Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde

(Dr. rer. biol. vet.)

der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität

München

Verhalten, Tiergesundheit und Schlachtkörperqualität von Hausschweinen bei einer halbjährlichen Mast im Wald und begleitende Untersuchung der Auswirkungen auf den Waldzustand

Von Rupert Manfred Peter Stäbler

aus Rosenheim

München 2021

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department der Tierärztlichen Fakultät

der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung

Arbeit angefertigt unter der Leitung von:

Univ.-Prof. Dr. Dr. Michael Erhard

Mitbetreuung durch:

Dr. Sandrina Hartmannsgruber

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Reinhard K. Straubinger, Ph.D.

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Dr. Michael Erhard

Korreferent: Prof. Dr. Karin Schwaiger

Tag der Promotion: 6. Februar 2021

Meiner Familie

INHALTSVERZEICHNIS

I. EINLEITUNG 1

II. ERWEITERTE LITERATURÜBERSICHT 3

1. Historische und aktuelle Einordnung der Waldschweinehaltung 3

2. Kurzer Überblick über die Grundzüge des natürlichen Verhaltens von (Wild-) Schweinen 4

3. Rechtliche Grundlagen der modernen Waldschweinehaltung 6

III. TIERE, MATERIAL UND METHODEN 11

1. Verhaltensbeobachtung 12

2. Tiergesundheit und Schlachtkörperqualität der Wald-schweine 12

3. Waldzustandserhebung 13

4. Statistische Auswertung der erhobenen Daten 16

IV. MANUSKRIPT: VERHALTEN DER WALDSCHWEINE 17

V. PUBLIKATION: TIERGESUNDHEIT DER WALDSCHWEINE 56

VI. ERWEITERTE ERGEBNISSE 71

1. Verhalten der Waldschweine 71

1.1. Spielverhalten 71

1.2. Nestbauverhalten 71

1.3. Suhlen/Baden 72

1.4. Rangordnungsverhalten 73

1.5. Komfortverhalten 74

1.6. Sexualverhalten 75

1.7. Urinieren und Koten 75

1.8. Schneefressen 76

1.9. Stehen 76

1.10. Fortbewegung 77

2. Tiergesundheit der Waldschweine 78

3. Waldzustand 79

VII. ERWEITERTE DISKUSSION 84

1. Verhalten der Waldschweine 84

1.1. Spielverhalten 84

1.2. Nestbauverhalten 85

1.3. Suhlen/Baden 85

1.4. Rangordnungsverhalten 86

1.5. Komfortverhalten 87

1.6. Sexualverhalten 88

1.7. Urinieren und Koten 89

1.8. Schneefressen 91

1.9. Stehen 91

1.10. Fortbewegung 91

2. Tiergesundheit und Schlachtkörperqualität der Wald-schweine 92

3. Waldzustand 94

4. Ausblick: Etablierung des Waldschweinprojektes als Standbein eines landwirtschaftlichen Betriebes 97

VIII. ZUSAMMENFASSUNG 98

IX. SUMMARY 101

X. ERWEITERTES LITERATURVERZEICHNIS 103

XI. ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS 116

1. Abbildungen und Tabellen aus den Kapiteln III. und VI. 116

2. Abbildungen und Tabellen aus Manuskript (Kapitel IV.) und Pulikation (Kapitel V.) 117

2.1. Abbildungen und Tabellen in Kapitel IV. 117

2.2. Abbildungen und Tabellen in Kapitel V. 119

XII. DANKSAGUNG 121

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
Abs.	Absatz
Art.	Artikel
Aug	August
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
Bq	Bequerel
bzw.	beziehungsweise
γ	Zusammenhangsmaß Gamma
C	Kameraauswertungstag
°C	Grad Celsius
cm	Zentimeter
CF	concentrate feed, deutsch Kraftfutter
Cs	Cäsium
d	Tag
D	Direktbeobachtungstag
DDR	Deutsche Demokratische Republik
DE	Deutsches Edelschwein
Dec	December, deutsch Dezember
d.h.	das heißt
DL	Deutsche Landrasse
E	Einstallung
Eds.	Editors, deutsch Herausgeber (Plural)
Ed.	Editor, deutsch Herausgeber (Singular)
e.g.	(exempli gratia) for example, deutsch: zum Beispiel
et al.	et alii
etc.	et cetera
evtl.	eventuell
F	Futterverbrauchs-messung

Fig.	figure
FM	Frischmasse
g	Gramm
GF	green fodder/ Grundfutter
ggf.	gegebenenfalls
h	Stunde
ha	Hektar
HL	Hinten Links
HR	Hinten Rechts
Hrsg.	Herausgeber
i.e.	id est, deutsch d.h.
IMF	Intramuskulärer Fettgehalt
Jan	January, deutsch Januar
Jul	July, deutsch Juli
Jun	June, deutsch Juni
Kap.	Kapitel
KF	Kraftfutter
kg	Kilogramm
km	Kilometer
LM	Lebendmasse
LWF	Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
m	Meter
M	Temperatur- und Feuchtemessung
MfA	Muskelfleischanteil
ME	metabolizable energy, deutsch: Umsetzbare Energie
MJ	Megajoule
n/N	Anzahl
Nov	November
obB	ohne besonderen Befund
Oct	October, deutsch Oktober

P	Parasitenuntersuchung
P bzw. p	Signifikanz
Piet	Pietrain
%	Prozent
Q	Quadrant
R	release, deutsch Einstallung
R^2	Bestimmtheitsmaß
s	Sekunde
S.	Satz (Gesetzestexte)/Seite
S	Schlachtung
Sep	September
SG	Schlachtgewicht
SH	Schwäbisch-Hällisch
T	Traktlinie
Tab.	Tabelle
TB	Tierbeobachtung
TM	Trockenmasse
v.a.	vor allem
vgl.	vergleiche
VL	Vorne Links
VR	Vorne Rechts
W	Wägung
XP	Rohprotein
XPFM	Rohprotein i.d. Frischmasse
XPTM	Rohprotein i.d. Trockenmasse
z.B.	zum Beispiel
ZP-Verfahren	Zwei-Punkte-Verfahren

I. EINLEITUNG

Die deutsche Schweinehaltung steht derzeit vor großen Herausforderungen und einer Neuausrichtung: Auf der Agenda stehen z.B. der Wunsch nach einem Verzicht auf das Schwanzkupieren, das Verbot der betäubungslosen Kastration, der Wunsch nach mehr Tierwohl (im Sinne von weicher Liegefläche, höherem Platzangebot und Beschäftigungsmaterial statt der konventionellen Aufstallung auf Vollspalten), genauso aber auch die Verschärfungen im Düngerecht und hinsichtlich des Klimaschutzes. Ganz aktuell scheint im Rahmen der Corona-Krise noch eine Komponente im Sinne einer „Sicherstellung der Nahrungsproduktion im eigenen Land" hinzuzukommen. Zusätzlich ist - trotz aller staatlichen Bemühungen, über Förderprogramme etc. gegenzusteuern - auf Grund des Kostendruckes nach wie vor der Trend weg von vielen kleinen landwirtschaftlichen Betrieben hin zu immer größeren Produktionseinheiten gegeben.

Die erste Idee zur Waldschweinehaltung auf dem für diese Studie genutzten landwirtschaftlichen Betrieb entstand durch ein Beispiel in Südeuropa, wo auch heute noch Schweine auf ursprüngliche Art im Wald gemästet werden. Von Anfang an standen an vorderster Stelle das Tierwohl und die tiergerechte Haltung von Schweinen in ihrem möglichst natürlichen Lebensumfeld, nämlich im Wald. Dieser sollte - im Gegensatz zu vielen anderen Schweinefreilandhaltungen mit einer reinen Weidefläche - möglichst viel Wühl- und Beschäftigungsmaterial, Strukturelemente, weiche Liegemöglichkeiten, unterschiedliche Klimazonen und schweinetypische Waldnahrung bieten. Neben der Maximierung des Tierwohls (aus Schweinesicht) sollte gleichzeitig ein tragfähiges finanzielles Standbein für einen bäuerlichen landwirtschaftlichen Betrieb aufgebaut werden. Ein wichtiges Ziel war insbesondere, die auf Grund des stark gefallenen Holzpreises wirtschaftlich unrentablen Waldflächen einer Nutzung zuzuführen, die langfristig mit zum Einkommen des landwirtschaftlichen Betriebes beitragen kann.

Im Rahmen der hier vorgelegten Studie wurden begleitend drei verschiedene Aspekte beleuchtet:

- Welches Verhalten zeigen Hausschweine unter möglichst naturnahen Lebensbedingungen im Wald, wenn ad libitum Grünfutter, Kraftfutter und Wasser sowie ein Witterungsschutz vorhanden sind? Da in einem Waldmastsystem viele Probleme der klassischen Schweinemast, wie z.B. Schwanzbeißen, ein Mangel an Beschäftigungsmaterial oder auch das Fehlen weicher Liegeflächen entfallen, sollen diese Ergebnisse Anhaltspunkte für bauliche und/oder managementtechnische Anpassungen zur Verbesserung des Tierwohls in der Stallhaltung bieten.
- Ein zweiter Punkt war die Abklärung der Tiergesundheit in einem Waldmastsystem und die Untersuchung der Schlachtkörperqualität.
- Drittens wurde erhoben, wie sich die Schweinehaltung auf den Waldzustand auswirkte, um daraus ableiten zu können, ob bei längerfristiger Nutzung als Schweinehutewald mit Schäden für den Waldbestand zu rechnen ist.

II. ERWEITERTE LITERATURÜBERSICHT

1. Historische und aktuelle Einordnung der Waldschweinehaltung

Die früher in Europa weit verbreitete Hutehaltung von Schweinen im Wald wurde mit der strikten Trennung von Wald und Landwirtschaftsfläche im Laufe des 19. Jahrhunderts abgeschafft (Beinlich et al., 2005d; Huss et al., 2011; Stuber & Bürgi, 2001), eine kurzzeitige Renaissance gab es wohl nach dem 1. Weltkrieg (Beinlich et al., 2005 d). Nachweise für eine Waldweide von Schweinen gibt es auch in der Nähe der beiden Versuchsflächen: so durften die herzoglichen Forstbeamten Ende des 16. Jahrhunderts als Teil ihrer Entlohnung im ca. 35 km entfernten Ebersberger Forst jeweils ein bestimmte Zahl von Schweinen in den Wald eintreiben (KrA GR 483/69 in: Köstler, 1934).

Heute wird in Europa nur mehr von wenigen Gegenden berichtet, in denen in größerem Umfang eine traditionelle Freiland-/Hutehaltung von Mastschweinen unter Einbeziehung „waldähnlicher Flächen“ erfolgt. Dies sind beispielsweise die Saveauen (Beinlich & Poschlod, 2005; Zahn, 2014) und - vermutlich noch bekannter - die Dehesa, ein spanisches Agroforstsystem zur Mast von Iberico-Schweinen (Lüdeke, 2005; Rodríguez-Estévez et al., 2012).

Eine Mast von Schweinen im Wald findet in Deutschland bis auf einige wenige Projekte nicht mehr statt, aus der Literatur ist nur ein Beispiel aus Franken (Huss et al., 2010) bekannt. Versuche zur Waldmast in der ehemaligen DDR sind in der Größenordnung nicht vergleichbar; sie geschahen mit der Intention, Stallbauten zu sparen. Dementsprechend wurden mehrere tausend Mastschweine auf bis zu 50 ha Waldfläche gehalten (Bennewitz et al., 1983; Haupt et al., 1978). Für das interdisziplinäre Forschungsprojekt des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) „Schweinefreilandhaltung im Rahmen der Landschaftspflege 1999 bis 2002 (FKZ 01LN0002)“ wurde eine Freilandhaltung von Schweinen an fünf Standorten untersucht (Beinlich & Poschlod, 2005c), eine Einbeziehung einer Waldfläche war dabei aus genehmigungsrechtlichen Gründen nicht möglich (Poschlod, mündlich, 9.7.2019).

2. Kurzer Überblick über die Grundzüge des natürlichen Verhaltens von (Wild-) Schweinen

Wildschweine leben in Familienverbänden aus miteinander verwandten Tieren, nicht verwandte Tiere werden nicht aufgenommen (Meynhardt, 2013). Typische Gruppen-/Rottengrößen sind zwischen zwei und 30 Tieren (Meynhardt, 2013). Auch bei im Freigehege gehaltenen Hausschweinen scheint die Gruppe ein bestimmendes Element im Leben der Schweine zu sein: Schweine im Freigehege achteten dabei grundsätzlich sehr auf das Verhalten der anderen Gruppenmitglieder, dies spielte neben dem Fressen auch bei der Fortbewegung der Gruppen eine Rolle (Stolba & Wood-Gush, 1989). Die Schweine bewegten sich als Gruppe von Platz zu Platz im Freigehege, innerhalb des jeweiligen Verhaltenskontextes der Gruppe zeigten die Individuen jedoch eine große Bandbreite von Verhaltensmustern (Stolba & Wood-Gush, 1989). Auch Mitglieder einer Gruppe wiesen beim Fressen eine Individualdistanz auf, sie lag bei durchschnittlich 3,8 m; bei zwei verschiedenen Gruppen hielten sie Fress-Distanzen von 50 m ein (Stolba & Wood-Gush, 1989).

Die Rangordnung bei Wildschweinen entsteht durch Alter und Körpermasse, das höhere Alter gibt dabei ggf. den Ausschlag (Meynhardt, 2013). Innerhalb der Gruppe/Rotte scheint es bisher noch unbekannte Bindungen zwischen einzelnen Tieren zu geben (Meynhardt, 2013).

Das Sehvermögen der Wildschweine ist eher gering, sie können ihre Frischlinge nicht visuell unterscheiden; rangunterschiedliche Tiere erkennen sich erst dann visuell, wenn sie nur mehr 0,5 bis 1,5 m voneinander entfernt sind (Meynhardt, 2013). Dagegen sind Geruchssinn und Hörvermögen sehr stark ausgeprägt: Wildschweine riechen bis zu 300 m weit, auch im körpernahen Bereich gibt es geruchliche Kommunikation (Meynhardt, 2013). Das Hörvermögen ist so gut ausgeprägt, dass sie 80 bis 100 m weit hören können, dabei äußern sie individuell zuordenbare Laute (Meynhardt, 2013). Ähnlich dazu berichten auch Stolba und Wood-Gush (1989), dass sich Mitglieder einer Hausschweinegruppe im Freigehege mit Kontaktgrunzen und Naso-Nasalkontakt am Schlafplatz begrüßen. Dementsprechend scheint auch hier die visuelle Erkennung eine eher

untergeordnete Rolle zu spielen.

Wildschweine können in Europa nahezu alle Biotope besiedeln. Ein besonderer Konkurrenzvorteil ist, dass sie – unter anderem auch auf Grund ihres Schwimmvermögens - sehr gut auch feuchte Gebiete nutzen können (Briedermann & Stöcker, 2009). Ein ebenso wichtiger Punkt ist, dass Wildschweine sich jeweils auf diejenige Nahrungskomponente einstellen können, die gerade die leichteste Energiegewinnung ermöglicht (Briedermann & Stöcker, 2009). Neben Feuchtigkeit und Wasser zieht sich das Thema Schatten als wichtiger Punkt sowohl durch das Leben der Wild- als auch der Hausschweine: Für Wildschweine sind das Vorhandensein von Dickungen (dicht mit jungen Bäumen und Sträuchern bewachsene Gehölzflächen) und feuchten Flächen die wichtigsten Ansprüche an ihren Lebensraum (Meynhardt, 2013). Dickungen gelten als überlebensnotwendig (Meynhardt, 2013). Auch für Hausschweine sind Schatten spendende Strukturen im Freiland von großer Bedeutung (Flegler et al., 2005). Dickungen und geschützte Bereiche sind u.a. als Ruheort von Bedeutung. Wildschweine legen sich z.B. Schlafkessel aus Zweigen an, die mit Moos ausgepolstert werden, wobei sie sich fast immer einen neuen Kessel bauen (Meynhardt, 2013). Bei warmen Temperaturen schieben sich Wildschweine nur eine Kuhle in den Sand und ruhen dann darin (Meynhardt, 2013). Ruhen nimmt einen großen Zeitanteil im Tagesablauf der Schweine ein. Extensiv gefütterte Hausschweine in Freilandhaltung verbringen ca. 30 % des Lichttages mit Ruhen (Flegler et al., 2005).

Ein prägender Bestandteil im Leben von Haus- und Wildschweinen ist das Erkundungsverhalten:
Schweine sind grundsätzlich sehr neugierig und erkunden bevorzugt das Unbekannte (Wood-Gush & Vestergaard, 1991). In ihrer natürlichen Umwelt wenden Schweine viel Zeit für die Erkundung (Wühlen und Umweltinteraktion) von Essbarem und zum Kennenlernen der Gegend auf (Studnitz et al., 2007). Studnitz et al. (2007) bezeichnen das Erkundungsverhalten daher als ein Grundbedürfnis von Schweinen. In diesem Zusammenhang gehen Studnitz et al., (2007) in ihrem Review davon aus, dass es neben dem extrinsischen Reiz zur Erkundung, z.B. durch Hunger, einen intrinsischen Reiz im Sinne einer Neugier zur Erkundung gibt. Das intrinsische Erkundungsverhalten sorgt dafür, dass das Tier über seine Umgebung und die darin verfügbaren Ressourcen in jeder Richtung Bescheid wissen will (Studnitz et al., 2007). Passend dazu berichtet Stolba (1986),

dass Schweine in einer Freilandhaltung, obwohl sie kaum hungrig waren, mindesten die Hälfte ihrer Aktivitätszeit mit den - im Verlauf der hier vorliegenden Studie - als Fressen, Wühlen und Umweltinteraktionen bezeichneten Aktivitäten verbrachten.

Insgesamt scheint eine Freilandhaltung von (Haus-) Schweinen im Wald wichtigen Grundzügen ihres arttypischen Verhaltens entgegenzukommen oder sie sogar vollständig zu befriedigen. Verhaltensstörungen wie z.B. Schwanzbeißen treten bei Freilandschweinen jedenfalls nicht auf (Flegler et al., 2005).

3. Rechtliche Grundlagen der modernen Waldschweinehaltung

Die Einrichtung einer Freilandhaltung von Schweinen im Wald muss **vor** Beginn der baulichen Ausführung durch verschiedene Behörden genehmigt werden. Da die Haltung von Schweinen im Wald in den letzten Jahrzehnten so gut wie gar nicht durchgeführt wurde, ist die Rechtslage in diesem Bereich dünn und in manchen Bereichen derzeit noch nicht vollständig geklärt. Daher erheben folgende Darstellungen ausgewählter Rechtsgebiete keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Übertragbarkeit; sie repräsentieren eigene Erfahrungen in Bayern und sollen eine Hilfestellung für zukünftige Genehmigungen geben.

Forstrecht

Eine Schweinehaltung in einer Waldfläche stellt zunächst einen Nutzungskonflikt zwischen Land- und Forstwirtschaft dar, denn es wird eine landwirtschaftliche Nutzung (hier die Schweinemast/ein Schweinehutewald) auf einer Fläche durchgeführt, die eigentlich dem Schutz des Bayerischen Waldgesetzes (BayWaldG, 2005) untersteht. Gemäß Art. 2 Abs. 1 BayWaldG ist „Wald im Sinne dieses Gesetzes (…) jede mit Waldbäumen bestockte (…) Fläche“. Gemäß Art. 9 Abs. 1 S. 1 ist „jede Handlung, durch welche die Produktionskraft des Waldbodens vernichtet oder wesentlich geschwächt oder durch welche der Waldboden beseitigt wird (Waldzerstörung), (…) verboten.“ Und nach Art. 9 Abs. 2 S. 1

bedarf „die Beseitigung von Wald zugunsten einer anderen Bodennutzungsart (Rodung) (…) der Erlaubnis.“

Die grundlegende Entscheidung ist hier nun: Setzt man die Tierzahl so (niedrig) fest, dass es sich bei der Flächennutzung weiterhin um die Hauptnutzung „Forstwirtschaft“ handelt oder möchte man mit der Tierzahl darüber hinausgehen? In diesem Fall gewinnt der landwirtschaftliche Aspekt der Nutzung „Schweinehaltung“ als Hauptnutzung Übergewicht und es ist eine Nutzungsänderung, d.h. eine Rodungserlaubnis für die Waldfläche notwendig.

Für den Fall „ Forstwirtschaftliche Hauptnutzung“ ergeben sich nach Art. 9 Abs. 1 und 2 zwei Bereiche, mit denen sich die Forstbehörde auseinander setzen muss: Findet eine Schädigung des Waldbodens oder eine Schädigung des Waldökosystems bzw. Baumbestandes statt? Für die endgültige Genehmigung der beiden Versuchsflächen wurde die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) beratend zum Thema Stickstoffeintrag tätig. Sie beurteilte die Waldzustände (Bewuchs, Boden) und legte unter Einbeziehung der schon vorhandenen aktuellen Stickstoffeinträge aus der Luft den noch zusätzlich möglichen Stickstoffeintrag durch Mastschweine fest. Nach diesen Berechnungen dürfen in den beiden schon von Natur aus gut nährstoffversorgten, wüchsigen Versuchsflächen 3 Mastschweine (mit rechnerisch 4,77 kg N Ausscheidung pro Mastperiode) für 5 Monate im Jahr im Wald gehalten werden. Bei passenden Voraussetzungen (magerer Boden, Laubwald etc.) könnten durchaus auch mehr Tiere im Rahmen einer forstlichen Nutzung gehalten werden.

Für den Fall, dass man eine höhere Tierzahl auf der Fläche halten möchte, als nach diesen Berechnungen zulässig ist, ändert sich die vorher forstwirtschaftliche Hauptnutzung zur „Hauptnutzung Schweinehaltung“. Dafür ist eine Rodungserlaubnis, d.h. Erlaubnis zur Nutzungsänderung in Landwirtschaftsfläche, zu beantragen. Damit ist nicht automatisch eine vollständige Entfernung des Baumbestandes gleichzusetzen. Da eine nicht umgesetzte Rodungserlaubnis in der Regel nach 5 Jahren verjährt, muss diese bei einem Schweinehutewald, bei dem große Teile des Baumbestandes stehen bleiben werden, ausdrücklich unbefristet erteilt werden. Der rechtliche Aufwand für eine „Rodung“, evtl. notwendige Kompensationsmaßnahmen oder Ersatzaufforstungen etc. hängen von der Flächengröße und weiteren im Rodungsverfahren geprüften Faktoren ab.

Abhängig davon, ob für den Hutewald eine Rodungserlaubnis erteilt wird, ist der zweite zu klärende Bereich, nämlich die Bodennutzung im Bereich der baulichen Anlagen: Insbesondere im Bereich des gepflasterten Futter- und Tränkeplatzes und der Schweinekobel liegt keine forstliche Bodennutzung mehr vor. Damit ist im Regelfall zumindest für diese Flächen eine Rodungserlaubnis zu beantragen.

Wichtig ist, dass Waldverjüngungsflächen und fremde Wälder nach Art. 46 Abs. 3 BayWaldG ausdrücklich nicht mit Schweinen beschickt werden dürfen! Verjüngungsflächen sind daher - soweit keine Rodung beantragt wurde - aus der Schweinehutewald-Fläche auszuzäunen.

Einen guten Überblick über den Umgang mit Waldweide in den verschiedenen Landesforstgesetzen der deutschen Bundesländer gibt Jedicke (2013).

Veterinärrecht

Für die Abnahme der Hutewaldfläche bzw. die endgültige Genehmigung durch das Veterinäramt (diese erfolgt erst n a c h ordnungsgemäßer Fertigstellung der gesamten Anlage) ist in erster Linie die Schweinehaltungshygieneverordnung (SchHaltHygV, 2014) maßgeblich. Nach § 4 Abs. 1 SchHaltHygV sind Schweine in Freilandhaltungen nach den Vorgaben von Anlage 4 zu halten. Dort sind im Sinne einer Checkliste eine Reihe von Vorgaben hinsichtlich baulicher Anlagen und Management aufgeführt, die in Schweinefreilandhaltungen eingehalten werden müssen. **Wenn alle Auflagen nach der Anlage 4 SchHaltHygV erfüllt sind, besteht grundsätzlich ein Genehmigungsanspruch für die Freilandhaltung**. Eine Ausnahme hierbei bilden Tierseuchen.

Hinsichtlich Dokumentationspflichten, Vorgaben zur Reinigung und Desinfektion, Qualifikation des Tierarztes zur tierärztlichen Bestandsbetreuung (Fortbildungen im Schweinebereich) und Zahl der Betriebsbesuche, Meldungen von Tierzugängen, Beitrag zur Tierseuchenkasse (Pflicht) etc. ist eine detaillierte Absprache mit dem Veterinäramt zu empfehlen. Meldungen der Tierzugänge und der Betriebsstätten (z.B. Lage von verschiedenen Hutewaldflächen in verschiedenen Gemeinden) erfolgen in Bayern über die Landwirtschaftsverwaltung und deren Datenbanken.

Naturschutz

Ein großer Nachteil der doppelten Zäunung nach Anlage 4 SchHaltHygV ist, dass ein freies Betreten der Natur, wie es Art. 27 Abs. 1 des Bayerischen Naturschutzgesetzes (BayNatSchG, 2011) fordert, nicht mehr möglich ist. Insbesondere bei einem hohen Freizeit- und Erholungswert der zur Waldschweinehaltung beantragten Fläche kann entweder die maximal eingezäunte Flächengröße limitiert werden oder es wird vereinbart, dass die auf Grund eines Koppelwechsels gerade nicht genutzten Flächen in der Zwischenzeit durch Waldbesucher betreten werden dürfen. In Zeiten der Afrikanischen Schweinepest ist dies eher kritisch zu betrachten. Sollte die zeitweise Einräumung des Betretungsrechtes durchgeführt werden, ist unbeabsichtigtes Eindringen von Wildtieren in die Zaunfläche in diesem Zeitraum ggf. mit Viehrosten zu unterbinden.

Je nach Lage zu Biotopen, Landschaftsschutzgebieten etc. kann die untere Naturschutzbehörde weitere Auflagen erlassen, z.B. einen Mindestabstand der Schweineweidefläche von einem Biotop. Besteht die Gefahr einer potentiellen Zerschneidung bestehender natürlicher Verbindungen, kann beispielsweise. auch die Aufrechterhaltung eines Wildtierkorridors bzw. die Bepflanzung der Zaun-Außenflächen zur Erleichterung des Wildwechsels gefordert werden.

Bauen im Außenbereich

Nach § 35 Abs. 1 Nr. 1 des Baugesetzbuches (BauGB, 2017) ist ein Bauvorhaben im Außenbereich „(…) nur zulässig, (…) wenn es (…) einem land- oder forstwirtschaftlichen Betrieb dient (…)“. Damit können zunächst nur land- und forstwirtschaftliche Betriebe, deren Bauvorhaben eine Privilegierung erhalten können, einen Schweinehutewald einrichten. Dabei kann die Privilegierung sowohl rein auf Basis der landwirtschaftlichen Betriebsform des Unternehmens als auch bei größeren Forstflächen im Rahmen einer vom Haupt-Forstbetrieb mitgezogenen Privilegierung für den Nebenbetrieb „Hutewald“ erreicht werden. Bei der mitgezogenen Privilegierung nach Punkt 2.5 der Gemeinsamen Bekanntmachung (2016) muss das Vorhaben u.a. dem Forstbetrieb zu- und untergeordnet sein (d.h. nur Teilflächen umfassen) und es muss sich im Vergleich zum Forstbetrieb um eine bodenrechtliche Nebensache handeln. Weitere Details zur Beurteilung der mitgezogenen Privilegierung siehe Punkt 2.5 der Gemeinsamen Bekanntmachung

(2016). Andernfalls ist die Errichtung der Zäune, Hütten etc. nicht zulässig. Ob eine Baugenehmigung erforderlich ist oder alles verfahrensfrei errichtet werden kann, liegt im Ermessen des Landratsamtes. Für die Schweinehütten ist zu beachten, dass diese nach der Bayerischen Bauordnung (BayBO, 2007) wohl nur bei nicht dauerhafter Benutzung (ergibt sich in der Regel sowieso durch die Flächenrotation) verfahrensfrei sind, denn „(…) verfahrensfrei sind (…) frei stehende Gebäude (…), die einem land- oder forstwirtschaftlichen Betrieb (…) dienen (…) und nur (…) zum vorübergehenden Schutz von Tieren bestimmt sind (…)“ (Art. 57, Abs. 1 Nr. 1c BayBO). Die Privilegierung eines Vorhabens wird von den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten festgestellt.

Weitere Behörden

In der Regel sind am Genehmigungsverfahren noch weitere Behörden, wie Gemeinde (Anhörung bei Rodungen oder Beteiligung bei Baugenehmigungen), Wasserwirtschaftsamt (v.a. bei Nähe zu Gewässern oder Wasserschutzgebieten) oder Denkmalamt (bei Bodendenkmälern) etc. beteiligt.

Eine sehr umfassende Darstellung zu allen Aspekten der Freilandhaltung (Standortwahl, Genehmigung/Recht, Rassen, Zäunung, Wasserstellen, Hütten, Quarantänestation, Besucherlenkung, Hygieneschleuse etc.) findet sich in „Hinweise für die Praxis der extensiven Schweinefreilandhaltung“ (Beinlich et al. 2005a). Die Darstellung der Fütterung ist hier auf ein extensives Haltungssystem, d.h. 2-3 Schweine/Sauen pro ha kalkuliert, bei entsprechend höherem Besatz muss diese deutlich nach oben angepasst werden.

III. TIERE, MATERIAL UND METHODEN

Die im Rahmen des Waldschweinprojektes durchgeführten Untersuchungen fanden an zwei verschiedenen Wald-Standorten eines landwirtschaftlichen Biobetriebes im oberbayerischen Alpenvorland statt. Beide Waldflächen waren gemäß der veterinärrechtlichen Vorgaben doppelt eingefriedet und identisch ausgestattet (Futterplatz, Hygieneschleuse, Schweinekobel). Die Schweine wurden ad libitum mit Kraftfutter (KF) und Grundfutter (GF), d.h. Kleegras, am Futterplatz zugefüttert. Eine detaillierte Beschreibung zu Genehmigung, Ausstattung, Fütterungsregime, Management etc. findet sich auf **S. 20 ff** bzw. **S. 58 ff**. Einen Überblick über alle im Rahmen dieser Studie durchgeführten Erhebungen gibt **Abb. I**. An beiden Standorten wurden mit einem Monat Zeitversatz im Sommer 2018 jeweils 20 Läuferschweine (Rasse: Kreuzungstiere Schwäbisch-Hällisch * Pietrain) eingestallt (siehe **Abb. I**, „E“). Die Schlachtung erfolgte ca. ein halbes Jahr später im Winter 2018/19. Temperatur und relative Luftfeuchte wurde an beiden Standorten durchgehend gemessen (siehe **Abb. I**, „M“).

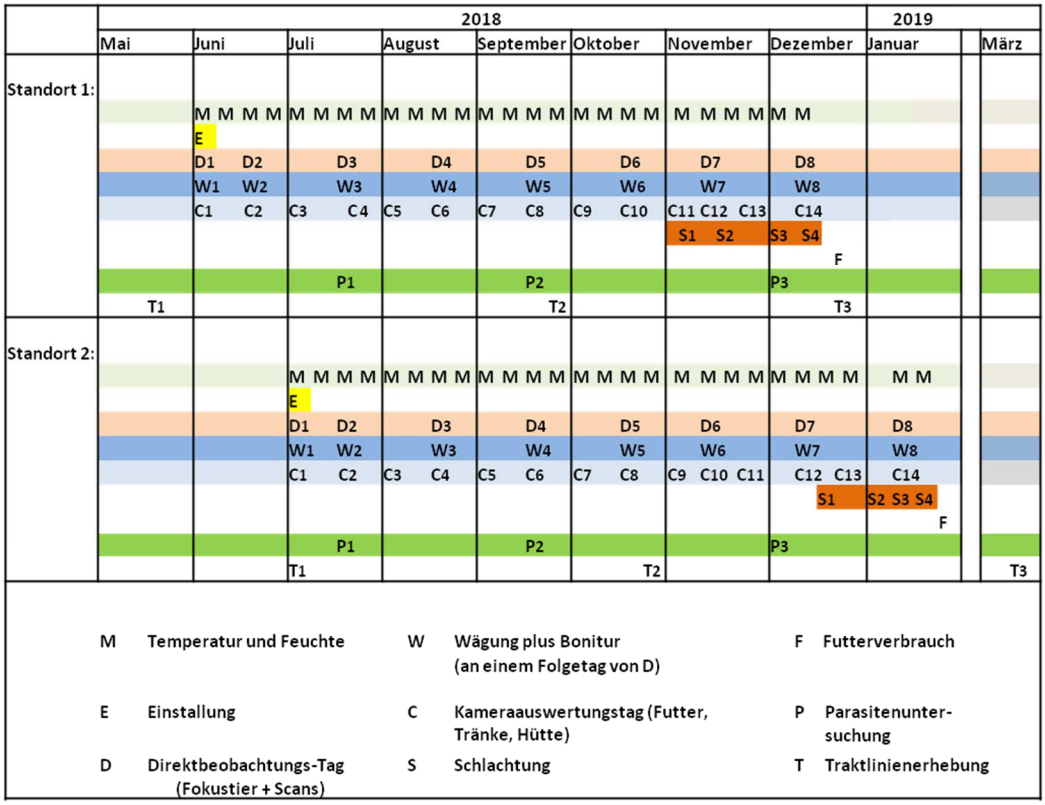

Abb. I: Überblick über alle im Rahmen des Waldschweinprojektes an den beiden Waldstandorten (Standort 1 und Standort 2) durchgeführten Datenerhebungen. Grafik: R. Stäbler

1. Verhaltensbeobachtung

Das Verhalten der Waldschweine wurde in acht sog. Clustern mittels direkter Beobachtung (siehe **Abb. I,** „D“), d.h. focal sampling und scan sampling (vgl. Martin & Bateson, 2007) und mittels indirekter Beobachtung durch Kameras (siehe **Abb. I**, „C“) erfasst. Eine detaillierte Darstellung der Methodik einschließlich eines vollständigen Ethogramms befindet sich auf **S. 20 ff**.

2. Tiergesundheit und Schlachtkörperqualität der Waldschweine

Im Rahmen der oben erwähnten acht Cluster wurden jeweils auch Wägungen und Lebendbonituren aller Schweine durchgeführt (siehe **Abb. I**, „W“). Die Untersuchungen zu Organgesundheit, Klauenzustand und Schlachtkörper- bzw. Fleischqualität erfolgten an acht Schlachtterminen (siehe **Abb. I**, „S“). Nach der letzten Schlachtung wurde an beiden Standorten der Futterverbrauch berechnet (siehe **Abb. I**, „F“). Pro Standort fanden drei Untersuchungen auf Endoparasiten (Kotsammelproben) statt (siehe **Abb. I**, „P“). Eine detaillierte Darstellung der Methodik befindet sich auf **S. 58 ff**.

Zusätzlich konnte die Einstufung der Schlachtkörper in Handelsklassen nach der Schweineschlachtkörper-Handelsklassenverordnung (SchwHKlV) (1986) mit den Ergebnissen einer Stallschwein-Gruppe verglichen werden. Als Vergleichswerte für den Muskelfleischanteil dienten die Muskelfleischanteile von 60 Mastschweinen mit gleicher Genetik (SH*Piet). Sie stammten vom selben Ferkelerzeuger wie die Waldschweine und wurden in einem Biobetrieb (Stall mit Auslauf, kein Weidegang) mit ad-libitum-Fütterung gemästet. Diese 60 SH*Piet-Tiere aus Stallhaltung wurden an 7 Schlachttagen an einem anderen Schlachthof in einem ähnlichen Zeitraum wie die Waldschweine geschlachtet. Basis für die Berechnung des Muskelfleischanteils waren dort die Messergebnisse mittels Fat-O-Meater (FOM) gemäß § 2 Abs. 7 Nr. 2 bzw. Anlage 2 SchwHKlV (1986). Die amtliche Rechenformel lautet hier:

$$\text{Muskelfleischanteil}_{FOM} = 60{,}98501 - 0{,}85831 * \text{Speckdicke} + 0{,}16449 * \text{Fleischdicke}.$$

3. Waldzustandserhebung

Die Erhebung des Waldzustandes (siehe **Abb. I**, „T“) erfolgte in Anlehnung an das Traktverfahren der Bayerischen Staatsforsten (Baier & Beck, 2007). An beiden Standorten wurden je zwei fiktive Linien so durch den Waldbestand gelegt, dass einmal ein erwartungsgemäß stark und einmal ein erwartungsgemäß weniger genutzter Waldbereich repräsentiert wurde. Entlang dieser sog. Traktlinien (T1 bzw. T2) wurden die auf der Linie stehenden Bäume/Sträucher mit einem für Forstarbeiten üblichen weißen Markierspray auf ca. 1,5 m Höhe dauerhaft markiert und die Baumart notiert (Standort 1: T1 22 und T2 23 Bäume/Sträucher; Standort 2: T1 19 und T2 25 Bäume/Sträucher). Zur Beurteilung des Bodenzustandes wurde der Boden um jeden Baum bei den Erhebungen in vier Quadranten (Nord-Ost, Nord-West, Süd-West, Süd-Ost, Größe jeweils ca. 1 m²) eingeteilt. Der Stamm bildete dabei den Mittelpunkt der vier Quadranten (siehe **Abb. II**).

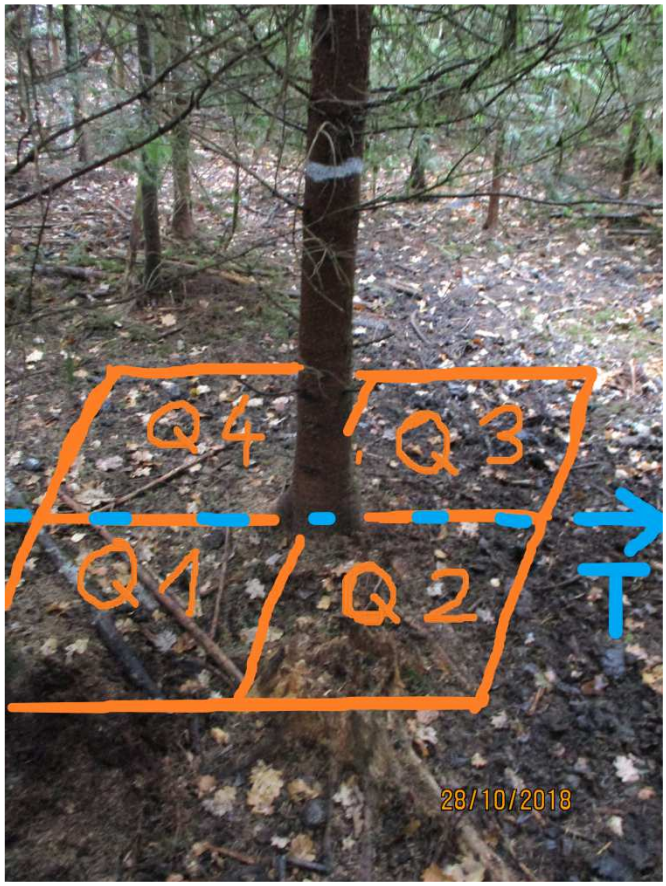

Abb. II: Traktlinie: Schematische Anordnung der vier jeweils 1 m² großen Quadranten Q 1 bis Q 4 (im Bild orange eingezeichnet) um einen Untersuchungsbaum (weiß markiert); Verlauf der Traktlinie T (blau eingezeichnet) – die weiteren Bäume stehen links und rechts außerhalb des Bildes. Grafik: R. Stäbler

Pro Standort erfolgten im Rahmen des Hauptversuches drei Erhebungen: Erhebung 1 zur Einstallung der Schweine, Erhebung 2 Mitte der Mast und Erhebung 3 nach Ausstallung der Tiere (sobald der vorhandene Schnee weggetaut war und der Bodenzustand beurteilt werden konnte). Standort 2 wurde das erste Mal mit Schweinen belegt, während Standort 1 im Bereich von T2 schon das zweite Mal (bzw. bei T1 das dritte Mal) mit Schweinen belegt wurde. Daher wurde an Standort 1 vor der Durchführung des Hauptversuchs zusätzlich nach dem vorangegangenen Vorversuch im Vorjahr eine Erhebung 0 nach Ende des Vorversuchs durchgeführt. Damit konnte die Entwicklung des Waldzustandes zwischen Ausstallung der letzten Tiere und bis zur Einstallung der Tiere beim Hauptversuch mit abgedeckt werden. Insgesamt wurden damit im Rahmen der Erhebungen 1 bis 3 Daten von 267 und bei Hinzunahme von Erhebung 0 Daten von 312 Bäumen und Sträuchern und deren Umgebung erfasst.

Untersucht wurden:

- das Vorhandensein von direkten, frischen Rindenschäden an Stamm, Stammfuß und Hauptwurzeln (Notenskala siehe **Tab. I**);
- visuelle Beurteilung des Bewühlungsgrad des Bodens (Notenskala siehe **Tab. I**); ausgewertet wurde pro Baum jeweils der Quadrant mit der schlechtesten Note (worst-case-Betrachtung);
- der (geschätzte) indirekte Einfluss der Wühltätigkeit auf die Baumentwicklung (Notenskala siehe **Tab. I**); ausgewertet wurde pro Baum jeweils der Quadrant mit der schlechtesten Note (worst-case-Betrachtung).

Tab. I: Notenskala Rindenschäden, Bewühlungsgrad des Bodens und Einfluss der Wühltätigkeit auf die Baumentwicklung

Rindenschäden		**Bewühlungsgrad des Bodens** (jeweils Auswertung des Quadranten mit der schlechtesten Note pro Baum (worst-case-Betrachtung)		**(geschätzter) indirekter Einfluss der Wühlaktivität auf die Baumentwicklung** (jeweils Auswertung des Quadranten mit der schlechtesten Note pro Baum (worst-case-Betrachtung)	
Note	**Bewertung**	**Note**	**Bewertung**	**Note**	**Bewertung**
0	kein Rindenschaden	0	unbewühlt	0	kein Schaden für den Baum, unbewühlt
1	ein Rinden-schaden (<2 €-Stück, größere Rindenschäden traten nicht auf)	1	<30 % des Bodens bewühlt/ verändert	1	kein Schaden für den Baum, bewühlt
-	-	2	>30 % des Bodens bewühlt/ verändert	2	geringer Schaden für den Baum, bewühlt
-	-	-	-	3	erheblicher Schaden für den Baum, bewühlt

4. Statistische Auswertung der erhobenen Daten

Eine ausführliche Darstellung zur statistischen Analyse der Daten zum Verhalten der Waldschweine befindet sich auf **S. 26-27**.

Die ausführliche Darstellung zur statistischen Analyse der Tiergesundheit und der Schlachtkörperqualität befindet sich auf **S. 61**. Die Unterschiede in der Handelsklasseneinteilung zwischen den Stallschweinen und den Waldschweinen wurden mittels eines Chi-Quadrattests verglichen.

Die statistische Analyse des Waldzustandes wurde wie folgt durchgeführt: Das Vorhandensein von Rindenschäden wurde aufgrund der geringen Fallzahl deskriptiv dargestellt. Die Veränderung des Bewühlungsgrads des Bodens im Verlauf der Mast (Erhebung 1, 2 und 3) wurde mittels Chi-Quadrat-Tests nach Pearson untersucht. Zusätzlich wurde das Zusammenhangsmaß Gamma (γ) zwischen den beiden Ordinalmaßen Note des Bodenzustandes und Erhebungsnummer aus den Kreuztabellen errechnet. Der (geschätzte) Einfluss der Wühltätigkeit auf die Baumentwicklung wurde deskriptiv dargestellt.

IV. MANUSKRIPT: VERHALTEN DER WALDSCHWEINE

Behavior of domestic pigs under near-natural forest conditions with ad libitum supplementary feeding

Rupert Stäbler[a*], Dorian Patzkéwitsch[a], Sven Reese[b], Michael Erhard[a], Sandrina Hartmannsgruber[a]

[a] Chair of Animal Welfare, Animal Behaviour, Animal Hygiene and Animal Husbandry, Department of Veterinary Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Ludwig-Maximilians-University Munich, Veterinärstraße 13/R, D-80539 München, Germany

[b] Chair of Anatomy, Histology and Embryology, Department of Veterinary Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Ludwig-Maximilians-University Munich, Veterinärstraße 13/R, D-80539 München, Germany

Journal of Veterinary Behavior

Eingereicht: 18.3.2020

Behavior of domestic pigs under near-natural forest conditions with ad libitum supplementary feeding

Rupert Stäbler[a*], Dorian Patzkéwitsch[a], Sven Reese[b], Michael Erhard[a], Sandrina Hartmannsgruber[a]

[a] Chair of Animal Welfare, Animal Behaviour, Animal Hygiene and Animal Husbandry, Department of Veterinary Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Ludwig-Maximilians-University Munich, Veterinärstraße 13/R, D-80539 München, Germany

[b] Chair of Anatomy, Histology and Embryology, Department of Veterinary Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Ludwig-Maximilians-University Munich, Veterinärstraße 13/R, D-80539 München, Germany

* Corresponding author; E-mail address: rupert.staebler@web.de

Highlights

- Domestic fattening pigs in pannage show no biphasic activity rhythm
- Uptake of ad libitum provided feed was spread evenly throughout the daylight period
- Long-lasting uptake of green fodder despite ad libitum availability of concentrate feed
- High motivation to root in the forest, almost a quarter of the daylight observation period

Abstract

Today's livestock agriculture faces major changes in domestic pig husbandry—besides animal health and productivity, aspects of animal welfare and animal-friendly husbandry systems for pigs increasingly gain attention. To get a basic and current overview of the behavior of pigs in a near-natural habitat, we studied the behavior patterns in two groups of 20 domestic fattening pigs kept in two free-range forest enclosures in southern Germany. The pigs had ad libitum access to supplementary concentrate feed (CF), green fodder (GF), water and shelters. During the 6-month observation period, we found that the pigs showed no biphasic activity rhythm. The activity phase began at ca. 05:15 and ended at 21:00 in summer, and it shortened in winter. The peak of activity was between 14:00 and 18:00. The individual behavior patterns were assessed on 16 observation days during three direct-observation-intervals each (morning: 08:00 to 10:00; midday: 12:00 to 14:00; evening: 16:00 to 18:00). In the course of a day, some of the behavior patterns such as rooting and locomotion continually increased from morning to evening. In contrast, resting occurred the least in the evening. Feed and water uptake were observed without noticeable influence of the daytime during the entire daylight period. Despite ad libitum availability of CF and GF at the feeding place, the pigs spent only about 13% of the observation time eating (including food uptake in the forest), with the total time and average duration being greater for GF than for CF uptake. Furthermore, the pigs spent about 24% of the time rooting. Thus, rooting seems to be an essential behavior pattern of domestic pigs without the motivation of hunger. Resting made up 47% of the total observation time. The remaining 16% of the observation time was spent with several short-lasting active behaviors, such as interacting with the environment, locomotion, playing and comfort behavior. Based on the results of our study, we provide recommendations for adequate management practices in modern, animal-friendly pig stalls and free-range enclosures.

Keywords

pig, free-range husbandry, forest, ad libitum feeding, animal welfare, rooting

INTRODUCTION

Pannage (i.e., fattening of domestic pigs in forests) nowadays is a rare form of pig husbandry in Northern and Central Europe. In Southern Europe, comparable forms of pig husbandry are still common, for example in the Croatian Sava floodplains (Beinlich and Poschlod, 2005; Zahn, 2014) and in the Spanish dehesas (Lüdeke, 2005; Rodríguez-Estévez et al., 2012). Until the 18th century, the life of domestic pigs basically resembled that of feral pigs (Sambraus, 2001). Considering animal welfare, pannage should offer pigs nearly optimal conditions, and extensive free-range husbandry of pigs is unequivocally considered animal friendly (Beinlich et al., 2005). The large share of shaded areas and the presence of dead wood, twigs, soft leaves and conifer litter on the ground provide the pigs with a varied, almost natural environment. According to Meynhardt (2013), feral pigs have no particular environmental needs other than the presence of adequate thickets (young, densely vegetated forest areas) and enough water. Furthermore, their broad food spectrum allows feral pigs to populate various habitats (Briedermann and Stöcker, 2009). The natural diet of feral pigs includes leaves, fruits and roots of woody plants, herbage, grasses, as well as mollusks, insects, vertebrates, etc. (Briedermann and Stöcker, 2009).

Legal regulations in Germany stipulate that free-ranged pigs are kept within double-fenced enclosures. Because forest enclosures are spatially limited, the available forage area is usually too small to cover the dietary needs of the pigs. Therefore, pannage requires supplementary provision of concentrate feed (CF) and green fodder (GF).

In the present field study, a preliminary test had revealed that insufficient feed provision can lead to lasting damage in the forest areas because of the pigs' foraging activity. The aim of this study was to describe the behavior patterns of pen-raised pigs during fattening in their natural habitat (forest) when they have ad libitum access to supplementary water, CF and GF.

ANIMALS, MATERIAL AND METHODS

Test areas, animals and procedures

The two ecologically managed test sites for pannage (each 10 000 m² in size, about 15 km apart) are in the South Bavarian Alpine Forelands and are operated by the same agricultural enterprise. In compliance with the German Order on Hygiene in Pig Keeping (SchHaltHygV, 2014), the two conifer-rich forest areas

were enclosed with double fencing (outer burrow-safe game fence, inner litz wire at 2 m distance) and equipped with hygiene gates according to Appendix 4 of the SchHaltHygV (2014).

Each test site has autarkic water supply. The area within the outer fencing is clearly divided into a black zone (access for feed delivery, vehicles, persons) and a white zone, i.e., the pig-accessible area, which persons may access only after hand washing and disinfection and in full protective clothing. The clear visual distinction between the zones prevents accidental crossing by humans. The two forest sites are comparable regarding their tree species composition (high proportion of conifers), age structure (5- to 35-year-old trees) and surface structure of the terrain.

In early summer 2018 (after two pre-experimental years), each site was stocked for one season (about 6 months) with 20 store pigs (intact females and castrated males) of the hybrid breed Swabian-Hall × Piétrain. The pigs originated from an organic farm and thus had undocked tails; all pigs had been dewormed before pannage and were vaccinated against swine erysipelas during the experiment. At the centrally installed feeding place, they had ad libitum access to organic finisher feed (Bio-Alleinfutter, Meika Tierernährung GmbH, Grossaitingen, Germany) as CF and a continuous supply of fresh trefoil-grass as GF. The preliminary test had indicated that high dietary protein content can have negative effects, such as the pigs gnawing on trees, on the habitat; therefore, the pigs received finisher CF (which has low protein content) throughout the experiment. We assumed that a potentially suboptimal protein nourishment during the pre-finish phase can be balanced through intake of the protein-rich trefoil. Besides eating the feed supply at the feeding place, the pigs could freely forage for additional food (mainly grasses, herbs and leaves and smaller amounts of roots of grasses and shrubs) or eat fallen acorns in the fall. At the feeding place, they could also drink from a water trough. Two sufficiently large shelters per site, as suggested by Schumacher et al. (2003), offered weather protection for 10 pigs per shelter. At each site, three cameras for game monitoring (Snap Shot Extra 5.0 Black and Snap Shot Multi 8.0i HD, Dörr GmbH, Neu-Ulm, Germany) were installed, one captured the shelter entrance, one the feeding place and one gave a top view of the water trough. The pigs were slaughtered between November and January with a target minimum live weight of 150 kg.

Data collection

Data collection at each site was done in eight data collection clusters (see **Fig. 1**). A cluster consisted of one direct-observation-day, one camera-observation-day and an individual weighing of all pigs per observation day. Mechanical weighing scales for livestock were present at both sites. All pig observations (exception: first observation after release) took place 1–5 days before the cluster-related weighing.

The pigs were released in early June at site 1 and 4 weeks later in early July at site 2. During release (first data collection cluster), the individual ear tag number and the sex of each pig were recorded. The ear tag numbers were used for identification until slaughter. The second data collection cluster was set about 2 weeks after release. Thereafter, the clusters for both groups were set in 4-week intervals until the end of the experiment. The clusters of both groups overlapped because of the lagged release.

	2018							2019
	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan
Site 1:	M M M M	M M M M	M M M M	M M M M	M M M M	M M M M	M M	
	R							
	D1 D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	
	C1 C2	C3 C4	C5 C6	C7 C8	C9 C10	C11 C12 C13	C14	
						S S	S S	
Site 2:		M M M M	M M M M	M M M M	M M M M	M M M M	M M M M	M M M
		R						
		D1 D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
		C1 C2	C3 C4	C5 C6	C7 C8	C9 C10 C11	C12 C13	C14
							S	S S S

M = continuous measurement of temperature and relative humidity

D = direct observation (focus pig and scan sampling) plus weighing of all pigs on the following 1-5 days

R = release of the pigs

C = camera observation (feeding place, water trough, shelters)

S = slaughter

Fig. 1: Schematic overview of the experimental procedure: time points of data collection regarding the behavior of domestic pigs in free-range forest enclosures during the fattening season 2018/19; at each site, direct observations (D1 to D8) were done on eight direct-observation-days and camera observations (C1 to C14) on 14 camera-observation-days

Animal observation

Direct animal observation

The body weights assessed during each weighing were recorded as individual weight of the focus pigs and as average pig weight in the group for the preceding observation day. Direct-observation-days were split in three observation intervals, each lasting 120 minutes (morning: 08:00 to 10:00; midday: 12:00 to 14:00; evening: 16:00 to 18:00). Before each interval, the pigs had 5–10 minutes to get accustomed to the observer; all observations were carried out by the same observer, whom the pigs knew from daily contact. The light intensity during the direct animal observations was recorded either as mainly daylight or as twilight or darkness. Accordingly, the factor "light intensity" was categorized as "light" or "dark."

The direct observations included two types of data collection: focal sampling (observation of a focus pig) and scan sampling (Martin and Bateson, 2007).

During focal sampling, the duration of each behavior pattern was recorded with a digital timer (Modell Alex, Digitale Sport-Stoppuhr Basic, Karstadt Warenhaus GmbH, Essen, Germany). For each observation interval, the observer randomly selected a different focus pig and—a priori if possible—marked the pig with a livestock marker. During the observation interval, the observer followed the focus pig throughout the entire forest area and recorded the behavior based on an ethogram (**Table 1**) developed in a preliminary test. All behavior patterns were assigned according to the intention of the pig as discernable to the observer—without an underlying minimal duration. When one behavior was recognizably finished, the timer was stopped and immediately started for the next observed behavior. Short-lasting (1–2 seconds) sociopositive contacts (naso-nasal contact) or socionegative contacts (e.g., headbutts) between the pigs were not counted as discrete behavior patterns; instead, they were included in the simultaneously shown main behavior. An evaluation of these short-lasting pig contacts without supporting camera recording had proven not to be valid and thus was not done.

In addition to the focal sampling, each observation interval included seven scan samplings done every 20 minutes on the entire visible group (ethogram see **Table 1**).

Table 1: Ethogram for focus pig observation (focal sampling) and scan sampling

Behavior pattern recorded		**Description**
Focal sampling	**Scan sampling**	
Eating concentrate feed (CF) at feeding place	Eating CF at feeding place	Eating CF at the feeding place
Eating green fodder (GF) at feeding place	Eating GF at feeding place	Eating GF at the feeding place (mainly red clover/lucerne, barely grass)
Eating food in forest	Eating food in forest	Eating food in the forest (grass, leaves from berry bushes, leaves from trees, leaf litter, targeted uptake of [grass, blackberry] roots along with the leaves)
Eating acorns	Eating acorns	Eating acorns fallen from oak trees in the forest
Drinking	Drinking from water trough	Drinking from water trough or puddle
Resting	Resting in shelter Resting outside of shelter	Lying position, sleeping (little attention to the environment) or dozing (noticeable attention to the environment)
Sitting	Inactive	Forelegs standing, hindquarters on the ground
Standing	Inactive	Remaining on four legs without activity (e.g., no eating)
Interacting with environment	Active	Visible nasal contact with aboveground objects; chewing on, gnawing on, smelling on, moving of aboveground objects
Rooting	Active	Burrowing of the snout into the ground (rooting) with any possible combination of chewing, tearing or biting motion
Walking	Active	Targeted locomotion at walking pace without any other pursuit (no rooting, no interacting with the environment, etc.)

Running	Active	Targeted fast locomotion, possibly gallop, without any other pursuit (no rooting, no interacting with the environment, etc.)
Playing	Active	Play stimulation, pushing, ramming, brief nibbling, gallop-like locomotion, possibly with chasing, brief lurking-like lying and role reversal
Nest building	Active	Biting off twigs or little trees, carrying twigs, arranging twigs, burrowing twigs
Wallowing/bathing	Active	Cooling by mud wallow or bathing in water trough
Hierarchy behavior	Active	Physical conflict between pigs
Comfort behavior	Active	Rubbing, scratching with foot, rolling
Urinating	Active	Urine discharge, possibly along with another pursuit (e.g., interacting with the environment)
Defecating	Active	Defecation
Sexual behavior	Active	Reciprocal mounting, including active leaping and passive allowing; activities of sexual contact such as sniffing urine, flehmen, tongue play, flank thrust, belly thrust with direct temporal and individual-animal-related context
Eating snow	Active	Targeted uptake of snow, flehmen with snow in the mouth

Indirect animal observation

To complement the direct observation, we did a continuous 24-hour camera monitoring. As soon as a pig (recognized as heat source or motion) stepped into the angle of vision, the camera took a photo. The cameras were programmed to allow the next release after 5 minutes (at the feeding place and shelters) or 15–30 seconds (at the water trough). For evaluation of the camera monitoring, we used in total 14 observation days per site in 2-week intervals: one observation day was

within the above-mentioned clusters (see **Fig. 1**) and the next in between to allow a 2-week rhythm. On each observation day, we evaluated for each site the data of the three cameras monitoring the feeding place, the water trough and the two shelters.

For the feeding place, the total number of visible pigs within the feeding place area (i.e., head and at least two legs were within the frame) was counted. The numbers were calculated by counting the pigs in the photos taken in 5-minute intervals.

For the water trough, the number of drinking acts was counted without differentiation between individual pigs. A drinking act was defined as the dipping of the snout or a head movement immediately preceding or following the drinking act. Continuous bathing acts (i.e., submersion of at least two feet, forequarters, hindquarters in the water trough) of individual pigs, if assignable, were counted only once in case of several sequential photos per pig. For the evaluation of camera monitoring at the water trough, we summed up the number of drinking acts visible on the photos (taken in intervals of 15–30 seconds) in a 5-minute window analog to the time window monitored at the feeding place.

The camera at the shelters was mounted across from the shelters to capture both entrance areas. Here, we differentiated between the number of pigs in front of the shelters (at least head and two legs outside of the entrance sill) and of those inside the shelters. Due to the limited view of the shelters' interior, the response variable was binomial, categorized as "yes" (at least one pig in a shelter) or "no" (no pig visible inside a shelter).

Temperature and relative humidity measurements

Temperature and relative humidity during the entire fattening period were measured at each site with temperature and humidity loggers (LogBox-RHT-LCD, Novus Automation Inc., Canoas, Brazil). The loggers were installed in the forest in the shade under the roofs of the shelters at 1.5–2.0 m height above ground. They recorded hourly measurements.

Statistical analyses

Statistical analyses were done with IBM® SPSS® statistics software versions 22 and 25 (International Business Machines Corporation, Armonk, New York). The evaluation of the camera data was done descriptively. To evaluate the direct

observations, we analyzed for each behavior pattern the number of occurrences (i.e., how often a behavior pattern was shown), the summed-up total duration, and the average duration of an individual behavior act. The number of occurrences and the total duration of a behavior pattern observed during each observation interval (morning, midday, evening) refer to 4 hours of observation (2 hours per site) on a given direct-observation-day.

For the number of occurrences and the total duration of a behavior pattern, we first analyzed the influence of the observation interval (morning, midday, evening) across the direct-observation-days with non-parametric correlation tests (Kendall's tau-b). Next, for each behavior pattern, the average duration of an individual behavior act and the number of occurrences were analyzed with a generalized linear model (Wald chi-squared test) to evaluate the general influence of site, observation interval, light intensity, sex, observation day, temperature, relative humidity and body weight. Then, the magnitudes of the effects of these influencing factors were tested for differences by using a generalized linear model (Wald chi-squared test).

For most of the evaluations, we used median values and graphic illustration in box plots. Thus, a disproportionately large influence of individual outliers could be excluded. The use of median values is indicated in the presentation. Behavior acts that were shown only briefly or irregularly and thus precluded a meaningful statistical evaluation are presented descriptively with mean values, minimum, maximum, etc.

For scan sampling data, the number of pigs per behavior pattern was calculated as percentage of the total number of visible pigs. These percentage values were analyzed with a generalized linear model (Wald chi-squared test) for each behavior pattern to evaluate the general influence of observation day, observation interval, light intensity, average body weight within the group, temperature and relative humidity. In addition, the magnitudes of the effects of these influencing factors were tested for differences by using a generalized linear model (Wald chi-squared test).

RESULTS

Animal health and weight gain

No disease or animal loss occurred during the experiment. The pigs of the two groups had a comparable average body weight (25.4 ± 0.7 kg; site 1: 26.1 kg; site

2: 24.7 kg) at release. The maximum average body weight of the pigs was reached at site 1 on direct-observation-day 7 (147.5 kg) and at site 2 on direct-observation-day 8 (155.2 kg).

The average daily weight gain from release until direct-observation-day 6 (last complete weighing of all pigs before first slaughter) was 796 g/day at site 1 and 792 g/day at site 2. Male castrated focus pigs gained more weight than female focus pigs ($P \leq 0.05$). This comparison of body weight gain was also influenced by the removal of the heaviest pigs for slaughter beginning on direct-observation-day 7 (site 1) and direct-observation-day 8 (site 2). Compared with the complete groups, the remaining groups had a larger share of light-weighed pigs available for the next focal sampling. Thus, we found a decrease in focus pig weight in the male pigs.

Temperature and relative humidity

Temperature and relative humidity were only included in the statistical evaluation of the direct observations and not considered in the complementing evaluation of the camera monitoring. During the first four direct-observation-days (summer: June to September), the temperatures measured in the shade by the temperature loggers were occasionally slightly below but mostly above 20 °C (see **Fig. 2A**). Between days 5 and 6 (September to November), the temperature medians were below 20 °C, and from day 7 onward (November to January), they were continuously below 10 °C. The warmest temperature was measured on day 3 (August) with 28 °C in the evening at site 2, the coldest on day 8 (January) with −1.1 °C in the morning at site 2. Day 8 at site 2 was the only direct-observation-day with the temperature recorded to be below 0 °C.

Figure 2B shows the relative humidity measured during the experiment. In the summer and fall months until (including) day 6 at site 1 and day 5 at site 2, we found large variance in the relative humidity not only between but also—due to decreasing relative humidity in the course of the day—within the observation days (values ranged between 41.8% and 81.4% relative humidity). In the winter months beginning on day 7 (November) at site 1 and day 6 (November) at site 2, the variance decreased not only between but also within the observation days. On four of five direct-observation-days, we found minimal changes in relative humidity (values ranged between 73.0% and 84.9% relative humidity); only day 8 (December) at site 1 is an outlier with a minimum of 30.0% relative humidity. In

the last months, the trend throughout the day was reversed, with an increase in relative humidity from morning to evening on all direct-observation-days.

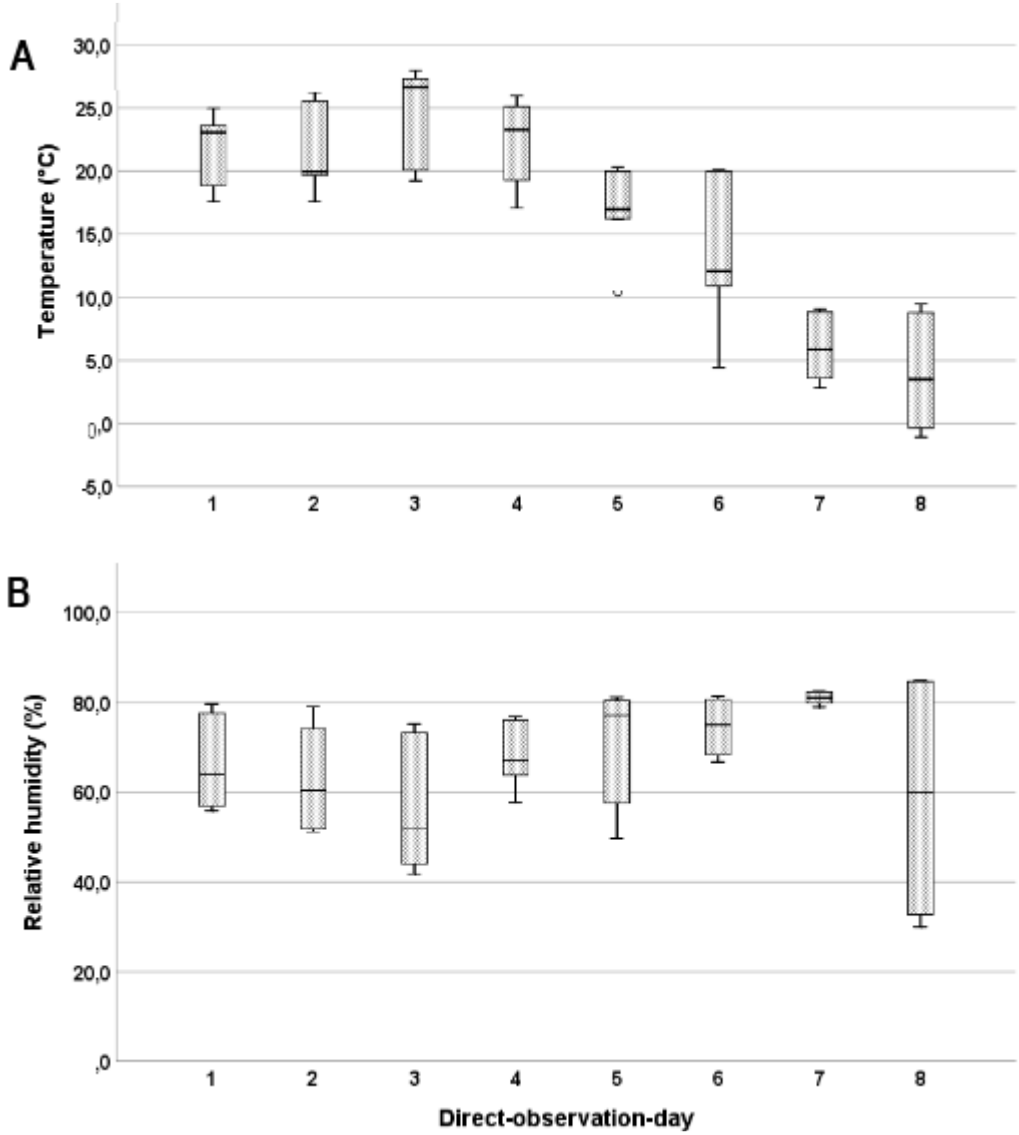

Fig. 2: Measurements of **(A)** temperature and **(B)** relative humidity in free-range forest enclosures on eight direct-observation-days from June/July 2018 to January 2019; summarized for two sites; box plot showing the median (thick line), the upper and lower quartiles (box), the 95th percentile (whiskers) and outliers (empty circles)

Indirect animal observation: camera monitoring

To evaluate the monitoring of the shelters, we divided the camera data in three periods: nighttime morning hours (00:00 to 04:59), daytime (05:00 to 19:59) and nighttime evening hours (20:00 to 23:59). During the nighttime morning hours, we observed pigs inside the shelters on 13 of 14 camera-observation-days (none

on day 1) at site 1 and on 10 of 14 camera-observation-days (none on days 2, 3, 4 and 9) at site 2. Starting at 05:00, the number of days on which pigs were present in a shelter decreased steadily, and the pigs often stayed just briefly inside the shelters. Between 11:00 and 15:00, pigs were present in the shelters on 6 of 14 camera-observation-days, and the days without presence were spread throughout the entire period of 14 camera-observation-days. With ongoing daytime, the number of days on which pigs were inside the shelters increased again. During nighttime evening hours, the shelters were visited on 11 of 14 camera-observation-days (no pigs present on days 1, 5 and 6) at site 1 and on 9 of 14 camera-observation-days (no pigs present on days 1, 2, 3, 4 and 8) at site 2. Due to the limited view of the shelters' interior, we could not determine the numbers of pigs present in the shelters.

Figure 3 illustrates the presence of pigs at the feeding place and the water trough. The main time of presence was between 06:00 and 21:00. Starting at 05:15, the number of present pigs, initially zero, increased steadily until ca. 14:00 and reached a peak between 14:00 and 18:00 with on average two to three pigs at the feeding place and one to two pigs at the water trough (represented by drinking acts). From 18:00 to 21:00, a swift decrease in pig numbers occurred. From 21:00 to ca. 03:30, pigs were eating and drinking occasionally, with the mean numbers of pigs present at the feeding place and of drinking acts just above zero. Between ca. 03:30 and 05:15, none of the camera-observation-days showed a pig present at the feeding place or water trough.

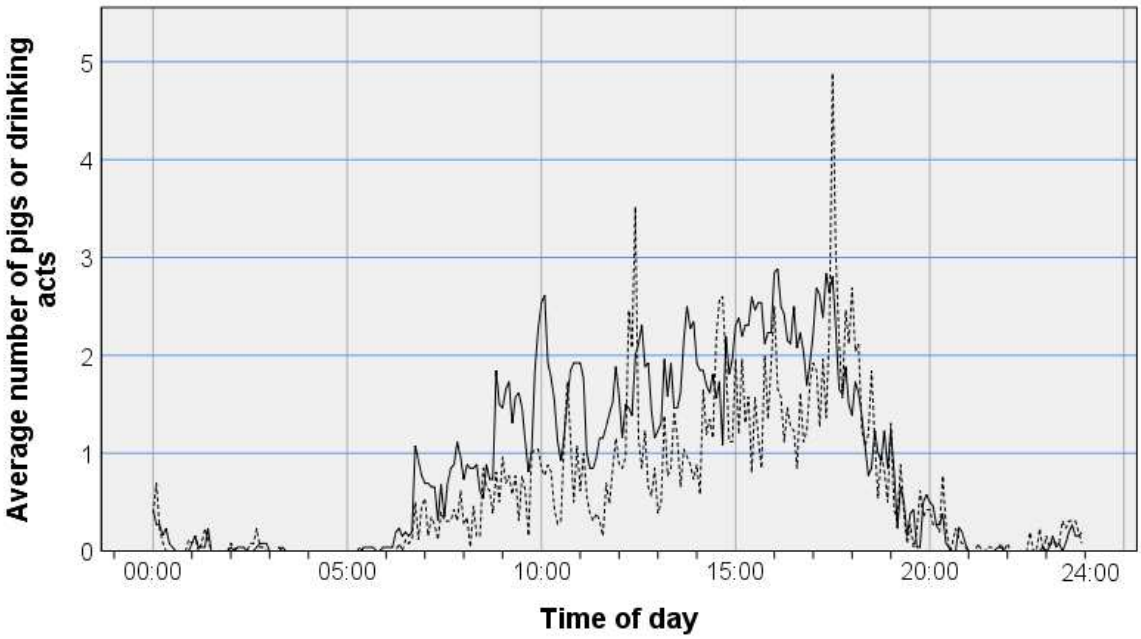

Fig. 3: Number of drinking acts at the water trough (dashed line) and number of pigs at the feeding place (solid line) throughout a 24-hour day in free-range forest enclosures; summarized as mean values for 14 camera-observation-days (from June/July 2018 to January 2019) at two sites

During the individual evaluation of all camera-observation-days, we counted in one 5-minute interval maximal 16 pigs at the feeding place and maximal 93 drinking acts at the water trough (day 3 at site 2 on 5 August 2018 at 17:30). We counted on average eight and six phases per observation day with pig presence at the feeding place at sites 1 and 2, respectively. Examples of the distribution of eating times throughout the 24-hour day are given in **Figure 4A and B** for camera-observation-day 3 (July/August, i.e., summer) and **Figure 4C und D** for camera-observation-day 11 (November, i.e., winter).

The individual evaluation of the camera-observation-days furthermore showed that the presence of pigs at the feeding place, with three exceptions during the night, was always combined with the presence of pigs at the water trough. We observed pigs bathing in the water trough on days 1–6 and 8 of the 14 camera-observation-days, i.e., during summer. We did not make additional evaluations.

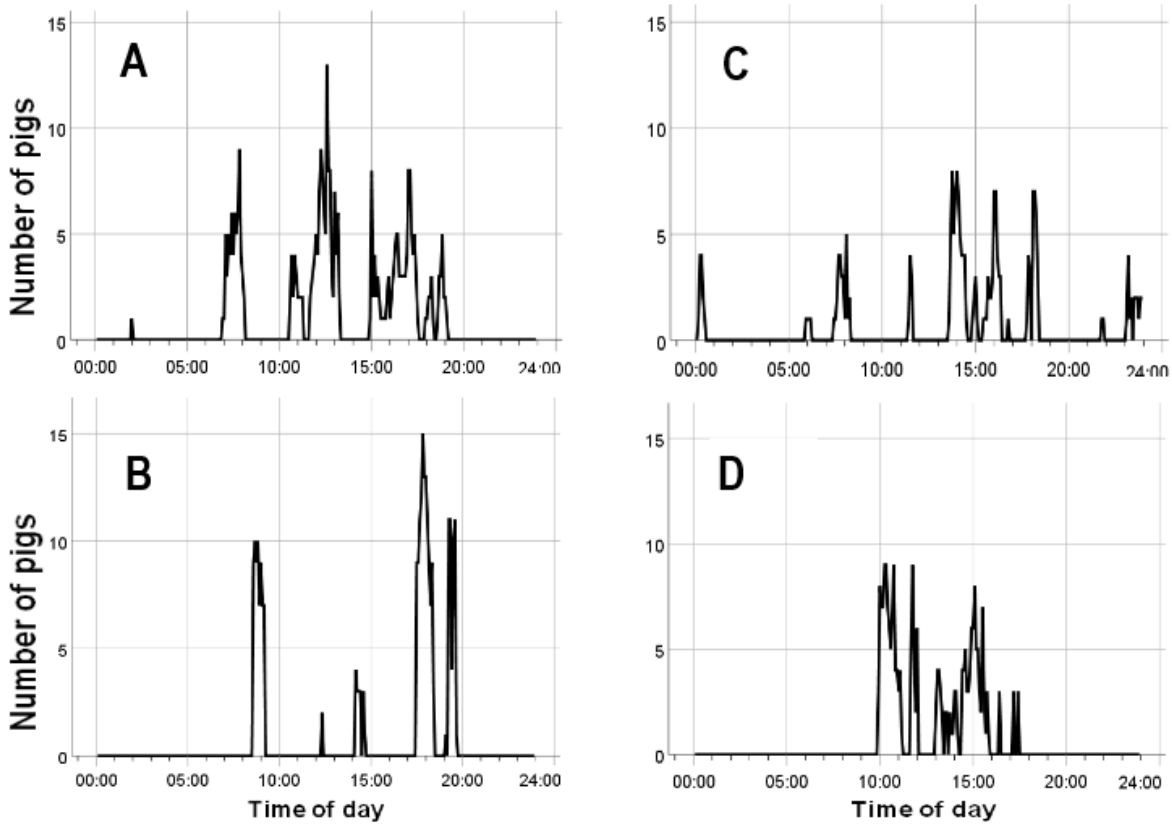

Fig. 4: Typical times of presence and numbers of visible pigs at the feeding place during a 24-hour day in **(A and B)** summer (July/August), shown for camera-observation-day 3 at **(A)** site 1 and **(B)** site 2, and in **(C and D)** winter (November), shown for camera-observation-day 11 at **(C)** site 1 and **(D)** site 2

Direct animal observation: focal sampling

In the following subsections, the behavior patterns standing, playing, nest building, wallowing and bathing, hierarchy behavior, comfort behavior, urinating, defecating, sexual behavior, eating snow, and locomotion are not addressed in detail. Their shares in the total direct-observation-time are summarized in **Figure 5**.

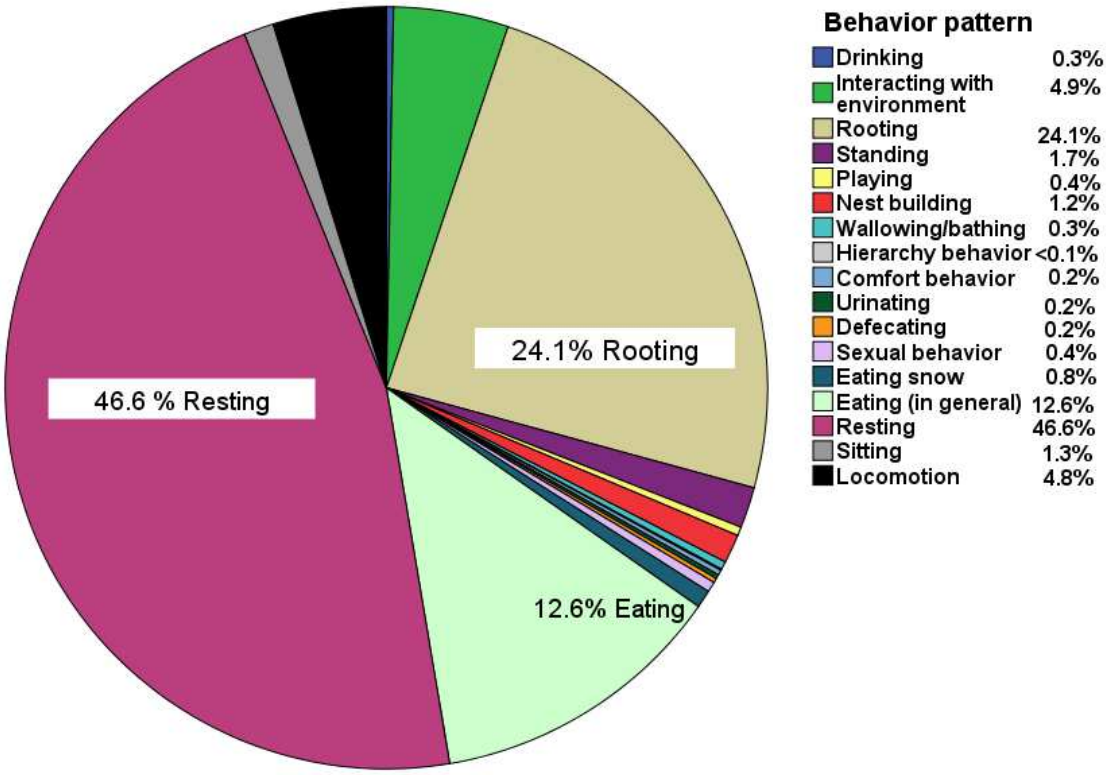

Fig. 5: Behavior patterns shown by domestic fattening pigs in free-range forest enclosures; summarized as percentages of the total direct-observation-time (of eight direct-observation-days from June/July 2018 to January 2019) at two sites

Interacting with the environment

The pigs spent 4.9% of the total direct-observation-time interacting with the environment (**Fig. 5**). The number of interactions with the environment and the total time spent interacting with the environment did not change throughout the day between the three observation intervals; the median values were 11 to 15 interactions and 7.1 to 10.5 minutes duration.

Increasing relative humidity had a positive influence on the average duration of individual interactions with the environment ($P \leq 0.001$). Although the observation day also seemed to influence the duration, no trend was discernable. No other factor with influence could be detected.

The number of interactions with the environment was influenced by various factors. The pigs at site 2 showed fewer interactions with the environment than those at site 1 ($P \leq 0.001$). Compared with the morning observation, the pigs interacted with the environment more often at midday and in the evening (both: $P \leq 0.05$). Increasing temperature ($P \leq 0.05$) and increasing body weight of the

focus pigs ($P \leq 0.001$) negatively influenced the number of interactions with the environment. Light intensity, sex, observation day and relative humidity had no influence.

Rooting

The pigs spent 24.1% of the total direct-observation-time rooting **(Fig. 5)**. The number of rooting acts and the total time spent rooting were influenced by the daytime. Both variables showed a steady, significant increase throughout the day (**Fig. 6A and B**). Kendal's tau-b correlation coefficient for grouped ranks was 0.449 (P = 0.007) for the number of rooting acts and 0.565 (P = 0.001) for the total time spent rooting.

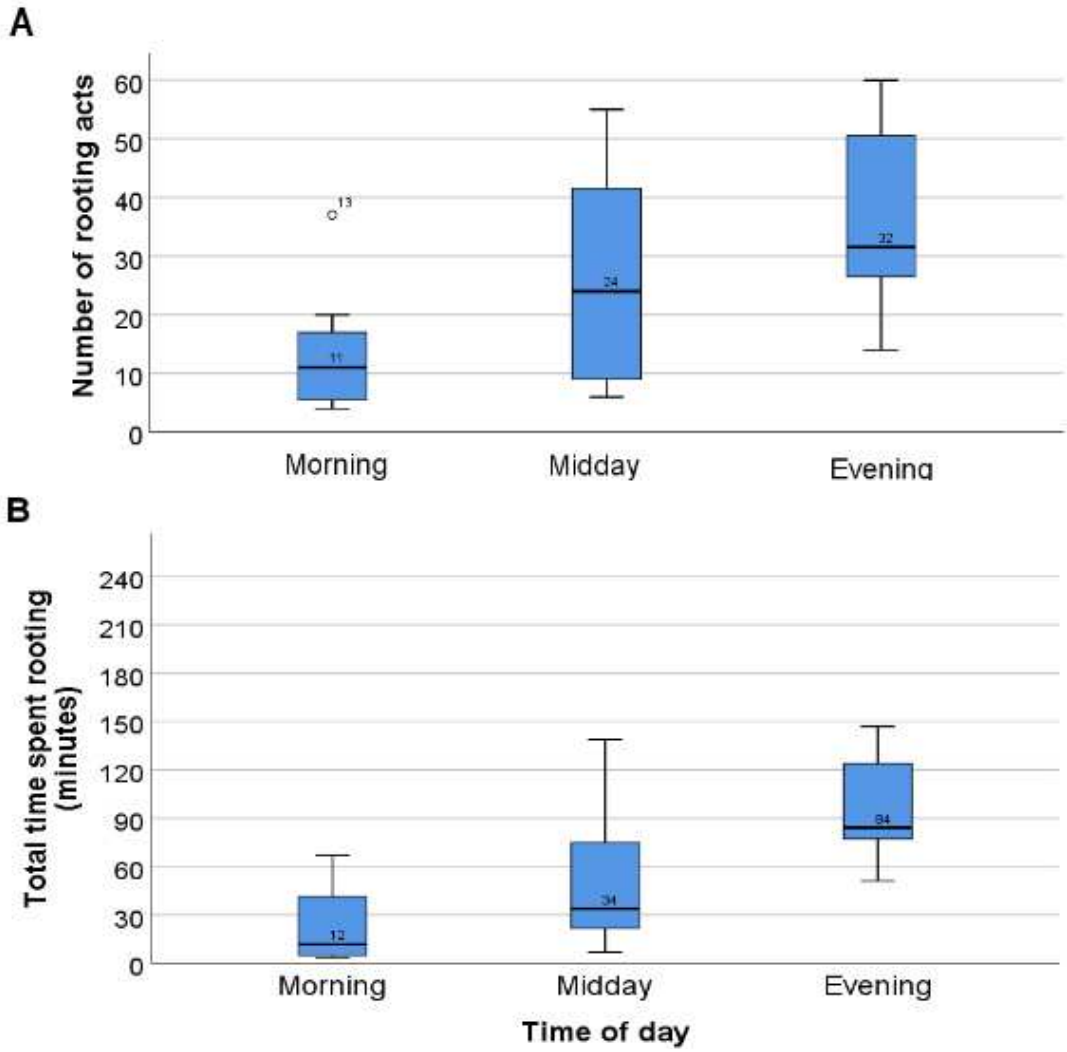

Fig. 6: Rooting behavior of domestic pigs in pannage throughout the day, evaluated for 2-hour observation intervals at two sites (i.e., 4 hours of observation) per daytime (morning, midday, evening) and depicted as **(A)** the number of rooting acts and **(B)** the total time spent rooting; data basis:

summarized observations of focus pigs on eight direct-observation-days at two sites (i.e., 32 hours of observation and 16 pigs per daytime); box plots showing the median (thick line), upper and lower quartiles (box), the 95th percentile (whiskers) and outliers (empty circles)

The average duration of an individual rooting act was influenced by various factors. Throughout the day, the median rooting duration increased from 55.2 seconds in the morning to 80.4 seconds during midday to 156.0 seconds in the evening. Thus, in the evening, the pigs rooted almost three times longer per rooting act than in the morning ($P \leq 0.05$). With increasing temperature ($P \leq 0.001$), increasing relative humidity ($P \leq 0.05$) and increasing body weight ($P \leq 0.001$), the rooting duration per rooting act decreased. Site, light intensity, sex and observation day had no effect on the average rooting duration.

The number of rooting acts was influenced by all tested factors except site. During midday and in the evening, the pigs rooted more often than in the morning (both: $P \leq 0.001$). In the dark, the pigs rooted less often than in the light ($P \leq 0.001$). Female focus pigs rooted more often than male focus pigs ($P \leq 0.05$). On all seven subsequent direct-observation-days, the pigs rooted more often ($P \leq 0.001$ to $P \leq 0.05$) than on day 1 (June/July). Increasing temperature ($P \leq 0.001$), relative humidity ($p \leq 0.05$) and body weight of the focus pigs ($P \leq 0.001$) led to a decrease in the number of rooting acts.

Drinking

The pigs spent 0.3% of the total direct-observation-time drinking (**Fig. 5**). The daytime had no influence on the number of drinking acts and the total time spent drinking. The median number of drinking acts was 3 in the morning, 3 at midday and 2 in the evening; the median total time spent drinking ranged from 31 to 46 seconds per pig.

The average duration of a drinking act (median values between 0 and 12.2 seconds) was longer in the evening ($P \leq 0.001$) and at midday ($P \leq 0.05$) than in the morning. It was shorter at site 2 than at site 1 ($P \leq 0.001$). In addition, it was shorter on direct-observation-days 7 ($P \leq 0.05$) and 8 ($P \leq 0.001$) in the winter (November to January) than on direct-observation-day 1 in the summer (June/July); on those days, the pigs additionally ate snow. Increasing temperature

($P \leq 0.001$) and increasing relative humidity ($P \leq 0.05$) led to a decrease in the average drinking act duration. With increasing temperature, the camera monitoring indicated more competition around the water trough, reducing the time available for each pig to drink. Light intensity, sex and body weight did not influence the drinking act duration.

The number of drinking acts was not influenced by the tested factors (site, observation interval, light intensity, sex, observation day, temperature, relative humidity, body weight).

Eating

The pigs spent 12.6% of the total direct-observation-time eating (**Fig. 5**). The number of eating acts and the total time spent eating were not influenced by the daytime. The median numbers of eating acts were 13, 17 and 15 and the median total time spent eating was 1774, 1521 and 1407 seconds in the morning, at midday and in the evening, respectively.

The average duration of an eating act was not influenced by any of the tested factors. The shortest observed average duration (median) was 15 seconds at site 2, the longest 160.5 seconds at site 1.

Fewer eating acts occurred in the dark than in the light ($P \leq 0.05$). On direct-observation-days 2, 4, 5 and 6 (summer/fall), the pigs ate more often thank on direct-observation-day 1 (June/July) (days 2, 5 and 6: $P \leq 0.05$; day 4: $P \leq 0.001$). Increasing temperature ($P \leq 0.05$) and increasing body weight of the focus pigs ($P \leq 0.001$) led to a decrease in the number of eating acts.

Eating in detail

The pigs spent 3.5% of the total direct-observation-time with CF uptake at the feeding place. The average duration of CF uptake per act was 68.5 seconds (mean). It was not influenced by any of the tested factors. Regarding the number of CF eating acts, female pigs ate CF more often than male pigs ($P \leq 0.001$). In addition, we found a tendential decrease in the number of CF eating acts with ongoing fattening time (observation day 3, 5 and 7: $P \leq 0.05$ and day 8: $P \leq 0.001$).

The pigs spent 4.2% of the total direct-observation-time with GF uptake at the feeding place. The average duration of GF uptake per act was almost 3 minutes (178.6 seconds, mean). Analog to CF uptake, it was not influenced by

any of the tested factors. The number of GF eating acts was only influenced by the observation day ($P \leq 0.05$). On direct-observation-days 2, 3, 4 and 5, the pigs ate GF more often than on direct-observation-day 1 (June/July) ($P \leq 0.05$). On direct-observation-day 8 (December/January), GF uptake occurred only once for 3 seconds.

The pigs spent 2.7% of the total direct-observation-time with food uptake in the forest (eating acorns was assessed separately). Like the duration of CF and GF uptake, the average duration of food uptake per act in the forest (67.0 seconds, mean) was not influenced by any of the tested factors. Ongoing daytime led to an increasing number of eating acts in the forest ($P \leq 0.05$). The pigs ate food in the forest less often in the dark than in the light ($P \leq 0.05$). On direct-observation-days 4, 5, 6 and 7, they ate food in the forest more often than on direct-observation-day 1 (days 4 and 7: $P \leq 0.05$; days 5 and 6: $P \leq 0.001$). Increasing temperature ($P \leq 0.001$) led to a decrease in food uptake acts in the forest.

The pigs spent 2.2% of the total direct-observation-time eating acorns in the forest. The average duration per acorn eating act (95.2 seconds, mean) was influenced by two of the tested factors. It was longer at site 2 than at site 1 ($P \leq 0.05$) and longer on direct-observation-days 4, 5, 6, 7 and 8 than on direct-observation-day 1 ($P \leq 0.05$). Because the pigs rarely ate acorns, we could analyze only individual factors in their influence on the frequency of acorn eating. The pigs ate acorns more often at site 2 than at site 1 ($P \leq 0.001$), and the number of acorn eating acts decreased with ongoing daytime ($P \leq 0.05$).

Resting

The pigs spent 46.6% of the total direct-observation-time resting **(Fig. 5)**. The number of periods of rest was not influenced by daytime. In the morning and at midday, the pigs rested 15 times per observation interval, in the evening 13 times (median values). The total time spent resting decreased with ongoing daytime from 122 minutes in the morning and 124 minutes at midday to 52 minutes in the evening (median values; Kendal's tau-b correlation coefficient for grouped ranks: −0.408; $P = 0.013$).

The average duration of a resting act was 319 seconds in the morning, 452 seconds at midday and 202 seconds in the evening (median values). Darkness ($P \leq 0.05$), increasing temperature ($P \leq 0.001$) and increasing body weight of the focus pigs ($P \leq 0.05$) led to an increase in resting duration per resting act. The pigs

rested less often at midday ($P \leq 0.001$) and in the evening ($P \leq 0.05$) than in the morning. Increasing temperature led to more frequent resting ($P \leq 0.001$).

Sitting

The pigs spent 1.3% of the total direct-observation-time sitting **(Fig. 5)**. The number of sitting acts and the total time spent sitting were not influenced by the daytime. The pigs were sitting three times per observation interval in the morning, one time at midday and five times in the evening (median values). The total duration spent sitting was 240 seconds in the morning, 25 seconds at midday and 166 seconds in the evening (median values).

The average duration of a sitting act evaluated per site ranged from 10 seconds minimum to 90 seconds maximum (median values). It was influenced by none of the tested factors except site, being shorter at site 2 than at site 1 ($P \leq 0.05$). The number of sitting acts was only influenced by the daytime; the pigs sat less often at midday than in the morning ($P \leq 0.05$).

Direct animal observation: scan sampling

Eating concentrate feed at the feeding place

Starting on direct-observation-day 3 (July/August), the number of pigs counted at the CF feeding place decreased steadily in comparison with direct-observation-day 1 (day 4: $P \leq 0.05$; for all other days: $P \leq 0.001$). Ongoing daytime led to an increase in the number of pigs counted at the CF feeding place as compared with the morning observation (midday: $P \leq 0.05$; evening: $P \leq 0.001$). In the dark, fewer pigs were near the CF than in the light ($P \leq 0.05$).

Eating green fodder at the feeding place

Analog to the CF uptake, the number of pigs eating GF decreased steadily over the entire observation period as compared with the first direct-observation-day ($P \leq 0.001$). Opposite to the uptake of CF, the number of pigs eating GF decreased throughout the day from morning to midday and further from morning to evening (both: $P \leq 0.001$).

Drinking

Regarding the drinking behavior, the numbers of pigs counted at the water trough showed a trend like that observed for the uptake of CF and GF. Compared with the first direct-observation-day, the number of drinking pigs decreased steadily over the entire observation period (all days: $P \leq 0.001$). In the evening, the pigs drank slightly more than in the morning ($P \leq 0.001$). In the dark, they drank less than in the light ($P \leq 0.001$).

Food uptake and eating acorns in the forest

Food uptake (excluding acorns) in the forest was only influenced by the observation day. Starting on direct-observation-day 3, the number of pigs eating food in the forest increased steadily as compared with direct-observation-day 1 (day 3 onward: $P \leq 0.001$). Similarly, the number of pigs eating acorns in the forest increased steadily as compared with direct-observation-day 1 (June/July) (all days: $P \leq 0.001$).

Being active or inactive

The number of active pigs increased steadily with ongoing daytime as compared with the morning observation (midday: $P \leq 0.05$; evening: $P \leq 0.001$). Darkness, increasing temperature (both: $P \leq 0.001$) and increasing body weight ($P \leq 0.05$) had a negative effect on the number of active pigs.

With ongoing fattening period, we continuously recorded fewer pigs being inactive as compared with direct-observation-day 1 (June/July) (all days: $P \leq 0.001$). Darkness led to fewer inactive pigs ($P \leq 0.001$) and increasing body weight to more inactive pigs ($P \leq 0.001$).

Lying outside of the shelters or inside

Starting on direct-observation-day 3 (July/August), we observed a steady increase in the numbers of pigs lying outside of the shelters as compared with direct-observation-day 1 (June/July) (day 3 onward: $P \leq 0.001$). At midday, more pigs lay outside of the shelters than in the morning ($P \leq 0.001$). Increasing temperature also led to more pigs lying outside of the shelters ($P \leq 0.001$). The heavier the pigs became, the less they were lying outside of the shelters ($P \leq 0.001$).

Opposite to the lying behavior outside of the shelters, the number of pigs lying inside a shelter decreased with ongoing fattening period as compared with

direct-observation-day 1 (June/July) (all days: $P \leq 0.001$). At midday ($P \leq 0.001$) and in the evening ($P \leq 0.05$), we observed fewer pigs lying inside a shelter than in the morning. With increasing body weight ($P \leq 0.001$) and increasing temperature ($P \leq 0.001$), the number of pigs lying inside the shelters increased.

DISCUSSION

Activity throughout the day: camera monitoring and scan sampling

The domestic pigs in pannage showed, as determined by their presence at the feeding place and water trough (camera monitoring), an activity phase that began at ca. 05:15, with the activity level increasing until 14:00 and reaching its peak between 14:00 and 18:00. From then on, depending on the day length, the activity level decreased until 21:00. With the onset of darkness, nighttime rest with occasional interruptions began (see **Fig. 3**). The scan sampling done simultaneously with the focus pig observation in the entire forest enclosure also showed an activity peak during the evening observation (16:00 to 18:00), in general as well as at the feeding place. Increasing temperature and heavier body weight caused the pigs to move less. The observed progression clearly showed the main activity phase to be during daylight.

This diurnal activity of the pigs agrees with observations of unhunted feral pigs (Briedermann and Stöcker, 2009; Meynhardt, 2013) and with the summer activity of domestic pigs held in outdoor housing systems (Bünger et al., 2017). The onset of daylight likely influences or even drives the activity (Bünger et al., 2017). We did not observe a late onset of activity at ca. 08:00 as described by Stolba (1986) for domestic pigs in a free-range enclosure. Moreover, our pigs at times showed unexpected (although minor) nocturnal activity at the feeding place and water trough. Whereas Lexer et al. (2001) concluded that nocturnal activity of ad libitum fed weaned piglets resulted from a too high animal-to-feeding-place ratio and thus displacement at the feeding place, the ratio of 2:1 in our study points to the conclusion of Bünger et al. (2017) that ad libitum fed domestic pigs—also without displacement of lower ranking pigs—always show a certain level of nocturnal activity. The nocturnal activity during full moon nights reported for feral pigs (Briedermann and Stöcker, 2009) indicates that a low level of nocturnal activity is part of the natural behavior of pigs. Furthermore, the nocturnal activity of individual pigs or small groups (and not the whole group) in our study likely indicates that the pigs felt secure in the enclosure.

Even in the individual evaluation of observation days (see **Fig. 4A–D**), we did not detect the commonly reported biphasic activity rhythm with a pronounced midday rest in summer (Bünger et al., 2017; Flegler et al., 2005; Lexer et al., 2001; Stolba 1986). The six to eight times of presence at the feeding place and water trough were distributed relatively evenly throughout daylight, including midday. Eating and drinking were usually linked. The daily activity seemed to follow a kind of sequential module system, i.e., once the activity began in the morning, a variable sequence of eating/drinking, activity and resting modules followed. The sequence of these modules could differ between individual days or groups. Stolba and Wood-Gush (1989) reported for pigs held in an enclosure comparable to ours a midday rest ("siesta") to occur only in summer; at other times, their pigs were active all day. Possibly, the uninterrupted activity was due to the once-a-day feeding regime not factoring in the increased thermoregulation and locomotion of free-ranged pigs or due to the group composition with adult pigs, boars, etc. (Stolba and Wood-Gush, 1989). Because the pigs in our study did not show a biphasic activity rhythm in summer, we could not observe the commonly reported transition to monophasic activity without a midday rest in winter (Briedermann and Stöcker, 2009; Bünger et al., 2017; Flegler et al., 2005). However, in winter, the daily activity period tended to shorten and the presence at the feeding place and water trough was mainly from late morning until mid-afternoon.

The herein found unstructured daily activity of fattening pigs from store pig stage until slaughter agrees with the findings of Flegler et al. (2005). They reported that store pigs in free-range husbandry in contrast to fully grown pigs are more active and show less structured and less consolidated daily activity. The only period of rest we consistently recorded was at night between 03:30 and 05:15. During this period, the pigs never ate or drank, so it seems to be a time of deep rest. Thus, stall management, e.g., the timing of loading for transport to the slaughterhouse, should ensure that pigs remain undisturbed during this period of rest.

The pigs accepted and used the shelters for nighttime rest during most nights. In summer nights, with differences between the groups, the pigs sometimes rested in the forest, as previously observed by Flegler et al. (2005). Daytime periods of rest occurred mainly in the forest, with almost no shelter visit. At high temperatures, the pigs were less active and rested more than at low

temperatures both inside and outside of the shelters. Interestingly, older pigs were lying less inside but more outside of the shelters than young ones; likely, they had adapted to living in the forest. Considering the influence of body weight on the lying behavior, heavier pigs were lying more than lighter ones and more inside than outside of the shelters. Overall, shelters are necessary for weather protection of domestic pigs in free-range husbandry (Bennewitz et al., 1983; Grauvogl et al., 1997), because the forest stand alone does not offer enough protection.

Pigs wallow in mud when temperatures rise above 18–20 °C (Sambraus, 1986; Stolba, 1986), as also reflected by the pigs observed bathing (in the water trough) in our study. We counted the greatest number of bathing pigs on the summer days of the unusually warm and dry fattening season 2018/19 and none on cool days. The bathing in the water trough can be explained by the lack of a satisfying wallow opportunity at both study sites in 2018/19. In the next season, after each site had been equipped with a mud wallow (with no other change), no pig was seen bathing in the water trough (data not shown). In contrast to water, mud offers the advantage that it sticks to the skin and leads to prolonged cooling by evaporation (Hörning et al., 2011; Sambraus, 1986). In addition, it protects against sun and insects. Thus, we recommend equipping forest enclosures for pigs with a suitable wallow.

Overall, the results of the camera data regarding the activity of the pigs confirm that the selected direct-observation-intervals (08:00 to 10:00, 12:00 to 14:00 and 16:00 to 18:00) well represented the periods when the pigs were active.

Direct animal observation: focal sampling

Exploration behavior: interacting with the environment

Interacting with the environment and rooting are part of the exploration behavior and are often described or listed as such in the literature (Studnitz et al., 2003, 2007). We deemed the distinction between them necessary due to their clear differences (see ethogram **Table 1**). Whereas interactions with the environment represent aboveground exploration, rooting represents belowground exploration with rhythmic scraping movements of the snout. However, during the direct observation, we noticed that these two behavior patterns were not always easily discernable because the pigs kept alternating between them.

Interactions with the environment seemed to occur relatively independently of the daytime but tended to occur more often in the evening than in the morning.

In humid or rainy conditions, the pigs interacted longer with the environment and seemed more interested in the encountered objects. As concluded by Briedermann and Stöcker (2009), the increased petrichor after rainfall likely stimulates pigs to be more active, also during nighttime. During heat and with increasing body weight, the pigs were less active and showed fewer interactions with the environment; however, the average duration of occurring interactions with the environment was not influenced by temperature or body weight. Abnormal behavior such as tail biting or ear biting was not observed.

Exploration behavior: rooting

The three parameters we used to assess the rooting behavior, i.e., the number of rooting acts (see **Fig. 6A**), the duration of a rooting act and the total time spent rooting (see **Fig. 6B**), were strongly influenced by daytime. In the morning, the pigs rooted rarely and for short durations. Their rooting activity markedly increased over midday and reached its maximum in the evening. In the evening, the pigs rooted not only more often but also longer per rooting act, thus markedly increasing the total time spent rooting. In the evening, the pigs began rooting to prepare their sleeping place. Thus, some of the rooting seemed to be linked to the resting behavior, although further investigation is necessary to support this assumption.

The background of rooting behavior is controversially discussed in the literature. Some argue that pigs supplemented with CF quasi have more time for rooting and thus show overall longer rooting durations (Flegler et al., 2005; Grauvogl et al., 1997). Others conclude that reduced feed supply leads to an increase in rooting (Beattie and O'Connell, 2002; Day et al., 1995). Another group describes rooting as basic, essential behavior (Studnitz et al., 2007) or as a need that does not necessarily target food uptake (Beattie and O'Connell, 2002; Sambraus, 1986). Studnitz et al. (2007) conclude in their review article that even ad libitum fed pigs show a certain basic amount of exploration and rooting behavior. Because the pigs in our study received ad libitum CF and GF, we can exclude hunger and unbalanced diet as motivation for the rooting. Nonetheless, on all observation days and independent of their age, they spent about a quarter of the observation time rooting in a near-natural forest environment (see **Fig. 5**). This time budget agrees with the findings of Flegler et al. (2005) and Stolba and Wood-Gush (1989) and suggests that rooting is a deeply anchored behavioral

need of pigs. Thus, the opportunity to express rooting behavior should be viewed as essential for pigs and must be considered in the construction of modern pig stalls.

During the year, we could not find an increase in rooting intensity regarding the size and depth of the rooted area to the extent described by Flegler et al. (2005) for domestic pigs and by Lebedewa (1956) for feral pigs. In general, the rooting activity seemed to be focused on a 5- to 10-m-wide strip along the fence. Similarly, Stolba and Wood-Gush (1989) reported a focal rooting area on the fringes of the forest.

During heat, we observed less intense, i.e., shorter lasting and less often occurring, rooting behavior. Furthermore, heavy pigs were less active and thus rooted shorter and less often than lighter ones. With the onset of darkness, less rooting occurred. Interestingly, the pigs rooted less often in the beginning than later during the fattening season in the forest enclosure, an observation that might indicate a training effect. Finally, female pigs gained weight more slowly and thus were more agile, possibly explaining why they rooted more than the heavier male castrates.

Eating: overview

We found very few factors that influenced the eating behavior. The pigs ate mostly during daylight but independently of the daytime. During heat, the pigs were less active and seemed uncomfortable standing in the sunny feeding place, so the number of eating acts decreased with increasing temperature. However, we found slight differences in eating behavior between the observation days: halfway through the fattening season, when we observed maximum daily weight gain and the acorns began to fall, the pigs ate more often than in the beginning. Toward the end, heavy pigs gained less weight and accordingly ate less often.

The median values of eating duration per eating act were short and ranged from 15 to 161 seconds. Overall, the pigs spent about 13% of the total observation time eating (see **Fig. 5**), much less than what we found in the literature. Flegler et al. (2005) reported for extensively reared sows an eating time of about 25% of the daylight period, of which 2/3 were spent grazing and 1/3 eating CF. Teillaud (1986) reported for feral pigs, held in a 1-ha enclosure of 2/3 forest and 1/3 clearing and provided ad libitum with common pig feed, that they spent more than 50% of the daylight period eating; the differences between individual pigs were

large, ranging from 21% to 52% for eating common pig feed and from 3% to 33% for grazing and rooting. Similarly, Stolba and Wood-Gush (1989) reported that pigs held in a free-range enclosure spent 31% of the time grazing, which most likely (although not explicitly stated) included the time of CF uptake at the feeding place.

We assume that the pelleted finisher feed we used in our study was easier and faster to eat than commonly fed mealy feed. Furthermore, time-consuming grazing of large areas was unnecessary because the pigs received daily rations of GF. These conditions likely caused the shorter eating durations. In contrast to a common concern of practitioners, we found that ad libitum feed provision along with enough activity in a natural forest environment did not lead to excessive food uptake as determined by duration and frequency.

Eating: details (focal sampling and scan sampling)

For feral pigs in Central European landscapes, plant-based food makes up 90–95% (in volume) of their natural diet, vertebrates up to 3.4%, invertebrates up to 2.2%, and bird's eggs etc. are rarely eaten (Keuling, 2007). In the virgin forest of Białowieża (Poland/Belarus), Lebedewa (1956) found that feral pigs ate 56.0% subterranean food, 24.0% green plant parts, 7.6% fruits and berries (mostly acorns) and 12.4% animal-based food. Feral pigs are considered omnivores that strongly adapt their food uptake to environmental conditions (Briedermann and Stöcker, 2009). Thus, we can consider the diet of the domestic pigs in our study—with uptake of supplementary CF and GF at the feeding place and of acorns, green plant parts, roots and animal-based food in the forest—as near-natural and appropriate.

Eating concentrate feed at the feeding place

The CF uptake by individual pigs was mostly uninfluenced by external factors. The tested factors had no effects on its duration, and we found no daytime rhythm. The CF uptake was interrupted by frequent, short pauses. The average duration of a CF eating act was thus only 68.5 seconds. Likely, the eating duration partly depends on the rank situation, i.e., the presence of higher and lower ranking pigs, although frequent pauses or changes between feed troughs also occurred without displacement. The frequent, short pauses thus seem to represent normal behavior, as the pigs need time to chew on the pellets. The number of eating acts was barely

influenced by external factors but decreased from direct-observation-day 3 onward. Moreover, female pigs ate more often than male pigs, but this observation needs further study with a larger sample size for verification and meaningful interpretation. The daily time budget for CF uptake with barely 4% is far below the 8% and 21–52% reported by Flegler et al. (2005) and Teillaud (1986), respectively.

At first glance, the results of the scan sampling deviated from the unvaried results of the focus pig observations throughout the fattening period. With increasing age, starting on direct-observation-day 3, continuously fewer pigs were simultaneously at the CF feeding place. With ongoing time in the enclosure, the group presumably underwent a process of settling and individualization, described by Meynhardt (2013) as a loosening of the group in feral pigs that feel safe in their environment. After an initially strong synchronization in behavior (joint CF uptake), our pigs apparently became more autonomous and less often ate in big groups with ongoing presence in the enclosure. Accordingly, we counted fewer pigs eating simultaneously although the eating behavior of individual focus pigs remained the same. Because the individual earmarks cannot be distinguished on the camera recordings, a more detailed evaluation of the group behavior via camera monitoring and scan sampling is not possible.

Eating green fodder at the feeding place

The pigs had already received mowed trefoil-grass in the pens of the piglet production farm and thus could continue GF uptake as accustomed. The average duration of GF uptake at the feeding place—analog to CF uptake—was not influenced by any tested factor. The number of GF eating acts was also only influenced by the observation day, being largest during the period of maximal daily body weight gain.

The results from scan sampling of the group also resembled those of CF uptake. With ongoing presence in the enclosure, the number of pigs simultaneously eating GF decreased and the synchronization within the group declined. Furthermore, the interest in GF seemed to diminish, although this observation could not be confirmed statistically for the focal sampling. The significantly large number of pigs simultaneously eating GF in the morning is probably linked to the provision of fresh GF during the morning hours.

With almost 3 minutes, the average GF eating act took almost three times longer than CF uptake. This difference indicates that the pigs paused less often during GF than CF uptake. With more than 4% of the total observation time, the total time spent with GF uptake was also longer than that for CF uptake. These results suggest that the pigs specifically fulfilled a strong need for GF uptake—even though the eating takes effort and time because of the fiber content. The pigs thoroughly chewed fibrous components and then spat out the fibrous chunks. The need for GF was so strong that we could use trefoil-grass to lure the pigs to the scales for weighing. Only during the cold winter toward the end of the fattening season the GF uptake clearly decreased—although not statistically supported. At that time, along with an overall reduced appetite, the pigs preferred CF.

The percentage of time that the pigs spent eating GF was (as seen for CF uptake) below or in the low range of the values reported in the literature (Flegler et al., 2005; Teillaud, 1986). The importance of GF for pigs is evidenced by pregnant sows being sufficiently nourished by solely grazing on pasture (Grauvogl et al., 1997) and by Iberian finishing pigs in the Spanish dehesas daily consuming over 2 kg (fresh weight, thus between 0.4 and 0.5 kg dry weight) of grass (Rodríguez-Estévez et al., 2009). Overall, we found that the uptake of GF is very important for pigs. Thus, also pigs held in pens must be provided with GF.

Food uptake in the forest (without eating acorns)

Whereas the average duration of food uptake acts in the forest with 67.0 seconds was not influenced by any of the tested factors, the number of uptake acts was influenced by many. The individual pigs, as well as the groups, first seemed to have to adapt to foraging independently (for green plant parts, roots, etc.) in the forest; at the piglet production farm, they had been used to the provision of mowed trefoil-grass. With increasing level of activity toward the evening, the pigs foraged more often. The overall reduced activity level during heat and with increasing body weight led to a reduced frequency of food uptake in the forest. In line with Flegler et al. (2005), the pigs mainly ate grasses, herbs and leaves and to a lesser extent roots of grasses and shrubs; they did not eat the bark of trees, of bushes or of roots. The observed minor uptake of subterranean food under conditions of ad libitum access to CF and GF agrees with Briedermann and Stöcker (2009), who found that feral pigs during fattening years ate only 2 ± 1% subterranean plant-based food. Moreover, domestic pigs in a free-range enclosure

were found to thoroughly, and apparently without rooting, graze on young grass (Stolba and Wood-Gush, 1989).

Eating acorns in the forest

Abscission of acorns in the fall began around direct-observation-day 4 (August/September). In their acorn eating pattern, both the individual pigs and the groups showed a clear adaptation to the local conditions. Site 1 had only a few fructifying oak trees, whereas site 2 had heavily fructifying oak trees. Accordingly, the average duration of acorn eating acts at site 2 was significantly longer than at site 1. In the morning, the pigs specifically visited the oak trees and ate the acorns that had dropped over night, as indicated by the significantly greater number of acorn eating acts in the morning compared with midday and evening.

The pigs consistently preferred acorns over other food items, and acorns always were an excellent lure, as also reported by Meynhardt (2013) for feral pigs. Although Rodríguez-Estévez et al. (2012) presumed Iberian pigs to be unique in their ability to peel acorns, the Swabian-Hall × Piétrain pigs of our study mostly peeled the acorns during eating, and feral pigs in Germany can also peel acorns (Meynhardt, 2013). The importance of acorns as dietary component is reflected in the natural diet of feral pigs. Briedermann and Stöcker (2009) described that acorns and beechnuts, when present in the territory of feral pigs, made up the main food source during fattening years from winter to spring.

In the present study, we should view acorn eating more as species-appropriate occupation than as basic food resource: at our study sites, 2018 was an oak mast year, i.e., a seed-rich year. For mast years, Stimm et al. (2017) specified for a pastoral oak forest in northern Bavaria a stocking density of 7.5 to 11.1 pigs per ha if the pigs should be fed only acorns for 90 days. Because oak trees at our sites occupied only <10% of the area, acorns could be only part of the food supply for the 20 pigs per ha during 6 months of fattening.

Drinking

As already described in the section “Activity throughout the day,” the pigs in our study did not show a fixed activity rhythm during daylight. The same is true for their drinking behavior. During daylight, the daytime had no influence on the number of drinking acts or the total time spent drinking. The median values of 31–46 seconds for the total time spent drinking (<<1% of the total observation

time) were markedly below the 1% and 2% reported for free-ranged pigs by Stolba and Wood-Gush (1989) and Flegler et al. (2005), respectively.

The average duration of a drinking act was very short, with median values ranging from 0 to 12.2 seconds, and seemed to be influenced by the daytime: at midday and in the evening, the drinking acts lasted slightly longer than in the morning. On direct-observation-days 7 and 8 (November to January), it was colder than before, the pigs ate less and accordingly drank less long; in addition, they ate snow to some extent even though enough water was provided. When it was hot, all pigs crowded the area around the water trough, allowing only short drinking durations per pig and per drinking act. Thus, we recommend providing additional drinking areas on hot days. We noticed that the pigs at site 2 seemed a little reluctant to visit the water trough (indicated by the drinking act duration being shorter than at site 1). The reason was likely the lack of shade at site 2, which probably had a negative influence on the drinking duration during the unusually hot year 2018.

As seen for the uptake of CF and GF at the feeding place, the declining synchronization in the group with ongoing fattening season also seemed to lead to a decrease in the numbers of simultaneously drinking pigs.

Resting

Toward the evening, the pigs became more active and thus rested less often and, per resting act and in total, shorter than in the morning. Overall, the average resting duration seemed longer at midday than in the morning or evening, although not statistically supported. Castrates and female pigs rested equally long. We found the typical time for resting and thus longer periods of rest during darkness. Heavy pigs were mostly less active and showed longer periods of rest than lighter ones. During heat, the pigs also were less active and rested longer and more often than at colder temperatures. Overall, the pigs rested almost 47% of the total observation time (see **Fig. 5**), a value greater than the 30% of the daylight period reported by Flegler et al. (2005) for free-ranged pigs and much greater than the 6% of the daylight period reported by Stolba and Wood-Gush (1989) for pig families held in a free-range enclosure. The herein observed pigs showed a resting behavior, i.e., ground preparation by rooting with the snout, pushing of the body into the forest soil and frequent new creation of resting places, similar to that described for feral pigs (Meynhardt, 2013). Whereas the pigs often rested

individually at warm temperatures, they rested in groups at colder temperatures. We noticed a remarkably thorough soil preparation of the spots where the joints would be placed during rest. Furthermore, the pigs changed the location for resting dependent on the weather conditions, in summer lying in cold-air depressions, at cold temperatures preferring hill crests with cold-air drainage. Feral pigs were found to do the same (Meynhardt, 2013).

Sitting

Sitting was a brief and overall minor behavior. The total time spent sitting per direct-observation-interval (combined for both sites) was between 25 and 240 seconds. Daytime was one of two factors influencing sitting, with the only statistical significance found for a midday minimum in the number of sitting acts. Accordingly (but not statistically supported), the total time spent sitting was longest in the morning and evening and shortest at midday. Sitting rather seemed to be a transition from or into resting, explaining its maximum occurrences in the morning and evening. Site (or group) had the most significant influence on sitting, with the average duration per sitting act at site 2 being significantly shorter than at site 1. We presume individual-animal-related differences to be the reason.

Conclusion

Our study shows that pannage in Central Europe with a common mast hybrid (Swabian-Hall × Piétrain) is very well possible. Held in forest enclosures under near-natural conditions with ad libitum provision of supplementary CF and GF, the domestic pigs were mostly active during daytime. The time of most activity and least rest was between 14:00 and 18:00. Although often reported for pigs, we did not find a biphasic activity rhythm interrupted by midday rest. Moreover, the pigs showed notable, albeit minor, nocturnal activity at the feeding place and water trough, supporting the assumption that nocturnal activity is part of their natural behavior. The time between 03:30 and 05:15 seems to be an absolute time of rest, never interrupted by eating or drinking, and should be considered in stall management, e.g., concerning the time of loading for transport to the slaughterhouse. Although CF was available ad libitum, the pigs spent more time eating GF than CF. However, the overall time budget for eating was relatively small with about 13% of the total observation time. Concerns about excessive

uptake of ad libitum provided CF proved unsubstantiated in this study. Presumably, the pigs had enough options for activity, as indicated by the large share of rooting behavior in the time budget (about 24% of the total observation time). Overall, our findings demonstrate the importance of providing GF for the wellbeing of the pigs. Furthermore, the pigs have a strong need to root—even when rooting is unnecessary for food uptake due to ad libitum feed supply. Thus, modern pig stalls should provide not only enough GF but also appropriate rooting options.

Acknowledgments

Our sincere thanks go to all governing authority representatives who were involved in the approval process for their effort and patience in familiarizing themselves with this new subject matter; they substantially contributed to the realization of the pannage project. We wish to thank the International Society of Livestock Husbandry (Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung, IGN), Bern, and the Felix-Wankel-Stiftung, München, for financially supporting the scientific evaluation of the pannage project. For the English translation of the original manuscript and editorial comments, we thank Dr. Verena-Ulrike Lietze.

Authorship statement

The idea for the paper was conceived by Michael Erhard, Sandrina Hartmannsgruber and Rupert Stäbler.

The experiments were designed by Sandrina Hartmannsgruber, Dorian Patzkéwitsch, Rupert Stäbler and Michael Erhard.

The experiments were performed by Rupert Stäbler, Sandrina Hartmannsgruber and Dorian Patzkéwitsch.

The data were analyzed by Sven Reese and Rupert Stäbler.

The paper was written by Rupert Stäbler.

Conflict of interest statement

There is no conflict of interest.

Ethical statement

No animal experiments were carried out to prepare this study. Thus the regulations for the ethical treatment of animals were filled.

References

Beattie, V.E., O'Connell, N.E., 2002. Relationship between rooting behaviour and foraging in growing pigs. Anim. Welf. 11, 295–303.

Beinlich, B., Neugebauer, K.R., Poschlod, P., 2005. Möglichkeiten und Grenzen der "Schweinefreilandhaltung im Rahmen der Landschaftspflege" – eine Zusammenschau. In: Neugebauer, K.R., Beinlich, B., Poschlod, P. (Eds), Schweine in der Landschaftspflege – Geschichte, Ökologie, Praxis. NNA-Berichte Vol. 18/2. Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, Germany, pp. 240–247.

Beinlich, B., Poschlod, P., 2005. Die Saveauen in Kroatien. In: Neugebauer, K.R., Beinlich, B., Poschlod, P. (Eds), Schweine in der Landschaftspflege – Geschichte, Ökologie, Praxis. NNA-Berichte Vol. 18/2. Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, Germany, pp. 12–18.

Bennewitz, D., Dierks, H., Hausmann, G., Tornow, A., 1983. Die Waldmast von Schweinen im Bezirk Magdeburg aus veterinärmedizinischer Sicht. Monatshefte für Veterinärmedizin 38, 656–661.

Briedermann, L., Stöcker, B., 2009. Schwarzwild. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG, Stuttgart, Germany.

Bünger, B., Zacharias, B., Schrade, H., 2017. Wann fressen Mastschweine, wenn sie können, wie sie wollen? In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, KTBL (Ed), DVG-Tagung: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2017. KTBL-Schrift 513, 236–247.

Day, J.E.L., Kyriazakis, I., Lawrence, A.B., 1995. The effect of food deprivation on the expression of foraging and exploratory behaviour in the growing pig. Appl. Anim. Behav. Sci. 42, 193–206.

Flegler, J., Beinlich, B., van Rhemen, K., Köstermeyer, H., Hill, B.T., Beck, L.A., 2005. Untersuchungen zur Raum-Zeit-Nutzung, Tagesaktivität und Nahrungswahl extensiv gehaltener Weideschweine. In: Neugebauer, K.R., Beinlich, B., Poschlod, P. (Eds), Schweine in der Landschaftspflege –

Geschichte, Ökologie, Praxis. NNA-Berichte Vol. 18/2. Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, Germany, pp. 58–67.

Grauvogl, A., Pirkelmann, H., Rosenberger, G., von Zerboni di Sposetti, H.-N., 1997. Artgemäße und rentable Nutztierhaltung: Rinder, Schweine, Pferde, Geflügel. BLV Verlagsgesellschaft mbH, Munich, Germany – Vienna, Austria – Zurich, Switzerland.

Hörning, B., Tober, O., Trieschmann, M., 2011. Freilandschweinehaltung. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, KTBL (Ed), KTBL Fachartikel. KTBL, Darmstadt, Germany, 14 pp.

Keuling, O., 2007. Sauen als Beutegreifer – Welchen direkten Einfluss kann Schwarzwild auf andere Tierarten ausüben? In: Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (Ed), 13. Österreichische Jägertagung (13–14 Feb 2007, Aigen/Enstal, Austria), conference papers, pp. 45–50.

Lebedewa, L.S., 1956. Ökologische Besonderheiten des Schwarzwildes im Urwald von Belowesh (in Russian). Mosk. gor. ped. inta im. N. P. Potemkina (in Russian) 61, 105–271. [cited in: Briedermann, L., Stöcker, B. 2009. Schwarzwild. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG, Stuttgart, Germany]

Lexer, D., Baumgartner, J., Troxler, J., 2001. Einfluss von Gruppengröße und Gruppenzusammensetzung auf die Tagesperiodik des Verhaltens von Absetzferkeln. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, KTBL, and Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft (Eds), Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2000. KTBL and Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft, Freiburg/Breisgau, Germany, pp. 46–53.

Lüdeke, E., 2005. Schweinehaltung in der Dehesa (Spanien). In: Neugebauer, K.R., Beinlich, B., Poschlod, P. (Eds), Schweine in der Landschaftspflege – Geschichte, Ökologie, Praxis. NNA-Berichte Vol. 18/2. Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, Germany, pp. 19–24.

Martin, P., Bateson, P., 2007. Recording methods. In: Martin, P., Bateson, P. (Eds), Measuring Behaviour – An Introductory Guide. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, pp. 48–61.

Meynhardt, H., 2013. Schwarzwild-Report – Mein Leben unter Wildschweinen. Eugen Ulmer KG/Neumann Verlag, Stuttgart/Radebeul, Germany.

Rodríguez-Estévez, V., García, A., Peña, F., Gómez, A.G., 2009. Foraging of Iberian fattening pigs grazing natural pasture in the dehesa. Livest. Sci. 120, 135–143.

Rodríguez-Estévez, V., Sánchez-Rodríguez, M., Arce, C., García, A., Perea, J.M., Gómez-Castro, G.A., 2012. Consumption of acorns by finishing Iberian pigs and their function in the conservation of the dehesa agroecosystem. In: Kaonga, M.L. (Ed), Agroforestry for Biodiversity and Ecosystem Services – Science and Practice. InTech, Rijeka, Croatia, pp. 1–22.

Sambraus, H.H., 2001. Atlas der Nutztierrassen – 250 Rassen in Wort und Bild. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, Germany.

Sambraus, H.H., 1986. Sauenhaltung – tier- und leistungsgerecht. In: Sambraus, H.H., Boehncke, E. (Eds), Ökologische Tierhaltung – Theoretische und praktische Grundlagen für die biologische Landwirtschaft. C.F. Müller, Karlsruhe, Germany, pp. 167–185.

SchHaltHygV (Schweinehaltungshygieneverordnung), 2014. Schweinehaltungshygieneverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. April 2014 (BGBl. I S. 326), die zuletzt durch Artikel 134 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S. 626) geändert worden ist. Available at: https://www.gesetze-im-internet.de/schhalthygv/SchHaltHygV.pdf (last accessed 20 January 2018).

Schumacher, A., Farke, A., Sundrum, A., 2003. Leitfaden für die praktische Umsetzung einer Freilandhaltung von Mastschweinen. BLE-Projekt 02 OE 449, Universität Kassel, Germany. Available at: http://www.zds-bonn.de/services/files/gesetzevo/leitfaden_ (last accessed 26 February 2020).

Stimm, B., Huss, H.-H., Mosandl, R.M., 2017. Schweinemast im Eichenwald – Untersuchungen zur Eichelproduktion in einem ehemaligen und heute beweideten Mittelwald. Forstarchiv 88, 59–66.

Stolba, A., 1986. Ansatz zur artgerechten Schweinehaltung – Der "möblierte Familienstall". In: Sambraus, H.H., Boehncke, E. (Eds), Ökologische Tierhaltung – Theoretische und praktische Grundlagen für die biologische Landwirtschaft. C.F. Müller, Karlsruhe, Germany, pp. 148–166.

Stolba, A., Wood-Gush, D.G.M., 1989. The behaviour of pigs in a semi-natural environment. Anim. Sci. 48, 419–425.

Studnitz, M., Jensen, K.H., Jørgensen, E., Jensen, K.K., 2003. The effect of nose ringing on exploratory behaviour in gilts. Anim. Welf. 12, 109–118.

Studnitz, M., Jensen, M.B., Pedersen, L.J. 2007. Why do pigs root and what will they root? A review on the exploratory behaviour of pigs in relation to environmental enrichment. Appl. Anim. Behav. Sci. 107: 183–197.

Teillaud, P., 1986. Strategies alimentaires et statut social chez le sanglier en captivite. Behav. Processes 12, 327–347.

Zahn, A., 2014. Beweidung mit Schweinen. In: Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, ANL (Ed), Beweidung im Naturschutz (Online-Handbuch). Available at https://www.anl.bayern.de/fachinformationen/beweidung/7_1_schweinebeweidung.htm (last accessed 26 February 2020).

V. PUBLIKATION: TIERGESUNDHEIT DER WALDSCHWEINE

Alternatives Haltungssystem von Mastschweinen im Wald – Beurteilung von Tiergesundheit und Schlachtkörperqualität

Alternative housing system of fattening pigs in the forest – evaluation of animal health and carcass quality

Rupert Stäbler[1], Dorian Patzkéwitsch[1], Sven Reese[2], Michael Erhard[1], Sandrina Hartmannsgruber[1]

[1]Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung, Veterinärwissenschaftliches Department, Ludwig-Maximilians-Universität München

[2]Lehrstuhl für Anatomie, Histologie und Embryologie, Veterinärwissenschaftliches Department, Ludwig-Maximilians-Universität München

Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift (Berl Münch Tierärztl Wochenschr) 2020 (Stäbler et al., 2020)

Eingereicht: **31.03.2020**

Angenommen nach Revision: **26.05.2020**

Veröffentlicht: **24.07.2020**

Artikel ist als Open-Access-Publikation verfügbar.

DOI-Nummer: DOI 10.2376/1439-0299-2020-11

Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift 2020

Open Access

Berl Münch Tierärztl Wochenschr
DOI 10.2376/1439-0299-2020-11

© 2020 Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG
ISSN 1439-0299

Korrespondenzadresse:
rupert.staebler@web.de

Eingegangen: 31.03.2020
Angenommen: 26.05.2020
Veröffentlicht: 24.07.2020

https://www.vetline.de/berliner-und-muenchener-tieraerztliche-wochenschrift-open-access

Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung, Veterinärwissenschaftliches Departement, Ludwig-Maximilians-Universität München[1],
Lehrstuhl für Anatomie, Histologie und Embryologie, Veterinärwissenschaftliches Departement, Ludwig-Maximilians-Universität München[2]

Alternatives Haltungssystem von Mastschweinen im Wald – Beurteilung von Tiergesundheit und Schlachtkörperqualität

Alternative housing system of fattening pigs in the forest – evaluation of animal health and carcass quality

Rupert Stäbler[1], Dorian Patzkéwitsch[1], Sven Reese[2], Michael Erhard[1], Sandrina Hartmannsgruber[1]

Zusammenfassung

Ziel dieser Studie war, Tiergesundheitsparameter bei Mastschweinen unter möglichst naturnahen Bedingungen während einer Mastperiode im Wald und bei der anschließenden Schlachtung zu erheben und zu dokumentieren. Gleichzeitig wurde die Schlachtkörperqualität überprüft. Die tägliche Zunahme der Tiere und der Kraftfutteraufwand pro kg erzeugtem Fleisch wurden ermittelt. Dafür wurden zwei Gruppen mit jeweils 20 Schweinen (Schwäbisch-Hällisch*Pietrain) mit einem durchschnittlichen Gewicht von ca. 25 kg in zwei Waldflächen im bayerischen Alpenvorland eingestallt und dort bis zur Schlachtung gehalten. Sie erhielten ad libitum Kraftfutter (KF) und Grundfutter (GF) (Kleegras). Die Tiere wurden in 4-wöchigem Rhythmus sowie vor der Schlachtung gewogen und hinsichtlich Verletzungen, Parasitenbefall und allgemeinem Gesundheitszustand bonitiert. Am Schlachthof wurden Schlachtgewicht, Muskelfleischanteil (MfA) sowie der Zustand der Schlachtorgane und Klauen erhoben. Intramuskulärer Fettgehalt (IMF) und Radiocäsiumbelastung wurden durch Fleischproben bestimmt. Die Waldmastschweine wiesen bei den Lebendbonituren kaum Verletzungen auf, 99,7 % der untersuchten Tiere erhielten Note 0 (Benotung in Anlehnung an Welfare Quality® Assessment Protocol for Pigs 2009). Auch der Organzustand am Schlachthof war überwiegend ohne Befund (Verdauungstrakt bei 100% der Schweine, Herz und Niere bei 97,4 %, Lunge bei 81,6 %, Leber bei 55,3 % ohne besonderen Befund). Die durchschnittlichen täglichen Zunahmen bis 130 kg Lebendgewicht (LM) lagen bei 792 g bzw. 796 g pro Tag. Der durchschnittliche MfA bei der Schlachtung mit > 150 kg LM lag bei 55,2 % und der durchschnittliche IMF bei 2,5 %. Die Werte für eine Radiocäsiumbelastung lagen deutlich unter dem Grenzwert.

Schlüsselwörter: Ad-libitum-Fütterung, tägliche Zunahme, Muskelfleischanteil, Intramuskulärer Fettgehalt, extensive Schweinemast (Wald)

Summary

The aim of this study was to collect and document the animal health status of fattening pigs under nearly natural conditions during their fattening period in the forest and after the subsequent slaughter. At slaughter, carcass quality was checked. The daily increase in animals weight and need of concentrate feed per kg of produced meat were calculated. Two groups of 20 pigs (Schwäbisch-Hällisch * Pietrain) with a average weight of 25 kg each were stabled in two forest areas in the Bavarian Alpine foreland and kept there until slaughter. They received ad libitum concentrated feed (KF) and basic feed (GF) (clover grass). The animals were weighed every 4 weeks and before slaughter and scored for parasites, injuries and general state of health. Slaughterhouse weight, muscle meat content (MfA) and status of organs and claws were recorded at the slaughterhouse; intramuscular fat content (IMF) and radio cesium load were determined by meat samples. Forest fattening pigs showed hardly any injuries at scoring while their fattening period (99.7% of the animals examined received a grade of 0, rating based on Welfare Quality® Assessment Protocol for Pigs 2009) and their organs were mostly healthy at slaughter (digestive tract 100%, heart and kidney 97.4%, lungs 81.6% and liver 55.3% without special findings). The average daily increases for fattening up to 130 kg live weight (LM) were 792 g and 796 g per day, respectively. The average MfA at slaughter with >150 kg LM was 55.2 % and the average IMF 2.5 %. Radio cesium load was below the limit.

Keywords: Ad libitum feeding, average daily gain, muscle meat content, intramuscular fat content, extensive pig fattening (forest)

Einleitung

Schweine im Wald zu mästen stellt eine heute in Deutschland ungewöhnliche Haltungsform dar. In anderen europäischen Ländern hingegen ist sie in verschiedenen extensiven Varianten durchaus noch üblich: beispielsweise in dem spanischen Agroforstsystem Dehesa zur Endmast von Schweinen mit Eicheln (Lüdeke 2005, Rodríguez-Estévez et al. 2012) oder eine Schweinehaltung in den Saveauen in Kroatien (Beinlich und Poschlod 2005, Zahn 2014). In der Ungarischen Puszta wurde eine großflächige Schweinefreilandhaltung zur Landschaftspflege punktuell wieder etabliert (Vilagosi 2005). Eine Waldschweinehaltung bietet durch den hohen Anteil an Schatten, das Angebot an Totholz und Zweigen, den Mull auf dem Waldboden etc. eine noch tiergerechtere Umwelt als eine reine Weideschweinehaltung. In Deutschland ging die Jahrhunderte alte Tradition der Mast von Schweinen im Wald allerdings im Laufe des 19. Jahrhunderts verloren (Huss et al. 2011). Derzeit gibt es in Deutschland vereinzelt Projekte zur Mast von Schweinen im Wald, in der wissenschaftlichen Literatur ist in Deutschland nur ein aktuelles Projekt zur Eichel-Endmast von Schweinen bekannt (Huss et al. 2010).

Ziel dieser Untersuchung war, die Mast von Schweinen im Wald (zwei Flächen im oberbayerischen Alpenvorland) einerseits hinsichtlich verschiedener Punkte der Tiergesundheit zu beleuchten und andererseits hinsichtlich einer gesetzeskonformen Umsetzung praxistauglich zu etablieren. Zusätzlich sollten Fragestellungen wie tägliche Zunahme, Futterverwertung und die Qualität der Schlachtkörper überprüft werden. Denn nur durch Annahme und Integration der heute geltenden wissenschaftlichen Erkenntnisse insbesondere in Fütterung, Tierhaltung und Hygiene und unter Umsetzung der aktuell geltenden gesetzlichen Rahmenbedingungen kann diese Haltungsform auch für andere Landwirte interessant sein.

Material und Methoden

Aufbau und Vorbereitung der Versuchsflächen

Die Möglichkeit zur Erstellung der beiden Versuchsflächen für die Waldmast bot sich auf einem baurechtlich privilegierten landwirtschaftlichen Bio-Betrieb im südlichen Oberbayern. Zunächst wurde für beide Versuchsflächen ein forstrechtliches Genehmigungsverfahren zur Nutzungsänderung von Wald in landwirtschaftliche Nutzung durchgeführt. In diesem Rahmen wurde eine Rodungserlaubnis für die beiden Waldflächen erteilt. Anschließend wurden die zwei ca. 1 ha großen, ca. 15 km voneinander entfernt liegenden nadelholzreichen Waldflächen gemäß Schweinehaltungshygieneverordnung (SchHaltHygV 2014) doppelt eingefriedet (unterwühlsicherer Wildschutzzaun außen und Elektrolitze 2 m innerhalb) und mit Hygieneschleusen gemäß Anlage 4 SchHaltHygV ausgestattet. Abschließend erfolgte die veterinärrechtliche Genehmigung.

Die beiden Hutewaldflächen verfügen über eine autarke Wasserversorgung durch Brunnenanlagen. Innerhalb der äußeren Umzäunung gibt es eine klare Trennung des Schwarzbereiches (Futteranlieferung, Fahrzeug- und Personenverkehr) und des Weißbereiches, d. h. des Bereiches, der für die Tiere zugänglich ist und nur nach Händedesinfektion in Schutzkleidung und in betriebseigenem Schuhwerk betreten werden darf. Der Übergang ist durch eine Barriere optisch klar abgegrenzt, sodass ein versehentliches Überschreiten nicht möglich ist. Die beiden Waldbestände sind hinsichtlich ihrer Artenzusammensetzung (hohe Anteile von Nadelholz mit einzelnen fruktifizierenden Alt-Eichen), ihrer Altersstruktur (5- bis 35-jährig) und ihres Reliefs in etwa vergleichbar (einen Eindruck zu den genutzten Waldflächen vermittelt Abb. 1A).

Die hier vorgestellte Studie wurde begleitend zum landwirtschaftlichen Betrieb durchgeführt. Nach Ende des Versuchsdurchgangs wurde die Waldmast von Schweinen durch den beteiligten landwirtschaftlichen Betrieb fortgeführt und weiter ausgebaut.

ABBILDUNG 1A: *Ruhende Schweine (Vordergrund), Waldfläche (Hintergrund) Standort 2 (Foto: Rupert Stäbler)*

ABBILDUNG 1B: *Futterplatz mit Trockenfutterautomaten für Kraftfutter und Boden-Vorlage frischen Kleegrases; im Hintergrund Umkleidehütte und Einrichtungen der Hygieneschleuse an Standort 2 (Foto: Rupert Stäbler)*

TABELLE 1: *Zusammensetzung des durchgehend verwendeten Kraftfutters (Alleinfutter für Mastschweine > 50 kg) laut Deklaration Kraftfutterwerk*

Anteil Inhaltsstoff in Prozent (%)	Inhaltsstoff	Anteil Komponente in Prozent (%)	Verwendete Futterkomponenten gemäß Rezeptur Kraftfutterwerk (Bioware [Bio] und Umstellungsware [U])
15,6	Rohprotein	15,5	Bio-Gerste
4,6	Rohöle- und fette	15	U-Ackerbohne
8,2	Rohfaser	9,5	Bio-Mais, Deutsch
6,2	Rohasche	9	Bio-Brotbrösel
		9	U-Triticale
1,0	Calcium	7,5	Bio-Haferschälkleie
0,56	Phosphor	5	Bio-Erbsen
0,2	Natrium	4	Bio-Sojakuchen
		4	Bio-Sonnenblumenkuchen
0,82	Lysin	4	Bio-Weizengrieskleie
0,21	Methionin	3,5	Bio-Grünmehl
0,45	Methionin und Cystein	3	U-Sojakuchen
0,57	Threonin	2,5	Vormischung Mineralsstoffe/ Spurenelemente
0,18	Tryptophan	2,5	Bio-Rapskuchen
		2,5	Bio-Weizen
Energie		2,5	Bio-Hafer
12,10 MJ ME/kg		0,5	Calciumcarbonat
		0,5	Bio-Pflanzenöl (Soja des Kraftfutterwerks)

Tiere

Beide Flächen wurden (nach zwei Vorversuchsjahren) im Frühsommer 2018 saisonal für ca. ein halbes Jahr mit jeweils 20 Läuferschweinen (25,4 kg ± 0,7 kg) (weibliche Schweine unkastriert, männliche Schweine unter Gabe von Schmerzmittel traditionell kastriert) der Rasse Schwäbisch-Hällisch*Pietrain (SH*Piet) belegt. Im Vorversuch hatte sich diese Rasse tendenziell als robuster gezeigt, Hauptgrund für die Entscheidung für SH*Piet war die Vermarktungssituation des Betriebes. Die Schweine stammten von einem Bio-Ferkelerzeuger und hatten daher unkupierte Schwänze; alle Tiere wurden in der Woche vor der Einstallung beim Ferkellieferanten entwurmt und im Laufe des Versuchs – aus Managementgründen Ende August – gemäß Vorschlag des bestandsbetreuenden Tierarztes gegen Rotlauf geimpft.

Fütterung

Die Tiere erhielten am zentralen, befestigten Futterplatz (Abb. 1B) ad libitum Bio-Alleinfutter als Kraftfutter (88 % Trockenmasse, 15,6 % Rohprotein in der Frischmasse, Energiegehalt: 12,10 MJ ME/kg) aus Trockenfutterautomaten und durchgehend frisches Kleegras als Grundfutter. Einen detaillierten Überblick über die Zusammensetzung des Kraftfutters gibt Tabelle 1. Da im Vorversuch bei zu hohem Proteingehalt im Futter Anzeichen für negative Effekte (z. B. Annagen von Baumrinde) auftraten, wurden die Tiere von Anfang an durchgehend, d. h. einphasig, mit Kraftfutter für die Endmast (d. h. geringerer Rohproteingehalt) gefüttert. Dabei wurde davon ausgegangen, dass eine ggf. in der Vormast entstehende Eiweißlücke durch die Aufnahme des proteinreichen Klees gemindert werden kann. Am Futterplatz befand sich auch die Beckentränke aus Kunststoff (90 l Beckenvolumen, Schwimmertränke). Je zwei Schweinekobel (in Anlehnung an Schumacher et al. 2003) boten Witterungsschutz für jeweils zehn Tiere. Die Schlachtung der Tiere erfolgte von November bis Januar mit einem Zielgewicht von mindestens 150 kg lebend.

Datenerhebung

Die Datenerhebung (Abb. 2) wurde an jedem Standort in acht Datenerhebungs-Cluster gegliedert. Ein Cluster bestand aus Wägung und Bonitur (W1–W8) aller Schweine. An beiden Standorten befanden sich klassische mechanische Viehwaagen. Die Tiere wurden einzeln gewogen und anschließend in der Waage stehend bonitiert.

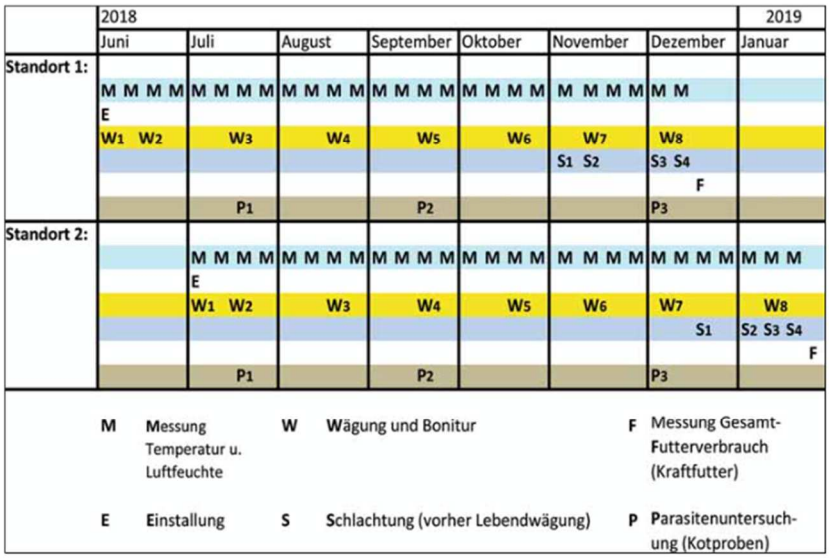

ABBILDUNG 2: *Überblicksschema Versuchsablauf Waldschweine – Anordnung der Datenerhebungen (Grafik: Rupert Stäbler)*

Einstallung und Bonitur

Am Standort 1 erfolgte die Einstallung (Abb. 2, „E") der Schweine Anfang Juni, am Standort 2 mit vier Wochen Zeitversatz Anfang Juli. Bei der Einstallung wurden die individuellen Ohrmarkennummern und das Geschlecht aller Tiere notiert, jedes Tier einzeln gewogen und der Integumentzustand bonitiert. Diese erste Integument-Bonitur und alle Folgebonituren erfolgten nach einem modifizierten Schema des „Welfare Quality® Assessment Protocol for Pigs" (Welfare Quality® 2009). Die Bonitur der Tiere erfolgte dabei anhand der dem Betrachter zufällig zugewandten Körperhälfte, jeweils getrennt für die Körperregionen „Ohr", „Kopf bis Schulterrücken", „Schulterrücken bis Hinterbacke", „Hinterbacke" und „Gliedmaße". Dabei wurde für jede Körperpartie die „Anzahl

	Wandhorn		Ballen-/Sohlenhorn		Kronsaum		Afterklaue	
	0 – obB		0 – obB		0 – obB		0 – obB	
	1 – oberflächliche. Veränderung (1)		1 – oberflächliche Veränderung		1 – Verletzung		1 – Verletzung	
	2 – tiefe Veränderungen/ Verletzungen³		2 – tiefe Veränderungen/ Verletzungen (3)		Zusätzlicher Vermerk für Panaritium		Zusätzlicher Vermerk für Klauenabriss	
Tier 1	VL	VR	VL	VR	VL	VR	VL	VR
	HL	HR	HL	HR	HL	HR	HL	HR
Tier ...	VL	VR	VL	VR	VL	VR	VL	VR
	HL	HR	HL	HR	HL	HR	HL	HR

(1) > 0,5 mm Spaltbreit und > 1 cm Länge; (2) > 1 cm; (3) tieferliegende Strukturen oder Blut sichtbar
obB: ohne besonderen Befund, VL: Vorne Links, VR: Vorne Rechts, HL: Hinten Links, HR: Hinten Rechts

ABBILDUNG 3: *Bonitursche Klauenzustand am Schlachthof (modifiziert nach Ostner et al. 2018)*

der Kratzer/Schramme > 2 cm (wenn Abstand ≤ 0,5 cm -> eine Verletzung)“ (Bewertung: 1 Läsion), „Anzahl der Wunden < 2 cm“ (Bewertung: 1 Läsion), „Anzahl der Wunden > 2 cm und ≤ 5 cm (Bewertung: 5 Läsionen), (es traten keine Wunden > 5 cm auf)“ und die „Anzahl der verheilten Wunden > 5 cm“ (Bewertung: 5 Läsionen) getrennt erfasst. Regionen mit bis zu vier Läsionen erhielten die Bewertung „a“, ab fünf bis zehn Läsionen Bewertung „b“. Tierindividuell zusammengefasst wurde Note 0 vergeben, wenn alle Regionen mit „a“ bewertet waren, sobald eine Region mit „b“ bewertet war, wurde Note 1 vergeben. Zusätzlich wurde immer der Zustand der Schwanzspitze (intakt und Borsten vorhanden oder nicht intakt und Borstenhaare abgebrochen, kranzartig um die Spitze angeordnet) und das Auftreten von Sonnenbrand (Kopf/Ohr sowie Rücken/Flanke) erhoben. Darüber hinaus wurde die Anzahl an Bursae auxiliares (im Folgenden der leichteren Lesbarkeit halber nur als Bursen bezeichnet) nach Gareis et al. (2016) erfasst.

Das zweite Cluster wurde circa zwei Wochen nach Einstallung gesetzt, danach wurden die Cluster der beiden Gruppen bis zum Versuchsende im Vier-Wochen-Rhythmus gelegt.

Temperaturmessung

Temperatur und relative Luftfeuchte wurden begleitend während der gesamten Mastdauer in jeder Fläche separat mit Temperatur- und Feuchteloggern (LogBox-RHT-LCD, Novus Automation Inc., Canoas, Brasilien) erfasst (Abb. 2, „M“). Die beiden Logger wurden im Wald bzw. in unmittelbarer Nähe zum Wald jeweils im Schatten unter Dach in 1,5–2 m Höhe angebracht.

Kotproben

Zu Beginn, Mitte und Ende der Mastdauer wurden einmal auf jeder Fläche Sammelkotproben von mindestens acht verschiedenen frischen Kothaufen (ca. 150 g Gesamtgewicht) (Abb. 2, P1–P3) entnommen und anschließend mittels Flotation auf das Vorhandensein von Parasiten im Darm analysiert (Analytik: Lehrstuhl für Experimentelle Parasitologie, Ludwig-Maximilians-Universität München).

Schlachtung

Zielgewicht zur Schlachtung (Abb. 2, S1–S4) war aus rein betriebswirtschaftlichen Gründen ein Lebendgewicht von > 150 kg; von den 40 Tieren erreichten fünf dieses nicht; diese fünf Tiere mussten jedoch aus organisatorischen Gründen vor Erreichen des Zielgewichtes geschlachtet werden und wurden mit in die Auswertung einbezogen. Zwei schlachtreife Sauen wurden bei der letzten Schlachtung als Zuchttiere zurückbehalten, hier konnte nur der Klauenzustand erfasst werden. Somit liegen von 38 Tieren Schlachtdaten vor. Einzige Ausnahme davon bildet die IMF-Analytik: zunächst sollten nur 60 % der Schlachtkörper zur Bestimmung des IMF-Gehaltes beprobt werden, dies wurde nach einer Anpassung der Versuchsanordnung auf 100 % erhöht. Da schon zwei Gruppen geschlachtet waren, wurden insgesamt nur 34 Schweine der IMF-Analytik zugeführt. Die Reihenfolge bei der Auswahl der zu schlachtenden Tiere erfolgte weitgehend nach individuellem Körpergewicht. Schwerere Tiere wurden dabei in der Regel zuerst geschlachtet. Zunächst wurden im November und Dezember in vier 5er-Gruppen die Schweine aus Standort 1 geschlachtet, dann in drei 5er- und einer 3er-Gruppe im Dezember und Januar die Tiere aus Standort 2. Zwischen den Schlachtungen lag jeweils mindestens eine Woche Abstand. Die zu schlachtenden Tiere wurden vor der Verladung gewogen und am Tag vor der Schlachtung mittags am Schlachthof angeliefert, die Zeit bis zur Schlachtung am nächsten Morgen verbrachten sie in einer abgetrennten Bucht mit Stroheinstreu, Wasser und Kraftfutter.

Auch nach der Schlachtung wurde die individuelle Kennzeichnung der Tiere bei den einzelnen Schlachtkörperteilen und den Organen der Tiere weitergeführt. Nach Betäubung und Entbluten der Schweine wurde - noch vor dem Brühen - der Klauenzustand der Schlachtkörper bonitiert (Abb. 3).

Die Beurteilung des Organzustandes (Lunge, Herz, Leber, Niere, Verdauungstrakt) erfolgte durch den fleischbeschauenden Tierarzt des Schlachthofes. Die Einstufung des Organzustandes erfolgte in modifizierter Form nach dem QS-Leitfaden (2019). Nach der Fleischbeschau wurden die Mägen entlang der großen Kurvatur geöffnet, ausgewaschen und der Magenzustand dokumentiert. Zur Bestimmung des intramuskulären Fettgehaltes (chemische Analytik) wurde von 34 Tieren das Fleisch der 13. Rippe analysiert (Analytik durch Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft); für die Radio-Cäsium-138-Analyse (38 Tiere) wurden circa 500 g Muskelfleisch an einer Vordergliedmaße entnommen (Analytik an einer Wildbret-Messstation, Tierge-

TABELLE 2: *Gewichtsentwicklung und tägliche Zunahmen bis zur letzten gemeinsamen Wägung der jeweiligen Gruppe und Gewichtsentwicklung und Futterverbrauch bis zum Ende der Mast*

	Waldschweine Standort 1	Waldschweine Standort 2
Einstallgewicht (kg)	26,1	24,7
Lebendgewicht (kg) bis 6. Wägung	132,0	127,7
Tägliche Zunahmen (g/d) bis 6. Wägung	796	792
Mastdauer (d) bis 6. Wägung	133,0	130,0
Lebendgewicht (LM) (kg) am Mastende	157,7	159,6
Erzeugtes Fleisch (LM) (kg) bis Mastende	131,6	134,9
Kraftfutter-Verbrauch (kg) bis Mastende, je Tier (absolut)	489,0	523,8
Kraftfutter-Verbrauch (kg) bis Mastende (je kg erzeugte LM)	3,7	3,9

sundheitsdienst Bayern e. V.). Aus dem Quotienten zwischen dem Gewicht des Schlachtkörpers am Haken und dem Lebendgewicht der Tiere vor der Verladung errechnete sich die Ausschlachtung der Schweine. Der Muskelfleischanteil wurde mittels ZP-Verfahren (§ 2 Abs. 7 Nr. 3 bzw. Anlage 3 Schweineschlachtkörper-Handelsklassenverordnung [SchwHKlV] 1986) bestimmt. Die amtliche Rechenformel lautet hier:
Muskelfleischanteil ZP = 58,10122 – 0,56495 x Speckdicke + 0,13199 x Fleischdicke

Jeweils nach der vierten Schlachtung wurde der Kraftfutterverbrauch (Abb. 2, „F") für beide Flächen ermittelt.

Statistik

Die Statistische Auswertung wurde mit IBM® SPSS® Statistics Version 22 und 25 (International Business Machines Corporation, Armonk, USA) durchgeführt. Das Geschlechterverhältnis der Gruppen wurde mittels Chi-Quadrat-Test analysiert. Die Schlachtergebnisse wurden visuell auf Normalverteilung geprüft. Die Schlachtergebnisse wurden dann mittels Mann-Whitney-Test und T-Test analysiert. Der Test der Korrelationen erfolgte nach Pearson. Organ- und Klauenzustand wurden deskriptiv ausgewertet.

Ergebnisse

Während der Versuchsdurchführung traten keine Erkrankungen oder Tierverluste auf.

Gewichtsentwicklung

Bei der Einstallung war das Durchschnittsgewicht (25,4 kg ± 0,7 kg) beider Gruppen mit je 20 Tieren vergleichbar (Standort 1: 26,1 kg; Standort 2: 24,7 kg) (Tab. 2). Einen Überblick über die Entwicklung der Durchschnittsgewichte der Schweine im Versuchsablauf gibt Abbildung 4.

Aufgrund der kontinuierlichen Schlachtung der schwersten Tiere am Ende der Mast wurde für die Berechnung der täglichen Zunahme die letzte gemeinsame Wägung aller Tiere (6. Wägung) vor Beginn der Schlachtungen als Basis herangezogen, Wägung 7 und Wägung 8 wurden nicht verwendet. Die durchschnittliche tägliche Zunahme von der Einstallung bis zur 6. Wägung (durchschnittliches Gewicht Standort 1: 132,0 kg und Standort 2: 127,7 kg; Abb. 4, Tab. 2) betrug

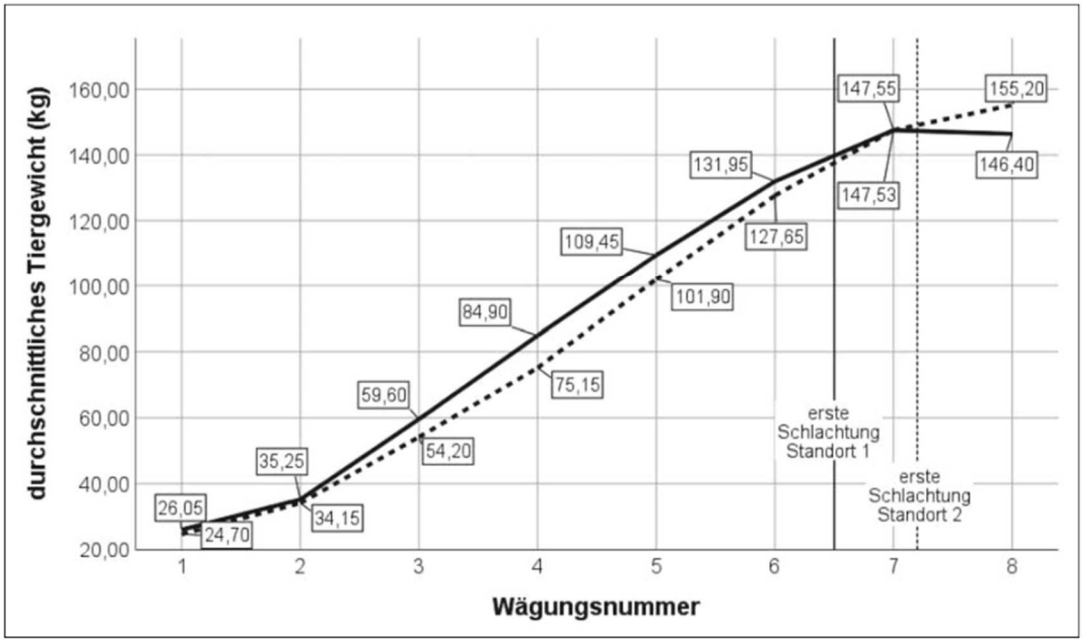

ABBILDUNG 4: *Durchschnittliches Lebendgewicht der Schweine zu den Wägungen (jeweils n = 20) an den Standorten 1 (durchgezogene Linie) und Standort 2 (gestrichelte Linie) sowie jeweils der Beginn der Entnahme von schweren Tieren zur Schlachtung (senkrechte Linien); ab diesem Zeitpunkt reduzierte Anzahl Tiere bei den Wägungen (Grafik: Sven Reese, Rupert Stäbler)*

am Standort 1 796 g/d und am Standort 2 792 g/d.

Futterverwertung

Zur Erzeugung von 1 kg Lebendgewicht wurden am Standort 1 rechnerisch ca. 3,7 kg und am Standort 2 ca. 3,9 kg Kraftfutter bis zur Schlachtung aufgewendet. Zusätzlich wurde durchgehend Grundfutter (frisches Kleegras) gefüttert, die Aufnahme sank von ca. 2,5 kg Frischmasse (FM) pro Tag kurz nach der Einstallung auf Werte unter 100 g FM zum Zeitpunkt der Schlachtung.

Bonitur

Insgesamt wurden im Laufe des Versuchs 289 Einzeltier-Bonituren an lebenden Tieren vorgenommen. Die Auswertung und Benotung erfolgte in Anlehnung an das Welfare Quality® Assessment Protocol for Pigs (Welfare Quality® 2009).

Gemäß des Scores erhielten 288 der 289 untersuchten Tiere für sämtliche Körperregionen die Bewertung „a": Von diesen 288 Tieren hatten 259 Tiere in keiner Region Kratzer oder (verheilte) Wunden; 29 Tiere wiesen in einzelnen Regionen Kratzer oder kleine Wunden auf. Sie erhielten dennoch für alle Regionen die Bewertung „a", da bis zu vier Läsionen pro Region mit „a" bewertet werden. Nur ein Tier mit einer verheilten Wunde > 5 cm erhielt für eine Region die Bewertung „b". Insgesamt trat nur eine Wunde < 2 cm und eine verheilte Wunde > 5 cm auf. Alle anderen Läsionen waren auf Kratzer zurückzuführen. Tierindividuell zusammengefasst erhielten 99,7 % der untersuchten Tiere (288 Tiere) Note 0 und 0,3 % (1 Tier) Note 1.

Alle 289 bonitierten Tiere wiesen ein aufmerksames, vitales Verhalten ohne äußerlich sichtbare Veränderungen sowie eine gute Kondition auf.

Zeckenbefall wurde getrennt für „Kopf und Ohr", „Schulter, Flanke, Hinterbacke" und „Gliedmaßen, Abdominal-/Inguinalregion" erfasst. Zeckenbefall an „Kopf und Ohr" fand hauptsächlich nach der Einstallung statt. Von insgesamt 14 Tieren (davon 13 aus Standort 2, eines aus Standort 1), die Zeckenbefall an „Kopf und Ohr" aufwiesen, hatten elf Tiere 14 Tage nach Einstallung Zecken an „Kopf und Ohr". „Schulter, Flanke und Hinterbacke" wiesen bei keinem Tier Zeckenbefall auf. An „Gliedmaßen, Abdominal-/Inguinalregion" wurden 14 Tage nach der Einstallung ausschließlich an Standort 2 Zecken gefunden. Insgesamt hatte kein Tier mehr als drei Zecken pro beurteilter Körperregion.

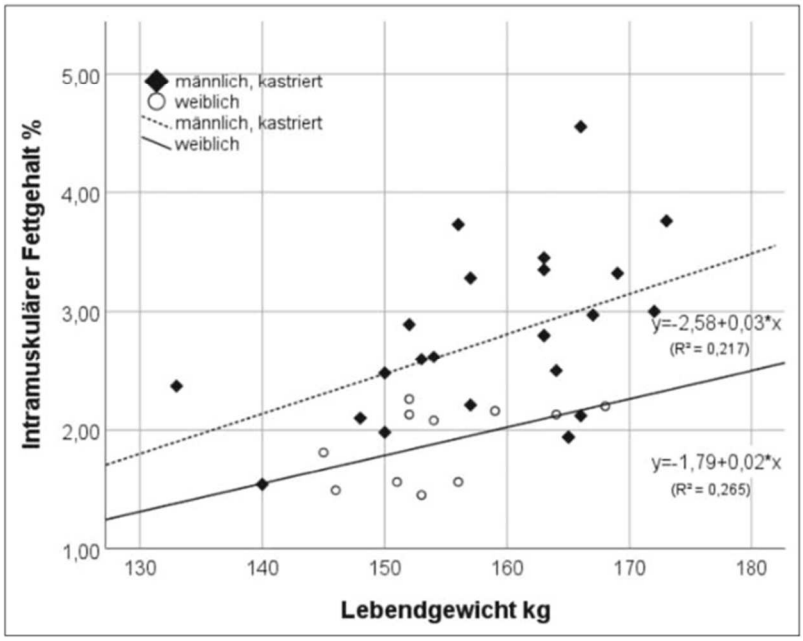

ABBILDUNG 5: *Abhängigkeit des intramuskulären Fettgehaltes von Geschlecht und Lebendgewicht bei der Schlachtung (Grafik: Sven Reese)*

Zwei Tiere hatten zu einem Beurteilungszeitpunkt Grad-1-Bursen (Bursae auxiliares) nach Gareis et al. (2016). Weitere Bursen traten nicht auf. Einmal zu Anfang und einmal zum Ende der Mast wurde jeweils eine nicht intakte Schwanzspitze mit geringgradiger Veränderung (kleine Verletzung) dokumentiert. Alle anderen 287 bonitierten Schwänze waren vollständig und ohne Verletzung.

An Kopf und Ohr trat an Standort 1 Ende Juni Sonnenbrand auf (30 % der Tiere bei Bonitur 2), an Standort 2 Ende August (25 % der Tiere bei Bonitur 3), Mitte September (10 % der Tiere bei Bonitur 4) und Mitte November (5 % der Tiere, d. h. ein Tier, bei Bonitur 6). Sonnenbrand an Rücken und Flanke trat ausschließlich an Standort 2 auf, Ende August (15 % der Tiere, Bonitur 3) und Mitte September (10 % der Tiere, Bonitur 4).

Kotproben

Bei der ersten Kotprobe nach der Einstallung konnte an beiden Standorten kein Parasitenbefall festgestellt werden. An Standort 1 wurden dann Mitte der Mast zahlreiche Ascariden-Eier („++", circa 300–1000 Eier pro g Kot) festgestellt und vereinzelt Kokzidien-Oozysten („+", circa 0–300 Oozysten pro g Kot). Daher wurden die Tiere an Standort 1 entwurmt (Tierarzneimittel: Pigfen, Granulat; Wirkstoff: Fenbendazol, 40 mg/g, einmalige

TABELLE 3: *Mittelwerte der Schlachtdaten (± Standardabweichung; Anzahl n der zugrunde liegenden Datenpunkte) aufgeteilt nach Geschlecht männlich (kastriert) und weiblich*

Geschlecht	Lebendgewicht kg	Schlachtgewicht kg	Ausschlachtung %	IMF Chemiewerte %	Speckmaß cm	Fleischmaß cm
männlich, kastriert	159,19 ± 9,68 (n = 26)	126,62 ± 8,52 (n = 26)	79,52 ± 0,01 (n = 26)	2,76 ± 0,73 (n = 23)	2,67 ± 0,62 (n = 26)	8,55 ± 0,79 (n = 26)
weiblich	157,64 ± 10,42 (n = 14)	122,08 ± 4,77 (n = 12)	78,56 ± 0,02 (n = 12)	1,89 ± 0,32 (n = 11)	2,15 ± 0,42 (n = 12)	8,44 ± 0,98 (n = 12)
gesamte Herde	158,65 ± 9,84 (n = 40)	125,18 ± 7,77 (n = 38)	79,22 ± 0,02 (n = 38)	2,48 ± 0,74 (n = 34)	2,51 ± 0,61 (n = 38)	8,51 ± 0,84 (n = 38)

TABELLE 4: *Korrelationsanalyse nach Pearson – Zusammenhang zwischen Lebend- und Schlachtgewicht und ausgewählten Parametern der Schlachtung*

	Lebendgewicht	Schlachtgewicht
Lebendgewicht	1	0,93 ($p \leq 0{,}01$)
Schlachtgewicht	0,93 ($p \leq 0{,}01$)	1
Ausschlachtung	0,01 (nicht signifikant)	0,36 ($p \leq 0{,}05$)
Intramuskulärer Fettgehalt	0,49 ($p \leq 0{,}01$)	0,42 ($p \leq 0{,}05$)
Speckmaß	0,34 ($p \leq 0{,}05$)	0,41 ($p \leq 0{,}05$)
Fleischmaß	0,45 ($p \leq 0{,}01$)	0,47 ($p \leq 0{,}01$)

TABELLE 5: *Einteilung der Handelsklassen für Schweineschlachtkörper gemäß Anlage 1 (zu §§ 1 und 2 Abs. 1 und § 4 Abs. 1), Schweineschlachtkörper-Handelsklassenverordnung (1986)*

Handelsklassenschema	
Handelsklasse	**Anforderungen** **Nach § 2 Abs. 5 ermittelter Muskelfleischanteil des Schweineschlachtkörpers mit einem Schlachtgewicht von 50 kg und mehr, jedoch weniger als 120 kg, in Prozent**
S	60 und mehr
E	55 und mehr, jedoch weniger als 60
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

Anwendung von 5 mg Fenbendazol pro kg Körpergewicht gemäß Wägung; Zulassungsinhaber: Huvepharma, Antwerpen, Belgien); gegen Ende der Mast wurden nur vereinzelt Ascariden-Eier („+", circa 0–300 Eier pro g Kot) gefunden. An Standort 2 wurden Mitte der Mast zwar keine Ascariden-Eier festgestellt, jedoch wurden vereinzelt Kokzidien-Oozysten („+") gefunden; gegen Ende der Mast war kein Parasitenbefall feststellbar.

Schlachtung

Einen Überblick über die wesentlichen Schlachtdaten der gesamten Herde, d. h. der Tiere beider Standorte zusammen und sortiert nach Geschlechtern, gibt Tabelle 3. Die Geschlechteranteile beider 20er-Gruppen an den beiden Standorten waren vergleichbar (sechs weibliche und 14 kastrierte männliche bzw. acht weibliche Tiere und zwölf kastrierte männliche Tiere). Bei einer Gruppierung der Schlachtergebnisse nach dem Standort gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Standorten. Das durchschnittliche Speck- und Fleischmaß wurde mittels ZP-Verfahren (§ 2 Abs. 7 Nr. 3 bzw. Anlage 3 SchwHKlV 1986) gemessen; es betrug 2,5 cm (Speckmaß) und 8,5 cm (Fleischmaß).

Die mittleren Lebendgewichte der weiblichen Tiere lagen 1,55 kg unter denen der männlichen Kastraten, die Schlachtgewichte 4,54 kg unter denen der Kastraten (Tab. 3). Die Ausschlachtung weiblicher Tiere war dementsprechend um 0,96 % geringer als die der Kastraten. Der intramuskuläre Fettgehalt der gesamten Herde lag bei durchschnittlich 2,48 %, der IMF weiblicher Tiere (1,89 % IMF) betrug 68 % des intramuskulären Fettgehaltes männlicher kastrierter Tiere (2,76 % IMF). Vergleichbar dazu lag auch das Speckmaß weiblicher Tiere bei 80 % des Speckmaßes der Kastraten. Das Fleischmaß weiblicher Tiere dagegen lag bei 99 % des Fleischmaßes der Kastraten.

Signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern ließen sich bei Schlachtgewicht, Speckmaß (alle Werte $p \leq 0{,}05$) und dem intramuskulären Fettgehalt ($p \leq 0{,}001$) belegen.

Einen Überblick über die Korrelationsanalyse (nach Pearson) zwischen Lebend-/Schlachtgewicht und ausgewählten Parametern der Schlachtung gibt Tabelle 4.

Die Belastung des Fleisches mit Cäsium lag zwischen 0 und höchstens 68 Bq pro kg (Grenzwert für den Verkauf von Fleisch: 600 Bq pro kg; Verordnung [EG] Nr. 733/2008 [2008]).

Die Abhängigkeit des intramuskulären Fettgehaltes von Geschlecht und Lebendgewicht zeigt Abbildung 5.

ABBILDUNG 6: *A: Klauen Hinten Links, tiefe Veränderung (tiefer Riss, Einblutung sichtbar). B: Klauen Hinten Links, ohne besonderen Befund (Fotos: Rupert Stäbler)*

Handelsklassen

Die amtlichen Rechenformeln (SchwHKlV 1986) zur Berechnung der Muskelfleischanteile (MfA) sind nur für Schlachtgewichte < 120 kg zugelassen. Daher wurden die Waldschweine nach ihrem Schlachtgewicht (SG) in zwei Gruppen, < 120 kg SG und > 120 kg SG, eingeteilt. Die Gruppe < 120 kg SG enthielt elf Tiere mit einem durchschnittlichen Schlachtgewicht von 115,9 kg und einem durchschnittlichen MfA von 55,7 %. Die Gruppe > 120 kg SG enthielt 27 Tiere mit einem durchschnittlichen Schlachtgewicht von 129,0 kg und einem durchschnittlichen MfA von 55,0 %. Die Überprüfung der Auswirkung des Schlachtgewichts auf die MfA-Berechnung bei der amtlichen Rechenformel ergab, dass es keine signifikanten Unterschiede zwischen den errechneten MfA-Werten der Tiere größer und kleiner 120 kg gab (asymptotische Signifikanz $p = 0{,}91$), das Gewicht hatte damit keinerlei Einfluss auf die MfA-Berechnung.

Der durchschnittliche MfA für alle Waldschweine (größer und kleiner 120 kg SG) lag bei 55,2 % MfA. Dies entspricht Handelsklasse E (Tab. 5; Anlage 1, SchwHKlV 1986).

Organbefunde

Einen Überblick zu den Organbefunden der 38 geschlachteten Waldschweine gibt Tabelle 6. Der Verdauungstrakt/Magen wies bei keinem Tier eine Veränderung auf, Magengeschwüre wurden bei keinem Tier gefunden. Bis auf jeweils ein Tier waren auch Herzbeutel und Nieren

TABELLE 6: *Organbefunde bei der Schlachtung von 38 Waldschweinen; Einstufung der Organbefunde, angelehnt an die QS-Benotung (QS-Leitfaden 2019), Angaben in Prozent*

Note*	Lunge	Herz-beutel	Leber	Niere	Verdauungs-trakt/Magen
0	81,6	97,4	55,3	97,4	100
1	13,1	0	36,8	2,6	0
2	5,3	2,6	7,9	0	0
3	0	0	0	0	0

* 0 = nicht verändert, ohne besonderen Befund; 1 = bis zu 10 % verändert, geringgradig verändert; 2 = 10–30 % verändert, mittelgradig verändert; 3 = über 30 % verändert, hochgradig verändert

gesund bzw. ohne Befund. Gesunde bzw. unveränderte Lungen wurden bei 81,6 % der Tiere gefunden; 13,1 % der Tiere hatten geringgradig veränderte Lungen (d. h. bis zu 10 % der Lunge verändert, z. B. am Zwerchfell angewachsen, ein kleines Teilstück schlecht belüftet) und 5,3 % mittelgradig veränderte Lungen (d. h. 10–20 % der Lunge verändert, z. B. ein Lungenflügel verändert, ein Lungenflügel verklebt). Die Lebern waren bei 55,3 % der Tiere gesund bzw. unverändert, bei 36,8 % lagen geringgradige Veränderungen (z. B. Schatten von milk spots, bis zu zwei kleine milk spots) und bei 7,9 % bzw. drei Tieren mittelgradige Veränderungen (z. B. mehr als zwei milk spots bzw. große milk spots) vor. Dabei waren von den insgesamt 17 Tieren mit Leberveränderungen 13 in Standort 1 und vier in Standort 2 eingestallt.

Klauenuntersuchung

Die Klauenuntersuchung bei allen 40 Tieren (38 Schlachttiere plus zwei Lebenduntersuchungen) ergab bei Wandhorn, Kronsaum und Afterklaue bei keinem Tier Veränderungen, alle waren ohne besonderen Befund. Ballen und Sohlenhorn dagegen waren nur bei ca. knapp einem Drittel der Tiere unverändert, ein Drittel wies oberflächliche Veränderungen (z. B. Schramme, Spalt etc. > 1 cm Länge, offenkundig keine Wunde mehr, ggf. verheilte Wunde) und ca. ein Drittel tiefe Veränderungen (z. B. tieferliegende Gewebestrukturen oder Blut sichtbar) auf (Tab. 7, Abb. 6 A und B).

Diskussion

Gewichtsentwicklung

Die hier untersuchte Waldschweinehaltung (Genetik: Schwäbisch-Hällisch*Pietrain [SH*Piet]) bewegt sich mit einer Besatzdichte von 20 Tieren/ha im Bereich der intensiven Freilandhaltung; 15–20 Schweine/ha gelten als intensiv, zwei bis drei Schweine/ha als extensiv (Beinlich et al. 2005a). Dementsprechend lagen die durchschnittlichen täglichen Zunahmen der Tiere mit 796 g/d (Standort 1) und 792 g/d (Standort 2) sehr hoch und nahe beim Zielwert von ≥ 800 g/d für die intensive, konventionelle Stall-Schweinemast bis 120 kg (Müller et al. 2014, Roth 2011). Die aktuellen Werte der Leistungsprüfungsanstalten in Bayern geben für weibliche (Mast-)Endprodukte (Genetik: Deutsche Landrasse [DL]*Pietrain (Piet); Deutsches Edelschwein [DE]*Piet; [DE*DL]*Piet; [DL*DE]*Piet) Zunahmen von 881 g/d an (Eisenreich et al. 2019). Andere Schweinefreilandhaltungen (auf Weideflächen) erreichen die geschilderten hohen Zunahmen dieser Studie nicht, für extensive Freilandhaltungen wird von täglichen Zunahmen von 220–280 g/d berichtet (Genetik: Schwäbisch-Hällische Schweine, Angeler Sattelschweine und Düppeler Weideschweine) (Beinlich et al. 2005b). Nicht ausreichend zugefütterte, laktierende Sauen magern bei Weidehaltung sogar ab (Thies et al. 2005). Eine ältere Untersuchung (Genetik: zeittypische Mastschwein-Genetik der DDR) in einer intensiven Waldmastanlage mit sehr hoher Besatzdichte von ca. 500 Tieren/ha und 15.000 bzw. 10.000 untersuchten Tieren berichtet – bei einem mit dieser Studie vergleichbaren, intensiven Fütterungsniveau – von täglichen Zunahmen von 544 bzw. 559 g/d (Bennewitz et al. 1983). Dies wurde dort nur erreicht, solange der Waldbestand noch unbeschädigt war und seine Schutzfunktion erfüllte.

Die hier vorgestellte Studie zeigt, dass eine Schweinefreilandhaltung im Wald bei Ad-libitum-Fütterung Tageszunahmen erreichen kann, die mit einer konventionellen Stallhaltung vergleichbar sind. Dies ist einerseits interessant, da hier ausschließlich Biofutter (100 % Biofütterung, keine konventionellen Komponenten) verwendet wurde, in dem die in der konventionellen Fütterung übliche künstliche Supplementierung von fehlenden Aminosäuren nicht möglich ist; auch die Läufer wurden beim Ferkelerzeuger von Geburt an zu 100 % ökologisch, d. h. ohne konventionelle Komponenten, gefüttert. Andererseits wurde die durchschnittliche tägliche Zunahme für durchschnittliche Lebendgewichte von 130 kg und damit deutlich über den üblichen 120 kg errechnet, die sonst bei der Berechnung verwendet werden (Müller et al. 2014, Roth 2011). Zusätzlich stammten die Masttiere (Hybride SH*Piet) mit ihren SH-Müttern von einer alten, züchterisch nicht so intensiv bearbeiteten Rasse.

Ursächlich dafür dürften mehrere Faktoren sein: Einerseits bestand die Freilandhaltungs-Fläche fast ausschließlich aus Wald, sodass die Tiere den Witterungsextremen bei weitem nicht so ausgesetzt waren, wie dies üblicherweise bei Weidehaltungen der Fall ist. Bestätigend dazu schildern Bennewitz et al. (1983), dass die

TABELLE 7: *Klauenbefunde bei der Schlachtung; Einstufung des Klauenzustandes bei 40 Tieren anhand einer Klauenskala, Angaben in Prozent*

Klauenskala*	Wandhorn	Hinten Links Ballen-/Sohlen-horn	Vorne Links Ballen-/Sohlen-horn	Vorne Rechts Ballen-/Sohlen-horn	Hinten Rechts Ballen-/Sohlen-horn	Kronsaum	Afterklaue
0	100	27,5	37,5	25,0	25,0	100	100
1	0	32,5	30,0	32,5	22,5	0	0
2	0	40,0	32,5	42,5	52,5	0	0

* 0 = ohne besonderen Befund; 1 = oberflächliche Veränderung > 1 cm Länge, offenkundig keine Wunde mehr, ggf. verheilte Wunde; 2 = tiefe Veränderung, tieferliegende Strukturen oder Blut sichtbar

täglichen Zunahmen nach Absterben des Waldes (nach Übernutzung durch die extremen Besatzdichten von > 500 Schweinen/ha) auf der so entstandenen Freifläche zurückgingen. Nach Plonait (2004) sind Mastschweine insbesondere gegen zu hohe Temperaturen empfindlich. Andererseits hat die Jahreszeit, in der im Freien gemästet wird, einen großen Einfluss auf die tägliche Zunahme (Bennewitz et al. 1983). Darüber hinaus wurde ad libitum mit standardisiertem Bio-Kraftfutter gefüttert und zusätzlich durchgehend Kleegras ad libitum angeboten. Damit wurde eine gleich bleibende Futterqualität gewährleistet und die Futterkonkurrenz der Tiere wurde so gering wie möglich gehalten. Das niedrige Tier:Fressplatz-Verhältnis von 2:1 an den Kraftfutterautomaten trug zu einer geringen Konkurrenz bei; Plonait (2004) nennt bei Ad-libitum-Fütterung von Trockenfutter ein Tier-Fressplatz-Verhältnis von 4:1 als Mindestanforderung. Durch das freie Angebot von Grundfutter (Kleegras), Kraftfutter (KF) und Waldfrüchten, insbesondere Eicheln, konnten die Schweine ihre Ration in einem gewissen Umfang individuell zusammenstellen. Im Verbund sorgten die genannten Punkte dafür, negative Effekte bei den Tieren in jeder Richtung zu vermeiden – sei es klimatisch, sei es durch Futterkonkurrenz oder durch individuell nicht passendes Futter. Dadurch konnten die für Freilandhaltung ungewöhnlich hohen täglichen Zunahmen von knapp 800 g/d erreicht werden.

Der bis zur Schlachtung im Versuch gemessene Kraftfutter-Bedarf liegt bei 3,7 bzw. 3,9 kg KF (Energiegehalt: 12,10 MJ ME/kg KF) pro kg erzeugter Lebendmasse. Für konventionelle Stallmast wird ein Ziel von < 3,0 kg Futter pro kg Lebendmasse angegeben (Müller et al. 2014). Konventionelle bayerische Praxisbetriebe haben bei der Mast von Bayernhybriden im Stall eine Futterverwertung von 2,96:1 (Littmann et al. 2008). Laut Bennewitz et al. (1983) brauchen Schweine in Waldmastanlagen 10–15 % mehr Futter als in Mastställen. Der etwas höhere Futterbedarf in dieser Studie dürfte einerseits von der Verwendung von Bio-Kraftfutter kommen, das nicht wie konventionelles Mastfutter künstlich um fehlende Aminosäuren ergänzt werden kann. Andererseits wurden die Tiere auch am Mastende ohne Restriktion ad libitum gefüttert. Darüber hinaus wurden die Tiere weit über die üblichen 120 kg Lebendgewicht bis zu einem Zielgewicht von ≥ 150 kg gemästet. Damit steigt der energieaufwändigere Fettansatz, der Proteinansatz geht zurück (Hammond, in: Roth 2011). Auch die hohe Bewegungsaktivität und die winterlichen Temperaturen gegen Ende der Mast führten vermutlich zu einem höheren Futterverbrauch; Stangl (2011) geht davon aus, dass – allerdings erst bei einem deutlichen Unterschreiten der thermoneutralen Temperatur (16–22 °C) –bei Schweinen pro 1 °C Abweichung nach unten zusätzlich bis zu 3 % des Erhaltungsbedarfes für die Thermoregulation aufgewendet werden müssen. Bei den Tieren an Standort 2, die alle erst nach den Tieren von Standort 1 später im Winter geschlachtet wurden, war dies sicherlich der Fall, sie brauchten 0,2 kg KF/kg Lebendgewichtszuwachs mehr als die Tiere an Standort 1. Unter Einbeziehung der aufgeführten Einflussfaktoren kann der Kraftfutterbedarf pro kg erzeugter Lebendmasse für Praxisbedingungen im Freiland als gering eingestuft werden. Neben KF mit 15,6 % Rohprotein (XP) in der Frischmasse (FM) (zusammen abgekürzt: XPFM) bzw. 17,7 % Rohprotein (XP) in der Trockenmasse (TM) (zusammen abgekürzt: XPTM) erhielten die Schweine durchgehend bis zur Schlachtung frisches Kleegras; dieses wurde in den o. g. Futterbedarf nicht mit eingerechnet. Während der Anfangsmast wurden große Mengen um 2,5 kg Frischmasse pro Tier und Tag verzehrt, die aufgenommene Menge reduzierte sich trotz ausreichender Vorlage bis zum Ende der Mast auf Mengen unter 100 g pro Tier und Tag. Bei Getreidemast empfiehlt Roth (2011) für die Anfangsmast (30–60 kg) 18 % XPFM bzw. 20,5 % XPTM, für die Mittelmast (60–90 kg) 16 % XPFM bzw. 18,2 % XPTM und für die Endmast (90–120 kg) 14 % XPFM bzw. 15,9 % XPTM im Alleinfutter.

Wegen der großen Unterschiede im Trockenmassegehalt werden im folgenden Abschnitt anstelle der üblichen Frischmassen die Trockenmassen als Bezugsgröße für den Rohproteingehalt der Futtermittel verwendet: Aufgrund der hohen täglichen Zunahmen ist davon auszugehen, dass die Tiere den in der Anfangs- und Mittelmast mit 17,7 % XPTM (15,6 % XPFM) bewusst gering gehaltenen Rohproteingehalt im Alleinfutter durch die hohe Aufnahmemenge von verhältnismäßig rohproteinreichem Kleegras ergänzten: Jung geschnittenes Kleegras hat 16,3 % XPTM (3,1 % XPFM) (Kellner und Becker 1971). Damit kann eine gewisse Einsparung bzw. Ergänzung anderer hochwertiger Eiweißträger erreicht werden. Gegen Ende der Mast konnten die Tiere den rechnerisch zu hohen Rohproteingehalt im Alleinfutter über die zusätzliche Aufnahme von sehr rohproteinarmen Eicheln reduzieren; frische Eicheln mit Schalen enthalten nur 6,2 % XPTM (3,7 % XPFM) (Kellner und Becker 1971).

Bonitur

Trotz potenzieller Verletzungsmöglichkeiten im Wald traten bei den Schweinen wenige Kratzer und nur in ganz geringem Umfang Wunden (im ganzen Zeitraum eine verheilte Wunde und eine kleine sichtbare Wunde) auf. Alle Tiere waren durchgehend aufmerksam und vital. Minustemperaturen, Schnee und gefrorener Boden wurden – am Ende der Mast – problemlos ertragen. Beinlich et al. (2005b) berichten, dass die ganzjährige Freilandhaltung von Sauen kein erhöhtes Gesundheits- oder Verletzungsrisiko birgt. Dies konnte nun in der vorliegenden Studie auch für Mastschweine bestätigt werden. Es gab keine Anhaltspunkte für ein Auftreten von vielen Verletzungen, Stichwunden etc., von denen Grauvogl et al. (1997) bei Sauenweidehaltung berichtet hatten. Zeckenbefall trat am Anfang der Mast auf und dabei insbesondere an Standort 2, der das erste Mal mit Mastschweinen belegt wurde. An Standort 1 hatten im Vorversuchsjahr, als große Teile der Fläche zum ersten Mal von Schweinen genutzt wurden, viele Tiere massiven Zeckenbefall. Im hier dargestellten Versuchsjahr 2018 wurde an Standort 1 dann über die ganze Zeit nur eine Zecke gefunden. Auch an Standort 2 wurden nach dem Peak des Zeckenbefalls kurz nach der Einstallung im Verlauf der Zeit kaum mehr Zecken gefunden. Vermutlich werden die Zecken durch Abscheuern und das mehlige Erdmaterial in den Schlafhütten abgetötet.

Über die gesamte Mastzeit wurden nur zweimal an einem Tier geringgradige Bursen (Bursae auxiliares) notiert, die sich jedoch wieder zurückbildeten. Damit zeigt sich der Vorteil der weichen und durch die Tiere aktiv an die Gelenke anpassbaren Liegemöglichkeiten im Mull oder dem trockenen Erdmehl der Schweinekobel. Vergleichbar dazu kommen auch Hergt et al. (2018) für Stallhaltungen zu dem Ergebnis, dass weiche

Einstreu das Auftreten von Bursen bei Mastschweinen deutlich verringert. Bei Schlachtungen an den bayerischen Leistungsprüfungsanstalten waren nur 18,5 % der untersuchten Tiere ohne Bursen (Bursae auxiliares) (Eisenreich et al. 2019); Ostner et al. (2018) berichten sogar, dass bei der Schlachtung nur 2,2 % der in konventioneller Stallhaltung aufgezogenen Mastschweine keine Bursen aufwiesen. Auch zwei Schwanzspitzenverletzungen verheilten wieder, Schwanzbeißen wurde nicht beobachtet. Mehr Probleme bereitete Sonnenbrand (bis zu 30 % der Schweine betroffen) in den ersten Wochen nach der Einstallung. An Standort 2 trat dieser auch später immer wieder über die Mastzeit bis in den Spätherbst auf. Auch Ferkel von Sauenfreilandhaltungen weisen häufig Sonnenbrand auf (Thies et al. 2005). Betroffen waren durchgehend die rosafarbenen Partien an Ohr, Nacken und Rücken, dunkelhäutige Partien hatten keinen Sonnenbrand. Im Nachhinein stellte sich heraus, dass insbesondere die fehlende Suhlmöglichkeit an Standort 2 wohl zu dem vermehrten Auftreten von Sonnenbrand geführt hatte. Nach Einrichtung einer Lehmsuhle im auf den Versuch folgenden Jahr wurde dieses Problem fast vollständig behoben.

Eine Belastung der Gelenke durch hart gefrorenen, unebenen Boden, wie sie Beinlich et al. (2005b) bei Schwäbisch Hällischen Zuchtsauen erwähnen, wurde nicht festgestellt. Wandhorn, Kronsaum und Afterklaue wie auch das Sohlenhorn waren bei allen Tieren unversehrt. Die Hornabnutzung war durch die gepflasterten Futterplätze und die trockenen Böden (Hitzesommer 2018) für die Masttiere ausreichend. Stallklauen, wie sie manchmal bei Zuchtsauen im Winter in Freilandhaltungen auftreten (Thies et al. 2005), traten nicht auf. Die Ballen dagegen waren nur bei ca. einem Viertel der Füße in Ordnung, drei Viertel waren oberflächlich und häufig auch durch tiefe Risse verändert (Abb. 6). Der Transport zum Schlachthof/die Schlachtung selbst konnte als Ursache ausgeschlossen werden, da auch offenkundig schon im Abheilen befindliche Risse detektiert wurden. Es schien so, als ob die Verhornung der Ballenhaut durch die intensive Beanspruchung zu einer Sprödheit der Haut führte und dass diese dann aufplatzte und Risse im Ballen bildete. Dabei scheint trotz der ständigen Beanspruchung eine Heilung möglich zu sein, da auch sichtbar verheilte Verletzungen gefunden wurden. Ein Lahmen von Tieren wurde durchweg nicht beobachtet. Auch Thies et al. (2005) berichten von nur wenigen Lahmheiten bei Schweinefreilandhaltungen, die - wenn sie auftraten - durch Hornspalten oder entzündete Gelenke verursacht wurden.

Schlachtung

Die Schlachtergebnisse zeigen deutliche geschlechtsabhängige Unterschiede: weibliche Tiere hatten insgesamt ein etwas geringeres Wachstumsvermögen als männliche Kastraten; das Wachstum weiblicher Tiere geschah relativ betrachtet mehr über Muskelentwicklung und im Vergleich zu Kastraten in geringerem Umfang durch Aufbau von Speck. Gleiches beschreibt auch Roth (2011). Das führte bei beiden Geschlechtern zu einem nahezu gleichen Fleischmaß (weiblich 99 % von männlich) bei reduziertem Speckmaß (weiblich 80 % von männlich) der weiblichen Tiere. Die verringerte Speckauflage weiblicher Tiere wirkt sich jedoch im Vergleich zu den Kastraten negativ auf den intramuskulären Fettgehalt aus.

Speckauflage der Tiere und intramuskulärer Fettgehalt sind anscheinend in gewissem Umfang gekoppelt. Dementsprechend wiesen Kastraten einen um 32 % höheren IMF als die weiblichen Tiere auf. Auch Henning und Baulain (2006) berichten von einer stärkeren Einlagerung von IMF bei Kastraten. Die Bestimmung einer Geschmacksgrenze, ab der der IMF positive Effekte entfaltet, gestaltet sich in der Literatur schwierig: Der IMF-Gehalt ist stark von der eher kranialen oder kaudalen Lage der Probennahmestelle im Musculus longissimus thoracis et lumborum abhängig (bis zu 100 % Unterschied je nach Position) und an der Probennahmestelle selbst wiederum von der eher dorsalen oder vertebralen Lage im Muskel (Heylen 1999). Davon ausgehend ergeben sich wohl die streuenden Aussagen zum kritischen IMF-Gehalt, ab dem ein positives Verzehrserlebnis (Zartheit, Saftigkeit, Geschmack) beim Fleischverzehr wahrgenommen wird. Grundsätzlich zeichnet sich ab, dass ein höherer IMF geschmacklich positiv beurteilt wird und die kritische Grenze bei ca. 2–2,5 % IMF liegt (Fernandez et al. 1999, Heylen 1999, Looser 2006); ähnlich fasst auch Mörlein (2007) darüber hinausgehende Literatur zusammen. Nur Blanchard et al. (2000) erklären, dass der IMF keinerlei Einfluss auf das Geschmackserlebnis habe. Aufgrund des mit dem IMF auch optisch sichtbaren, steigenden intermuskulären Fettanteil kann ein IMF über 3,5 % allerdings zur Ablehnung des Fleisches führen (Fernandez et al. 1999). Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die weiblichen Tiere mit durchschnittlich 1,9 % IMF die Grenze von 2,0 %, ab der der IMF wohl positiv wahrnehmbar wird, nicht überschritten, während die Kastraten mit 2,8 % deutlich in einem Bereich lagen, dem ein positives Geschmackserlebnis zugeschrieben wird, bei dem jedoch die ggf. nach oben kritische Marke von 3,5 % im Durchschnitt noch nicht durchbrochen wird. Einen vom Geschlecht (weiblich-Kastrat) abhängigen Unterschied im IMF erwähnt auch Littmann et al. (2008) für Bayernhybride. Der Durchschnitt aller Waldschweine lag mit 2,5 % IMF jedoch weit über den Werten, die sonst für verschiedene Genetiken in der Literatur angegeben werden (maximale Angabe: 1,8 % IMF), (Littmann et al. 2008, Looser 2006, Tober 2005). Ein Grund dafür dürfte das hohe Schlachtgewicht und Alter der Waldschweine sein (Čandek-Potokar et al. 1998, Stupka et al. 2008). Ein weiterer wichtiger Punkt ist mit Sicherheit die Einkreuzung der Schwäbisch-Hällischen Genetik (Genetik Waldschweine: SH*Piet), allerdings ist die Quellenlage dazu gering. Bei Looser (2006) wiesen beim Vergleich der Rassen Deutsche Landrasse, Schwäbisch Hällisch und Large White (jeweils Kastraten) und Pietrain (weiblich) die Schwäbisch Hällischen Kastraten mit 1,36 % den höchsten IMF auf.

Für beide Geschlechter ließ sich aufgrund der geschlechtsabhängigen signifikanten Unterschiede im intramuskulären Fettgehalt und der Korrelation zwischen Lebendgewicht und daraus resultierendem IMF ein Mindestlebendgewicht bestimmen, ab dem für SH*Piet-Kreuzungen mit einem IMF oberhalb der hier angesetzten Geschmacksgrenze von 2 % zu rechnen ist: männliche Tiere (Kastraten) können dabei schon ab einem Lebendgewicht ≥140 kg, weibliche Tiere sollten erst ab einem Lebendgewicht ≥ 160 kg geschlachtet werden.

Die Bewertung der Ausschlachtung ist grundsätzlich schwierig, da diese vom Nüchterungsgrad der Tiere bei

der Bestimmung des Lebendgewichtes beeinflusst wird. Damit ist kein sinnvoller Literaturvergleich möglich. In dieser Studie wurden männliche und weibliche Tiere direkt nacheinander mit gleichem Nüchterungsgrad gewogen, insofern dürften die ermittelten geschlechtsabhängigen Unterschiede valide sein. Weibliche Tiere erreichten dabei nicht nur geringere Lebendgewichte als männliche Kastraten, sondern hatten auch ein überproportional geringeres Schlachtgewicht, sodass die Ausschlachtung um knapp 1 % (0,96 %) unter der Ausschlachtung männlicher Tiere lag. Der Durchschnitt über die gesamte Herde lag mit 79,2 % gleich mit den Werten anderer Biostallschweine (Tober 2005), jedoch unter den Werten von bayerischen Endprodukten an Leistungsprüfungsanstalten (Eisenreich et al. 2019).

Die Belastung des Fleisches mit Radiocäsium lag mit Werten zwischen 0 und höchstens 68 Bq/kg zwar über den Werten von Stallschweinen (< 1 Bq/kg) (Radioaktivität 2018), jedoch weit unter den Durchschnittswerten von 390 Bq/kg von (überwiegend in Bayern gejagten) Wildschweinen (Radioaktivität 2018). Der Grenzwert, ab dem Fleisch nicht mehr verkauft werden darf, liegt bei 600 Bq/kg (Verordnung (EG) Nr. 733/2008 [2008]). Befürchtungen, Waldschweinefleisch sei ähnlich wie Wildschweinfleisch stark radioaktiv belastet, bestätigten sich nicht, Waldschweinfleisch aus dieser Region kann daher wie normales Stallschweinefleisch unbedenklich verzehrt werden.

Muskelfleischanteil

Die Muskelfleischanteile (MfA) der Waldschweine bewegen sich mit 55,2 % MfA leicht unter dem von Müller et al. (2014) für Mastschweine formulierten Zielwert von 56–59 % MfA und liegen in etwa auf gleicher Höhe mit den Werten anderer Biostallschweine (Tober 2005). Für konventionell gehaltene Hybridkreuzungen gibt Heylen (1999) sogar nur 53,7 % MfA an. Betrachtet man die MfA-Anteile aus Leistungsprüfungen der beiden Elternrassen der Waldschweine, zeigt sich, dass die hier verwendeten Kreuzungstiere erwartungsgemäß in etwa in der Mitte der elterlichen MfA bewegen: Reinrassige Schwäbisch-Hällische Tiere haben zwischen 49,1 und 52,0 % MfA (Bühler und Postler 2004), reinrassige Pietraintiere 64,8 % MfA (Dingler 2017). Für die klassische Mast im Stall rät Roth (2011), insbesondere wenn Kastraten gemästet werden, grundsätzlich in der Endmast rationiert zu füttern, um erhöhten Futteraufwand und Fettansatz zu verhindern.

Die hier festgestellten Ergebnisse zum MfA zeigen allerdings, dass bei ausreichender Fläche und Bewegungsanreiz – auch bei Ad-libitum-Fütterung – Tiere im oberen Bereich der Handelsklassen erzeugt werden können. Wie viel Fläche im Minimum zur Auslösung dieses Effektes notwendig ist, müsste in weiteren Untersuchungen geklärt werden.

Kotproben

Um die Verwurmung auf Schweineweiden in Grenzen zu halten, bedarf es einiger hygienischer Sorgfalt (Grauvogl et al. 1997). Nach Beinlich et al. (2005a) und Bennewitz et al. (1983) sind die Tiere vor der Einstallung in die Weide-/Waldflächen zu entwurmen. Insbesondere im Wald entwickelt sich die Parasitenbrut sonst stärker als im Stall (Bennewitz et al. 1983). Vor Weidebeginn entwurmte Schweine entwickeln dagegen auf der Weide keinen Befall mit *Ascaris suum* (Thies et al. 2005). Die Entwurmung der Tiere vor der Einstallung war sehr effektiv und bewährte sich im Versuch; der Wurmbefall der Tiere lag wenige Wochen nach der Einstallung bei 0. Standort 2, der noch nie mit Schweinen belegt war, konnte damit wohl nahezu frei von *Ascaris suum* gehalten werden. Dort kam es auch im Laufe der Mast zu keinem nachweisbaren Befall mit *Ascaris suum*; entsprechend wurden die Tiere daher nicht mit Anthelmintika behandelt. An Standort 1 dagegen, der schon öfter genutzt worden war und an dem auch schon in den Vorjahren *Ascaris suum* nachgewiesen wurde, kam es zur Mitte der Mast – wohl aufgrund der Aufnahme von im Boden vorhandenen, herangereiften Ascaridien-Eiern – zu einem deutlichen Befall mit *Ascaris suum*. Die erst im Spätsommer/Herbst erfolgende Reifung von im Vorjahr abgesetzten *Ascaris suum*-Eiern deckt sich mit den Aussagen von Roepstorff und Murrell (1997). Parasiten sind über mehrere Jahre im Boden lebensfähig und bilden eine dauerhafte Infektionsquelle (Beinlich et al. 2005b, Thies et al. 2005). Die aufgrund des nachgewiesenen *Ascaris suum*-Befalls vorgenommene Entwurmung konnte den Befall zum Ende der Mast dann deutlich reduzieren. Neben den Kotproben wird *Ascaris suum*-Befall auch am Schlachthof sichtbar; der Schweinespulwurm führt zu sogenannten Milchflecken in der Leber (milk spots) (Thies et al. 2005). Die von der Vorbelastung der Weide abhängige unterschiedliche Notwendigkeit von Entwurmungen stimmt mit den Aussagen von Thies et al. (2005) überein.

An beiden Standorten wurden vereinzelt Kokzidien-Oozysten nachgewiesen, jedoch hat geringgradiger Kokzidienbefall bei Schweinen in Freilandhaltungen keine Bedeutung (Thies et al. 2005).

Organbefunde

Leber

Über die Hälfte (55,3 %) der Tiere wiesen unveränderte Lebern auf. Damit waren die Lebern wesentlich geringer belastet als die Lebern von zwei anderen großen Waldmaststudien (Bennewitz et al. 1983, Haupt et al. 1978, Sonnefeld 1977). Insgesamt waren die Veränderungen der Lebern jedoch meist geringgradig, nur bei 7,9 % der Tiere lagen mittelgradige Veränderungen vor, hochgradige Veränderungen traten gar nicht auf. Drei Viertel der Tiere mit veränderten Lebern waren erwartungsgemäß von Standort 1, bei dem auch im Kot Spulwurmbefall festgestellt worden war. Die Tiere am Standort 1 waren wohl aufgrund der Bodenbelastung kontinuierlichem Spulwurmbefall ausgesetzt, die dennoch verhältnismäßig geringe Anzahl an milk spots in den Lebern stimmt mit den Ergebnissen von Roepstorff und Murrell (1997) überein. Grundsätzlich ist die Spulwurmei-Verteilung und Übertragung von Spulwürmern in Schweinefreilandhaltungen stark vom Jahr und der Jahreszeit abhängig (Roepstorff et al. 2001). Interessanter Weise kann kein sicherer Zusammenhang zwischen Anzahl der infektiösen Eier und Kotplatz, Hütte oder Weide hergestellt werden (Roepstorff et al. 2001). An Standort 1 könnte die von Haupt et al. (1978) für ein direkt vergleichbares halbjährliches Haltungssystem im Wald beschriebene zunehmenden Belastung der Lebern bei mehrjähriger Flächennutzung zutreffen. Als Lösung empfehlen Bennewitz et al. (1983) zusätzlich zur halbjährigen Winterpause auf der Basis von über 10.000 untersuchten Tieren die Einlegung eines Ruhejahres, dann käme es auch bei mehrfacher Belegung

zu keiner Potenzierung der Spulwurmbelastung in den Waldflächen. Ein solcher Koppelwechsel ist – zumindest bei zunehmender Spulwurmproblematik bzw. Anstieg von milk spots in den Lebern – für Waldmast-Flächen als einfache Sanierungsmaßnahme anzuraten. Die halbjährliche Winterruhe scheint für eine Spulwurmsanierung des Bodens nicht vollständig auszureichen.

Weitere Organe

Fast alle Nieren (97,4%) waren unverändert, der Anteil an veränderten Nieren lag in der von Sonnefeld (1977) an 30.000 Waldmastschweinen festgestellten Größenordnung. Auch der Anteil gesunder (81,6 %) bzw. veränderter (18,4%) Lungen stimmt mit den Ergebnissen von Sonnefeld (1977) überein. Bennewitz et al. (1983) berichten in Folgeuntersuchungen, dass bei mehrfacher Belegung der Waldmastflächen (allerdings mit sehr hohen Tierzahlen von 555 Tieren/ha) die Pneumonie-Rate signifikant ansteige. Bis auf ein Tier hatten alle Tiere (97,4 %) gesunde Herzbeutel, Sonnefeld (1977) gibt für Waldmasttiere etwas geringere Werte gesunder Tiere an. Alle Tiere hatten ein unverändertes Verdauungssystem, bei keinem Magen wurden Anzeichen eines Magengeschwüres gefunden.

Fazit

Eine Waldmast von Schweinen kann bei angepasster Futterversorgung ähnlich hohe tägliche Zunahmen erzielen wie eine Mast im Stall. Verschiedene Parameter der Fleischqualität werden – neben rassebedingten Effekten – durch das Haltungssystem positiv beeinflusst. Aus Sicht der Tiergesundheit gibt es keine Einschränkungen, es wurden weder bei den Lebendbonituren noch am Schlachthof Anzeichen für Probleme hinsichtlich der Tiergesundheit gefunden.

Damit ist die Waldmast von Schweinen ein sehr tiergerechtes Haltungssystem, das die Ansprüche von Konsumenten nach naturnaher Tierhaltung und qualitativ hochwertigem Fleisch mit den berechtigten Ansprüchen an Tiergesundheit und Futtereffizienz verbindet. Die Waldmast von Schweinen sollte daher im Rahmen der gesetzlichen Möglichkeit weiter ausgebaut werden.

Danksagung

Für die finanzielle Unterstützung zur wissenschaftlichen Begleitung des Waldschweinprojektes möchten wir uns bei der Internationalen Gesellschaft für Nutztierhaltung (IGN), Bern bzw. der Felix-Wankel-Stiftung bedanken.

Großer Dank gilt den Herrmannsdorfer Landwerkstätten Glonn GmbH & Co. KG für die gute Zusammenarbeit bei den Schlachtungen.

Wir bedanken uns bei allen am Genehmigungsverfahren beteiligten Behördenvertretern/-innen, die sich mit viel Mühe und Geduld in die neue Materie eingearbeitet haben und damit maßgeblich zur rechtlichen Klärung und Umsetzung des Waldschweinprojektes beigetragen haben.

Darüber hinaus bedanken wir uns bei der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft für die Messung des Intramuskulären Fettgehaltes und beim Tiergesundheitsdienst Bayern e.V. für die Messung der Radiocäsiumbelastung.

Conflict of interest

Die Autoren bestätigen, dass kein Interessenskonflikt besteht.

Ethische Anerkennung

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich nicht um einen Tierversuch im Sinne des deutschen Tierschutzgesetzes (TierSchG 2006). Alle Daten wurden nicht invasiv und nicht personenbezogen erhoben, entsprechen dem üblichen landwirtschaftlichen Procedere in der Tierhaltung und beruhen auf den vor Ort herrschenden Verhältnissen (Freilandhaltung von Schweinen). Grundsätzlich hat der Landwirt nach § 11 (8) TierSchG (2006) durch betriebliche Eigenkontrolle sicherzustellen, dass die Anforderungen des § 2 TierSchG (2006) erfüllt sind; dabei sind geeignete tierbezogene Merkmale zu erheben. Die Datenerhebung in dieser Studie erfolgte jeweils begleitend zur betrieblichen Eigenkontrolle des Betriebsleiters. Die Erhebung der Daten zu z. B. Körperkondition inkl. Körpergewichtszunahme, haltungsbedingten Verletzungen, Klauengesundheit, Lahmheit, Parasitenbefall wie auch die Erhebung tierbezogener Daten aus Schlachthofbefunden waren daher nicht als Eingriff bzw. Tierversuch im Sinne des Tierschutzgesetzes (2006) einzustufen. Eine Genehmigung durch die zuständige Behörde oder Prüfung durch eine Ethikkommission wurde daher nicht beantragt.

Literatur

Beinlich B, Poschlod P (2005): Die Saveauen in Kroatien. In: Neugebauer KR, Beinlich B, Poschlod P (Hrsg.), Schweine in der Landschaftspflege – Geschichte, Ökologie, Praxis – NNA-Berichte. 18. Jg., Heft 2. Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, 12–18.

Beinlich B, Mährlein A, Neugebauer KR, Poschlod P, Thies K (2005a): Hinweise für die Praxis der extensiven Schweinefreilandhaltung. In: Neugebauer KR, Beinlich B, Poschlod P (Hrsg.), Schweine in der Landschaftspflege – Geschichte, Ökologie, Praxis – NNA-Berichte. 18. Jg., Heft 2. Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, 248–260.

Beinlich B, Neugebauer KR, Poschlod P (2005b): Möglichkeiten und Grenzen der „Schweinefreilandhaltung im Rahmen der Landschaftspflege" – eine Zusammenschau. In: Neugebauer KR, Beinlich B, Poschlod P (Hrsg.), Schweine in der Landschaftspflege – Geschichte, Ökologie, Praxis – NNA-Berichte. 18. Jg., Heft 2. Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, 240–247.

Bennewitz D, Dierks H, Hausmann G, Tornow A (1983): Die Waldmast von Schweinen im Bezirk Magdeburg aus veterinärmedizinischer Sicht. Monatsh Veterinarmed 38: 656–661.

Blanchard P, Willis M, Warkup C, Ellis M (2000): The influence of carcass backfat and intramuscular fat level on pork eating quality. J Sci Food Agric 80: 145–151.

Bühler R, Postler G (2004): Abschlussbericht zum Forschungsprojekt ÖZW-SHS 02OE396 Ökologischer Gesamtzuchtwert Schwäbisch-Hällisches Schwein. Züchtervereinigung Schwäbisch-Hällisches Schwein e.V., Herrmannsdorf/Wolpertshausen, 1–42.

Čandek-Potokar M, Žlender B, Lefaucheur L, Bonneau M (1998): Effects of age and/or weight at slaughter on longissimus dorsi muscle: Biochemical traits and sensory quality in pigs. Meat Sci 48(3): 287–300.

Dingler R (2017): Ergebnis der Nachkommenprüfung 2016 – German Piétrains legen weiter zu. Landesanstalt für Schweinezucht – Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg, Boxberg, 1–4.

Eisenreich R, Dodenhoff J, Gerstner K, Dahinten G, Lindner JP (2019): Jahresbericht 2018 über Leistungsprüfungen und Zuchtwertschätzung beim Schwein in Bayern. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan.

Fernandez X, Monin G, Talmant A, Mourot J, Lebret B (1999): Influence of intramuscular fat content on the quality of pig meat – 2. Consumer acceptability of m. longissimus lumborum. Meat Sci 53(1): 67–72.

Gareis M, Oberländer S, Zipplies J, Reese S, Schade B, Böhm B, Schwaiger K (2016): Prävalenz von Hilfsschleimbeuteln (Bursae auxiliares) und Klauenverletzungen bei Mastschweinen zum Schlachtzeitpunkt – Ergebnisse einer Studie an vier Schlachthöfen. Berl Munch Tierarztl Wochenschr 129: 428–436.

Grauvogl A, Pirkelmann H, Rosenberger G, von Zerboni di Sposetti H-N (1997): Artgemäße und rentable Nutztierhaltung: Rinder, Schweine, Pferde, Geflügel. BLV Verlagsgesellschaft mbH, München– Wien–Zürich.

Haupt W, Nickel E-A, Erbendruth W, Jacob H (1978): Mehrjährige Erhebungen über den Endoparasitenbefall bei Schlachtschweinen aus einer Waldmastanlage im Bezirk Leipzig. Monatsh Veterinarmed 33: 912–914.

Henning M, Baulain U (2006): Physiologische Grundlagen, Wachstum, Schlachtkörperzusammensetzung sowie Fleisch- und Fettqualität. In: Brade W, Flachowsky G (Hrsg.), Schweinezucht und Schweinefleischerzeugung – Empfehlungen für die Praxis. Landbauforschung Völkenrode Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig, Sonderheft 230, 6–7.

Hergt T, Ostner F, Klein S, Zöls S, Erhard M, Reese S, Ritzmann M, Patzkéwitsch D (2018): Technopathien der Gliedmaßen bei Mastschweinen: Ursachen, Entstehung und Tierschutzrelevanz – Versuchsphase 2. Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere 46: 368–377.

Heylen K (1999): Variation von anatomisch-physiologischen Merkmalen sowie Merkmalen der Fleischqualität im M. longissimus thoracis et lumborum des Schweines unter besonderer Berücksichtigung des intramuskulären Fettgehaltes. Halle/Saale, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Landw. Fak., Diss.

Huss HH, Stimm B, Mosandl R (2010): BMELV – BLE – Projekt 05BM014 Eichelmast mit Schweinen – Abschlussbericht. Eichelschwein GmbH/Lehrstuhl für Waldbau TU München, Freising.

Huss HH, Stimm B, Mosandl R (2011): Mit Eicheln gemästete Schweine schmecken besonders gut. In: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (Hrsg.), Tagungsband Informationstage Biologische Vielfalt 2010. Bonn, 47–60.

Kellner O, Becker M (1971): Universal-Futterwerttabellen. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.

Littmann E, Götz K-U, Wittmann W, Dodenhoff J, Nibler T, Reinhardt D, Weiß J, Sprengel D (2008): Schweinemastversuch mit bayerischen und dänischen Ferkelherkünften, ergänzt durch eine Auswertung von Leistungen aus bayerischen Ringbetrieben. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan.

Looser J (2006): Marmorierung (IMF) – ein wesentlicher Einflussfaktor auf den Genusswert des Fleisches. Landesanstalt für Schweinezucht, Forchheim. Im Internet verfügbar unter: http://www.lsz-bw.de/pb/site/pbs-bw-new/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/lsz/pdf/i/IMF-06%5B1%5D.pdf?attachment=true (zuletzt aufgerufen am 21.3.2020).

Lüdeke E (2005): Schweinehaltung in der Dehesa (Spanien). In: Neugebauer KR, Beinlich B, Poschlod P (Hrsg.), Schweine in der Landschaftspflege – Geschichte, Ökologie, Praxis – NNA-Berichte. 18. Jg., Heft 2. Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, 19–24.

Mörlein D (2007): Zerstörungsfreie Bestimmung des intramuskulären Fettgehaltes (IMF) im Kotelett von Schweinen mittels Ultraschall. Züchtungskunde 79(2): 81–91.

Müller S, Bauer T, Heinze A, Müller J, Rau K (2014): Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Schweinemast. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena.

Ostner F, Hergt T, Klein S, Patzkéwitsch D, Reese S, Brühschwein A, Meyer-Lindenberg A, Schade B, Böhm B, Eisenreich R, Rostalski A, Götz K-U, Erhard M, Ritzmann M, Zöls S (2018): Technopathien der Gliedmaßen bei Mastschweinen: Ursachen, Entstehung, Tierschutzrelevanz – Versuchsphase 1. Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere 46 (05): 307–315.

Plonait H (2004): Einfluss der Haltungsbedingungen auf das Krankheitsgeschehen. In: Waldmann K-H, Wendt M (Hrsg.), Lehrbuch der Schweinekrankheiten. 4.Aufl. Parey Verlag, Stuttgart, 11–30.

QS-Leitfaden (2019): Leitfaden Befunddaten in der Schweineschlachtung. QS Qualität und Sicherheit GmbH, Bonn.

Radioaktivität (2018): Radioaktivitätsuntersuchung von Wildpilzen und Wildschweinfleisch – Untersuchungsergebnisse 2018. Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, Erlangen. Im Internet verfügbar unter: https://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/chemie/kontaminanten/radioaktivitaet/ue_2018_radioaktivitaet.htm (zuletzt aufgerufen am 24.9.2019).

Rodríguez-Estévez V, Sánchez-Rodríguez M, Arce C, García A, Perea JM, Gómez-Castro GA (2012): Consumption of Acorns by Finishing Iberian Pigs and Their Function in the Conservation of the Dehesa Agroecosystem. In: Leckson Kaonga M (Hrsg.), Agroforestry for Biodiversity and Ecosystem Services – Science and Practice. InTech, Rijeka, 1–22.

Roepstorff A, Murrell KD (1997): Transmission dynamics of helminth parasites of pigs on continuous pasture: Ascaris suum and Trichuris suis. Int J Parasitol 27(5): 563–572.

Roepstorff A, Murrell KD, Boes J, Petkevičius S (2001): Ecological influences on transmission rates of Ascaris suum to pigs on pastures. Vet Parasitol 101(2): 143–153.

Roth FX (2011): Schweinefütterung. In: Kirchgeßner M(Hrsg.), Kirchgeßner Tierernährung – Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. 13. Aufl. DLG-Verlag GmbH, Frankfurt am Main, 237 – 348.

Schumacher A, Farke A, Sundrum A (2003): Leitfaden für die praktische Umsetzung einer Freilandhaltung von Mastschweinen BLE-Projekt 02 OE 449. Universität Kassel, Kassel. Im Internet verfügbar unter: http://www.zds-bonn.de/services/files/gesetzevo/leitfaden_ (zuletzt aufgerufen am 21.3.2020).

Schweinehaltungshygieneverordnung (SchHaltHygV) (2014): Schweinehaltungshygieneverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. April 2014 (BGBl. I S. 326), die zuletzt durch Artikel 134 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S. 626) geändert worden ist. Im Internet verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/schhalthygv/SchHaltHygV.pdf (zuletzt aufgerufen am 21.03.2020).

Schweineschlachtkörper-Handelsklassenverordnung (SchwHKlV) (1986): Schweineschlachtkörper-Handelsklassenverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 16. August 1990(BGBl. I S. 1809), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 4. Januar 2019 (BGBl. I S. 2) geändert worden ist. Im Internet verfügbar unter: http://www.gesetze-im-internet.de/hdlklschwv_1986/SchwHKlV.pdf (zuletzt aufgerufen am 21.03.2020).

Sonnefeld P (1977): Ergebnisse der Waldmasthaltung von Schweinen. Monatsh Veterinarmed 32: 81–84.

Stangl G (2011): Energiebedarf des Tieres. In: Kirchgeßner M(Hrsg.), Kirchgeßner Tierernährung – Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. 13. Aufl. DLG-Verlag GmbH, Frankfurt am Main, 158–160.

Stupka R, Čítek J, Šprysl M, Okrouhlá M, Kureš D, Líka K (2008): Effect of weight and sex on intramuskular fat amounts in relation to the formation of seleced carcass cuts in pigs. Czech J Anim Sci 53(12): 506–514.

Tierschutzgesetz (2006): Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1206, 1313), das zuletzt durch Artikel 101 des Gesetzes vom 20. November 2019 (BGBl. I S. 1626) geändert worden ist. Im Internet verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/tierschg/BJNR012770972.html (zuletzt aufgerufen am 14.3. 2020).

Thies K, Hartung J, Waldmann K-H (2005): Seuchenprophylaxe und Tiergesundheit bei einer extensiven Schweinefreilandhaltung – Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt. In: Neugebauer KR, Beinlich B, Poschlod P (Hrsg.), Schweine in der Landschaftspflege – Geschichte, Ökologie, Praxis – NNA-Berichte. 18. Jg., Heft 2. Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, 68–76.

Tober O (2005): Untersuchungen an zwei Sauengrundlagen eines ökologischen Praxisbetriebs. In: Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) 4. Internationale Tagung Ökologische Schweinehaltung – Nische oder Wegweiser? (Petersberg bei München). Braunschweig, 10–15.

Verordnung (EG) Nr. 733/2008 (2008): VERORDNUNG (EG) Nr. 733/2008 DES RATES vom 15. Juli 2008 über die Einfuhrbedingungen für landwirtschaftliche Erzeugnisse mit Ursprung in Drittländern nach dem Unfall im Kernkraftwerk Tschernobyl. Im Internet verfügbar unter: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R0733&from=DE (zuletzt aufgerufen am 24.9.2019).

Vilagosi J (2005): Fallbeispiel: Die Beweidung von Feuchtgebieten mit Wollschweinen – erste Erfahrungen aus dem Kis-Jusztus-Sumpf im Nationalpark Hortobagy (Ungarn). In: Neugebauer KR, Beinlich B, Poschlod P (Hrsg.), Schweine in der Landschaftspflege – Geschichte, Ökologie, Praxis – NNA-Berichte. 18. Jg., Heft 2. Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, 32–38.

Welfare Quality® (2009): Welfare Quality® Assessment Protocol for Pigs (Sows and Piglets, Growing and Finishing Pigs). Welfare Quality® Consortium, Lelystad, Netherlands.

Zahn A (2014): Beweidung mit Schweinen. In: Burkart-Aicher B et al. (Hrsg.), Beweidung im Naturschutz (Online-Handbuch). Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL), Laufen, Kap. 7.1. Im Internet verfügbar unter: https://www.anl.bayern.de/fachinformationen/beweidung/handbuchinhalt.htm (zuletzt aufgerufen am 21.3.2020).

Korrespondenzadresse:
Rupert Stäbler
Veterinärwissenschaftliches Departement
Tierärztliche Fakultät Ludwig-Maximilians-Universiät München
Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung
Veterinärstr. 13R
80539 München
rupert.staebler@web.de

VI. ERWEITERTE ERGEBNISSE

1. Verhalten der Waldschweine

Zusätzlich zu den **in Kap. IV.** dargestellten Verhaltensmustern wurden außerdem die im Folgenden dargestellten Verhaltensmuster untersucht. Teilweise konnten dabei auf Grund geringer Fallzahlen nicht alle Auswertungen durchgeführt werden.

1.1. Spielverhalten

Spielverhalten trat nie morgens auf. Mittags konnte es an zwei Tagen beobachtet werden, abends an fünf Tagen. Nach dem 6. Tierbeobachtungstag zeigten die Schweine kein Spielverhalten mehr. Der Mittelwert der Zeitdauer eines Spielverhaltens bewegte sich zwischen 7 und 67 s (Mittelwerte der Tage/Tageszeiten).

Die mittlere Spieldauer wurde von Tageszeit/Beobachtungsintervall und Helligkeit signifikant beeinflusst (beide $p \leq 0{,}05$). Früh und mittags wurde kürzer gespielt als abends, bei Dunkelheit weniger als im Hellen, im Dunkeln traten keine Spielaktionen auf (beide $p \leq 0{,}05$).

Die Schweine verbrachten 0,4 % der Beobachtungszeit mit Spielverhalten (**Fig. 5, S. 33**).

1.2. Nestbauverhalten

Ein als Nestbauverhalten bezeichnetes Verhalten trat an allen Beobachtungstagen auf. Hauptzeiten für Nestbauverhalten waren mittags und abends, nur an zwei Tagen wurde auch morgens Nestbauverhalten gezeigt. Die Anzahl an gezeigten Nestbau-Verhaltensmustern lag bei gemeinsamer Auswertung von je 2 h Beobachtungszeit an beiden Flächen, d.h. bei insgesamt 4 h Beobachtung, morgens bei 0, mittags bei 1 und abends bei 2 Nestbauaktionen (Median); die gesamte dafür aufgewendete Zeit lag morgens bei 0, mittags bei 68 und abends bei 44,5 s (Median). Nichtparametrische Korrelationen ergaben keinen Zusammenhang von Nestbauverhalten und Beobachtungsintervall/ Tageszeit.

Die mittlere Dauer des Nestbauverhaltens wurde nur von der Helligkeit signifikant beeinflusst ($p \leq 0{,}05$); im Dunkeln (insgesamt nur eine Nestbauaktion!) wurde signifikant weniger Nestbauverhalten gezeigt als im Hellen ($p \leq 0{,}05$). Beim Vergleich der Beobachtungsintervalle wurde mittags und abends signifkant mehr Nestbauverhalten als morgens gezeigt ($p \leq 0{,}05$).

Nestbauverhalten wird unabhängig von Temperatur, Geschlecht, Gewicht etc. ausgeübt.

Die Schweine verbrachten 1,2 % der Beobachtungszeit mit Nestbauverhalten (**Fig. 5, S. 33**).

1.3. Suhlen/Baden

Suhlen und Baden wurde (bei der Direktbeobachtung) nur an Beobachtungstag 3 und 4 aufgezeichnet. An beiden Tagen suhlten sich die Fokustiere nur mittags und abends. Die mittlere Zeitdauer einer Suhlaktion lag zwischen 38 und 488 s (Mittelwerte der Tage/Tageszeiten).

Die Schweine verbrachten 0,3 % der Beobachtungszeit mit Suhlen/Baden (**Fig. 5, S. 33**).

Die indirekte Beobachtung mittels der Kamera über dem Tränkebecken ergab ein ähnliches Bild wie die Direktbeobachtung: Baden im Tränketrog wurde von den Tieren nur an den Kamerabeobachtungstagen 1 bis 6 und 8 der 14 Kamera-Auswertungstage, d.h. während des Sommers gezeigt. Die Addition der badenden Tiere an beiden Standorten zusammen ergab: An den Beobachtungstagen 1, 2 und 8 badeten über den ganzen Tag maximal 3 Tiere. Hochphase des Badens waren Beobachtungstag 3 bis 6 (Tageshöchstemperaturen zwischen 27 und 31°C), mit dem Maximalwert von 138 Badeaktionen an Beobachtungstag 3 (siehe **Abb. III**).

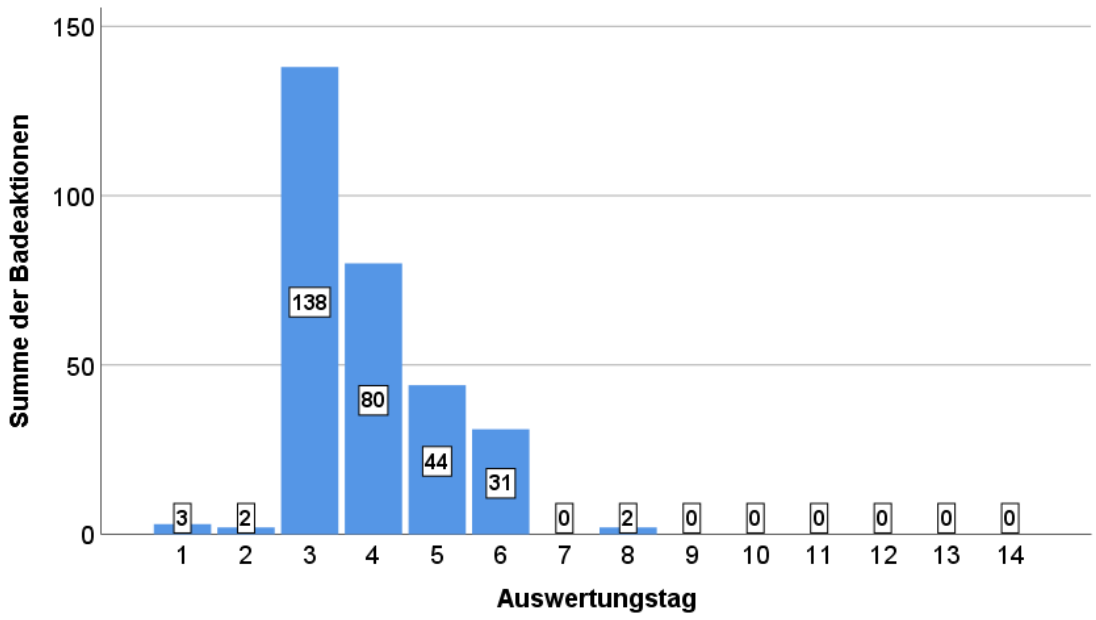

Abb. III: Kameraauswertung Badeaktionen im Tränketrog. Grafik: S. Reese und R. Stäbler

1.4. Rangordnungsverhalten

Ausgeprägtes, länger anhaltendes Rangordnungsverhalten trat an 5 Tagen auf. Kurzzeitige Formen der Rangfestlegung wie Kopfstöße beim Fressen etc. wurden hierbei nicht berücksichtigt. Morgens fand nur an einem Tag ein Rangordnungs-Verhaltensmuster statt, alle anderen Rangordnungs-Verhaltensmuster fanden mittags und abends statt. Die mittlere Zeitdauer eines einzelnen Rangordnungs-Verhaltensmusters betrug zwischen 4 und 26 s (Mittelwerte der Tage/ Tageszeiten), pro Beobachtungstag und Beobachtungsintervall wurden (bei gemeinsamer Auswertung von je 2 h Beobachtungszeit an beiden Flächen, d.h. bei insgesamt 4 h Beobachtung) zwischen 1 und 4 Rangordnungs-Verhaltensmuster beobachtet (einfache Zahlenwerte).

Die gesamte bei gemeinsamer Auswertung von je 2 h Beobachtungszeit an beiden Flächen, d.h. bei insgesamt 4 h Beobachtung, mit dem Rangordnungsverhalten verbrachte Zeit (morgens einmal 12 s, mittags 4 bis 20 s und abends 21 bis 85 s, bzw. Median morgens: 0 s, mittags 0 s, abends 11 s) wurde signifikant von der Tageszeit beeinflusst und nahm zum Abend hin zu ($p \leq 0{,}05$).

Die Schweine verbrachten < 0,1 % der Beobachtungszeit mit Rangordnungs-verhalten (**Fig. 5, S. 33**).

1.5. Komfortverhalten

Ein Komfort-Verhaltensmuster wurde morgens nur einmal ausgeübt, alle anderen Komfort-Verhaltensmuster fanden mittags und abends statt. Die mittlere Zeitdauer pro Komfort-Verhaltensmuster lagen zwischen 6 und 60 s (Mittelwerte der Tage/Tageszeiten). Die Anzahl an Komfort-Verhaltensmustern pro Beobachtungsintervall (gemeinsame Auswertung von je 2 h Beobachtungszeit an beiden Flächen, d.h. bei insgesamt 4 h Beobachtung) ging von 0 an Tag 1 (und Tag 6) über ein Maximum am Tag 2 mit 7 Mal Komfortverhalten abends auf 1 Mal mittags an Tag 8 zurück (einfache Zahlenwerte). Genauso reduzierte sich auch die Summe der pro Beobachtungsintervall mit Komfortverhalten verbrachten Zeit.

Sowohl die Anzahl an Komfort-Verhaltensmustern als auch die gesamte damit verbrachte Zeit weisen über den Tag einen kontinuierlichen, signifikanten Anstieg auf. Der Korrelationskoeffizient Kendall-Tau-b für gruppierte Ränge lag dabei für die Anzahl an Komfort-Verhaltensmustern bei 0,424 ($p=0,020$) und für die gesamte mit Komfortverhalten verbrachte Zeit bei 0,447 ($p=0,014$).

Die mittlere pro Komfort-Verhaltensmuster verbrachte Zeit wurde von Standort, Tageszeit, Helligkeit, Temperatur und Tierbeobachtungstag signifikant beeinflusst, nur Geschlecht, Gewicht und relative Luftfeuchte hatten keinen Einfluss. An Standort 1 wurde signifikant länger Komfortverhalten gezeigt als an Standort 2 ($p\leq0,05$). Morgens und mittags war die mittlere Zeitdauer pro Komfort-Verhaltensmuster kürzer als am Abend (morgens $p\leq0,001$; mittags $p\leq0,05$). Im Hellen war die mittlere Zeitdauer eines Komfort-Verhaltensmusters signifikant länger als im Dunkeln (im Dunkeln nur 1 Komfortverhalten!) ($p\leq0,05$); mit steigender Temperatur sank die mittlere Zeitdauer eines Komfort-Verhaltensmusters ($p\leq0,05$).

Die Schweine verbrachten 0,2 % der Beobachtungszeit mit Komfortverhalten (**Fig. 5, S. 33**).

1.6. Sexualverhalten

Sexualverhalten fand an Tag 1, 5, 6, 7 und 8 statt. Es wurde bei gemeinsamer Auswertung von je 2 h Beobachtungszeit an beiden Standorten, d.h. bei insgesamt 4 h Beobachtung, morgens an vier Beobachtungstagen gezeigt, mittags und abends wurde jeweils nur an einem Tag Sexualverhalten beobachtet. Die gesamte pro Beobachtungsintervall (an beide Standorten gemeinsam) mit Sexualverhalten verbrachte Zeit betrug morgens zwischen maximal 1134 s an Tag 6 und minimal 30 s an Tag 8, mittags einmal 20 s und abends einmal 37 s. Die mittlere Zeitdauer pro Sexual-Verhaltensmuster betrug minimal 20 und maximal 77 s (Mittelwerte der Tage/Tageszeiten). Die Anzahl an Sexual-Verhaltensmustern pro Beobachtungsintervall lag zwischen 1 und 16 Aktionen (einfache Zahlenwerte; gemeinsame Betrachtung beider Standorte).

Die mittlere Zeitdauer eines Sexual-Verhaltensmusters wurde von Helligkeit, Geschlecht, Temperatur und relativer Luftfeuchte signifikant ($p \leq 0{,}05$) beeinflusst. Standort, Tageszeit und Gewicht des Fokustieres hatten keinen Einfluss. Im Dunkeln fand kein Sexualverhalten statt, im Hellen wurde daher mit $p \leq 0{,}05$ länger Sexualverhalten als im Dunklen gezeigt. Steigende Temperaturen und relative Luftfeuchte führten zur Verkürzung der Zeitdauer eines Sexual-Verhaltensmusters.

Die Schweine verbrachten 0,4 % der Beobachtungszeit mit Sexualverhalten (**Fig. 5, S. 33**).

1.7. Urinieren und Koten

Für die Aktivitäten Urinieren und Koten konnte sowohl bei der Anzahl an Urinier-/ Abkotvorgängen als auch bei der gesamten mit Urinieren/Koten verbrachten Zeit keine signifikante Tageszeitabhängigkeit festgestellt werden. Tendenziell war die gesamte mit Urinieren verbrachte Zeit morgens länger als mittags und abends (gemeinsame Auswertung von je 2 h Beobachtungszeit an beiden Standorten, d.h. bei insgesamt 4 h Beobachtung: Median morgens 32 s, mittags 12 s und abends 10 s). Mittags zeichnet sich ein Peak des Kotens ab, Medianwerte für die Anzahl an Kotvorgängen waren (gemeinsame Betrachtung beider Standorte) morgens 1, mittags 2 und abends 1 Kotvorgang. Vergleichbar

damit war auch die gesamte mit Koten verbrachte Zeit mittags mit 33 s am höchsten, morgens wurde 11 s und abends 19 s gekotet (alles Medianwerte).

Die Mittelwerte der Zeitdauer eines Uriniervorganges lagen zwischen minimal 5 und maximal 67 s, die Mittelwerte der Zeitdauer pro Abkotvorgang lagen zwischen 5 und 27 s (Mittelwerte der Tage/Tageszeiten).

Die Schweine verbrachten jeweils 0,2 % der Beobachtungszeit mit Urinieren und Koten (**Fig. 5, S. 33**).

1.8. Schneefressen

Die Aktivität Schneefressen fand nur an Beobachtungstag 7 und 8 statt. Der Mittelwert der Zeitdauer eines Schneefress-Verhaltensmusters lag zwischen 78 und 108 s (Mittelwerte der Tage/Tageszeiten).

Die Schweine verbrachten 0,8 % der Beobachtungszeit mit Schneefressen (**Fig. 5, S. 33).**

1.9. Stehen

Sowohl die Anzahl an Steh-Verhaltensmustern als auch die gesamte mit Stehen verbrachte Zeit stiegen im Tagesverlauf an (gemeinsame Auswertung von je 2 h Beobachtungszeit an beiden Standorten, d.h. bei insgesamt 4 h Beobachtung: Anzahl an Stehen-Verhaltensmustern morgens: 6, mittags 10, abends 11; gesamte Stehzeit: morgens 103,5 s, mittags 164,5 s abends 195,0 s; alles Medianwerte). Allerdings zeigte die nicht parametrische Korrelation mit Kendall-Tau-b keine signifikanten Zusammenhänge.

Auch die mittlere Stehdauer stieg von morgens 12,8 s über mittags 13,0 s auf abends 18,7 s an. Hier gab es keine erkennbaren signifikanten Einflussfaktoren.

Die Anzahl an Steh-Verhaltensmustern bei Tieren an Standort 2 war geringer als an Standort 1 ($p \leq 0{,}05$). Mittags und abends wurde mehr gestanden als morgens, im Dunkeln wurde weniger gestanden als im Hellen (alle $p \leq 0{,}001$). Weibliche Tiere standen mehr als männliche Tiere ($p \leq 0{,}05$). An den letzten 4 Beobachtungstagen wurde signifikant weniger gestanden als am ersten Beobachtungs-

tag ($p \leq 0{,}05$ bzw. $p \leq 0{,}001$). Steigende Temperatur (*Regressionskoeffizient -0.320*) und steigende relative Luftfeuchte (*Regressionskoeffizient -0,034*) hatte einen negativen Einfluss auf die Anzahl an Stehaktionen (beide $p \leq 0{,}001$).

Die Schweine verbrachten 1,7 % der Beobachtungszeit mit Stehen (**Fig 5, S. 33**).

1.10. Fortbewegung

Die Anzahl an Fortbewegungs-Verhaltensmustern und die Summe der mit Fortbewegung verbrachten Zeit wurden von der Tageszeit nicht signifikant beeinflusst. Die Tiere bewegten sich bei gemeinsamer Auswertung von je 2 h Beobachtungszeit an beiden Standorten, d.h. bei insgesamt 4 h Beobachtung, morgens 25-mal, mittags 27-mal und abends 39-mal (Medianwerte). Ähnlich entwickelt sich dabei die gesamte mit Fortbewegung verbrachte Zeit: morgens 477,5 s, mittags 457,0 s und abends 743,0 s (Medianwerte).

Die mittlere Fortbewegungsdauer weiblicher Tiere war pro Fortbewegungs-Verhaltensmuster länger als die männlicher Tiere ($p \leq 0{,}05$). Zunehmendes Gewicht des Fokustieres führte zu einer ansteigenden Dauer eines Fortbewegungs-Verhaltensmusters ($p \leq 0{,}05$). Bei getrennter Auswertung der Standorte bewegte sich die mittlere Fortbewegungsdauer zwischen minimal 13,3 s und maximal 27,5 s pro Fortbewegung (Medianwerte).

In der Anzahl an Fortbewegungen ausgedrückt bewegten sich Tiere an Standort 2 seltener als an Standort 1; mit fortschreitender Tageszeit nahm die Anzahl an Fortbewegungen zu, im Dunkeln hingegen nahm sie im Vergleich zum Hellen ab (alle $p \leq 0{,}001$). Weibliche Tiere bewegten sich häufiger als männliche ($p \leq 0{,}05$). Steigende Temperatur führte zu einem Rückgang der Anzahl an Fortbewegungen ($p \leq 0{,}001$).

Die Tiere verbrachten 4,8 % der Beobachtungszeit mit Fortbewegung **(Fig. 5, S. 33)**.

2. Tiergesundheit der Waldschweine

Die Ergebnisse zur Tiergesundheit und Schlachtkörperqualität der Waldschweine sind - bis auf den Vergleich mit der Stallschweingruppe - in **Kap. V.** dargestellt.

Im nächsten Abschnitt folgt nun der Vergleich der Waldschweine mit einer Stallschweingruppe hinsichtlich der Handelsklasseneinteilung (Schweineschlachtkörper-Handelsklassenverordnung, 1986):

Die Vergleichsgruppe von Stallschweinen umfasste 60 Tiere < 120 kg mit einem durchschnittlichen Schlachtgewicht von 104,5 kg und einem durchschnittlichen MfA von 52,2 % (Rechenformel MfA siehe **Kap. III. 2.**).

Die Stallschweine < 120 kg hatten signifikant weniger MfA als die Waldschweine < 120 kg (asymptotische Signifikanz $p \leq 0{,}05$). Die Überprüfung der Auswirkung des Schlachtgewichts auf die MfA-Berechnung bei der amtlichen Rechenformel (siehe **Kap. V.)** ergab, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den errechneten MfA-Werten der Waldschweine über und unter 120 kg vorlagen (asymptotische Signifikanz $p = 0{,}91$), das Gewicht hatte damit keinerlei Einfluss auf die MfA-Berechnung. Daher wurde in einem zweiten Schritt der MfA der Stallschweine nun mit allen Waldschweinen (über und unter 120 kg SG; 55,2 % MfA) verglichen, auch dann hatten die Stallschweine signifikant weniger MfA als die Waldschweine (asymptotische Signifikanz $p \leq 0{,}001$).

Eine Zuweisung der Tiere zu der ihrem jeweiligen MfA gesetzlich zugeordneten Handelsklasse (siehe **Tab. 5, S. 63** Anlage 1, SchwHKlV, 1986) ergab, dass sich die Verteilung der Handelsklassen zwischen Wald- und Stallschweinen signifikant unterschied ($p \leq 0{,}05$). Einen Überblick zur Verteilung der Handelsklassen bei Wald- und Stallschweinen gibt **Abb. IV**.

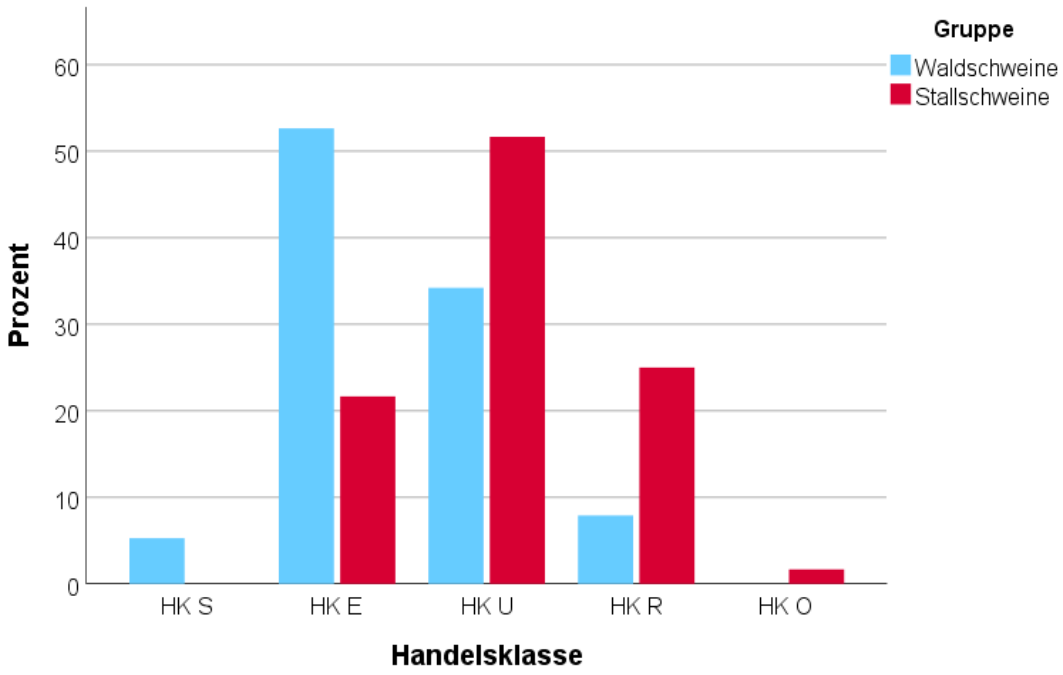

Abb. IV: Verteilung der gesetzlich festgelegten Handelsklassen bei Stallschweinen (n=60) und Waldschweinen (n=38) in Prozent der geschlachteten Tiere. Dabei ist S die beste Handelsklasse. Grafik: S. Reese

3. Waldzustand

Die Untersuchung des Waldzustandes gibt einen ersten Eindruck über die Auswirkung der Waldschweinehaltung auf den Wald.

Insgesamt wurden im Rahmen des Hauptversuchs (Erhebung 1 bis 3) 267 Bäume bzw. Sträucher untersucht. Alle erfassten Rindenschäden bewegten sich in Größen ≤ 2 €-Stück.

Ein Rindenschaden am Stamm trat während der Erhebungen 1 bis 3 zweimal an Bäumen auf, einmal an einer Robinie (Standort 1, T1, Erhebung 2) und einmal an einer Tanne (Standort 2, T2 Erhebung 3).

Ein Rindenschaden am Stammfuß trat nicht auf.

Ein Rindenschaden an Hauptwurzeln trat während des Hauptversuchs (Erhebung 1 bis 3) fünfmal auf, je einmal an einer Tanne (Standort 1, T1, Erhebung 2), zweimal an einer Fichte (Standort 1, T2, Erhebung 2 und Standort 1, T2, Erhebung 2), einmal an einer Lärche (Standort 1, T2, Erhebung 2) und einmal an einem Faulbaum (Standort 2, T1, Erhebung 3).

Alle von Rindenschäden an Stamm, Stammfuß oder Wurzel betroffenen Bäume oder Sträucher waren während des Hauptversuchs jeweils nur einmal von einem Rindenschaden betroffen; ein gleichzeitiger Schaden an z.B. Stamm und Stammfuß oder Wurzel trat nicht auf.

Auswirkung der Wühlaktivität auf den Bewühlungsgrad im Verlauf einer Waldmastsaison:

Abb. V zeigt die Entwicklung des Anteils bewühlter Bodenfläche bei mehrmaliger Belegung einer Waldfläche im Verlauf einer Waldmastsaison von Schweinen. Die Einstufung erfolgte visuell anhand einer festgelegten Notenskala. Die Fläche wurde im Bereich von T1 zum dritten Mal, im Bereich von T2 zum zweiten Mal mit Schweinen belegt. Zwischen den Belegungen lag jeweils ca. ein halbes Jahr Winterpause. Erhebung 0 (Januar 2018) war kurz nach Ende der vorangegangenen Waldmast (Vorversuch 2017), Erhebung 1 (Mai 2018) kurz vor der erneuten Einstallung der Schweine im Juni. Während dieser knapp halbjährigen Pause bis zur erneuten Belegung im Juni war ein deutlicher Rückgang der Kategorie der stark bewühlten Fläche (Note 2) von 77,8 % bei Erhebung 0 auf 55,6 % bei Erhebung 1 erkennbar. Korrespondierend dazu nahm die nicht bewühlte Fläche (Note 0) von 2,2 % bei Erhebung 0 auf 20,0 % bei Erhebung 1 zu. Die gering bewühlte Fläche (Note 1) blieb dagegen mit 20,0 % bei Erhebung 0 und 24,4 % bei Erhebung 1 fast gleich.
Mitte und Ende der Mast (Erhebung 2, September 2018 bzw. Erhebung 3, Dezember 2018) pendelten sich die Werte für stark bewühlte Flächen zwischen 70 und 80 % der Bodenfläche ein (Erhebung 2: 77,8 %; Erhebung 3: 73,3 %), die verbleibenden ca. 25 % Bodenfläche entfielen auf unbewühlte und gering bewühlte Flächen. Die zwischen den Erhebungen entstandenen Veränderungen des Bodens (zwischen Erhebung 1, 2 und 3) waren signifkant ($p \leq 0{,}05$). Allerdings war dabei kein klarer Trend erkennbar: der Zusammenhang zwischen zunehmender Anwesenheitsdauer (Erhebung 1, 2 und 3) der Schweine und dem zunehmenden Bewühlungsgrad des Bodens (vgl. Noten des Bodenzustands) war gering ($\gamma = 0{,}224$).

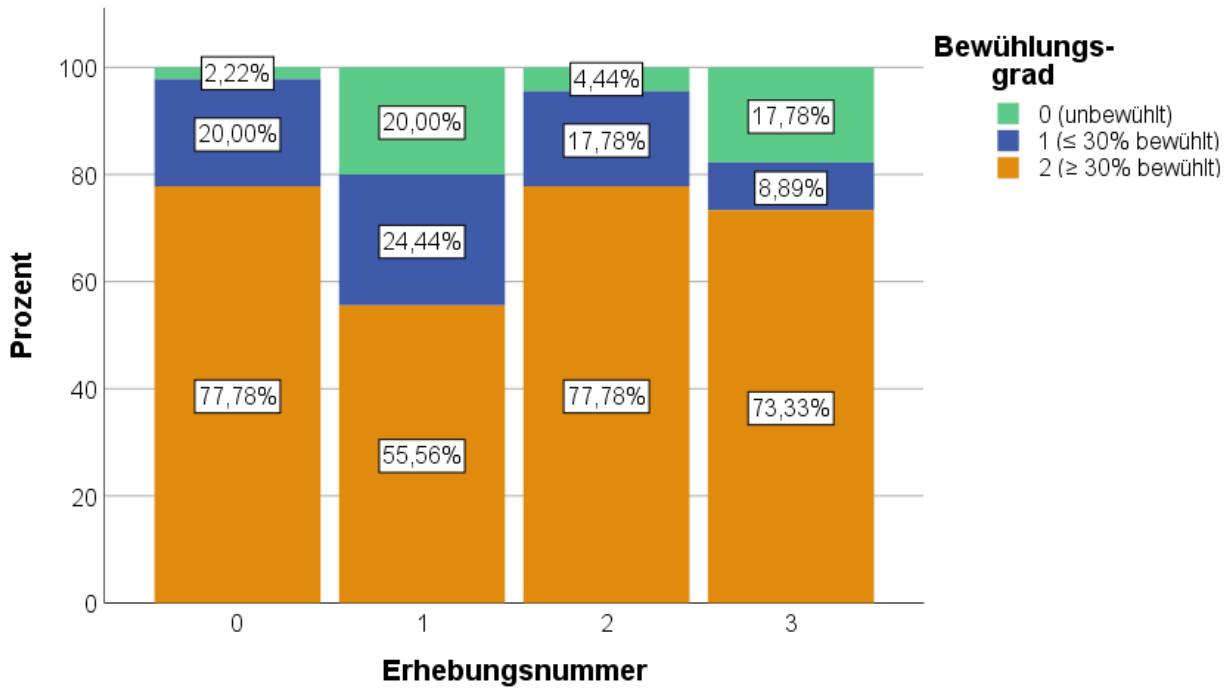

Abb. V: Mehrmalige Belegung einer Waldfläche - Standort 1 (T1 und T2 zusammengefasst): Entwicklung der bewühlten Bodenfläche während des Hauptversuchs (zweite bzw. in Teilflächen dritte Belegung einer Waldfläche) im Laufe der Waldmastsaison 2018 (Erhebung 0 nach Ende Vorversuch, Erhebung 1 zur Einstallung, Erhebung 2 Mitte der Mast, Erhebung 3 nach Abschluss der Mast). Grafik: S. Reese und R. Stäbler

Ein etwas anderes Bild ergibt erwartungsgemäß die Betrachtung von **Abb. VI**: Diese Waldfläche (Standort 2) wurde erstmalig mit Schweinen belegt. Dementsprechend war zur Erhebung 1 bei der Einstallung (Juli 2018) die gesamte Bodenfläche zu 100 % unbewühlt (Note 0). Die unbewühlte Fläche reduzierte sich dann auf 29,6 % bei Erhebung 1 Mitte der Mast (Oktober 2018) und 6,8 % bei Erhebung 3 nach Ende der Mast (März 2019, Januar/Februar 60 cm Schnee, keine Erhebung möglich). Die gering bewühlte Fläche sank von 13,6 % Mitte der Mast auf 9,1 % nach Ende der Mast. Korrespondierend dazu stieg während der Anwesenheit der Schweine der Anteil der stark bewühlten Fläche auf 56,8 % Mitte der Mast und 84,1 % nach Ende der Mast an. Alle Veränderungen des Bodens (Erhebung 1, 2 und 3) waren signifikant ($p \leq 0{,}001$). Zwischen der zunehmenden Anwesenheitsdauer (Erhebung 1, 2 und 3) der Schweine und dem zunehmenden Bewühlungsgrad des Bodens (vgl. Note des Bewühlungsgrades) bestand ein stark positiver Zusammenhang ($\gamma = 0{,}906$).

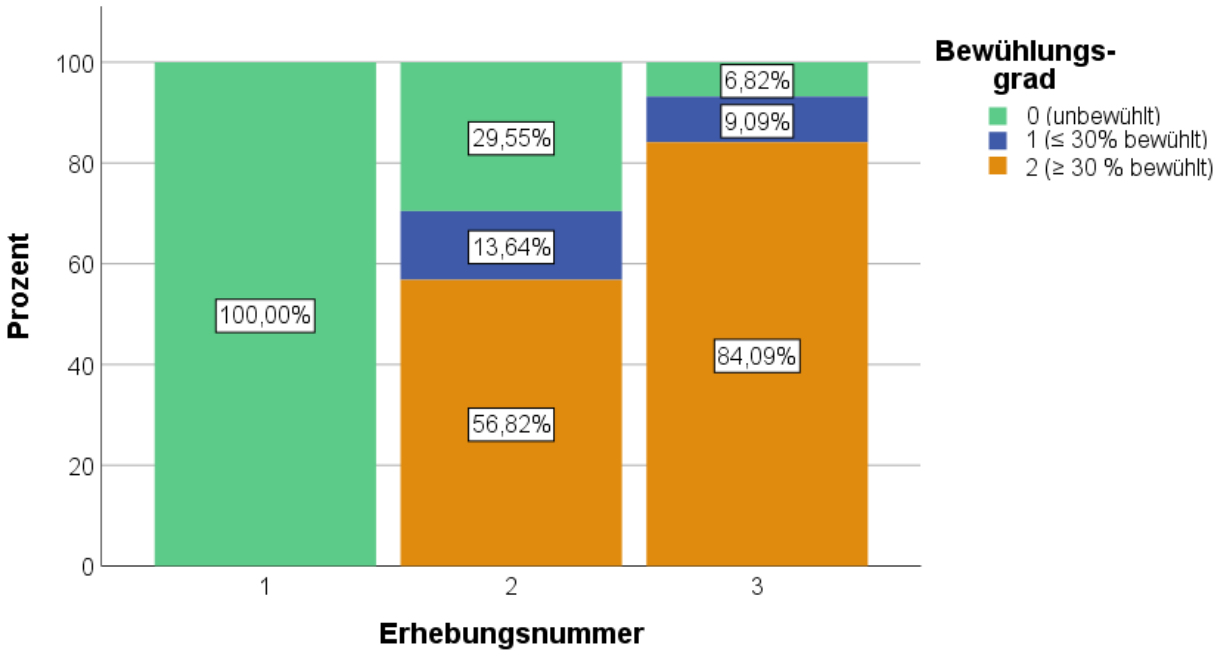

Abb. VI: Erstmalige Belegung einer Waldfläche - Standort 2 (T1 und T2 zusammengefasst): Entwicklung der bewühlten Bodenfläche während des Hauptversuchs im Laufe der Waldmastsaison 2018 (Erhebung 1 zur Einstallung, Erhebung 2 Mitte der Mast, Erhebung 3 nach Abschluss der Mast). Grafik: S. Reese und R. Stäbler

Auswirkung der Wühlaktivität auf den Baumzustand im Verlauf einer Waldmastsaison:

An Standort 1 (mehrfache Belegung zur Waldmast) reduzierte sich kontinuierlich der Anteil der Kategorie der erheblich durch die Wühlaktivität beeinträchtigten Bäume (Note 3). Er sank von 11,1 % bei Erhebung 1 auf 4,4 % bei Erhebung 2 und 2,2 % bei Erhebung 3 (Probefällung eines erheblich durch die Wühlaktivität beeinträchtigten Baumes siehe **Abb. VII**). Gegenläufig dazu nahm der Anteil von gering beeinträchtigten Bäumen (Note 2) von 13,3 % bei Erhebung 1 auf 17,8 % bei Erhebung 2 und 28,9 % bei Erhebung 3 zu. Insgesamt stieg damit der Anteil durch Wühlen beeinträchtigter Bäume (Note 2 und 3 zusammengefasst) leicht an. Der Anteil unbeeinträchtigter Bäume (Noten 0 und 1) nahm dementsprechend über die Mastdauer geringfügig ab: 75,6 % bei Erhebung 1, 77,8 % bei Erhebung 2 und 68,9 % bei Erhebung 3.

Abb. VII: Probefällung einer Tanne nach 4 Jahren Schweineweide (oranger Ring: Durchmesser vor Beginn Beweidung, blaue Striche: Jahresringe seit Beweidungsbeginn; Bewühlungsgrad des Bodens durchgehend Note 3; Standort im Hauptweg der Schweine); deutlich erkennbar: keine Beeinträchtigung des Zuwachses und keine Anzeichen von Fäulnis. Grafik: R. Stäbler

An Standort 2 (erstmalige Belegung zur Waldmast) waren bei Erhebung 1 zu Beginn der Mast alle Bäume von Wühlaktivitäten unbeeinträchtigt (Note 0). Bei Erhebung 2 und 3 waren jeweils 11,4 % der Bäume gering durch Wühlen beeinträchtigt (Note 2). Erhebliche Beeinträchtigungen für den Baum (Note 3) traten nur bei Erhebung 3 auf (2,2 % der Bäume). Die restlichen 88,6 % (Erhebung 2) und 86,4 % (Erhebung 3) waren unbeeinträchtigt von der Wühlaktivität der Schweine (Noten 0 und 1).

VII. ERWEITERTE DISKUSSION

1. Verhalten der Waldschweine

Zusätzlich zu den in **Kap. IV.** dargestellten Verhaltensmustern wurden außerdem die im Folgenden dargestellten Verhaltensmuster untersucht.

1.1. Spielverhalten

Spielverhalten ist ein Anzeichen für das Wohlbefinden der Tiere (Grauvogl et al., 1997). Die hier untersuchten Schweine fühlten sich offenkundig wohl und zeigten Spielverhalten. Allerdings sind die Zeitblöcke mit Spielverhalten auch hier in einer nahezu natürlichen Umgebung sehr kurz, die Mittelwerte dafür lagen zwischen 7 und 67 s. Spielverhalten wird nur von jungen Tieren gezeigt (bis Tierbeobachtung (TB) 6). Es findet nur bei Helligkeit in den Haupt-Aktivitätszeiten mittags und insbesondere abends statt. Dies muss bei der Beurteilung eines Haltungssystems ggf. berücksichtigt werden. Grauvogl et al. (1997) beschreiben, dass beim Spielen Verhaltensweisen aus ganz unterschiedlichen Funktionskreisen aneinandergereiht und geübt würden. Dabei würden Rollen laufend getauscht, es sei ein Training für das spätere Leben (Grauvogl et al., 1997). Genau so stellte sich auch hier das Spielverhalten dar. Bausteine waren u.a.: Liegen in Bauch- und Seitenlage, ggf. mit angespanntem Warten, Sitzen und dabei kreisförmiges Herumspringen mit den Vorderbeinen, dann Loslaufen, Stehen, leichte Rangelei, Jagen, Flucht und Haken schlagen, plötzliches Abliegen, z.T. durch ein „sich auf den Boden Werfen“, etc., dabei immer wieder Wechsel der Rollen oder Zugang/ Abgang von Teilnehmern. Es wurden auch deutliche Animierversuche (mehrfaches Anstupsen ruhender Tiere), um Tiere zur Teilnahme am Spiel aufzufordern, beobachtet.

1.2. Nestbauverhalten

Für diese Studie wurde das sogenannte Nestbauverhalten (alle Arten von Aktivität mit Zweigen, siehe vollständiges Ethogramm in **Table 1** im **Kap. IV.**) separat erfasst. Da meist kein zielgerichteter Verlauf der Handlung erkennbar war, ist es vermutlich dem Spielverhalten zuzuordnen und dient als solches, wie von Grauvogl et al. (1997) beschrieben, als Training für das spätere Leben. Junge Tiere zeigen insgesamt eine weniger ausgeprägte Nestanlage als ältere Tiere (Stolba & Wood-Gush, 1989). Auch Wildschweine arbeiten viel mit Zweigen, sie legen sich aus Zweigen zusammengetragene und mit Moos ausgepolsterte Schlafkessel an und bauen sich fast immer einen neuen Kessel (Meynhardt, 2013). Insofern ist es für die Schweine wichtig, den Umgang mit Zweigen zu üben. Anders als beim oben dargestellten Spielverhalten gab es keine von Alter, Temperatur, Gewicht etc. abhängigen Einflüsse auf das Nestbauverhalten, es wurde durchgehend in allen Altersstufen an allen Beobachtungstagen gezeigt. Der signifikante ($p \leq 0{,}05$) Schwerpunkt des Nestbauverhaltens im Sinne der mittleren Dauer eines Nestbau-Verhaltensmusters lag dabei im Tagesverlauf mittags und abends. Nur Dunkelheit reduzierte das Nestbauverhalten signifikant. Das Tragen von Zweigen scheint für Schweine sehr bedeutsam zu sein, Tiere mit Zweigen im Maul zeigten oft einen präsentierenden, stolzen Gang mit straffer Körperhaltung, erhobenem Kopf und aufgerichteten Ohren. Die Möglichkeit mit Zweigen zu arbeiten scheint damit, obwohl es nur einen geringen Zeitumfang aufweist, ein wichtiges Bedürfnis der Schweine zu sein, das sie z.B. bei reiner Weidehaltung nicht ausüben können.

1.3. Suhlen/Baden

Als Temperaturen für den Beginn des Suhlens werden Temperaturen über 18 °C bzw. 20 °C angegeben (Flegler et al., 2005; Sambraus, 1986; Stolba, 1986). In dieser Studie lagen die Medianwerte der Tagestemperatur an den ersten vier Beobachtungstagen über 18 °C, dabei wurde nur an den beiden heißesten Tagen (TB 3, Median 26,7 °C und TB 4, Median 23,3 ° C) ausgeprägtes Suhl- und Badeverhalten gezeigt. Die Auswertung der begleitenden Kameraauswertungstage bestätigen dies. Wie von Sambraus (1986) beschrieben, wurde das Suhl- und Badeverhalten hauptsächlich mittags und nachmittags/abends gezeigt. An

Standort 1 gab es eine beschränkte Suhlmöglichkeit mit Schlamm, an Standort 2 gab es auf Grund des wasserdurchlässigen Bodens keine schlammige Suhle. Die Tiere gingen daher an beiden Standorten zu intensivem Baden im Tränketrog über. Damit verschärfte sich an heißen Tagen unerwünschter Weise die Konkurrenzsituation am Tränketrog. Die positiven Wirkungen des Suhlschlammes wie länger anhaltende Verdunstungskühle (Hörning et al., 2011; Sambraus, 1986) und Abhalten von Fliegen und Stechinsekten (Meynhardt, 2013) traten damit kaum auf. Im Folgejahr wurden an beiden Standorten Suhlen angelegt, an Standort 2 durch Einbau von Lehm. Diese wurden von den Tieren sehr gut angenommen und gepflegt (Hinein-Urinieren und Aufwühlen des Schlammes). Ein Baden im Tränketrog (gleiche Tröge wie im Vorjahr) fand dann nicht mehr statt. Damit scheint ein Baden im Trog nur eine Notlösung bei mangelnder Suhlmöglichkeit zu sein.

1.4. Rangordnungsverhalten

Beim Durchsetzen der Rangordnung bildeten ganz kurze Kopf-/ Bauchstöße oder -weniger häufig- auch Halsbisse, z.B. beim Kraftfutter-Fressen, den Schwerpunkt. Diese kurzen Interaktionen (häufig < 1 s) konnten zeitlich nicht erfasst werden und wurden daher nicht unter dem Verhaltensmuster „Rangordnungsverhalten“ eingeordnet. Länger anhaltendes Rangordnungsverhalten (Mittelwerte zwischen 4 und 26 s) wurde auf Grund der großen Fläche mit vielen Möglichkeiten zum Ausweichen nur selten notiert. Häufig fand gar kein oder nur ein längeres Rangordnungs-Verhaltensmuster pro Beobachtungsintervall statt, nur in wenigen Beobachtungsintervallen wurden bis zu 4 Rangordnungs-Verhaltensmuster beobachtet. Insgesamt fällt der signifikante Schwerpunkt des Rangordnungsverhaltens auch in die Zeit der höchsten Aktivität am Abend. Für Wildschweine berichtet Meynhardt (2013): bis vier Wochen Alter gibt es bei Wildschweinfrischlingen keine Saugordnung, allerdings gibt es ein spielerisches Kampfverhalten. Danach beginnt ein Rangkampf um die Zitzen der Mutter. In den ersten vier Lebensmonaten folgen spielerische Rangkämpfe unter Frischlingen, sie genießen in der Rotte aber noch Narrenfreiheit. Nach 4,5 Monaten beginnt ein gewisse Rangordnung in der Rotte, nach sieben bis acht Monaten wird in der Rotte ein klare Rangordnung ausgekämpft, diese liegt nach 10 Monaten fest.

Auf Grund der schnelleren Entwicklung der Hausschwein-Ferkel und der Abwesenheit adulter Tiere lässt sich das Schema nicht genau auf die Tiere dieser Studie übertragen. Insgesamt schien die Rangordnung im Großen und Ganzen schon bei der Ankunft der Tiere festzustehen, auffallende Rangkämpfe nach der Einstallung wurden nicht beobachtet. Vermutlich lag dies auch daran, dass sich die meisten Tiere schon aus der Ferkelaufzucht kannten (Gruppenhaltung säugender Sauen). Entsprechend könnte das Rangsystem der Tiere analog zur Phase von Wildschweinen mit einem Lebensalter von mehr als 10 Monaten eingeordnet werden.

1.5. Komfortverhalten

Komfortverhalten wurde insgesamt selten beobachtet. Mittelwerte der Zeitdauer für ein Komfort-Verhaltensmuster waren zwischen 6 und 60 s. Signifikanter Schwerpunkt der Ausübung von Komfortverhalten war während der Hauptaktivitätszeit mittags und abends und dort bis zum Einbruch der Dunkelheit. Wie bei einigen anderen Verhaltensmustern auch führten steigende Temperaturen zu einem Rückgang der mittleren Zeitdauer eines Komfortverhaltens. In dieser Untersuchung verbrachten die Tiere wesentlich weniger Zeit (< 1%) mit Komfortverhalten als Flegler et al. (2005) angeben: diese berichten von 2 % Anteil des Komfortverhaltens am Lichttag. Meynhardt (2013) berichtet, dass Wildschweine zum Scheuern bestimmter Körperteile unterschiedlich gewachsene Malbäume nutzen. Ein gleiches Verhalten zeigten auch die Hausschweine in dieser Studie. Eine intensive, zielgerichtete gegenseitige Körperpflege, wie sie Meynhardt (2013) von Wildschweinen berichtet, konnte nicht beobachtet werden. Ggf. traten einzelne Facetten wie die Seitenlage und das sich-vom-Menschen-kraulen-Lassen auf. Die von Meynhardt (2013) für Wildschweine beschriebene intensive gegenseitige Körperpflege im Sinne eines Durchknabberns /Lausens des Felles wurde nicht beobachtet. Sie war wohl nicht so wichtig für die Tiere, da die untersuchten Hausschweine im Vergleich zu Wildschweinen nur einen geringen Fellwuchs hatten und sich damit weniger Parasiten im Pelz halten konnten.

1.6. Sexualverhalten

Bis auf den negativen Einfluss von steigender Temperatur, relativer Luftfeuchte und Dunkelheit auf die Dauer eines Sexual-Verhaltensmusters konnte auf Grund der insgesamt geringen Anzahl dieses Verhaltensmusters kein erwähnenswerter Einfluss auf das Sexualverhalten der Schweine als signifikant abgesichert werden. Trotzdem ließ sich ein klarer Trend erkennen: Sexualverhalten wurde überwiegend morgens gezeigt. Dementsprechend sollte die Brunsterkennung bei Zuchtsauen möglichst morgens durchgeführt werden. Bei Dunkelheit fand kein Sexualverhalten statt. Auffällig war, dass auch bei den kastrierten männlichen Tieren Sexualverhalten beobachtet wurde. Eine Erklärung dafür könnte sein, dass unter Sexualverhalten sowohl aktive wie auch passive Teilnahme/Duldung zusammengefasst notiert wurden. Daher ist davon auszugehen, dass die Kastraten hauptsächlich die Ausführung des Sexualverhaltens durch die rauschigen weiblichen Tiere duldeten und es nicht selbst aktiv ausführten. Meynhardt (2013) berichtet von Wildschweinen, dass Keiler auch noch im Alter von 10 Monaten auf weibliche und männliche Artgenossen aufsteigen und Kopulationsbewegungen vollführen. Das Geschlecht des passiven Teilnehmers scheint daher für das Sexualverhalten der jungen Tiere zunächst nicht relevant zu sein. Insgesamt trug die Mischung der Gruppe (weibliche Tiere und Kastraten) eher zur Beruhigung und Stabilisierung der Gruppe in Zeiten der Gruppen-Rausche bei, vor allem, da die Rausche der Schweine sich oft über mehrere Tage hinzog. Dabei trat zwar eine gewisse Synchronisation in der Gruppe auf, allerdings nicht mit der Schärfe, die z.B. Meynhardt (2013) für Wildschweine beschreibt. Sexualverhalten wurde hauptsächlich von den älteren/schwereren und wohl allmählich geschlechtsreifen Tieren in der zweiten Hälfte der Mast an TB 5, 6, 7 und 8 gezeigt. Allerdings trat auch kurz nach der Einstallung an TB 1 Sexualverhalten auf. Sexualverhalten scheint daher nicht an die Geschlechtsreife der Tiere gebunden zu sein, es wird sogar schon bei nur einige Tage alten Wildschweinfrischlingen von Kopulationsbewegungen berichtet (Meynhardt, 2013).

1.7. Urinieren und Koten

Eine statistische Auswertung der vereinzelt erhobenen Kot- und Uriniervorgänge ergab keine signifikanten Einflussfaktoren. Briedermann und Stöcker (2009) berichten von durchschnittlich 4,5 Defäkationen und 5 Harnabgaben pro Tag für im Gatter gehaltene Wildschweine. In der vorliegenden Studie lagen die Medianwerte für die gesamte jeweils mit Koten bzw. Urinieren verbrachte Zeit bei separater Auswertung der beiden Eliminationsarten zwischen 10 und 33 s je Beobachtungsphase. Eliminationsverhalten nimmt somit nur kurze Zeiten der Gesamtaktivität von Freilandschweinen ein (Flegler et al., 2005). Urinieren schien schwerpunktmäßig morgens nach dem Erwachen der Tiere aufzutreten. Dies böte ggf. eine Möglichkeit, den Urin durch eine Jauchegrube in der Nähe der Schlafhütten zu sammeln. Gekotet wurde meist ebenfalls direkt nach dem Aufstehen, der Hauptkotabsatz schien mittags zu sein, nachdem schon mindestens eine Fressphase vorüber war.

Sowohl Haus- als auch Wildschweine gelten als stubenrein, halten ihren Schlafplatz sauber und Koten/Urinieren nach Verlassen des Ruheplatzes (Briedermann und Stöcker, 2009; Grauvogl et al., 1997; Whatson, 1985). Briedermann und Stöcker (2009) berichten von einer sozialen Synchronisation des Kotens/ Urinierens nach Verlassen des Ruhelagers, während in Aktivitätszeiten (Fressen) ein nicht synchronisiertes Eliminationsverhalten nach Bedarf gezeigt wird. Gleiches konnte in dieser Studie beobachtet werden; hier wurde eine Kot- bzw. Urinierdistanz von ca. 0 bis 25 m in den Waldbereichen rund um die Schlafhütten beobachtet. Vergleichbar berichten Flegler et al. (2005) und Stolba and Wood-Gush (1989) von 5 – 15 m Distanz zur Hütte. Dies führt dort zu einer punktuellen Konzentration der Nährstoffeinträge durch Koten/Urinieren um die Hütten herum, eine Nährstoffverteilung kann dabei durch Versetzen der Hütten erreicht werden (Hörning et al., 2011). Eine zukünftig ggf. zu erwägende Sammlung der Ausscheidungen müsste daher im Umgriff der Schlafhütten erfolgen. Anders als Hörning et al. (2011) berichten, konnte eine Kot- bzw. Urinierkonzentration in der Nähe der Tränke in keiner Weise festgestellt werden. Die von Flegler et al. (2005) und Hörning et al. (2011) beschriebene Kot- und Urinkonzentration am Futterplatz konnte so nicht beobachtet werden. Am Futterplatz (dort am Kleegras-Misthaufen) traten nur vereinzelt Kot- und Uriniervorgänge auf. Ein regelmäßiges Entfernen von vereinzelt abgesetzten Kothäufen am Futterplatz schien das

Anlegen einer Kloake zu verhindern. Ein weiterer Grund für die Sauberkeit des Futter- und Tränkeplatzes schien der gepflasterte Boden zu sein, der nicht zum Urinieren einlud. Denn ein guter Kot-/Harnplatz weist neben anderen Faktoren eine raue Oberfläche auf (Grauvogl et al., 1997). Ein reiner Pflasterboden reicht dafür wohl nicht aus.

In regelmäßigem Abstand über das Revier verteilte „Toiletten“, wie sie Meynhardt (2013) bei Wildschweinen beschreibt, konnten nicht gefunden werden. Es ließ sich nur ein Zusammenhang zwischen Ruheplatz (hauptsächlich die Schlafhütten) und jeweils einem nahe gelegenen „Toilettenplatz“ erkennen. Bei häufiger Nutzung eines (Tages-)Ruheplatzes im Wald konnten daneben auch in geringem Umfang „Toilettenplätze“ entstehen. Stolba and Wood-Gush (1989) berichten von einem Abkoten auf den Laufpfaden und einer nicht breitflächigen Verteilung im Gehege. Dies konnte in dieser Studie so nicht bestätigt werden. Insgesamt wurden die Exkremente hier - außer im Bereich direkt um die Hütten - gut über die Waldfläche verteilt. Suhlen und feuchte Bereiche schienen aber verstärkt zum Urinieren zu veranlassen, ggf. ist das ein Teil des Suhlverhaltens um z.B. den Füllstand der Suhle aufrecht zu halten.

Insgesamt scheint der Komplex Koten und Urinieren sehr stark durch angeborenes Verhalten wie Elimination nach Beendigung der Ruhephase, Training/ Gewohnheit, Management (Entfernen von Kothäufen, trockenes Bestreuen vom Urinecken bzw. auch das gezielte Fördern der Anlage von Kloaken durch Belassen der Exkremente) aber auch durch die Bodenbeschaffenheit gesteuert zu werden. Suhlflächen scheinen dabei zum Urinieren zu animieren.
Da einer der großen kritischen Punkte der Waldschweinehaltung die Nährstoff-anreicherung im Waldökosytem ist, sollte hier noch weiter geforscht werden um die Regeln des Eliminationsverhaltens besser zu verstehen. Ziel sollte dabei sein, ein Management zu entwickeln, das es erlaubt, einen nennenswerten Teil des Kots/Urins zu sammeln.

1.8. Schneefressen

Schneefressen nimmt anscheinend eine Zwischenposition zwischen Trinken und Fressen ein, einerseits verringerte es die Wasseraufnahme an der Tränke (obwohl Wasser zur Verfügung stand), andererseits wurde mit sichtlichem Genuss auf dem Schnee herumgekaut und Flehmen gezeigt. Schnee scheint in gewisser Form das Kaubedürfnis zu befriedigen. Während Schnee lag, verbrachten die Schweine ausgiebig Zeit mit Schnee-Fressen. Ggf. könnte man z.B. bei Problemen mit Schwanzbeißen Eisbrocken als Beschäftigungsmaterial ausprobieren.

1.9. Stehen

Das Verhalten Stehen scheint mit einer gewissen Unentschlossenheit hinsichtlich einer Folgehandlung einherzugehen. Es trat daher z.B. oft im Zusammenhang mit Abliegen/Aufstehen auf. Morgens waren beispielsweise die Liegephasen zusammenhängender und länger, es gab insgesamt weniger Aktivitäten, damit standen weniger Entscheidungen an, es trat weniger Stehen auf. Mittags und abends, wenn Aktivitäten häufig abwechselten, fand ein häufigeres und längeres Stehen statt. Hitze führte anscheinend zu entschlossenerem Handeln mit klarem Übergang von einer in die andere Aktivität ohne zwischenzeitlichem Stehen. Bei Stolba und Wood-Gush (1989) nimmt das Stehen mit 2 % ebenfalls nur wenig Aktivitätszeit ein.

1.10. Fortbewegung

An der steigenden Zahl an Fortbewegungen ließ sich ein Aktivitätsschwerpunkt am Abend ablesen. Da die durchschnittliche Dauer einer Fortbewegung nicht von der Tageszeit beeinflusst wurde, stieg dementsprechend die gesamte mit Fortbewegung verbrachte Zeit von morgens 477,5 s auf abends 743,0 s. Ein steigendes Gewicht der Fokustiere führte bei gleicher Anzahl an Fortbewegungen interessanter Weise zu längeren Fortbewegungsphasen bzw. zu längeren Fortbewegungs-Verhaltensmustern. Sonst schien die Dauer einer Fortbewegungsphase relativ konstant ohne größere Einflussfaktoren zu sein. Weibliche Tiere schienen etwas bewegungsfreudiger als männliche zu sein, sie bewegten sich häufiger als männliche Tiere. Allerdings müsste dies noch an einer größeren Gruppe geprüft werden. Warme Temperaturen strengten die Tiere an und führten zu einer

geringeren Anzahl an Fortbewegungen. Mit zunehmendem Ruhen bei Dunkelheit sank zugleich auch die Anzahl an Fortbewegungen im Dunkeln. Die Tiere verbrachten knapp 5 % der Beobachtungszeit mit Fortbewegung **(vgl. Fig. 5, S. 33)**. Dies entsprach in etwa dem Wert von Flegler et al. (2005), die 4 % Anteil am Lichttag nennen. Wie schon oben berichtet, waren die Schweine-Familiengruppen von Stolba and Wood-Gush (1989) insgesamt aktiver und zeigten wenig Ruhephasen, sie verbrachten dementsprechend mit 14 % des Lichttages wesentlich mehr Zeit mit Fortbewegung als die hier untersuchten Wald-Mastschweine. Letztere legten sich ähnlich wie Wildschweine Pfade (sog. „Wechsel“) an (Meynhardt, 2013), insbesondere im Winter bei gefrorenem Boden konnten sie auf diesen gut gehen. Deutlich erschwerte Fortbewegung bei zerwühltem, gefrorenem Boden mit Belastung und Stauchung der Gelenke, wie Beinlich et al. (2005) berichten, traten nicht auf. Ähnlich wie Meynhardt (2013) von Wildschweinen berichtet, die sich sicher fühlen, unternahmen auch die hier untersuchten Schweine in ihrem Gehege in kleinem Umfang Alleingänge ohne den Gruppenverband. Sobald ein Schwein einen bestimmten Warnruf ausstieß, flüchteten alle Tiere einige Schritte, um dann stehen zu bleiben oder bei erneutem Ruf weiterzuflüchten. Eine identische Beschreibung des Fluchtverhaltens gibt Meynhardt (2013) für Wildschweine an. Insofern scheint dieses arttypische Fluchtverhalten auch bei Hausschweinen vollständig vorhanden zu sein.

2. Tiergesundheit und Schlachtkörperqualität der Waldschweine

Die Aspekte zur Tiergesundheit und Schlachtkörperqualität der Waldschweine wurden - bis auf den Vergleich mit der Stallschweingruppe - in **Kap. V.** dargestellt.

Vergleich der Handelsklasseneinteilung zwischen Wald- und Stallschweingruppe:

Die Waldschweine der Versuchsgruppe erreichten – bei gleicher Herkunft, gleicher Genetik und gleicher Fütterungsstrategie – auf Grund der intensiven Bewegung und des damit einhergehenden Muskeltrainings in der abwechslungsreichen Umwelt im Wald im Mittel 55,2 % Muskelfleischanteil (MfA) und damit um 3 Prozentpunkte mehr Muskelfleischanteil als die Vergleichsgruppe Stall-

schweine (52,2 % MfA), die mit weniger Bewegungsmöglichkeit im Stall gehalten wurde. Die Muskelfleischanteile (MfA) der Waldschweine bewegen sich mit 55,2 % MfA leicht unter dem von Müller et al. (2014) für Mastschweine formulierten Zielwert von 56 – 59 % MfA und liegen in etwa auf gleicher Höhe mit den Werten anderer Bio-Stallschweine (Tober, 2005). Für konventionell gehaltene Hybridkreuzungen gibt Heylen (1999) sogar nur 53,7 % MfA an. Betrachtet man die MfA aus Leistungsprüfungen der Elternrassen der Waldschweine, so zeigt sich, dass sich die hier verwendeten Kreuzungstiere erwartungsgemäß in etwa in der Mitte der elterlichen MfA bewegen: reinrassige Schwäbisch-Hällische Tiere haben zwischen 49,1 und 52,0 % MfA (Bühler und Postler, 2004), reinrassige Pietraintiere 64,8 % MfA (Dingler, 2017). Für die klassische Mast im Stall rät Roth (2011), insbesondere wenn Kastraten gemästet werden, grundsätzlich in der Endmast rationiert zu füttern, um erhöhten Futteraufwand und Fettansatz zu verhindern.

Durch die hohen MfA der Waldschweine war die Verteilung der Handelsklassen im Vergleich zu den Stallschweinen der Vergleichsgruppe durchgehend um eine Stufe hin zur jeweils besseren Handelsklasse verschoben (vgl. **Abb. IV**); Waldschweine erreichten im Gegensatz zu den Stallschweinen sogar die beste Handelsklasse S, während im Gegenzug die schlechte Handelsklasse O bei Waldschweinen gar nicht besetzt war. Interessanter Weise scheint die intensive Bewegung das Muskelwachstum so stark zu verstärken, dass dieser Unterschied trotz der um ca. 20 kg schwereren Schlachtgewichte der Versuchsgruppe (Mittelwert SG 125,18 kg) noch auftrat, obwohl bei den hohen Schlachtgewichten eine deutliche Zunahme des Speckanteils zu erwarten wäre. Die hier festgestellten Ergebnisse zum MfA zeigen allerdings, dass bei Bewegungsanreiz und ausreichender Fläche - auch bei ad libitum Fütterung - Tiere im oberen Bereich der Handelsklassen erzeugt werden können. Wie viel Fläche im Minimum zur Auslösung dieses Effektes notwendig ist, müsste in weiteren Untersuchungen geklärt werden. Es ist nicht davon auszugehen, dass der Unterschied im Muskelfleischanteil in der Messmethodik begründet liegt, da bei Vergleichsmessungen zwischen Zweipunkteverfahrens (ZP-Verfahren) und der FOM-Messung an tschechischen Schweinen diese Messmethoden als gleichwertig eingestuft wurden (Pulkrábek et al., 2004).

3. Waldzustand

Das Schwein gilt historisch als unschädliches Wald-Weidetier (Stuber & Bürgi, 2001). Als schädlichstes Waldweidetier gilt die Ziege, gefolgt von Schaf, Pferd und Rind, am wenigsten schädlich ist das Schwein (Stuber & Bürgi, 2001). Bei der vorliegenden Untersuchung wurde die Auswirkung der Waldschweinehaltung mittels dreier Parameter beschrieben: Zunächst wurden direkte Baumschäden durch Abnagen von Rinde an Stamm, Stammfuß oder Hauptwurzeln erfasst. Dann wurde der Bewühlungsgrad in zweierlei Hinsicht ausgewertet: einmal allgemein der Anteil des zerwühlten Bodens und dann die geschätzten indirekten Auswirkungen der Wühlaktivität auf den Baumzustand. Direkte Auswirkungen der Schweine auf den untersuchten Baum- und Strauchbestand waren gering, es wurden nur in marginalem Umfang kleinflächige Rindenschäden (unter 2 €-Stück-Größe) festgestellt. Wenn Rinde abgenagt wurde, geschah dies nur kurzzeitig, bei keinem Baum wurde ein wiederholter Rindenschaden festgestellt. Größere Rindenschäden traten nicht auf. Bedenken, dass die Schweine großflächig den Baumbestand durch Rindenschälen zerstören, konnten somit ausgeräumt werden. Auch Beinlich et al. (2005) berichten, dass bei extensiver Freilandhaltung Pflanzen als Nahrung genutzt wurden, jedoch Blätter, Wurzeln oder Rinde von Bäumen und Sträuchern wenig gefressen wurden.

Allerdings gelingt dies nur bei einem guten Management:

Einerseits muss auf eine optimale Fütterung der Schweine geachtet werden, insbesondere durch ad libitum Vorlage von - der Wachstumsphase der Tiere angepasstem - Kraftfutter und ad libitum Vorlage von Grundfutter. In der zu Beginn des Projekts durchgeführten Pilotstudie wurde zunächst kein Grundfutter vorgelegt und Kraftfutter mit überhöhtem Rohproteingehalt verwendet – die Schweine schälten dann in großem Umfang Rinde vom Baumbestand. Beim Auftreten von Fütterungsfehlern suchen sich die Schweine erfahrungsgemäß gezielt einzelne Baumarten (z.B. nur Eiche oder nur Tanne) im Mischwald aus, deren Rinde sie dann abschälen und fressen, um den aufgetretenen Mangel zu beheben.

Andererseits kann auch eine Überbelegung zum Absterben des Waldbestandes führen: Die Besatzdichte in der hier vorgestellten Studie lag bei 20 Tieren pro ha Waldfläche (500 m² Waldfläche je Tier). Die von Bennewitz et al. (1983) und

Sonnefeld (1977) beschriebene Waldmast von 15.000 Tieren, d.h. rechnerisch 555 Tieren je ha (18 m² Waldfläche je Tier), führte dagegen zur Vernichtung sämtlicher Vegetation durch die Wühltätigkeit der Tiere; größere Bäume starben dabei durch Abnagen der Rinde und Freilegen der Wurzeln langsam ab.

Bei der Betrachtung der Daten zum Bewühlungsgrad muss berücksichtigt werden, dass pro Baum jeweils der „schlechteste“ Quadrant (d.h. höchste Note) in die Auswertung einfloss. Somit stellen der abgeleitete Anteil des bewühlten Bodens und die geschätzte Auswirkung auf den Baumzustand eine absolute worst-case-Betrachtung dar: Erwartungsgemäß nimmt der Anteil an geringfügig und stark bewühltem Boden im Laufe der Waldmastsaison tendenziell zu. Nach Ende der Mast waren 73,3 % (Standort 1) und 84,1 % (Standort 2) des Bodens zu mehr als 30 % zerwühlt. Durch die halbjährige Winter-Pause zwischen den verschiedenen Waldmastdurchgängen konnte an Standort 1 der Anteil von unbewühltem Boden von 2,2 % (Erhebung 0) wieder auf 20 % (Erhebung 1) erhöht werden, der Anteil an zu mehr als 30 % zerwühltem Boden reduzierte sich gleichzeitig von 77,8 % auf 55,6 %. Die Winter- bzw. Frühjahrsruhe scheint damit in deutlichem Umfang eine Regeneration des Bodens zu ermöglichen. Eine vollständige Regeneration ist jedoch nicht möglich. Gleiches berichten Beinlich et al. (2005) für die Regeneration von Wiesen-Weideflächen bei Schweinefreilandhaltung. Insgesamt gibt es Hinweise auf bestimmte Zusammenhänge zwischen Baumarten und beliebten Wühlorten, allerdings ließ sich dies im Rahmen dieser Stichprobe nicht manifestieren. Schweine scheinen z.B. gerne unter Lärchen zu ruhen und dementsprechend dort zu wühlen – der Effekt kann aber auch dadurch entstehen, dass Lärchen bevorzugt auf Hügelkuppen wachsen und Schweine gerne auf Hügeln ruhen. Dies konnte im Rahmen der Studie nicht getrennt ausgewertet werden. Genauso ließ sich im Verlauf des Versuchs feststellen, dass grundsätzlich die ersten 5 bis 8 m innerhalb des Zaunes rings um das Gehege stark bewühlt werden – ein Einfluss der Baumart ließ sich dann nicht erkennen. Ähnlich berichten Flegler et al. (2005) für wiesenartige Schweineweiden, dass die Rand- und Außenbereiche sowohl hinsichtlich Gesamtaktivität als auch hinsichtlich Wühlen und Elimination viel stärker als die zentralen Gehegebereiche genutzt würden. Die Schweine nutzen den Zaun als Leitlinie und erschließen die Fläche vom Rand her (Flegler et al., 2005).

Ein oberflächlich zerwühlter Boden muss jedoch nicht zwangsläufig auch einen

Schaden für den Baumbestand bedeuten. Die Ableitung eines Baumschadens anhand des Bewühlungsgrades des Bodens ist damit schwierig. Witterungseinflüsse können die Einstufung bei der Datenerhebung deutlich beeinflussen. Daher können die Daten nur eine Richtung anzeigen. Insgesamt nahm bei einer erstmaligen Belegung einer Waldfläche mit Schweinen der Anteil an gering beeinträchtigten Bäumen zu (11,4%, Standort 2, Erhebung 2 und 3), der Großteil der Bäume blieb allerdings (86,4 %, Standort 2, Erhebung 3,) durch die Schweine unbeeinträchtigt. Nur ein Baum wurde erheblich (Note 3) geschädigt. Es handelte sich um eine junge, ca. 2 cm starke Birke bei einem Hauptaufenthaltsbereich, die von den Tieren ausgerissen wurde. Bei mehrfacher Belegung einer Waldmast-Fläche scheint sich ein Wert im Bereich von 70 % an unbeeinträchtigten Bäumen einzustellen. Wühlaktivitäten, die zunächst als erhebliche Beeinträchtigung eingestufte werden, können im Laufe der Mastzeit durch Witterungseinflüsse wieder gut ausgeglichen werden, so dass nach Ende der Mast auch an Standort 1 nur ein Baum (2,2 %) als erheblich durch die Wühlaktivität geschädigt eingestuft wurde. Es handelte sich um eine kleine Fichte, die auf einer Bodenauffüllung stand und daher freigegraben wurde. Ein Großteil der Bäume wird somit nicht oder nur geringfügig durch die Wühlaktivität der Schweine beeinträchtigt. Erhebliche Schäden für einen Baum traten nur in den oben genannten Sonderfällen (ganz dünner Baum direkt am Hauptweg, Baum auf Bodenauffüllung) auf.

Auf Grund geringer Fallzahlen je Baum-/Strauchart (teilweise nur durch ein Exemplar vertreten) und weiterer stark standortspezifischer Einflüsse (unerwartete alte Bodenauffüllung unter einem Teil der Traktlinie 2 an Standort 1 und unerwartete individuelle Auswirkungen des Reliefs, z.B. Hügelkuppe) kann aus dieser Untersuchung keine allgemeingültige Aussage zum Einfluss von Schweinenhaltung auf den Waldbestand abgeleitet werden. Insgesamt scheint bei einer Belegungsdichte von 20 Schweinen pro Hektar, einer halbjährlichen Mast und einem sorgfältigen Management der Einfluss der Schweine auf den Waldzustand als geringe Beeinträchtigung einzuordnen zu sein. Damit dürfte eine Waldmast von Schweinen langfristig erfolgreich und nachhaltig in einem Wald durchgeführt werden können.

4. Ausblick: Etablierung des Waldschweinprojektes als Standbein eines landwirtschaftlichen Betriebes

Im Laufe des Projektes stellte sich heraus, dass die Waldschweinehaltung nicht nur für das Tierwohl sehr positiv ist, sondern dass auch die Fleischqualität des Waldschweinefleisches von den Konsumenten in jeder Hinsicht als hervorragend beurteilt wird. Die Rückmeldung der Kunden zeigt durchwegs, dass sie den Unterschied zum normalen Schweinefleisch sehen und schmecken können. Darüber hinaus ist eine Waldschweinehaltung in der Bevölkerung emotional sehr positiv belegt. Dementsprechend wird das Waldschweinefleisch stark nachgefragt und kann zu einem auskömmlichen Preis, unabhängig von der normalen Preisnotierung des Schweinefleisches, verkauft werden. Im Rahmen dieses Projektes ist es somit gelungen, den Wunsch nach möglichst umfassendem Tierwohl mit einem wirtschaftlich tragfähigen Standbein für einen landwirtschaftlichen Betrieb zu verbinden. Auf Grund reger Nachfrage nach Waldschweinefleisch wurde die Schweinehaltungskapazität auf den beiden Versuchsflächen durch den beteiligten landwirtschaftlichen Betrieb bis zur Drucklegung der Arbeit durch Vergrößerungen mehr als verdoppelt. Das Standbein Waldschweinehaltung soll künftig noch weiter ausgebaut werden.

VIII. ZUSAMMENFASSUNG

Verhalten, Tiergesundheit und Schlachtkörperqualität von Hausschweinen bei einer halbjährlichen Mast im Wald und begleitende Untersuchung der Auswirkungen auf den Waldzustand

Die deutsche Schweinehaltung steht vor großen Veränderungen. Der Aspekt „Tierwohl" rückt dabei zunehmend in den Fokus. Um einen grundlegenden Überblick über das Verhalten von Hausschweinen unter möglichst naturnahen Bedingungen zu erhalten, wurden zwei Gruppen von je 20 Mastschweinen (durchschnittliches Einstallgewicht 25 kg) an zwei verschiedenen Standorten in Süddeutschland im Wald gehalten und ad libitum mit Kraftfutter (KF) und Grundfutter (GF) gefüttert. Gleichzeitig wurden auch Tiergesundheit und Schlachtkörperqualität der Tiere untersucht. Zusätzlich wurde begleitend der Waldzustand erhoben, um eine Einschätzung über längerfristige Auswirkungen auf den genutzten Waldbestand zu erhalten.

Die Tiere zeigten keinen biphasischen Tagesablauf. Die Aktivitätsphase begann im Sommer um ca. 5:15 Uhr und endete um 21:00 Uhr. Im Winter verkürzte sich die Aktivitätsphase. Der Aktivitätshöhepunkt lag zwischen 14:00 und 18:00 Uhr. Die einzelnen Verhaltensweisen wurden an insgesamt 16 Tagen während je drei Direktbeobachtungsphasen (morgens 8:00 bis 10:00 Uhr, mittags 12:00 bis 14:00 Uhr, abends 16:00 bis 18:00 Uhr) erhoben. Ein Teil der Verhaltensweisen wie Wühlen und Fortbewegung wiesen im Tagesverlauf eine kontinuierliche Zunahme bis zur Abendbeobachtung auf; gegenläufig dazu wurde abends am wenigsten geruht. Verhaltensweisen wie Futter- und Wasseraufnahme wurden ohne erkennbaren Einfluss der Tageszeit den ganzen Lichttag über ausgeübt.

Die Tiere verbrachten trotz ad-libitum-Vorlage von KF und GF nur ca. 13 % der Zeit mit der Futteraufnahme (einschließlich der Futteraufnahme im Wald). Dabei überwog die GF-Aufnahme am Futterplatz gegenüber der KF-Aufnahme am Futterplatz sowohl hinsichtlich der gesamten damit verbrachten Zeit als auch hinsichtlich der durchschnittlichen Fressdauer. Die Tiere beschäftigten sich ca. 24 % der Zeit mit Wühlen. Daher scheint Wühlen auch ohne die Motivation Hunger ein essentielles Verhalten von Hausschweinen zu sein. Das Ruheverhalten

umfasste insgesamt 47 % der Beobachtungszeit. Die restlichen 16 % der Beobachtungszeit wurden mit verschiedenen kürzeren Aktivitäten u.a. wie Umweltinteraktion, Fortbewegung, Spiel- und Komfortverhalten verbracht. Die Verfügbarkeit von Zweigen, Wurzelstöcken etc. scheint für die Ausübung der Umweltinteraktionen und besonders des Nestbauverhaltens von großer Bedeutung zu sein.

Zur Erfassung des Gesundheitszustandes wurden beide Gruppen in 4-wöchigem Rhythmus sowie vor der Schlachtung gewogen und hinsichtlich Verletzungen, Parasitenbefall und allgemeinem Gesundheitszustand bonitiert. Am Schlachthof wurden Schlachtgewicht, Muskelfleischanteil (MfA) und der Organ- und Klauenzustand erhoben. Intramuskulärer Fettgehalt (IMF) und Radiocäsiumbelastung wurden durch Fleischproben bestimmt. Die Waldmastschweine wiesen bei den Lebendbonituren kaum Verletzungen auf. Auch der Organzustand am Schlachthof war überwiegend ohne Befund. Die durchschnittlichen täglichen Zunahmen bis 130 kg Lebendgewicht lagen bei 792 g bzw. 796 g pro Tag. Der durchschnittliche MfA bei der Schlachtung mit >150 kg Lebendgewicht lag bei 55,2 % und der durchschnittliche IMF bei 2,5 %. Die Werte für eine Radiocäsiumbelastung lagen mit maximal 68 Bq/kg deutlich unter dem gesetzlichen Grenzwert von 600 Bq/kg (Verordnung (EG) Nr. 733/2008, 2008).

Eine Belegungsdichte von 20 Schweinen pro Hektar kann bei halbjährlicher Mast und einem sorgfältigen Management als geringe Beeinträchtigung des Waldzustands eingeordnet werden. Direkte Baumschäden im Sinne von abgenagten Rindenpartien traten kaum auf. Der Bewühlungsgrad des Bodens nahm erwartungsgemäß im Laufe der Mast zu und konnte auch durch die halbjährliche Pause nicht vollständig regeneriert werden. Aus dem Bewühlungsgrad des Bodens jedoch pauschal auf einen erheblichen Schaden für den Waldzustand zu schließen scheint nicht zutreffend zu sein. Ein Großteil der Bäume wird nicht oder höchstens in geringem Umfang durch die Schweinehaltung beeinträchtigt. Stark geschädigte Bäume waren fast ausschließlich auf Grund ihres Standorts betroffen, z.B. durch die direkte Nähe zu einem Hauptweg. Von Bedeutung ist allerdings ein sorgfältiges Management, insbesondere hinsichtlich der Fütterung, d.h. der ausreichenden Vorlage von den physiologischen Bedürfnissen angepasstem Kraftfutter und der durchgehenden Verfügbarkeit von Grundfutter. Wenn dies gewährleistet ist, dürfte eine Waldmast von Schweinen langfristig erfolgreich und nachhaltig in einem Wald durchgeführt werden können.

Die Waldschweinehaltung verbindet damit das Streben nach einem möglichst tiergerechten Haltungssystem mit dem Ziel von größtmöglicher Tiergesundheit und Produktqualität. Gleichzeitig ist eine nachhaltige Nutzung der Waldfläche möglich. Die Waldschweinehaltung ist daher in jeder Hinsicht positiv zu bewerten und sollte zukünftig als bäuerliche Produktionsform der Schweinemast verstärkt ausgebaut werden.

IX. SUMMARY

Behavior, animal health and carcass quality of domestic pigs with a six-month fattening period in the forest and accompanying investigation of the effects on the forest condition

German domestic pig husbandry faces major changes. The aspect of animal welfare increasingly gains attention. To get a basic and current overview of the behavior of pigs in a near-natural habitat, we studied the behavior patterns in two groups of 20 domestic fattening pigs kept in two free-range forest enclosures in southern Germany. The pigs had ad libitum access to supplementary concentrate feed (CF) and green fodder (GF). At the same time, animal health and carcass quality of the animals were examined. In addition, in order to obtain an assessment of the long-term effects on the forest area used, the forest condition was surveyed as well.

The pigs showed no biphasic activity rhythm. The activity phase began approximately at 05:15 and ended at 21:00 in summer, and it shortened in winter. The peak of activity was between 14:00 and 18:00. The individual behavior patterns were assessed on 16 observation days during three direct-observation-intervals each (morning: 08:00 to 10:00; midday: 12:00 to 14:00; evening: 16:00 to 18:00). During the day some of the behavior patterns such as rooting and locomotion continually increased from morning to evening. In contrast, resting occurred the least in the evening. Feed and water uptake were observed without noticeable influence of the daytime during the entire daylight period.

Despite ad libitum availability of CF and GF at the feeding place, the pigs spent only about 13% of the observation time eating (including food uptake in the forest), with the total time and average duration being greater for GF than for CF uptake. Furthermore, the pigs spent about 24% of the time rooting. Thus, rooting seems to be an essential behavior pattern of domestic pigs without the motivation of hunger. Resting made up 47% of the total observation time. The remaining 16% of the observation time was spent with several short-lasting active behaviors, such as interacting with the environment, locomotion, nest building, playing and comfort behavior.

Regarding this, the availability of branches, roots etc. seems to be of great importance for interacting with the environment and especially nesting behavior.

To assess the state of health, both groups were weighed every 4 weeks and before slaughter. Moreover, they were scored for injuries, parasite infections and general health. At the slaughterhouse, slaughter weight, muscle meat percentage (MfA) and organ and claw condition were recorded. Intramuscular fat content (IMF) and radiocesium load were determined from meat samples. The forest fattening pigs showed hardly any injuries in the live scorings. The condition of the organs at the slaughterhouse was also largely without findings. The average daily weight gains of up to 130 kg live weight were 792 g and 796 g per day. The average MfA at slaughter with > 150 kg live weight was 55.2% and the average IMF was 2.5%. With a maximum of 68 Bq/kg the values für radio cesium exposure were significantly below the legal limit of 600 Bq/kg (Regulation (EC) No. 733/2008, 2008).

A population density of 20 pigs per hectare can be classified as a minor impairment to the forest condition with semi-annual fattening and careful management. Direct tree damage in the sense of gnawed bark areas hardly occurred. As expected, the degree of modified soil surface increased during the course of the fattening and could not be fully regenerated even after a six-month break. However, it does not seem to be correct to conclude straightly from the degree of modified soil surface that there is substantial damage to the state of the forest. Most of the trees are not or only to a quite limited extent affected by pig farming. Badly damaged trees were almost exclusively affected by their location, e.g. due to the direct proximity to a main path. However, careful management is important, particularly with regard to feeding, i.e. the sufficient supply of concentrated feed adapted to the physiological needs and the continuous availability of basic feed. If this is guaranteed, a forest fattening of pigs should be able to be carried out successfully and sustainably in a forest in a long term.

The forest pig husbandry thus combines the aspiration for an animal-friendly husbandry system with the aim of the greatest possible animal health and product quality. At the same time, sustainable use of the forest area is possible. The forest pig farming is therefore to be assessed positively in every respect and should be expanded as a rural form of pig fattening in the future.

X. ERWEITERTES LITERATURVERZEICHNIS

Vom Haupttext abweichende Bezeichnungen in der Publikation (**Kap. V.**) sind zusätzlich ***kursiv*** in der abweichenden Form gelistet.

Baier R, Beck C (2007): Traktverfahren der BaySF - ein Element zur Steuerung des Jagdbetriebs. LWF Waldforschung aktuell - Kulturlandschaft Lebensraum für Wildtiere 57, 14(2): 32-33.
Im Internet verfügbar unter:
https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/service/dateien/a57_traktverfahren_der_baysf.pdf (zuletzt aufgerufen am 3.7.2020)

Baugesetzbuch (2017): Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634).
Im Internet verfügbar unter:
https://www.gesetze-im-internet.de/bbaug/BauGB.pdf
(aufgerufen am 13.1.2018)

Bayerische Bauordnung (2007): Bayerische Bauordnung (BayBO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2007 (GVBl. S. 588, BayRS 2132-1-B), die zuletzt durch § 3 des Gesetze vom 24. Juli 2019 (GVBl. S. 408) geändert worden ist.
Im Internet verfügbar unter:
http://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayBO/true
(aufgerufen am 22.7.2020)

Bayerisches Naturschutzgesetz (2011): Bayerisches Naturschutzgesetz (BayNatSchG) vom 23. Februar 2011 (GVBl. S. 82, BayRS 791-1-U), das zuletzt durch das Gesetzes vom 21. Februar 2020 (GVBl. S. 34) geändert worden ist.
Im Internet verfügbar unter:
http://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayNatSchG-27
(aufgerufen am 22.7.2020

Bayerisches Waldgesetz (2005): Waldgesetz für Bayern (BayWaldG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Juli 2005 (GVBl. S. 313, BayRS 7902-1-L), das zuletzt durch § 1 Nr. 392 der Verordnung vom 22. Juli 2014 (GVBl. S. 286) geändert worden ist.
Im Internet verfügbar unter:
http://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayWaldG-2
(aufgerufen am 13.1.2018)

Beattie VE, O'Connell NE (2002): Relationship between rooting behaviour and foraging in growing pigs. Anim. Welf. 11: 295–303.

Beinlich B, Mährlein A, Neugebauer KR, Poschlod P, Thies K (2005a): Hinweise für die Praxis der extensiven Schweinefreilandhaltung. In: Neugebauer KR, Beinlich B, Poschlod P (Hrsg.), Schweine in der Landschaftspflege - Geschichte, Ökologie, Praxis - NNA-Berichte. 18. Jg., Heft 2. Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, 248-260.

Beinlich B, Neugebauer KR, Poschlod P (2005): Möglichkeiten und Grenzen der „Schweinefreilandhaltung im Rahmen der Landschaftspflege" - eine Zusammenschau. In: Neugebauer KR, Beinlich B, Poschlod P (Hrsg.), Schweine in der Landschaftspflege - Geschichte, Ökologie, Praxis - NNA-Berichte. 18. Jg., Heft 2. Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, 240-247.

Beinlich B, Neugebauer KR, Poschlod P (2005 b): Möglichkeiten und Grenzen der „Schweinefreilandhaltung im Rahmen der Landschaftspflege" - eine Zusammenschau. In: Neugebauer KR, Beinlich B, Poschlod P (Hrsg.), Schweine in der Landschaftspflege - Geschichte, Ökologie, Praxis - NNA-Berichte. 18. Jg., Heft 2. Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, 240-247.

Beinlich B, Poschlod P (2005): Die Saveauen in Kroatien. In: Neugebauer KR, Beinlich B, Poschlod P (Hrsg.), Schweine in der Landschaftspflege - Geschichte, Ökologie, Praxis - NNA-Berichte. 18. Jg., Heft 2. Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, 12-18.

Beinlich B, Poschlod P (2005c): Schweinefreilandhaltung im Rahmen der Landschaftspflege - von der Theorie zur Praxis. In: Neugebauer KR, Beinlich B, Poschlod P (Hrsg.), Schweine in der Landschaftspflege - Geschichte, Ökologie, Praxis - NNA-Berichte. 18. Jg., Heft 2. Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, 48 - 57.

Beinlich B, Rhemen van K, Hill B T, Poschlod P (2005d): Das Schwein als Wegbegleiter des Menschen - ein kulturhistorischer Überblick. In: Neugebauer KR, Beinlich B, Poschlod P (Hrsg.), Schweine in der Landschaftspflege - Geschichte, Ökologie, Praxis - NNA-Berichte. 18. Jg., Heft 2. Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, 4-11.

Bennewitz D, Dierks H, Hausmann G, Tornow A (1983): Die Waldmast von Schweinen im Bezirk Magdeburg aus veterinärmedizinischer Sicht. Monatsh Veterinarmed 38: 656-661.

Blanchard P, Willis M, Warkup C, Ellis M (2000): The influence of carcass backfat and intramuscular fat level on pork eating quality. J Sci Food Agric 80: 145-151.

Briedermann L, Stöcker B (2009): Schwarzwild. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG, Stuttgart.

Bühler R, Postler G (2004): Abschlussbericht zum Forschungsprojekt ÖZW-SHS 02OE396 Ökologischer Gesamtzuchtwert Schwäbisch-Hällisches Schwein. Züchtervereinigung Schwäbisch-Hällisches Schwein e.V., Herrmannsdorf/Wolpertshausen, 1-42.

Bünger B, Zacharias B, Schrade H (2017): Wann fressen Mastschweine, wenn sie können, wie sie wollen? In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, KTBL (Hrsg.), DVG-Tagung: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2017. KTBL-Schrift 513: 236–247.

Čandek-Potokar M, Žlender B, Lefaucheur L, Bonneau M (1998): Effects of age and/or weight at slaughter on longissimus dorsi muscle: Biochemical traits and sensory quality in pigs. Meat Sci 48(3): 287-300.

Day JEL, Kyriazakis I, Lawrence AB (1995): The effect of food deprivation on the expression of foraging and exploratory behaviour in the growing pig. Appl. Anim. Behav. Sci. 42: 193–206

Dingler R (2017): Ergebnis der Nachkommenprüfung 2016 - German Piétrains legen weiter zu. Landesanstalt für Schweinezucht - Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg, Boxberg, 1-4.

Eisenreich R, Dodenhoff J, Gerstner K, Dahinten G, Lindner JP (2019): Jahresbericht 2018 über Leistungsprüfungen und Zuchtwertschätzung beim Schwein in Bayern. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan.

Fernandez X, Monin G, Talmant A, Mourot J, Lebret B (1999): Influence of intramuscular fat content on the quality of pig meat - 2. Consumer acceptability of m. longissimus lumborum. Meat Sci 53(1): 67-72.

Flegler J, Beinlich B, van Rhemen K, Köstermeyer H, Hill BT, Beck LA (2005): Untersuchungen zur Raum-Zeit-Nutzung, Tagesaktivität und Nahrungswahl extensiv gehaltener Weideschweine. In: Neugebauer KR, Beinlich B, Poschlod P (Hrsg.), Schweine in der Landschaftspflege – Geschichte, Ökologie, Praxis. NNA-Berichte. 18. Jg., Heft 2. Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, 58–67.

Gareis M, Oberländer S, Zipplies J, Reese S, Schade B, Böhm B, Schwaiger K (2016): Prävalenz von Hilfsschleimbeuteln (Bursae auxiliares) und Klauenverletzungen bei Mastschweinen zum Schlachtzeitpunkt - Ergebnisse einer Studie an vier Schlachthöfen. Berl Munch Tierarztl Wochenschr 129: 428-436.

Gemeinsame Bekanntmachung (2016): Gemeinsame Bekanntmachung der Bayerischen Staatsministerien des Innern, für Bau und Verkehr und für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten über das Bauen im Rahmen land- und forstwirtschaftlicher Betriebe vom 20. Dezember 2016 (AllMBl. 2017 S. 5).
Im Internet verfügbar unter:
https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayVV_2130_0_I_1216
(aufgerufen am 3.9.2019)

Grauvogl A, Pirkelmann H, Rosenberger G, von Zerboni di Sposetti H-N (1997): Artgemäße und rentable Nutztierhaltung: Rinder, Schweine, Pferde, Geflügel. BLV Verlagsgesellschaft mbH, München-Wien-Zürich.

Haupt W, Nickel E-A, Erbendruth W, Jacob H (1978): Mehrjährige Erhebungen über den Endoparasitenbefall bei Schlachtschweinen aus einer Waldmastanlage im Bezirk Leipzig. Monatsh Veterinarmed 33: 912-914.

Henning M, Baulain U (2006): Physiologische Grundlagen, Wachstum, Schlachtkörperzusammensetzung sowie Fleisch- und Fettqualität. In: Brade W, Flachowsky G (Hrsg.), Schweinezucht und Schweinefleischerzeugung - Empfehlungen für die Praxis. Landbauforschung Völkenrode, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig, Sonderheft 230: 6-7.

Hergt T, Ostner F, Klein S, Zöls S, Erhard M, Reese S, Ritzmann M, Patzkéwitsch D (2018): Technopathien der Gliedmaßen bei Mastschweinen: Ursachen, Entstehung und Tierschutzrelevanz - Versuchsphase 2. Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere 46: 368-377.

Heylen K (1999): Variation von anatomisch-physiologischen Merkmalen sowie Merkmalen der Fleischqualität im M. longissimus thoracis et lumborum des Schweines unter besonderer Berücksichtigung des intramuskulären Fettgehaltes. Halle/Saale, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Landw. Fak., Diss.

Hörning B, Tober O, Trieschmann M (2011): Freilandschweinehaltung. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, KTBL (Hrsg.), KTBL Fachartikel. KTBL, Darmstadt.

Huss H-H, Stimm B, Mosandl R (2010): BMELV - BLE - Projekt 05BM014 Eichelmast mit Schweinen – Abschlussbericht. Eichelschwein GmbH/ Lehrstuhl für Waldbau TU München, Freising.

Huss H-H, Stimm B, Mosandl R (2011): Mit Eicheln gemästete Schweine schmecken besonders gut. In: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (Hrsg.), Tagungsband Informationstage Biologische Vielfalt 2010. Bonn, 47-60.

Jedicke E (2013): Waldweide und Naturschutz - historische Vorbilder, aktuelle Ziele und Umsetzbarkeit. In: Nationalparkstiftung Unteres Odertal (Hrsg.), Nationalpark-Jahrbuch Unteres Odertal. Criewen – Schwedt, Band 10: 43-52.

Kellner O, Becker M (1971): Universal-Futterwerttabellen. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.

Keuling O (2007): Sauen als Beutegreifer – Welchen direkten Einfluss kann Schwarzwild auf andere Tierarten ausüben? In: Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (Hrsg.), 13. Österreichische Jägertagung (13–14 Feb 2007, Aigen/Enstal, Austria), conference papers, 45–50.

KrA GR 483/69 in: Köstler, J. (1934). Geschichte des Waldes in Altbayern (Vol. 7). C.H. Beck`sche Verlagsbuchhandlung, München.

Lebedewa LS (1956): Ökologische Besonderheiten des Schwarzwildes im Urwald von Belowesh (in Russian). Mosk. gor. ped. inta im. N. P. Potemkina (in Russian) 61: 105–271. [zitiert in: Briedermann, L., Stöcker, B. 2009. Schwarzwild. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG, Stuttgart, Germany]

Lexer D, Baumgartner J, Troxler J (2001): Einfluss von Gruppengröße und Gruppenzusammensetzung auf die Tagesperiodik des Verhaltens von Absetzferkeln. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, KTBL und Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft (Hrsg.), Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2000. KTBL und Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft, Freiburg/Breisgau, 46–53.

Littmann E, Götz K-U, Wittmann W, Dodenhoff J, Nibler T, Reinhardt D, Weiß J, Sprengel D (2008): Schweinemastversuch mit bayerischen und dänischen Ferkelherkünften, ergänzt durch eine Auswertung von Leistungen aus bayerischen Ringbetrieben. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan.

Looser J (2006): Marmorierung (IMF) - ein wesentlicher Einflussfaktor auf den Genusswert des Fleisches. Landesanstalt für Schweinezucht, Forchheim. Im Internet verfügbar unter: http://www.lsz-bw.de/pb/site/pbs-bw-new/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/lsz/pdf/i/IMF-06%5B1%5D.pdf?attachment=true (zuletzt aufgerufen am 21.3.2020).

Lüdeke E (2005): Schweinehaltung in der Dehesa (Spanien). In: Neugebauer KR, Beinlich B, Poschlod P (Hrsg.), Schweine in der Landschaftspflege - Geschichte, Ökologie, Praxis - NNA-Berichte. 18. Jg., Heft 2. Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, 19-24.

Martin P, Bateson P (2007): Recording methods. In: Martin P, Bateson P (Hrsg.), Measuring Behaviour – An Introductory Guide. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 48–61.

Meynhardt H (2013): Schwarzwild-Report – Mein Leben unter Wildschweinen. Eugen Ulmer KG/Neumann Verlag, Stuttgart/Radebeul, Germany.

Mörlein D (2007): Zerstörungsfreie Bestimmung des intramuskulären Fettgehaltes (IMF) im Kotelett von Schweinen mittels Ultraschall. Züchtungskunde 79(2): 81-91.

Müller S, Bauer T, Heinze A, Müller J, Rau K (2014): Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Schweinemast. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena.

Ostner F, Hergt T, Klein S, Patzkéwitsch D, Reese S, Brühschwein A, Meyer-Lindenberg A, Schade B, Böhm B, Eisenreich R, Rostalski A, Götz K-U, Erhard M, Ritzmann M, Zöls S (2018): Technopathien der Gliedmaßen bei Mastschweinen: Ursachen, Entstehung, Tierschutzrelevanz – Versuchsphase 1. Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere 46 (05): 307-315.

Plonait H (2004): Einfluss der Haltungsbedingungen auf das Krankheitsgeschehen. In: Waldmann K-H, Wendt M (Hrsg.), Lehrbuch der Schweinekrankheiten. 4. Aufl. Parey Verlag, Stuttgart, 11-30.

Pulkrábek J, Wolf J, Vališ L, Vítek M, Höreth R (2004): Vergleich verschiedener Methoden zur Bestimmung des Muskelfleischanteils im Schlachtkörper des Schweins. Züchtungskunde (76): 6-17.

QS-Leitfaden (2019): Leitfaden Befunddaten in der Schweineschlachtung. QS Qualität und Sicherheit GmbH, Bonn.

Radioaktivität (2018): Radioaktivitätsuntersuchung von Wildpilzen und Wildschweinfleisch – Untersuchungsergebnisse 2018. Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, Erlangen. Im Internet verfügbar unter: https://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/chemie/kontaminanten/radioaktivitaet/ue_2018_radioaktivitaet.htm (zuletzt aufgerufen am 24.9.2019).

Rodríguez-Estévez V, García A, Peña F, Gómez AG (2009): Foraging of Iberian fattening pigs grazing natural pasture in the dehesa. Livest. Sci. 120: 135–143.

Rodríguez-Estévez V, Sánchez-Rodríguez M, Arce C, García A, Perea JM, Gómez-Castro GA (2012): Consumption of Acorns by Finishing Iberian Pigs and Their Function in the Conservation of the Dehesa Agroecosystem. In: Leckson Kaonga M (Hrsg.), Agroforestry for Biodiversity and Ecosystem Services - Science and Practice. InTech, Rijeka, 1-22.

Roepstorff A, Murrell KD (1997): Transmission dynamics of helminth parasites of pigs on continuous pasture: Ascaris suum and Trichuris suis. Int J Parasitol 27(5): 563-572.

Roepstorff A, Murrell KD, Boes J, Petkevičius S (2001): Ecological influences on transmission rates of Ascaris suum to pigs on pastures. Vet Parasitol 101(2): 143-153.

Roth FX (2011): Schweinefütterung. In: Kirchgeßner M(Hrsg.), Kirchgeßner Tierernährung - Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. 13. Aufl. DLG-Verlag GmbH, Frankfurt am Main, 237–348.

Sambraus HH (1986): Sauenhaltung - tier- und leistungsgerecht. In : Sambraus HH, Boehnke E (Hrsg.), Ökologische Tierhaltung - Theoretische und praktische Grundlagen für die biologische Landwirtschaft. C.F. Müller, Karlsruhe, 53: 167-185

Sambraus HH (2001): Atlas der Nutztierrassen – 250 Rassen in Wort und Bild. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, Germany.

Schumacher A, Farke A, Sundrum A (nach 2003): Leitfaden für die praktische Umsetzung einer Freilandhaltung von Mastschweinen BLE-Projekt 02 OE 449. Universität Kassel, Kassel.
Im Internet verfügbar unter: http://www.zds-bonn.de/services/files/gesetzevo/leitfaden_
(zuletzt aufgerufen am 21.3.2020).

Schweinehaltungshygieneverordnung (SchHaltHygV) (2014): Schweinehaltungshygieneverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. April 2014 (BGBl. I S. 326), die zuletzt durch Artikel 134 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S. 626) geändert worden ist. Im Internet verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/schhalthygv/SchHaltHygV.pdf (zuletzt aufgerufen am 21.3.2020)

Schweineschlachtkörper-Handelsklassenverordnung (1986): Schweineschlachtkörper-Handelsklassenverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 16. August 1990 (BGBl. I S. 1809), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 4. Januar 2019 (BGBl. I S. 2) geändert worden ist. Im Internet verfügbar unter: http://www.gesetze-im-internet.de/hdlklschwv_1986/SchwHKlV.pdf (zuletzt aufgerufen am 21.03.2020).

Sonnefeld P (1977): Ergebnisse der Waldmasthaltung von Schweinen. Monatsh Veterinarmed 32: 81-84.

Stäbler R, Patzkéwitsch D, Reese S, Erhard M, Hartmannsgruber S (2020). Alternatives Haltungssystem von Mastschweinen im Wald – Beurteilung von Tiergesundheit und Schlachtkörperqualität. Berl Münch Tierärztl Wochenschr, 2020, DOI 10.2376/1439-0299-2020-11

Stangl G (2011): Energiebedarf des Tieres. In: Kirchgeßner M (Hrsg.), Kirchgeßner Tierernährung - Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. 13. Aufl. DLG-Verlag GmbH, Frankfurt am Main, 158-160.

Stimm B, Huss HH, Mosandl RM (2017): Schweinemast im Eichenwald – Untersuchungen zur Eichelproduktion in einem ehemaligen und heute beweideten Mittelwald. Forstarchiv 88: 59–66.

Stolba A (1986): Ansatz zur artgerechten Schweinehaltung – Der „möblierte Familienstall". In: Sambraus HH, Boehncke E (Hrsg), Ökologische Tierhaltung – Theoretische und praktische Grundlagen für die biologische Landwirtschaft. C.F. Müller, Karlsruhe, Germany, 148–166.

Stolba A, Wood-Gush DGM (1989): The behaviour of pigs in a semi-natural environment. Anim. Prod. 48: 419–425.

Stuber M, Bürgi M (2001): Agrarische Waldnutzungen in der Schweiz 1800-1950. Waldweide, Waldheu, Nadel- und Laubfutter. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 152(12): 490-508.

Studnitz M, Jensen KH, Jørgensen E, Jensen KK (2003): The effect of nose ringing on exploratory behaviour in gilts. Anim. Welf. 12: 109–118.

Studnitz M, Jensen MB, Pedersen LJ (2007): Why do pigs root and what will they root? A review on the exploratory behaviour of pigs in relation to environmental enrichment. Appl. Anim. Behav. Sci. 107: 183-197.

Stupka R, Čítek J, Šprysl M, Okrouhlá M, Kureš D, Líkař K (2008): Effect of weight and sex on intramuskular fat amounts in relation to the formation of seleced carcass cuts in pigs. Czech J Anim Sci 53(12): 506-514.

Teillaud P (1986): Strategies alimentaires et statut social chez le sanglier en captivité. Behav. Processes 12: 327–347.

Tierschutzgesetz (2006): Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1206, 1313), das zuletzt durch Artikel 101 des Gesetzes vom 20. November 2019 (BGBl. I S. 1626) geändert worden ist.
Im Internet verfügbar unter:
https://www.gesetze-im-internet.de/tierschg/BJNR012770972.html
(zuletzt aufgerufen am 14.3. 2020).

Thies K, Hartung J, Waldmann K-H (2005): Seuchenprophylaxe und Tiergesundheit bei einer extensiven Schweinefreilandhaltung - Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt. In: Neugebauer KR, Beinlich B, Poschlod P (Hrsg.), Schweine in der Landschaftspflege - Geschichte, Ökologie, Praxis - NNA-Berichte. 18. Jg., Heft 2. Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, 68-76.

Tober O (2005): Untersuchungen an zwei Sauengrundlagen eines ökologischen Praxisbetriebs. In: Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) 4. Internationale Tagung Ökologische Schweinehaltung - Nische oder Wegweiser? (Petersberg bei München). Braunschweig, 10-15.

Verordnung (EG) Nr. 733/2008 (2008): VERORDNUNG (EG) Nr. 733/2008 DES RATES vom 15. Juli 2008 über die Einfuhrbedingungen für landwirtschaftliche Erzeugnisse mit Ursprung in Drittländern nach dem Unfall im Kernkraftwerk Tschernobyl.
Im Internet verfügbar unter:
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R0733&from=DE
(zuletzt aufgerufen am 24.9.2019).

Vilagosi J (2005): Fallbeispiel: Die Beweidung von Feuchtgebieten mit Wollschweinen - erste Erfahrungen aus dem Kis-Jusztus-Sumpf im Nationalpark Hortobagy (Ungarn). In: Neugebauer KR, Beinlich B, Poschlod P (Hrsg.), Schweine in der Landschaftspflege - Geschichte, Ökologie, Praxis - NNA-Berichte. 18. Jg., Heft 2. Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, 32-38.

Whatson TS (1985): Development of eliminative behaviour in piglets Applied Animal Behaviour Science, 14: 365-377.

Welfare Quality® (2009): Welfare Quality® assessment protocol for pigs (sows and piglets, growing and finishing pigs). Welfare Quality® Consortium, Lelystad, Netherlands.

Wood-Gush DGM, Vestergaard K (1991): The seeking of novelty and its relation to play. Animal Behaviour, 42(4): 599-606.
doi:https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80243-X

Zahn A (2014): Beweidung mit Schweinen. In: Burkart-Aicher B et al. (Hrsg.), Beweidung im Naturschutz (Online-Handbuch). Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL), Laufen, Kap. 7.1.
Im Internet verfügbar unter:
https://www.anl.bayern.de/fachinformationen/beweidung/handbuchinhalt.htm
(zuletzt aufgerufen am 21.3.2020)

XI. ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS

1. Abbildungen und Tabellen aus den Kapiteln III. und VI.

Abb. I: Überblick über alle im Rahmen des Waldschweinprojektes an den beiden Waldstandorten (Standort 1 und Standort 2) durchgeführten Datenerhebungen. Grafik: R. Stäbler S. 11

Abb. II: Traktlinie: Schematische Anordnung der vier, jeweils 1 m² großen Quadranten Q 1 bis Q 4 (im Bild orange eingezeichnet) um einen Untersuchungsbaum (weiß markiert); Verlauf der Traktlinie T (blau eingezeichnet) – die weiteren Bäume stehen links und rechts außerhalb des Bildes. Grafik: R. Stäbler S. 14

Tab. I: Notenskala Rindenschäden, Bewühlungsgrad des Bodens und Einfluss der Wühltätigkeit auf die Baumentwicklung S. 15

Abb. III: Kameraauswertung Badeaktionen im Tränketrog. Grafik: S. Reese und R. Stäbler S. 73

Abb. IV: Verteilung der gesetzlich festgelegten Handelsklassen bei Stallschweinen (n=60) und Waldschweinen (n=38) in Prozent der geschlachteten Tiere. Dabei ist S die beste Handelsklasse. Grafik: S. Reese S. 79

Abb. V: Mehrmalige Belegung einer Waldfläche - Standort 1 (T1 und T2 zusammengefasst): Entwicklung der bewühlten Bodenfläche während des Hauptversuchs (zweite bzw. in Teilflächen dritte Belegung einer Waldfläche) im Laufe der Waldmastsaison 2018 (Erhebung 0 nach Ende Vorversuch, Erhebung 1 zur Einstallung, Erhebung 2 Mitte der Mast, Erhebung 3 nach Abschluss der Mast). Grafik: S. Reese und R. Stäbler S. 81

Abb. VI: Erstmalige Belegung einer Waldfläche - Standort 2 (T1 und T2 zusammengefasst): Entwicklung der bewühlten Bodenfläche während des Hauptversuchs im Laufe der Waldmastsaison 2018 (Erhebung 1 zur Einstallung, Erhebung 2 Mitte der Mast, Erhebung 3 nach Abschluss der Mast). Grafik: S. Reese und R. Stäbler S. 82

Abb. VII: Probefällung einer Tanne nach 4 Jahren Schweineweide (oranger Ring: Durchmesser vor Beginn Beweidung, blaue Striche: Jahresringe seit Beweidungsbeginn; Bewühlungsgrad des Bodens durchgehend Note 3; Standort in Hauptweg der Schweine); deutlich erkennbar: keine Beeinträchtigung des Zuwachses und keine Anzeichen von Fäulnis. Grafik: R. Stäbler S. 83

2. Abbildungen und Tabellen aus Manuskript (Kapitel IV.) und Pulikation (Kapitel V.)

2.1. Abbildungen und Tabellen in Kapitel IV.

Fig. 1: Schematic overview of the experimental procedure: time points of data collection regarding the behavior of domestic pigs in free-range forest enclosures during the fattening season 2018/19; at each site, direct observations (D1 to D8) were done on eight direct-observation-days and camera observations (C1 to C14) on 14 camera-observation-days S. 22

Table 1: Ethogram for focus pig observation (focal sampling) and scan sampling S. 24

Fig. 2: Measurements of **(A)** temperature and **(B)** relative humidity in free-range forest enclosures on eight direct-observation-days from June/July 2018 to January 2019; summarized for two sites; box plot showing the median (thick line), the upper and lower quartiles (box), the 95th percentile (whiskers) and outliers (empty circles) S. 29

Fig. 3: Number of drinking acts at the water trough (dashed line) and number of pigs at the feeding place (solid line) throughout a 24-hour day in free-range forest enclosures; summarized as mean values for 14 camera-observation-days (from June/July 2018 to January 2019) at two sites S. 31

Fig. 4: Typical times of presence and numbers of visible pigs at the feeding place during a 24-hour day in **(A and B)** summer (July/August), shown for camera-observation-day 3 at **(A)** site 1 and **(B)** site 2, and in **(C and D)** winter (November), shown for camera-observation-day 11 at **(C)** site 1 and **(D)** site 2 S. 32

Fig. 5: Behavior patterns shown by domestic fattening pigs in free-range forest enclosures; summarized as percentages of the total direct-observation-time (of eight direct-observation-days from June/July 2018 to January 2019) at two sites S. 33

Fig. 6: Rooting behavior of domestic pigs in pannage throughout the day, evaluated for 2-hour observation intervals at two sites (i.e., 4 hours of observation) per daytime (morning, midday, evening) and depicted as **(A)** the number of rooting acts and **(B)** the total time spent rooting; data basis: summarized observations of focus pigs on eight direct-observation-days at two sites (i.e., 32 hours of observation and 16 pigs per daytime); box plots showing the median (thick line), upper and lower quartiles (box), the 95th percentile (whiskers) and outliers (empty circles) S. 34

2.2. Abbildungen und Tabellen in Kapitel V.

Abb. 1A: Ruhende Schweine (Vordergrund), Waldfläche (Hintergrund) Standort 2 (Foto: Rupert Stäbler) S. 58

Abb. 1B: Futterplatz mit Trockenfutterautomaten für Kraftfutter und Boden-Vorlage frischen Kleegrases; im Hintergrund Umkleidehütte und Einrichtungen der Hygieneschleuse an Standort 2 (Foto: Rupert Stäbler) S. 58

Tab. 1: Zusammensetzung des durchgehend verwendeten Kraftfutters (Alleinfutter für Mastschweine >50 kg) laut Deklaration Kraftfutterwerk S. 59

Abb. 2: Überblicksschema Versuchsablauf Waldschweine – Anordnung der Datenerhebungen (Grafik: Rupert Stäbler) S. 59

Abb. 3: Boniturschema Klauenzustand am Schlachthof (modifiziert nach Ostner et al. 2018) S. 60

Tab. 2: Gewichtsentwicklung und tägliche Zunahmen bis zur letzten gemeinsamen Wägung der jeweiligen Gruppe und Gewichtsentwicklung und Futterverbrauch bis zum Ende der Mast S. 61

Abb. 4: Durchschnittliches Lebendgewicht der Schweine zu den Wägungen (jeweils n=20) an den beiden Standorten 1 (durchgezogene Linie) und Standort 2 (gestrichelte Linie) sowie jeweils der Beginn der Entnahme von schweren Tieren zur Schlachtung (senkrechte Linien); ab diesem Zeitpunkt reduzierte Anzahl Tiere bei den Wägungen (Grafik: Sven Reese, Rupert Stäbler) S. 61

Abb. 5: Abhängigkeit des intramuskulären Fettgehaltes von Geschlecht und Lebendgewicht bei der Schlachtung (Grafik: Sven Reese) S. 62

Tab. 3: Mittelwerte der Schlachtdaten (± Standardabweichung; Anzahl n der zu Grunde liegenden Datenpunkte) aufgeteilt nach Geschlecht männlich (kastriert) und weiblich S. 62

Tab. 4: Korrelationsanalyse nach Pearson – Zusammenhang zwischen Lebend- und Schlachtgewicht und ausgewählten Parametern der Schlachtung S. 63

Tab. 5: Einteilung der Handelsklassen für Schweineschlachtkörper gemäß Anlage 1 (zu § 1, § 2 Absatz 1 und § 4 Absatz 1), Schweineschlachtkörper-Handelsklassenverordnung (1986) S. 63

Abb. 6:

A: Klauen Hinten Links, tiefe Veränderung (tiefer Riss, Einblutung sichtbar)

B: Klauen Hinten Links, ohne besonderen Befund (Fotos: Rupert Stäbler) S. 63

Tab. 6: Organbefunde bei der Schlachtung von 38 Waldschweinen; Einstufung der Organbefunde angelehnt an die QS Benotung (QS Leitfaden 2019), Angabe in Prozent S. 64

Tab. 7: Klauenbefunde bei der Schlachtung; Einstufung des Klauenzustandes bei 40 Tieren anhand einer Klauenskala, Angabe in Prozent S. 64

XII. DANKSAGUNG

Mein erster Dank gebührt Herrn Prof. Dr. Dr. Michael Erhard für die Annahme meines Wunschthemas, nämlich der hier vorgelegten Untersuchung der Waldschweinehaltung. Vielen Dank für den Vertrauensvorschuss, den Sie mir entgegengebracht haben, als ich mich bei Ihnen als Absolvent einer anderen Fakultät und Universität mit meinem (etwas kuriosen) Wunschthema vorgestellt habe! Vielen Dank auch für die immer vertrauensvolle Zusammenarbeit!

Ganz besonderer Dank gilt Frau Dr. Sandrina Hartmannsgruber, die federführend die wissenschaftliche Betreuung des Waldschweinprojektes inne hatte. Nur dank Dir, Sandrina, konnte das Projekt so reibungslos und nahezu ohne Fehler in der Ausführung durchgeführt werden! Du hast immer schon vorab alle Steine aus dem Weg geräumt, bevor ich darüber stolpern konnte. Ich möchte mich sehr für die immer – und auch wenn wir zusammen bei 35 ° C in praller Sonne die Schweine gewogen haben – freundschaftliche, vertrauensvolle und fürsorgliche Zusammenarbeit bedanken! Darüber schätze ich es sehr, dass Du mein Projekt auch nach Beendigung Deiner Tätigkeit am Institut in deiner Freizeit zu Ende geführt hast und immer für meine Anliegen zur Verfügung gestanden bist.

Großer Dank gilt Herrn Dr. Dorian Patzkéwitsch für die vielen hilfreichen Tipps und die grundlegende Weichenstellung bei der Anordnung der durchzuführenden Untersuchungen. Danke Dir, Dorian, für alle Anstöße, die Du gegeben hast und so maßgeblich mit zum Gelingen des Waldschweinprojektes beigetragen hast. Danke, dass Du auch nach Beendigung Deiner Tätigkeit am Institut weiterhin in Deiner Freizeit für Korrekturen der Texte und Fragen zur Verfügung gestanden bist!

Bedanken möchte ich mich auch sehr bei Herrn PD Dr. Sven Reese vom Institut für Anatomie, Histologie und Embryologie der LMU für die Durchführung der gesamten statistischen Auswertungen des Waldschweinprojektes und die Geduld bei den vielen Auswertungsterminen. Erst diese umfangreichen Auswertungen und die Erstellung vieler Grafiken ermöglichten die Darstellung klar definierter Ergebnisse!

Großer Dank gebührt auch den Herrmannsdorfer Landwerkstätten Glonn GmbH & Co. KG, Glonn, für die gute Zusammenarbeit. Insbesondere bedanke ich mich bei Familie Schweisfurth für die partnerschaftliche Zusammenarbeit und die garantierte Abnahme aller Schweine des Waldschweinversuchs. Genauso aber gilt Herrn Dr. Victor als Fleisch beschauendem Tierarzt und allen Mitarbeitern des betriebseigenen Schlachthofs Dank für ihre Geduld in jeder Hinsicht und die jederzeit gewährte Unterstützung bei der Datenerhebung.

Bedanken möchte ich mich bei den Mitarbeitern des Lehrstuhls, die mit Rat und Tat bei diesem Projekt mitgeholfen haben und auch bei den vielen Praktikantinnen und Praktikanten, die bei den Datenerhebungen mitgewirkt haben.

Abschließend möchte ich mich auch bei meinen Eltern bedanken: Nur durch eure immer währende, unermüdliche Unterstützung, sei es beim Aufbau der gesamten Anlagen, sei es bei der Versorgung der Schweine oder auch beim Wiegen oder dem Transport zum Schlachthof konnte das Waldschweinprojekt in dieser Art durchgeführt werden. Ohne Euch wäre das nicht möglich gewesen! Vielen Dank dafür, dass Ihr mich immer auf meinem Weg bestärkt habt, auch wenn es immer wieder Durststrecken und ungewisse Zeiten gabe.

Für die finanzielle Unterstützung für die Ausstattung mit Versuchsmaterialien wie Kameras, Waagen und dem vielen notwendigen Kleinmaterial möchte ich mich bei der Internationalen Gesellschaft für Nutztierhaltung (IGN), Bern bzw. der Felix-Wankel-Stiftung bedanken.