr, jedoch weniger als 50
O	40 und mehr, jedoch weniger als 45
P	weniger als 40

Abb. 3: Handelsklasseneinteilung

3.6.4.2 Fleischqualität

Im Gegensatz zu der pH-Wert-Messung, bei der postmortal biochemische Abläufe gemessen werden, liegen der Leitfähigkeitsmessung strukturelle Abläufe (Veränderung der Leitfähigkeit aufgrund zunehmender Muskelmembrandurchlässigkeit und Proteindenaturierung) zugrunde. Daraus resultiert eine unterschiedliche Fleischbeschaffenheitseinstufung bei der pH-Messung und der LF-Messung.

Die Messung des pH-Wertes erfolgte im Muskulus semimembranosus einer Körperhälfte. Dabei wurde mit dem pH-Meßgerät 5 cm oberhalb der Beckensymphyse im Winkel von 120 ° zur Körperachse 2 cm tief in den Muskel eingestochen. Mit dem Ablesen wurde abgewartet, bis das Gerät sich auf einen unverändert bleibenden Wert eingependelt hat.

Der erste Zeitpunkt der Messung (pH₁) lag 45 Minuten (+/-3 min) nach der Betäubung der Tiere, die zweite Messung (pH₂₄) wurde 24 Stunden (+/- 10 min.) nach der ersten Messung am gekühlten Schlachtkörper vorgenommen.

Die Messung der elektrischen Leitfähigkeit (LF-Wert) in mS/ cm erfolgte zum Zeitpunkt 40 Minuten (+/-3 min) nach der Betäubung der Tiere (LF₁) 1 cm oberhalb des Meßortes für den pH-Wert im Muskulus semimembranosus.

Da sich der gemessene Wert sofort nach dem Einstich auf der Anzeige einstellt, konnte der Leitfähigkeitswert ohne Verzögerung abgelesen werden.

Auch hier wurde die zweite Messung (LF₂₄) 24 Stunden nach der Ersten am gekühlten Schlachtkörper vorgenommen.

3.7 Statistische Methoden

Die Auswertung der Daten erfolgte mit Hilfe des Institutes für Biometrie des Fachbereiches Veterinärmedizin der FU Berlin mit dem statistischen Programm „SPSS Version 9.0“, sowie den Grafikprogrammen „Microsoft Excel 2000“ und „PowerPoint 2000“.

3.7.1 Deskriptive Statistik

Für qualitative Zielgrößen (z.B. Morbidität, Mortalität) werden die Häufigkeiten, mit denen sie in den verschiedenen Vergleichsgruppen aufgetreten sind, in Form von Kreuztabellen dargestellt, und zwar jeweils als absolute Tierzahlen und als prozentuale Anteile. Die

Visualisierung solcher Anteile findet gegebenenfalls in Form von Balken- bzw. Kurvendiagrammen statt.

Für die quantitativen Zielgrößen (z.B. Gewichtszunahmen, pH-Werte) werden die Verteilungen der Werte der Vergleichsgruppen in Form sogenannter „Boxplots“ dargestellt. Aus den Boxplots lassen sich jeweils der Minimalwert, der 25%-Punkt (1. Quartil), der 50%-Punkt (Median), der 75%-Punkt (3. Quartil) und der Maximalwert ablesen. Extrem nach oben oder nach unten abweichende Werte (Ausreisser) werden einzeln gezeichnet.

Als extrem abweichend gilt alles, was weiter als die 1,5-fache Boxbreite vom 25 %-Punkt nach unten, bzw. vom 75 %-Punkt nach oben abweicht. Der Bereich, in dem noch Werte liegen, die nicht als „extrem abweichend“ angesehen werden, wird durch die „whiskers“ (Linien) markiert. Zusätzlich werden die Mittelwerte und die Standardabweichungen der jeweiligen Zielgrößen in den Vergleichsgruppen in Form von Kreuztabellen dargestellt.

Das Tierverhalten wird mit Hilfe von Scatterplots dargestellt, in denen jeder Punkt ein beobachtetes Tier bezeichnet.

3.7.2 Analytische Statistik

Die Zielsetzung der Auswertungen ist ein Vergleich der verschiedenen Zielgrößen nach den Haltungsfaktoren (Freiland/Stall) und die explorative Bewertung der Unterschiede.

Die Daten wurden nach folgenden Kriterien unterschiedlich aufbereitet:

- Produktionsabschnitt
 - Säugezeit
 - Aufzucht
 - Mast

Die verschiedenen Abschnitte erfordern unterschiedliche Rechenmodelle, da die Haltungsfaktoren unterschiedlich zum Tragen kommen.

- Typ der Zielgröße
 - qualitativ (ja/nein)
 - quantitativ

Auch hier sind unterschiedliche Rechenmodelle erforderlich.

- Jahreszeit
 - Sommerwürfe
 - Winterwürfe

Diese werden aus sachlichen Erwägungen getrennt ausgewertet, da von unterschiedlichen Einflüssen der Jahreszeiten (insbesondere der Temperaturen) auf die Ergebnisse auszugehen ist.

Außerdem findet eine Extra-Auswertung der Altsauen-Würfe für den Produktionsabschnitt „Säugezeit“ statt, um zu eruieren, ob dieser Faktor einen Einfluß auf die verschiedenen Zielgrößen hat.

3.7.2.1 Säugezeit

Um die Vorgehensweise und das Rechenmodell bei qualitativen und quantitativen Zielgrößen parallel gestalten zu können, werden als Untersuchungseinheiten die Würfe gewählt. Als Zielgrößen werden betrachtet:

- arithmetische Mittelwerte je Wurf (z.B. mittlere Absatzgewichte) bei quantitativen Zielgrößen
- Anteile je Wurf (z.B. Anteil krank gewordener Ferkel = Morbidität) bei qualitativen Zielgrößen. Die Anteile werden einer Logit-Transformation unterzogen:
- $\text{Logit}(p) = \ln(p/1-p)$ mit $p = \text{Anteilswert}$, $\ln = \text{natürlicher Logarithmus}$ (um definierte Logarithmen zu erhalten, werden Anteilswerte von 0 durch 0,00001, Anteilswerte von 1 durch 0,99999 ersetzt)

Bei beiden Arten von Zielgrößen wird dann unterstellt, dass von annähernd normalverteilten Größen ausgegangen werden kann. Für den Vergleich der Haltungen wird daher ein varianzanalytischer Ansatz gewählt.

Modell 1 (Säugezeit)

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$$

y_{ij} : Wert der Zielgröße (arithmetischer Mittelwert oder logit-transformierter Anteilswert) des j -ten Wurfs aus der i -ten Haltungsgruppe.

μ : Interzept

α_i : Effekt des Faktors „Haltung in der Säugezeit“

e_{ij} : Reststreuung zwischen den Würfeln innerhalb der Haltungsgruppen

3.7.2.2 Aufzucht und Mast

Um die Vorgehensweise und das Rechenmodell bei qualitativen und quantitativen Zielgrößen parallel gestalten zu können, werden als Untersuchungseinheiten die Halbwürfe betrachtet, die in Aufzucht und Mast gemeinsam gehalten werden.

Bei quantitativen Merkmalen werden die arithmetischen Mittelwerte je Halbwurf, bei qualitativen Merkmalen die logit-transformierten Anteilswerte (s. 3.7.2.1) je Halbwurf als Zielgrößen betrachtet.

Bei beiden Arten von Zielgrößen wird dann unterstellt, dass von annähernd normalverteilten Größen ausgegangen werden kann. Für den Vergleich der Haltungen wird auch hier ein varianzanalytischer Ansatz gewählt.

Modell 2 (Aufzucht und Mast)

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + b_{j(i)} + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + (\gamma b)_{kj(i)}$$

y_{ijk} : Wert der Zielgröße (arithmetischer Mittelwert oder logit-transformierter Anteilswert) des k-ten Halbwurfes im j-ten Wurf aus der i-ten Haltungsgruppe.

μ : Interzept

α_i : Effekt des Faktors „Haltung in der Säugezeit“

$b_{j(i)}$: Zufälliger Effekt des j-ten Wurfs innerhalb der Haltungsgruppen „Säugezeit“

Das heißt, dass zum Beispiel Tiere aus Wurf Nr. „x“ der Stallsau Nr. « y » eine signifikant andere Mastleistung aufweisen als Tiere aus Wurf Nr. „z“ einer anderen Stallsau.

γ_k : Effekt des Faktors „Haltung in Aufzucht und Mast“

$(\alpha\gamma)_{ik}$: Effekt der Wechselwirkung zwischen den Faktoren „Haltung in der Säugezeit“ und „Haltung in Aufzucht und Mast“

$(\gamma b)_{kj(i)}$: Effekt der Wechselwirkung zwischen dem Faktor „Haltung in Aufzucht und Mast“ und dem Wurfefekt innerhalb der Haltungsgruppen Säugezeit. Dieses bildet die Reststreuung, da jeweils nur noch ein Wert für diese Kombinationen vorliegt.

Die Effekte der Faktoren „Wurf innerhalb der Haltungsgruppen Säugezeit“, „Haltung in Aufzucht und Mast“ und der „Wechselwirkung zwischen den beiden Haltungsfaktoren“ werden auf die Reststreuung $((\gamma b)_{kj(i)})$ bezogen.

Der Effekt des Faktors „Haltung Säugezeit“ bezieht sich auf die Streuung zwischen den Würfen innerhalb der beiden Gruppen $(b_{j(i)})$.

Die Ergebnisse der durchgeführten Varianzanalysen werden in Form von tabellarischen Übersichten in Kapitel 4.6 zusammenfassend dargestellt. Die Ergebnisse der einzelnen Zielgrößen werden in dem jeweiligen Abschnitt ausführlicher beschrieben.

Es wurde von folgendem Signifikanzniveau ausgegangen: $p < 0.05$ heißt: Der Unterschied der Mittelwerte zwischen den verglichenen Gruppen geht deutlich über Unterschiede hinaus, die allein aufgrund zufälliger Schwankungen in Stichprobenuntersuchungen auftreten können.