

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft

Integration ethologischer und funktioneller Merkmale in Zuchtprogramme für die Sau von morgen

Integration of ethological and functional traits in breeding programs for tomorrow's sow

FKZ: 15NA022, 15NA082, 15NA083 und 15NA084

Gesamtkoordination des Verbundvorhabens:

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover (ITTN)

Bischofsholer Damm 15, 30175 Hannover

Tel.: +49 511 856 8951

Fax: +49 511 856 8998

E-Mail: nicole.kemper@tiho-hannover.de

Internet: <https://www.tiho-hannover.de>

Autoren:

Kecman, J.; Voß, B; Kemper, N.

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft.

Die inhaltliche Verantwortung für den vorliegenden Abschlussbericht inkl. aller erarbeiteten Ergebnisse und der daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen liegt beim Autor / der Autorin / dem Autorenteam. Bis zum formellen Abschluss des Projektes in der Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft können sich noch Änderungen ergeben.



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Die Projektträgerschaft erfolgte über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN).

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

I. Schlussbericht

FreeSow: Integration ethologischer und funktioneller Merkmale in Zuchtprogramme für die Sau von morgen

Autoren: J. Kecman, B. Voß und N. Kemper

Zuwendungsempfänger: Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover,
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg,
BHZP GmbH,
Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Förderkennzeichen: FKZ 15NA022, FKZ 15NA082, FKZ 15NA083,
FKZ 15NA084

Laufzeit des Vorhabens: 01.06.2016 bis 30.11.2019

Koordination: Prof. Dr. Nicole Kemper
Institut für Tierhygiene, Tierschutz und
Nutztierethologie (ITTN)
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Bischofsholer Damm 15
30175 Hannover



Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	2
1.1 Gegenstand und Aufgaben	2
1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts	3
1.3 Planung und Ablauf des Projekts	4
2. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	6
3. Material und Methoden	9
3.1 Charakterisierung des Sauenverhaltens (AP1)	10
3.2 Merkmale der Tiergesundheit (AP2)	12
3.3 Merkmale des Wohlergehens (AP3)	14
3.4 Validierung im ökologischen Betrieb (AP4)	17
3.5 Genotypisierung und statistische Analyse von möglichen Korrelationen zwischen den erfassten Merkmalen (AP5)	21
3.6 Verhaltensmerkmale (AP6)	22
4. Erzielte Ergebnisse	23
4.1 Merkmale der Tiergesundheit (AP2)	23
4.2 Merkmale des Wohlergehens (AP3)	24
4.3 Datenerhebung im ökologischen Betrieb (AP4)	29
4.4 Analyse von Genomdaten (AP5)	32
4.5 Analyse möglicher Korrelationen und Integration von Verhaltensmerkmalen in der Zucht (AP5, AP6)	33
5. Diskussion der Ergebnisse	38
5.1 Merkmale der Körperkondition	38
5.2 Verhaltensmerkmale	38
6. Angaben zum voraussichtlichen Nutzen der Ergebnisse	39
7. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen	41
8. Zusammenfassung	42
9. Literaturverzeichnis	43
10. Veröffentlichungen	46

1. Einführung

1.1 Gegenstand und Aufgaben

Das Projekt „FreeSow: Integration ethologischer und funktioneller Merkmale in Zuchtprogramme für die Sau von morgen“ hatte zur Aufgabe, folgende übergeordnete Fragestellung zu beantworten:

- Welche Eigenschaften muss die Sau von morgen, welche in offenen Abferkelbuchten ohne dauerhafte Fixierung* gehalten wird, besitzen, damit sie - und auch ihre Ferkel - größtmögliche Tiergesundheit und höchstmögliches Wohlergehen ohne Leistungsbeeinträchtigungen in diesen Systemen erfahren?

Im Einzelnen galt es, folgende Fragen zu klären:

- Welche Parameter kennzeichnen ein Sauverhalten in Freilauf-/Bewegungsbuchten, welches eine höchstmögliche Mütterlichkeit und Aufmerksamkeit gegenüber den Ferkeln gewährleistet?
- Welche Sau-Eigenschaften ermöglichen die möglichst stressfreie und sichere Durchführung der nötigen Mensch-Tier-Interaktionen? Hierbei ist zu betonen, dass alle Arbeiten direkt in der Abferkelbucht für den Menschen ein erhöhtes Risiko bei der Betreuung der Tiere darstellen. Die Muttersau ist – anders als in Haltungen mit Ferkelschutzkörben – nicht fixiert und die betreuende Person steht im direkten Einwirkungsbereich der Sau. Hier gilt es Sauen zu selektieren, die trotz eines guten Schutzinstinktes für ihre Ferkel die Interventionen des Menschen tolerieren. Arbeiten wie das tägliche Entmisten der Bucht, die Tierkontrolle, das Säubern der Tröge, Behandlungen der Sau oder das Fangen der Ferkel sind hier im Besonderen zu nennen.
- Welche Verhaltenstests können diese erforderlichen Eigenschaften charakterisieren?
- Wie kann von züchterischer Seite eine höchstmögliche Tiergesundheit in Freilauf-/Bewegungsbuchten realisiert werden?
- Kann die Futtermittelaufnahme der Sau in Freilauf-/Bewegungsbuchten während der Laktation beeinflusst und durch eine verbesserte Futtereffizienz sowohl das Wohlergehen der eigenen Ferkel verbessert als auch den gestiegenen Anforderungen an die Energieversorgung der Sau Rechnung getragen werden?
- Sind die entwickelten Verhaltens-, Gesundheits- und Wohlergehensmerkmale genetisch determiniert?

* d.h. in Freilaufbuchten ohne Fixierung oder in Bewegungsbuchten mit zeitweiser Fixierung

- Lassen sich diese Parameter in die Zucht integrieren, um eine robuste Sau zu züchten, die in freien Haltungssystemen gut zurechtkommt?

Um diese Fragen zu beantworten, arbeiteten die Projektpartner Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover (TiHo), Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU), BHZP GmbH (BHZP) und Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LWK) eng zusammen.

1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts

Das vorrangige Ziel des Forschungsvorhabens war die Charakterisierung von Eigenschaften von Sauen bezüglich deren Eignung für freiere Abferkelsysteme und deren Integration als funktionale Merkmale in Zuchtprogramme. Dabei sollten insbesondere Verhaltensmerkmale wie Mütterlichkeit, Ferkelfürsorge und ein ruhiges, doch aufmerksames Wesen, aber auch eine gewisse Toleranz gegenüber humanen Kontakten berücksichtigt werden. Es gilt, Aggressivität gegenüber Artgenossen und Betreuern zu minimieren. Seitens der Tiergesundheit spielen vor allem die Fundamentgesundheit im freieren System sowie die Gesäugegesundheit eine Rolle. Neben den Ansprüchen der Sau müssen auch die Anforderungen der Ferkel berücksichtigt werden. Daher standen auch Merkmale, die das Wohl und Überleben der Ferkel verbessern, im Fokus dieses Forschungsvorhabens. Ein weiterer Schwerpunkt wurde auf die Futteraufnahme der Sauen gelegt. Erhöhte Nährstoffanforderungsprofile und sinkende Körperfettreserven der Sauen bei gleichzeitig gesteigerter Milchproduktion stellen ein zunehmendes Problem für laktierende Sauen dar (Eissen et al., 2000). Merkmale der Futteraufnahme und -verwertung sollten als potenzielle Selektionsmerkmale helfen, Energiedefizite zu schließen und somit das physische Wohlergehen der Sauen zu verbessern.

Zusammengefasst umfassten die Ziele des geplanten Forschungsvorhabens folgende Punkte:

1. Entwicklung und Überprüfung von in die Praxis umsetzbaren Bewertungsparametern des Verhaltens von Sauen und Ferkeln in Freilauf-/Bewegungsbuchten.
2. Entwicklung von Parametern zur Beurteilung der Gesundheit, v.a. der Gesäugegesundheit und Milchleistung, für die Sicherstellung einer adäquaten Versorgung der Ferkel mit Nahrung bei der Muttersau während der Laktation in Freilauf-/Bewegungsbuchten.

3. Entwicklung von Parametern, die das physische Wohlergehen von Sauen in Freilauf-/Bewegungsbuchten charakterisieren. Hierzu zählen Merkmale wie die Futteraufnahme in der Abferkelung, die Wasseraufnahme, Ausmaß der Gewichtsreduktion während der Laktation sowie Merkmale der Langlebigkeit und Gesundheit.
4. Genotypisierung hinsichtlich der erfassten Parameter aus den drei Bereichen Verhalten, Gesundheit, Wohlergehen.
5. Integration von relevanten Verhaltens-, Gesundheits- und Wohlergehens-Merkmalen von Sauen in Bewegungsbuchten in die Zucht.

Diese Zielsetzungen standen im Einklang mit den Förderzielen der "Bekanntmachung Nr. 11/14/31 zur Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben für den Bereich ‚Entwicklung von Konzepten und Programmen für eine nachhaltige Tierzucht sowie für Vermarktungsstrategien für besonders tiergerecht produzierte Erzeugnisse‘ im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN)", da die Ergebnisse des Vorhabens einen direkten Beitrag zur nachhaltigen Tierzucht leisten.

1.3 Planung und Ablauf des Projekts

Zur Bearbeitung des Projekts wurde der in **Tabelle 1** dargestellte Arbeitsplan, unterteilt in Arbeitspakete (AP), umgesetzt. Die praktischen Datenerhebungen zu AP1 bis AP3 und AP5 fanden auf dem Basiszucht-Betrieb (BZB) Garlitz des BHZP an Sauen der Linie db.01 (BHZP Landrasse) statt. Diese wurden in Reinzucht angepaart, so dass es sich bei den Ferkeln auch um Landrasse-Tiere handelte. Pro Gruppe standen 40 Bewegungsbuchten (2,70 x 2,10 m; Big Dutchman International GmbH, Vechta, Typ „BD-Freilaufbucht“) zur Verfügung. Über den Zeitraum der Datenerhebung von zwei Jahren gingen 37 Durchgänge in die Auswertung ein, so dass auch eine wiederholte Beobachtung einer genügend großen Anzahl an Sauen realisiert werden konnte und eine ausreichende Tierzahl für eine genetische Analyse erreicht wurde.

Die Haltung in Garlitz erfolgte unter konventionellen Bedingungen. Um gesicherte, auch auf die Haltung unter ökologischen Bedingungen übertragbare Ergebnisse zu erlangen, wurden Validierungs-Untersuchungen in einem Betrieb, der die Anforderungen nach Verordnung (EG) Nr. 834/2007 für die Haltung von säugenden Sauen erfüllt, im Anschluss durchgeführt (AP4). Für die Validierung wurde die ökologische Sauenherde

mit 32 Sauenplätzen (BHZP-Sauen) des LBZ Echem (Landwirtschaftliches Bildungszentrum der Landwirtschaftskammer Niedersachsen) herangezogen. Die züchterische Bearbeitung und Integration der erarbeitenden Merkmale erfolgte in AP5 und AP6. Begleitend zu allen AP erfolgte der Wissenstransfer in die Praxis in AP7.

Tabelle 1: Arbeitsplan, unterteilt nach Arbeitspaketen (AP)

Aufgaben
AP1. Charakterisierung des Sauenverhaltens
Entwicklung geeigneter Tests für Sauen in freieren Abferkelsystemen zur Beurteilung von Verhaltenseigenschaften und Aggressionen der Sauen gegenüber Ferkeln und/oder Personen
Videobeobachtung und Analyse der Sau-Ferkel-Interaktion, Liegepositionen etc.
Auswertung und Datenanalyse Videoaufzeichnungen
Beurteilung: Praktische Umsetzbarkeit
Beurteilung: Tauglichkeit für züchterische Berücksichtigung
AP2. Erfassung relevanter Merkmale der Tiergesundheit
Bei der Sau:
<ul style="list-style-type: none"> - Dokumentation der Abgänge, Behandlungen, Leistungsdaten - tägliche Erfassung der Körpertemperatur (3 Tage post partum) - wöchentliche Integumentbonitur - wöchentliche Gesäugebonitur - Cortisolmessungen aus Speichel zu zwei Zeitpunkten während der Laktation (Stichprobe)
Bei den Ferkeln:
<ul style="list-style-type: none"> - Dokumentation der Verluste, Behandlungen - Weiterverfolgung der Leistungsentwicklung in der Aufzucht (Stichprobe)
Unterstützung bei Ferkelwiegungen
Unterstützung bei der Datenerfassung
AP3. Futtermittelnutzung und Wohlergehen
<ul style="list-style-type: none"> - Sauenindividuelle Erfassung der Futtermengen zu jeder Mahlzeit - Implementierung von Datenerfassungsroutine - Body-Condition-Score und Messung der Rückenspeckdicke zu zwei Zeitpunkten - Bewertung der Körpermasseentwicklung durch Wiegen der Sauen beim Einstellen in die Abferkelung, direkt nach der Geburt und zum Ausstallen - Dokumentation des Wasserverbrauchs
AP4. Validierung im ökologischen Betrieb
Bei der Sau:
<ul style="list-style-type: none"> - Dokumentation der Abgänge, Behandlungen, Leistungsdaten - BCS bei Einstellung und Ausstallung
Bei den Ferkeln:
<ul style="list-style-type: none"> - Dokumentation der Verluste, Behandlungen
Töchtergruppen nach Väterzuchtwerten für Verhaltensmerkmale in Bewegungsbuchten
Analyse der Leistungsdaten der Töchtergruppen

AP5. Genotypisierung und statistische Analyse möglicher Korrelationen zwischen den erfassten Parametern

Sammlung von Gewebeproben der Sauen (400 Individuen)

Genotypisierung mittels SNP-Genomweite Assoziierung, Case-Control-Studie (Methode zur Identifikation assoziierter genomischer Bereiche, welche von einer binären Merkmalskodierung ausgeht und mit vergleichsweise wenig, d.h. 50 bis 200 Tieren je Gruppe auskommt)

- Identifikation chromosomaler Abschnitte, welche eine Assoziation mit den erfassten Phänotypen zeigen
 - komparative Genomik: nähere Charakterisierung der gefundenen Assoziationen
-

AP6. Zuchtplanungsrechnungen und Integration von Verhaltensmerkmalen in ein Zuchtprogramm

- Varianzkomponentenschätzung
 - Analyse der genetischen Korrelationen zwischen den einzelnen Merkmalen und zu Leistungsmerkmalen
 - Zuchtplanungsrechnungen für einen ausbalancierten Zuchtwert
-

Einführung in die Routinen der klassischen Selektion

AP 7. Wissens- und Erfahrungstransfer

- Überführung neuer Erkenntnisse in die Praxis über Verbreitungswege der LWK
 - Vermittlung von Erfahrungen der Landwirte/ Praxis zurück in die Agrarforschung
 - Überführung neuer Erkenntnisse in die Praxis über Verbreitungswege des BHZP
 - Vermittlung von Erfahrungen der Landwirte/ Praxis zurück in die Agrarforschung
-

2. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Aktuell wird der Großteil der abferkelnden- und säugenden Sauen in der EU in Ferkelschutzkörben gehalten (EFSA, 2007). Die Einschränkung der Bewegungsfreiheit der Sau zum Schutz der Ferkel ist als nur bedingt tiergerecht zu bewerten (Pedersen et al., 2013). Ein Umdenken in Richtung freierer Haltungssysteme mit mehr Bewegungsmöglichkeiten in der Haltung säugender Sauen – wie sie in der ökologischen Tierhaltung bereits etabliert sind - findet gegenwärtig auch auf breiter Basis statt. Vom Gesetzgeber wird für tragende Sauen die Gruppenhaltung gefordert (EU-Richtlinie 2001/88/EG, TierSchNutzV §30); es ist zu erwarten, dass in Zukunft auch im Abferkelbereich eine dauerhafte Fixierung der Sau nicht mehr zulässig sein wird. Freilauf- und Bewegungsbuchten stellen den nächsten Schritt in Richtung freiere Systeme dar, da diese Haltungssysteme in bestehende Bauhüllen eingebaut bzw. umgerüstet werden kann, die Tiere sich größtenteils oder ständig frei bewegen können und dem natürlichen Bedürfnis der Sauen nach Separation von anderen Schweinen vor der Geburt (Pedersen et al., 2013) Rechnung getragen wird. Allerdings stellt die Umsetzung dieser Haltungsform nicht nur die Tierhalter, sondern auch die Tiere vor neue Herausforderungen. Um in diesem System optimale Gesundheit und Tierwohl bei guten

Leistungen zu erfahren, müssen Sauen Eigenschaften besitzen, die bisher in keinem Zuchtprogramm berücksichtigt werden. In einigen Studien wurden erhöhte Saugferkelverluste in freien Abferkelsystemen ermittelt (z.B. Damm et al., 2005; Nicolaisen et al., 2019; Quendler et al., 2010). Daher gilt es, gerade in freien Abferkelsystemen Sauen von guter Mütterlichkeit und gutem Reaktionsvermögen zu halten. Neben agonistischen Interaktionen in Gruppen stellen auch Handlingmaßnahmen durch den Menschen für das Tier oft vermehrten Stress dar und können zu reduzierten Leistungen führen (Kongsted, 2004; von Borell et al., 2007). Die Reaktion der Tiere in bestimmten Situationen sollte daher mit einer geringstmöglichen Beeinträchtigung des Wohlbefindens sowohl von Sauen als auch von Ferkeln einhergehen, aber auch den reibungslosen und gefahrlosen Umgang mit den Tieren gewährleisten. Neben bestimmten Verhaltensmerkmalen soll den Tieren im Idealfall auch eine bestmögliche Tiergesundheit und ein optimales Wohlergehen ermöglicht werden. Über spezifische Zuchtzielmerkmale für Sauen in freieren Haltungssystemen aus den drei Bereichen Verhalten, Gesundheit und Wohlergehen ist bisher wenig bekannt. Die genaue Merkmalerfassung (Phänotypisierung) ist hierfür unerlässlich.

Die wissenschaftliche, standardisierte Bewertung des Tierverhaltens mittels direkter und indirekter Beobachtungen sowie verschiedener Tests wurde bisher vor allem bei Sauen (Grandinson, 2005; Hellbrügge et al., 2008; Hellbrügge et al., 2009, Voß et al., 2013) und Aufzuchtferkeln (Stukenborg et al., 2012; Turner et al., 2006; von Borstel et al., 2018) durchgeführt. Zur Differenzierung individueller Unterschiede bezüglich Temperament oder Aggressivität existieren bereits einige wissenschaftliche Testverfahren wie Backtest, Resident-Intruder Test oder Feed Competition Test (Hessing et al., 1993; Ruis et al., 2000). Im Rahmen eines BLE-geförderten Projekts wurden Verhaltenstests zur Reduktion von Aggressionen beim Gruppieren vom Antragsteller BHZP bereits in die Zuchtroutinen übernommen (Appel et al., 2013). Auch der Grad der Ängstlichkeit vor dem Menschen zeigt eine geringe, aber züchterisch nutzbare genetische Variation (Rydhmer und Canario, 2009), jedoch ist bisher kein standardisierter Test für die Zuchtroutine vorhanden.

Bezüglich der Tiergesundheit ist bei der laktierenden Sau die Gesäugegesundheit von entscheidender Bedeutung. Studien der Antragsteller zeigen eine Erblichkeit von MMA (Mastitis, Metritis, Agalaktie) von $h^2 = 0,09$ und liegen somit in einem Bereich, der die

züchterische Bearbeitung ermöglicht (Preissler et al. 2012). Zudem wurden für das Merkmal MMA mittels Genotypisierung vielversprechende assoziierte Chromosomenbereiche identifiziert (Preissler et al. 2013). Die Interaktionen zwischen der Milchproduktion, Veränderungen des Körpergewichtes und der Körperzusammensetzung sowie der Futteraufnahme während der Laktation sind komplex, essentiell für das Wohlergehen und bisher nur wenig erforscht (Eissen et al., 2000). Linienunterschiede, sowie mittlere Erblichkeitsgrade aus älteren Studien (z.B. $h^2=0,19$; Van Erp et al., 1998) bieten eine vielversprechende Möglichkeit, das Merkmal züchterisch nutzen zu können. Die Einbeziehung von Merkmalen der Futtermittelverwertung im Sauenbereich bietet die Perspektive, die Ressource Futter bestmöglich einzusetzen. Merkmale der linearen Exterieurbeschreibung sind mit der Langlebigkeit von Sauen (Verbleiberate 3 bzw. 4. Wurf) korreliert (Henne, 2014, mdl. Mitteilung). Die Erblichkeiten in verschiedenen Studien liegen im niedrigen bis mittleren Bereich (Hellbrügge et al., 2007; Luther, 2007), diese sind jedoch für eine züchterische Verbesserung des Fundamentes ausreichend und positiv mit Merkmalen der Osteochondrose-Bonitierung korreliert (Luther, 2007). In einer Studie der Antragsteller (Hellbrügge et al., 2007) zum Einfluss des Fundamentes, der Kondition und der Konstitution von Sauen auf das mütterliche Verhalten und auf die Erdrückungsverluste wurde gezeigt, dass fittere Tiere besser reagieren und geringere Saugferkelverluste aufweisen. Eine Kombination dieser Merkmale könnte die Grundlage für die Zucht einer robusteren Sauenvariante bilden.

Allen genannten genetischen Studien des Verhaltens, der Tiergesundheit und des Wohlergehens ist gemeinsam, dass Erblichkeitswerte geschätzt werden, die einen möglichen züchterischen Erfolg als wahrscheinlich erachten lassen. Gerade für den Komplex des Tierverhaltens ist es aber auch von besonderem Wert, auf der Basis wissenschaftlicher Studien (Genotypisierung) von allerdings begrenzter Tierzahl kausale Gene zu identifizieren, welche züchterisch genutzt werden können. Für das Schwein liegen bislang erst sehr wenige Studien vor, welche sich mit der Genomik des Verhaltens befassen. Insbesondere ist hier die Studie von Murani et al. (2008) zu nennen, in welcher die Gene NR3C1 und AVPR1B als wichtige Gene hinsichtlich der Adaptation bei Stress bzw. der Aggressivität identifiziert werden konnten. Für das Fressverhalten fand Rohrer et al. (2013) ein hinreichend großes Potential für den Erfolg einer Selektion auf der Genomebene. Das Verhalten von Sauen in den in der geplanten Studie im Fokus stehenden Bewegungsbuchten berührt auch den Komplex des Lernverhaltens. Beim

Modelltier Maus ist dieser Komplex bereits Gegenstand intensiver Forschung auf der Genomebene. Beispielsweise liegen eine Reihe von Studien der Arbeitsgruppe Mansuy (ETH Zürich) zur Bedeutung einzelner Gene hinsichtlich des Lernverhaltens vor (z.B. Genoux et al., 2002, Gräff et al., 2010). Insbesondere wird die Bedeutung der Protein-Phosphatasen hervorgehoben. In einer eigenen Arbeit der Antragsteller (Swalve et al., 2013) wurde in einer Studie an Rindern ein Gen (IQGAP1) identifiziert, welches neben seinem Effekt auf die Neo-Vaskularisation in Gliedmaßen auch einen Effekt hinsichtlich des Merkmals Temperament aufwies. Das IQGAP1-Gen wird gleichfalls als wichtiges Gen bezüglich der Konditionierung bei Furcht bei der Maus identifiziert (Gao et al., 2011) und auch von Gräff et al. (2010) besonders hervorgehoben. Dies zeigt beispielhaft, dass es lohnenswert erscheint, mit den Mitteln der komparativen Genomik Erkenntnisse aus der Mausgenetik auf Nutztiere zu übertragen.

3. Material und Methoden

Im Rahmen des Versuchs wurden N = 1.480 Würfe berücksichtigt, welche von 789 Sauen stammten, die teils mit bis zu drei Würfen in den Versuch gingen. Insgesamt wurden 37 Durchgänge beobachtet. Der erste Durchgang wurde am 10.10.2016 eingestallt. Somit konnte die praktische Versuchsphase antragsgemäß gestartet werden. Aufgrund diverser Ursachen sind Sauen aus dem Versuch gefallen. Daher wird zu jedem Test differenziert die genaue Anzahl Tiere und Beobachtungen angegeben. Die aus **Tabelle 2** ersichtliche Verteilung der Beobachtungen über die Wurfnummern wurde erreicht. Für die statistischen Auswertungen wurden die Wurfnummern in Klassen zusammengefasst.

Tabelle 2: Verteilung der Beobachtungen über die Wurfnummern

Wurfnummer	N Beobachtungen	Anteil %	N Wurfnr.-Klasse	Anteil Klassen %
1	584	39,46	584	39,46
2	407	27,50	407	27,50
3	248	16,76	489	33,04
4	142	9,59		
5	65	4,39		
6	23	1,55		
7	9	0,61		
8	2	0,14		

(Es ist zu beachten, dass es sich bei dem Betrieb Garlitz um einen Basiszuchtbetrieb handelt und Tiere aus züchterischen Erwägungen früher gemerzt werden)

Die Sauen wurden, wie oben erwähnt, in Bewegungsbuchten gehalten und die Einstellung tragender Sauen in den Abferkelbereich erfolgte eine Woche vor dem Schlussbericht FreeSow

errechneten Abferkeltermin. Während der ersten 18 Durchgänge wurden die Bewegungsbuchten am ca. 9. Tag *post partum* geöffnet bzw. ab dem 19. Durchgang am ca. 4. Tag *post partum*. Diese Effekte wurden in der Auswertung berücksichtigt (siehe 3.6).

3.1 Charakterisierung des Sauenverhaltens (AP1)

Um das Verhalten der Sauen vor und nach dem Abferkeln charakterisieren zu können, wurden folgende sieben Verhaltenstests nach der BHZP-Schemata im BZB Garlitz entwickelt: Nestbauverhalten, Wiedersehensfreude, Dummy-Arm-Test, Towel-Test, Trog-Säuberungs-Score, Abliegeverhalten der Sauen und Position der Sauen nach Ablegen.

Die Bonitur des **Nestbauverhaltens der Sauen** wurde im Zeitraum von 2 Tage vor dem erwarteten Abferkeltermin bis zur Geburt durchgeführt. Während der 37 Durchgänge wurden bei 770 Sauen 3.643 Tests (= Beobachtungen) zur Beurteilung des Nestbauverhaltens durchgeführt. Als Nestbaumaterial wurden dabei Jutesäcke benutzt, die an dem Ferkelschutzkorb befestigt wurden. Zum Zeitpunkt der Durchführung des Tests waren die Ferkelschutzkörbe geschlossen bzw. die Sauen fixiert. Den Sauen wurden in Abhängigkeit von der Ausprägung des Nestbauverhaltens folgende Note vergeben: 1 = kein Interesse / Ignorierung / Entfernen des Sacks aus dem Bereich des Ferkelschutzkorbs; 2 = Sack wird von der Sau im hängendem Zustand durchgekaut/manipuliert; 3 = Sack wird von der Sau in den Liegebereich verfrachtet, Sau liegt auf Sack; 4 = Sack wird von der Sau in den Trog gestopft; 5 = Sack wird von der Sau in kleine Stücke zerrissen.

Der Test **Wiedersehensfreude** wurde im Mittel am Tag 3,4 *post partum* durchgeführt. Bei 713 Muttertieren wurden insgesamt 1.306 Bonituren (= Beobachtungen) durchgeführt. Während der üblichen Ferkelbehandlung, wie z.B. der Eisengabe, wurden alle Ferkel eines Wurfes von der Sau getrennt. Nach der Behandlung wurden die Ferkel nach und nach in die Bucht zurückgesetzt und die Reaktion der Sau dabei bonitiert: 1 = Wiedersehensfreude ist nicht zu erkennen (keine Reaktion, keine Positionsänderung bis maximal leichte Kopfdrehung); 2 = Wiedersehensfreude ist zu erkennen (zeigt deutliche Reaktion, mindestens Positionsänderung um eine Stufe, evtl. Lautäußerungen).

Mittels **Dummy-Arm-Test**, der im Mittel am Tag 3,9 *post partum* erfolgte, wurden die Abwehr- und Verteidigungsreaktion der Sauen (Aggression) gegenüber humanen Kontakten bewertet. Für 770 Muttertiere ergaben sich 1.444 Beobachtungen (= Tests). Die in Kopfnähe der Sau liegenden Ferkel wurden mit einem Dummy-Arm (Hand-Imitat aus Kunststoff) bis hin zum Quieken animiert und die Reaktion der Sau dabei bonitiert: 1 = keine objektbezogene Reaktion, Sau schaut maximal nach ihrem Ferkel; 2 = leichte objektbezogene Reaktion, ohne ernsthaften Hintergrund; 3 = starke objektbezogene Reaktion, Sau versucht zu beißen, der finale Biss fehlt jedoch; 4 = sehr starke objektbezogene Reaktion, Sau beißt zu.

Der **Towel-Test** wurde am 3. Tag *post partum* bei geschlossener Bucht und ca. am 10. Tag *post partum* bei offener Bucht durchgeführt. Während des Untersuchungszeitraums ergaben sich insgesamt 2.847 Bonituren (= Beobachtungen), davon 1.444 (771 Sauen) bei der geschlossenen Bucht und 1.402 (756 Sauen) bei der offenen Bucht. Mit diesem Test wurde die Reaktion der Sau auf unbekannte Situationen durch ein plötzlich geworfenes Handtuch in Richtung des Kopfes beurteilt. Dabei wurden folgende Noten vergeben: 1 = keine Reaktion; 2 = leichte Reaktion, hebt Kopf, bleibt jedoch liegen; 3 = mittlere Reaktion, Sau setzt sich oder steht auf; 4 = starke Abwehrreaktion, Sau steht auf und zeigt objektorientiertes Verhalten mit Abwehrreaktion.

Mit dem Test **Trog-Säuberung-Score** wurde die Reaktion der Sau auf Routinemaßnahmen - hier in Form einer Trog-Säuberung - simuliert und bonitiert. Dieser Test wurde am 3. Tag *post partum* bei geschlossener Bucht und am ca. 10. Tag *post partum* bei offener Bucht durchgeführt. Es wurden insgesamt 2.805 Tests durchgeführt: 1.444 Tests (771 Sauen) zum 1. Zeitpunkt bzw. 1.361 (742 Sauen) zum 2. Zeitpunkt. In Abhängigkeit von der Reaktion der Sau wurden folgende Noten vergeben: 1 = keine Reaktion auf menschliche Interaktion/Gleichgültig; 2 = leichte Abwehr, jedoch sichtbar ohne ernsthaften Hintergrund oder Note 3 = starke Abwehr, Sau attackiert.

Das **Abliegeverhalten der Sauen** wurde an Tag 3,3±1,0 *post partum* bei geschlossener Bucht und an Tag 19,0±1,3 *post partum* bei offener Bucht beurteilt. Insgesamt wurden 2.814 Bonituren durchgeführt, davon 1.444 Bonituren an 770 Sauen beim 1. Zeitpunkt bzw. 1.370 Bonituren an 747 Sauen beim 2. Zeitpunkt. Bei der Bewertung des Abliegeverhaltens wurde den Sauen folgende Noten vergeben: 1 = sehr vorsichtiges und

kontrolliertes Ablegen (Sau schaut sich noch mal nach Ferkel um, wenn sie auf den Karpalgelenken „steht“, bevor sie sich endgültig hinlegt); 2 = vorsichtiges Ablegeverhalten (Sau kann den Abliegevorgang gut kontrollieren); 3 = mittleres Ablegeverhalten (Sau kann den Abliegevorgang mäßig kontrollieren); 4 = unvorsichtiges Ablegeverhalten (Sau legt sich sehr schnell ab, die Hinterhand sackt mehr oder weniger unkontrolliert an der Buchtenwand herunter).

Die **Position der Sau nach dem Ablegen** wurde zusätzlich zur Beurteilung des Ablegeverhaltens der Tiere ab dem 20. Durchgang bei der geschlossenen Bucht bzw. ab dem 19. Durchgang bei der offenen Bucht bonitiert. Es wurden insgesamt 1.415 Bonituren durchgeführt, davon 701 (N=464 Sauen) bei der geschlossenen Bucht und 714 (N=471 Tiere) bei der offenen Bucht. Es wurde der Versuch unternommen, die Lateralität der Sauen zu bestimmen. Hierfür wurde die Seite, auf die sich die Sau ablegt, notiert. Für das Ablegen auf das Gesäuge (Bauchlage) erhielten die Sauen die Note 1. Die Note 2 wurde vergeben, wenn sich das Tier auf die rechte Körperseite ablegte, die Note 3 für das Ablegen auf der linken Seite des Körpers. Darüber hinaus wurden die Merkmale Aggressivität gegenüber Ferkeln als kategorisches Merkmal (0/1) sowie die Anzahl totgebissener Ferkel erfasst. Die Merkmale wurden sowohl zur Schätzung genetischer Parameter (siehe 3.6) als auch zur Validierung genutzt (siehe 3.4.1).

3.2 Merkmale der Tiergesundheit (AP2)

Speziell für das Projekt wurden Evaluierungsbögen zur Erhebung von Merkmalen der Tiergesundheit entwickelt (Voß, 2016a). Für den Erhebungsbogen Ferkel wurde der Körper in Regionen eingeteilt und über ein Nummernsystem codiert. Dabei entsprach 1 dem Gesicht, 2-5 dem Kronsaum der entsprechenden Ferkelfüße und 6-9 den Karpalgelenken. Bei den Ferkeln wurde zweistufig gearbeitet:

- 1) Für alle Würfe wurde eine Wurfbonitur zu zwei Zeitpunkten durchgeführt. Bonitiert wurden der Grad der Verletzungen an Gesicht (von Score 0 = keine Läsionen bis Score 3 = starke Läsionen (Gesicht flächig bedeckt mit Läsionen)), Kronsaum und Karpalgelenken (jeweils von Score 0 = keine Läsionen bis Score 3 = starke Läsionen).
- 2) Je Durchgang wurden ca. 6 Würfe zufällig ausgewählt und an diesen Würfeln bzw. Ferkeln wurde eine Ferkelbonitur auf Einzeltierebene zusätzlich durchgeführt. Es

wurden Scores für das Gesicht, den Kronsaum und die Karpalgelenke vergeben. Weiter wurde bonitiert, ob Panaritien oder dicke Gelenke aufgetreten sind.

Seitens BHZP wurden Daten zum individuellen Geburtsgewicht, individuellen Aufzuchtgewichten, Saugferkelverlusten (mit Datum und Grund) sowie zum Ferkelversetzen zur Verfügung gestellt. Von weiblichen Tieren, die im BZB Garlitz nach dem Absetzen verblieben sind, sowie von männlichen Tieren, die in die zentrale Leistungsprüfungsanstalt für Jungeber gegangen sind, wurden Daten zur körperlichen Entwicklung der Tiere bis zu einem Alter von ca. 160 Tagen gesammelt.

Die Sauen wurden mittels Boniturbogen sowie einer spezifischen Erweiterung der Sauenkarte beurteilt. Folgende Parameter wurden bewertet:

- 1) Verteilung der Zitzen und Zustand der Zitzen mittels Bewertungsschema
 - 2) Position des Nabels
 - 3) Integumentbewertung mittels Score. Die Bonitur-Noten gingen von 0 = keine Verletzungen bis 3 = hohe Anzahl (>10 oberflächliche oder > 5 tiefe) Verletzungen
 - 4) Bewertung der Zitzenaufhängung mittels Score von 1 = gut / straff aufgehängt bis 4 = Ziegeneuter
 - 5) MMA-Behandlungen mittels Score von 0 = keine MMA Behandlungen bis 3 = Mehrfachbehandlungen)
 - 6) Verschmutzungsgrad von Sau und Bucht mittels vierstufigem Score
 - 7) Körpertemperatur die ersten 3 Tage *post partum* mit jeweils täglich einer Messung
- Seitens BHZP wurden zudem die Fruchtbarkeits- bzw. Leistungsdaten zu den Würfen der Arbeitsgruppe zur Verfügung gestellt (siehe 3.4.1).

Um möglichen Stress zu bewerten, wurden **Cortisol-Messungen** an einer Stichprobe, bestehend aus zwei aufeinander folgende Durchgängen (29. Durchgang mit 38 Sauen und 30. Durchgang mit 40 Sauen), durchgeführt. Diese Sauen wurden wiederholt mittels Speichelprobe beprobt. Von den insgesamt 78 Sauen waren 33 Jungsauen und 45 Altsauen. Im Zeitraum 05.06.2018 bis 03.07.2018 wurden die Proben an vier definierten Tagen jeweils um 09:00 Uhr und um 15:00 Uhr im BZB Garlitz genommen (8 Proben/Sau). Die ersten Proben wurden am etwa 3. Tag *post partum* bei geschlossener Bucht genommen. Am etwa 4. Tag *post partum* wurden die Buchten geöffnet und am etwa 5. Tag *post partum* die Sauen erneut beprobt. Die dritte und vierte Beprobung fanden am

9. Tag *post partum*. und am 10. Tag *post partum* statt. Am 10. Tag wurden zwischen der ersten und der zweiten Probennahme zwei Verhaltenstests durchgeführt und so zusätzliche Stressoren gesetzt. Um 12 Uhr wurde der Trog-Säuberungs-Test durchgeführt und um 14:30 Uhr, also 30 Minuten vor der Speichelentnahme, der -Test. Die Speichelproben wurden noch im Betrieb zentrifugiert, eingefroren und anschließend in die Gewebebank des BHZP eingelagert. Die gesammelten Speichelproben aus Garlitz, wie auch aus dem Öko-Betrieb (siehe 3.4.2), wurden zentral in das Labor der TiHo Hannover zur Analyse eingesandt und dort nach Standardprotokoll analysiert.

3.3 Merkmale des Wohlergehens (AP3)

3.3.1 Futter- und Wasseraufnahme

Für die Merkmale des physischen Wohlergehens von Sauen in freieren Abferkelsystemen wurde die individuelle Futter- und Wasseraufnahme gemessen. Die im BZB Garlitz installierte Fütterungsanlage (Schauer) ist in der Lage, ventilbezogene Futtermengen auf der Ebene von Einzelmahlzeiten abzuspeichern. Im Rahmen des Projektes wurde eine Zuordnung vom Ventil zum Tier durchgeführt und vom BHZP eine Schnittstelle programmiert, um die Daten in ein weiterverarbeitendes Programm übernehmen zu können. Mittels dieses speziell entwickelten Programms wurden die Daten aus der Fütterungsanlage täglich elektronisch und voll automatisiert aus der Software der Fütterungsanlage übernommen, verarbeitet und an die BHZP-Datenbank ausgelesen. Dies geschah unter Nutzung von Cloud-Servern. Die Datenbank wurde um entsprechende Tabellen und Einleseprogramme erweitert, so dass die Daten automatisch integriert und mit Tier- und Abstammungsdaten verknüpft werden und damit eine Nutzung für züchterische Zwecke möglich ist. Es standen Daten zur individuellen Futteraufnahme von allen Sauen aus dem Projekt zur Verfügung. Für die Evaluierung der individuellen Wasseraufnahme wurde zweistufig gearbeitet:

- 1) **Wasseraufnahme über die Fütterung.** Aus der Fütterungsanlage wurde Wasser mit ausdosiert, um den Sauen das Futter vorangefeuchtet als Brei zur Verfügung zu stellen. Diese Informationen, wie viel Wasser für die Anfeuchtung verwendet wurde, wurde über eine zweite Tabelle aus dem Fütterungscomputer mit ausgeliefert. Zur Reinigung der Leitungen wurde jedoch auch Wasser verwendet und an die Sauen ausdosiert. Um dieses sogenannte Spülwasser zu erfassen, wurde im Rahmen des Projektes eine Erweiterung der Schauer Software nötig und durchgeführt.

2) **Wasseraufnahme über Sprüh- und Trinknippel.** Hierfür wurden im BZB Garlitz 80 Wasserzähler in die Wasserzuleitungen der einzelnen Buchten eingebaut (siehe **Abbildung 1**). Die Wasseruhren wurden von den Doktorandinnen der TiHo im folgenden Rhythmus abgelesen: bei Ein- und Ausstallung der Sauen, im Zeitraum Mittwoch vor der Geburt bis Mittwoch nach der Geburt (eine Woche) täglich und in den verbleibenden Säugewochen, wöchentlich jeweils Mittwoch. Es wurde versucht, möglichst immer zur gleichen Uhrzeit die Wasseruhren abzulesen.



Abbildung 1: Sau in einer Abferkelbucht (geschlossener Zustand) mit Wasserzähler (Quelle: BHZP)

Des Weiteren wurde eine Oberfläche an der BHZP Datenbank programmiert, die eine Tier- und Abferkeldatums bezogene Aufarbeitung der Futter- und Wasserdaten möglich macht. Die Daten zur Futter- und Wasseraufnahme liegen vollständig vor und wurden den Projektpartnern zur Verfügung gestellt.

3.3.2 Körperkondition

Zur Bewertung der Körperkondition und -konstitution wurden jeweils zu drei Zeitpunkten durchgeführt: bei Einstallung, 12-36 Stunden nach der Geburt und bei Ausstallung. Folgende Erhebungen sind zu den drei Zeitpunkten durchgeführt worden:

- 1) Körpergewicht: Die Sauen wurden mittels Einzeltier-Sauenwaage (Niederflurwaage mit den Abmessungen 110*250cm) gewogen (**Abbildung 2**).
- 2) Körpermaße: Die Länge der Tiere wurde mittels Bandmaß gemessen. Gemessen wurde vom Atlas (ca. Linie zwischen den Ohren) bis zur Schwanzwurzel. Die Höhe der Tiere wurde mittels Stockmaß auf Höhe der Vorderhand / Schulter gemessen.
- 3) Die Rückenspeckdicke der Sauen wurde mit einem tragbaren Ultraschallgerät (Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd., Shenzhen, China) an der sogenannten P2 Messstelle, etwa 6,5 cm neben der Körpermittellinie auf Höhe der letzten Rippe, mittels drei wiederholter Messungen ermittelt (**Abbildung 3**).
- 4) Der Body Conditioning Score (BCS) wurde im klassischen 5-stufigen System vergeben von 1 sehr mager bis 5 sehr fett.
- 5) Das Exterieur der Sauen wurde zum Zeitpunkt der Einstallung in die Abferkelung und bei Ausstallung (2 Zeitpunkte) mittels linearem Bewertungssystem auf einer 5 Punkte Skala bewertet. Die Note 3 stellt dabei das Optimum da, die Noten 2 und 4 stellen leichte Abweichungen vom Optimum dar und die Noten 1 und 5 starke Abweichungen, die auch zu Beeinträchtigungen des Tieres führen könnten.
- 6) Bei Ein- und Ausstallung wurden Kommentare bzw. Noten zum Tier vergeben, wenn diese auftraten. Es wurden dabei folgende Merkmale erfasst: Schulterulzera, Vulvaverletzung, deutliche Lahmheit, überlange Außenklaue, Schlachtsau (z.T. auch nach Belegung verkauft statt geschlachtet), lässt sich nicht auftreiben/wiegen und Rückenverletzung (Technopathie).

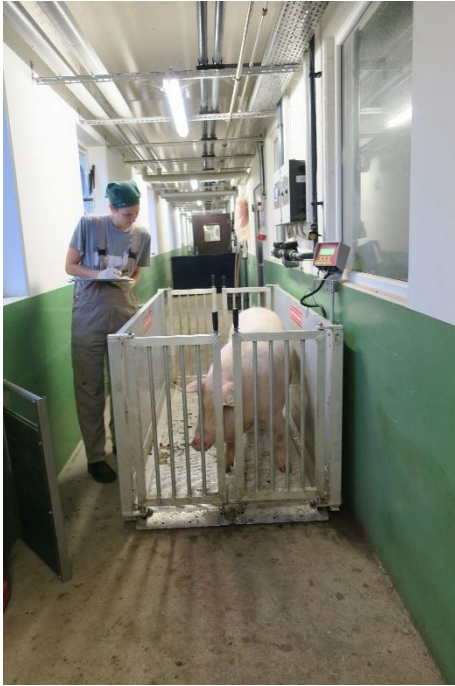


Abbildung 2: Niederflurwaage auf dem Gang (Quelle: BHZP)



Abbildung 3: Rückenspeckmessung am P2 (Quelle: BHZP)

3.4 Validierung in ökologischem Betrieb (AP4)

3.4.1 Analyse der „historischen Merkmale“ und statistische Modellwahl für Eberzuchtwerte

Die „historischen Merkmale“ (Merkmale aus der BHZP-Zuchtarbeit für Verhaltensmerkmale) wurden im Zeitraum von April 2012 bis Januar 2019 von BHZP erfasst und in regelmäßigen Zeitabständen der Arbeitsgruppe Tierzucht (MLU Halle) zur Auswertung zur Verfügung gestellt. Dabei wurden folgende „historische Merkmale“ analysiert:

- 1) Das **Geburtsverhalten der Sauen** (2.805 Sauen, 7.249 Würfe) wurde mit der Note 1 (optimal - ohne Hilfe, Sau ferkelt alleine), 2 (mittel – leichte Hilfe) oder 3 (schlecht – Geburtshilfe nötig bis hin zur Schweregeburt) bonitiert.
- 2) Die **Gebrauchsfähigkeit der Sau** (2.790 Sauen, 7.200 Würfe) **wurde** mit der Note 1 (keine Probleme mit der Sau), 2 (leichte Probleme) oder 3 (Problemsau) am ca. 10. Tag *post partum* beurteilt.
- 3) Die **Bonitur des Gesäuges** (2.688 Sauen, 6.714 Würfe) erfolgte mit Note 1 (straffes, gutes Gesäuge), Note 2 (mittel) oder Note 3 (schlechte/„Ziegeneuter“) am ca. 10. Tag *post partum*.

- 4) Die **Aufzuchtbonitur** (2.393 Sauen, 5.728 Würfe) wurde mit der Note 1 (homogene Ferkel eines Wurfes), Note 2 (einzelne Ferkel fallen ab) oder Note 3 (heterogene Ferkel) am ca. 10. Tag *post partum* bewertet.
- 5) Das **Verhalten der Jungsauen** (1.035 Sauen) wurde in der Eingliederungsphase beim Neugruppieren der Tiere bonitiert. Dabei wurde die Anzahl der bilateralen Kämpfe und die Anzahl der einseitigen Aggression von Sauen erfasst (Beschreibung des Tests: Appel et al., 2016).

Die statistischen Modelle für die Schätzung der Varianzkomponenten (lineares Tiermodell, ASReml 3.0, Gilmour et al., 2009) und der Eberzuchtwerte für die „historischen Merkmale“ (Geburtsverhalten, Gesäugebonitur, Gebrauchsfähigkeit, Aufzuchtbonitur) wurden bereits im ersten Jahr des Vorhabens ausgewählt und blieben unverändert. Dabei wurden folgende fixe Effekte berücksichtigt: Jahr*Season und Betrieb, sowie Wurfnummer der Sauen als Klasseneffekt. Die Wurfnummern wurden in die Klassen 1, 2 und ≥ 3 eingeteilt. Die zufälligen Effekte bildeten der additiv-genetische Effekt des Tieres, der permanente Umwelteffekt des Tieres und der Resteffekt. Für die Verhaltensmerkmale der Jungsauen (bilaterale Kämpfe und einseitige Aggression) wurden im Modell die fixen Effekte Jahr und Aufzuchtgruppe berücksichtigt. Weiterhin erfolgte nach dem Vorschlag von BHZP die Analyse der Zusammenhänge zwischen den „historischen Merkmalen“ und den Saugferkelverlusten. In die Auswertung gingen die Daten von 2.745 Sauen und 7.015 Würfe. Anhand der daraus folgenden Ergebnisse bzw. der geschätzten genetischen Korrelation zwischen den „historischen Verhaltensmerkmalen“ und der Ferkelverluste wurden für ein am besten geeignetes Merkmal die Väterzuchtwerte geschätzt. Die ermittelten Zuchtwerte dienten zur weiteren Auswahl der Töchtergruppe, die im ökologisch bewirtschafteten Betrieb in Echem sowie auf einem weiteren, nach ökologischen Richtlinien wirtschaftenden Betriebes gehalten wurden, um den bisherigen Datensatz zu erweitern. Die Anzahl der Sauen (32-44 Tiere je nach Merkmal), die unter ökologischen Bedingungen in Echem gehalten und in das Projekt einbezogen wurden, war für eine genetisch-statistische Analyse noch nicht ausreichend. Jedoch wurden „historische Merkmale“ zur Validierung der neuen im Rahmen des Projektes definierten Verhaltensmerkmalen (siehe 3.1) verwendet, so dass wichtige Hinweise bezüglich der Eignung und der zukünftigen Auswahl der Verhaltensmerkmale als Selektionsmerkmale im BZB Garlitz entstanden. Ferner erfolgte ein Vergleich der Ergebnisse bzgl. des Verhaltenstests Trog-Säuberungs-Score, welches

nach dem gleichen Boniturschema im BZB Garlitz (BHZP) und im LBZ Echem (LWK) (siehe 3.4.2) erfasst wurde. Der zweite Betrieb erhob die Merkmale aus dem db.Planer und die neu eingeführten Parameter unter Praxisbedingungen, welche im Rahmen einer Case-Control-Studie zur Validierung dienten.

3.4.2 Leistungsdaten der Töchtergruppe (Datenerhebung im LBZ Echem)

Mit der im November 2017 installierten Kamertechnik wurden von März bis Dezember 2018 Videoaufnahmen von Sauen und Ferkeln im Abferkelbereich (freie Abferkelung, planbefestigt, Stroheinstreu) des Öko-Betriebs in Echem aufgezeichnet. Während dieses Untersuchungszeitraum liefen insgesamt 14 Durchgänge. Für die Videoauswertung lagen Daten über 47 Würfe von 32 verschiedenen Sauen vor. Es wurden folgende Daten erhoben (siehe auch 3.1):

- Das **Nestbauverhalten der Sauen** wurde mit Noten von 0 (kein Nestbauverhalten), über Noten 1 und 2 (Knabbern, Scharren, Wühlen in Heu und Stroh) bis hin zu Note 3 (Tragen von Nistmaterial) über 2 Tage *ante partum* bis zur Geburt zu vier verschiedenen Zeitpunkten (vormittags, nachmittags, abends, nachts) erfasst.
- Das **Ablegeverhalten der Sauen** wurde ab Geburt kontinuierlich bis 3 Tage *post partum* zu ebenfalls vier verschiedenen Zeitpunkten (morgens, mittags, abends, nachts) beurteilt. Die Bonitur wurde mit im BZB Garlitz identischem Scoring-System durchgeführt (s. 3.1). Dabei wurden auch die **Position der Sau nach Ablegen** (s. 3.1) und die Anzahl der **Positionswechsel der Sau** (von Seite-über Bauch-auf gleiche oder anderen Seite) dokumentiert.
- Die **Raumnutzung der Bucht** wurde ab Geburt bis 5 Tage *post partum* zu vier verschiedenen Zeitpunkten (morgens, mittags, abends, nachts) erfasst. Zu jedem Zeitpunkt wurden zwei Stunden lang alle fünf Minuten die Videos angehalten und der Ort (1=Außenbereich, außerhalb des Kamera-Bereichs; 2=Trog/Mitte der Bucht; 3=Heuraufe; 4=Kotbereich) und die Aktivität der Sau (1=stehen; 2=sitzen; 3=liegen; 4=Ferkel säugend; 5=Futter-/Wasseraufnahme; 6= scharren/wühlen) wurden bestimmt.

Neben den Videoaufnahmen erfolgten in Echem regelmäßige Betriebsbesuche im 3-Wochen-Rhythmus von Dezember 2017 bis Dezember 2018. Durch die beiden Doktorandinnen wurden vor Ort folgende Daten erhoben:

- Der Verhaltenstest **Trog-Säuberungs-Score** TS1 (identisch mit der Bonitur in Garlitz, s. 3.1) wurde am 15. Tag *post partum* durchgeführt (35 Sauen, 62 Beobachtungen).

Zusätzlich erfolgte ein weiterer Trog-Säuberungs-Test - TS 2 (identisch mit Bonitur in Garlitz) vom Stallpersonal ca. am 4. Tag *post partum* (38 Sauen, 64 Beobachtungen).

- Die **Ferkelbonitur**, durchgeführt von den beiden Doktorandinnen der TiHo, fand identisch zu der individuellen Ferkelbonitur in Garlitz (siehe 3.2) statt. Alle Ferkel wurden ausführlich am ca. 15. Tag und ca. 35 Tag *post partum* bonitiert. Darüber hinaus wurden Veränderungen an den Ferkeln durch Mitarbeiter des LBZ Echem nach reduziertem Boniturschema (siehe **Abbildung 4**) (Voß, 2016b) erhoben.

Ferkelbonitur

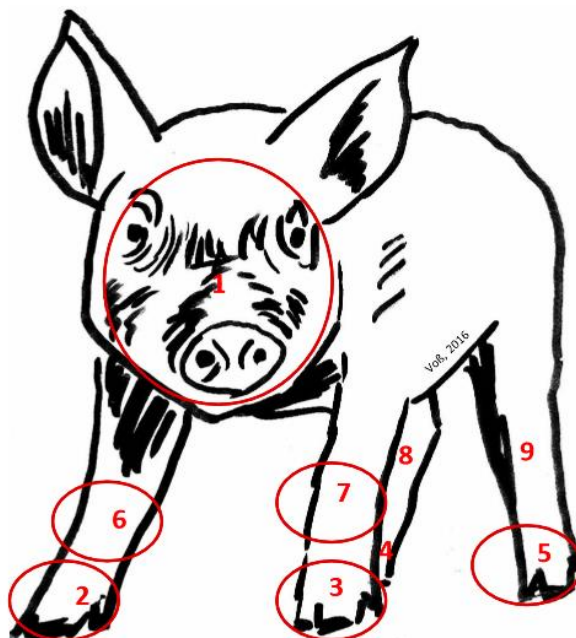
7 Bonitur-Orte bei der kompletten Ferkelbonitur.

1 = Gesicht

2 – 5 = Kronsaum

6 + 7 = Karpalgelenke vorne

Mit vermerkt wird, wenn die Karpalgelenke abgeklebt worden sind.



Panaritium:

Nummer des Ferkels, des Fußes und
Datum des ersten Auftretens

Dicke Gelenke:

Nummer des Ferkels, des Gelenks und Datum
des ersten Auftretens

Abbildung 4: Ferkelboniturschema für LBZ Echem (Voß, 2016b)

Zur **Cortisolmessung** wurden von 8 Sauen aus 3 Durchgängen (1. Durchgang mit 4 Sauen am 05.07.2018; 2. Durchgang mit 2 Sauen am 26.07.2018 und 3. Durchgang mit 2 Sauen am 16.08.2018) am durchschnittlich 15. Tag *post partum* insgesamt 48 Speichelproben (6 Proben/Sau im Abstand von 2 Minuten) genommen. Die Sauen im Durchgang 1 wurden während des normalen Ausbildungsbetrieb beprobt, während die Tiere in den Durchgängen 2 und 3 während der unterrichtsfreien Zeit beprobt wurden.

Die Speichelproben wurden innerhalb von zwei Stunden nach Probennahme abzentrifugiert, der Speichel eingefroren und anschließend in die Gewebebank des BHZP eingelagert und anschließend an das Labor der TiHo Hannover gesandt und analysiert.

Die **Körpertemperatur** der Sauen wurde in den ersten 3 Tagen *post partum* von Mitarbeitern in Echem erfasst. Die Sauenkarte des LBZ Echem wurde im Rahmen des Projektes erweitert, so dass die Erfassung von zusätzlichen Merkmalen mittels weniger Erhebungsbögen möglich war. Zur Verfügung standen auch andere im Sauenplaner erfasste Daten: u.a. Leistungszahlen, Bonitur des Verhaltens der Sauen gegenüber dem Menschen bei Betreten der Bucht, Wiedersehensfreude, Akzeptanz fremder/zugesetzter Ferkel und Gesäugeaufhängung (Definitionen siehe 3.4.1).

3.5 Genotypisierung und statistische Analyse von möglichen Korrelationen zwischen den erfassten Merkmalen (AP5)

Im Rahmen des AP5 konnten aufgrund der genehmigten Aufstockung der finanziellen Mittel alle erforderlichen Sauen (N=805) genotypisiert werden. Den Sauen wurden von Mitarbeitern des BHZP je eine Gewebeprobe entnommen und in der Gewebebank des BHZP eingelagert. Zum Jahresende 2018 wurden alle Proben zur Typisierung an ein externes Labor (GeneControl GmbH, Poing) gesandt. Diese wurde mittels Illumina FBFCUSTPORC60V2 BeadChip (Illumina Inc., San Diego, USA) durchgeführt. Für die genomweite Assoziationsstudie (GWAS) wurden das Programmpaket SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, USA) und die BLUPF90-Programmfamilie (RENUMF90, PREGSF90, AIREMLF90, THRGIBBSxF90, POSTGSF90) angewandt (Misztal et al., 2015). Mit dem Programm PREGSF90 erfolgten dabei die Qualitätskontrolle und Filtrierung von Genomdaten. Als Qualitätsparameter dienten eine Call Rate von > 95 % und eine Minor-Allelfrequenz (MAF) von $\geq 1\%$. Nach der Qualitätskontrolle verblieben in dem Datensatz je nach Merkmal 668 bis 770 Tiere und 47.768 SNPs. Zur Identifikation chromosomaler Abschnitte, welche eine eventuelle Assoziation mit den erfassten Verhaltensmerkmalen zeigen, wurde das Gnuplot Version 5.2 Patchlevel 7 (May 2019) zur Erstellung von Manhattan-Plots angewandt. Für die nähere Charakterisierung der möglichen Assoziationen wurde die Datenbank Ensembl Genome Browser 98 (Version *Sscrofa* 10.2) verwendet. Die mögliche Korrelation zwischen erfassten Merkmalen wurde, wie unter Punkt 3.6 beschrieben, univariat und multivariat mit linearen Tiermodellen geprüft.

3.6 Verhaltensmerkmale (AP6)

Die Datenaufbereitung und die statistischen Auswertungen wurden mit SAS 9.4 (SAS Institute, Cary, NC, USA) und ASReml 3.0 (Gilmour et al. 2009) durchgeführt. Die Varianzkomponenten und die ermittelten genetischen Korrelationen zwischen den einzelnen Verhaltensmerkmalen und zu Leistungsmerkmalen der Sauen, vor allem Saugferkelverluste und „historische Merkmale“, wurden sowohl univariat (Varianzkomponenten) als auch multivariat mittels linearen Tiermodellen geschätzt. Für das binäre Merkmal Wiedersehensfreude wurde ein Schwellenwert-Modell angewandt. In Abhängigkeit vom Verhaltensmerkmal wurden unterschiedliche fixe Effekte berücksichtigt: Durchgang (37); Zustand der Bucht (Bucht geschlossen oder Bucht offen); Wurfnummer der Tiere (WN) als Klasseneffekt (1. Klasse = 1. WN, 2. Klasse = 2. WN; 3. Klasse = ≥ 3 . WN) und Beobachter (1, 2). Die zufälligen Effekte bildeten der additiv-genetische Effekt des Tieres, der permanente Umwelteffekt des Tieres und der Resteffekt. Beim Nestbauverhalten wurde der Zeitpunkt der Bonitur einbezogen. Die Modelle gestalteten sich wie folgt:

$$y_{ijklmno} = \mu + DG_i + ZP_{dg_j} + WN_k + Beur_l + sau_m + pe_{saun} e_{ijklmno}$$

y = Beobachtungswert

DG_i = fixer Effekt des Durchgangs ($i=1 - 37$)

ZP_j = fixer Effekt des Zeitpunktes innerhalb eines Durchgangs ($j=1, 2, 3$)

1. ZP: ≥ 2 Tage *ante partum*
2. ZP: 1 Tag *ante partum*
3. ZP: Tag des Abferkelns

WN_k = fixer Effekt der Wurfnummer als Klasseneffekte ($k=1-3$)

1. Klasse: Sauen der Wurfnummer 1
2. Klasse: Sauen der Wurfnummer 2
3. Klasse: Sauen der Wurfnummer ≥ 3

$Beur_l$ = fixer Effekt des Beurteilers ($l=1, 2$)

1. Beurteiler 1
2. Beurteiler 2

sau_m = zufälliger additiv-genetischer Effekt des Tieres

pe_{saun} = zufälliger permanenter Umwelteffekt des Tieres

e_{ijklmn} = Restfehler

4. Erzielte Ergebnisse

4.1 Merkmale der Tiergesundheit (AP2)

Die Daten wurden mittels Excel (Microsoft Cooperation, Redmond, USA) digitalisiert und mit dem Programm Paket SAS (SAS Institute, Cary, NC, USA) statistisch ausgewertet.

Ferkel

Die erste Wurfbonitur der Ferkel wurde im Durchschnitt am 3,6 Tag *post partum* mit N = 1.405 Beobachtungen durchgeführt und die zweite Wurfbonitur am durchschnittlich 10,0 Tag pp mit N = 1.401 Beobachtungen. Es zeigte sich, dass in 36,1 % der Würfe die Ferkel zum frühen Zeitpunkt keine Gesichtsverletzungen aufwiesen, dagegen in 18,6 % der Würfe zum späteren Zeitpunkt. Der Grad der Boniturnoten war generell zum früheren Zeitpunkt niedriger im Vergleich zum späteren Zeitpunkt. Die phänotypischen Korrelationen der Bonituren zum früheren Zeitpunkt zum späteren lagen im Bereich von $r_p = 0,23 - 0,29$. Bei insgesamt 216 Würfen und entsprechend 2.480 Ferkeln wurde eine Ferkelbonitur auf Einzeltier-Ebene durchgeführt. Die höchsten Boniturnoten wurden bei den Karpalgelenken vorne (mit $\bar{x} = 0,99$ und $\bar{x} = 0,98$ für die beiden Karpalgelenke vorne links und rechts) sowie für die Gesichtsbonituren ($\bar{x} = 0,79$) ermittelt.

Sauen

Die Sauen wurden für die rechte und linke Seite getrennt im Integument benotet (**Abbildung 5**). Die phänotypische Korrelation zwischen den beiden Seiten war signifikant und betrug $r_p = 0,77$. Aus den Noten für die rechte und linke Seite wurde ein gemittelter Score gebildet.

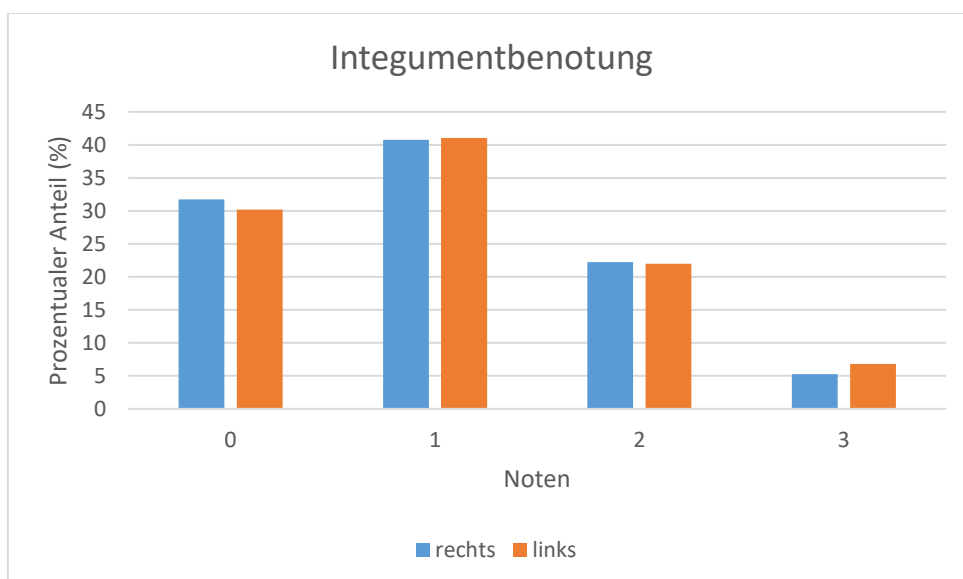


Abbildung 5: Verteilung der Integumentnoten

Aus der Beobachtung heraus, dass Unterschiede in der Sauberkeit von Bucht und Sau zwischen den Tieren bestehen, wurde eine Bonitur des Verschmutzungsgrades durchgeführt (N = 1.343). Nur 15,25 % aller Buchten und 17,99 % aller Sauen wurden als sehr sauber und ohne Verschmutzungen bonitiert. Die Beziehung zwischen dem Verschmutzungsgrad der Sau und der Bucht waren signifikant und hoch ($r_p = 0,78$).

Cortisol

Im BZB Garlitz wurden 624 Cortisol-Proben gewonnen und analysiert. Im Mittel wurden 5,21 ng Cortisol / ml gefunden, wobei es tagesperiodische Schwankungen gab. Morgens waren die Cortisol-Werte mit 5,01 ng/ml niedriger als nachmittags (5,41 ng/ml). Weiter zeigte sich, dass die Cortisol-Werte bei geschlossenem Ferkelschutzkäfig niedriger waren (N=156; \bar{x} =4,28 ng/ml) als beim geöffnetem Ferkelschutzkäfig mit Bewegungsmöglichkeiten der Sauen (N=468; \bar{x} =5,52 ng/ml). Die höchsten Cortisol-Werte wurden am Tag nach dem Öffnen des Ferkelschutzkorbes ermittelt. Als signifikante Effekte auf den Cortisol-Level erwiesen sich die Sau innerhalb des Durchgangs, Wurfnummer sowie der Buchtenzustand bei Probennahme (geschlossen/offen). Die Jungsauen hatten mit 5,57 ng/ml im Durchschnitt höhere Cortisol-Level als die Altsauen (4,94 ng/ml). Die Sauen, die am 4. Probennahme Tag mit der Note 2 oder mit den höheren Noten beim Towel-Test bonitiert wurden, zeigten 30 Minuten später mit 5,32 ng/ml ein höheres Cortisol-Level als Sauen, die keine objektbezogene Reaktion aufwiesen (5,13 ng/ml). Diese Sauen hatten auch im gesamten Mittel ein höheres Cortisol-Level (5,26 ng/ml) als die Sauen, die nicht reagierten (5,00 ng/ml).

4.2 Merkmale des Wohlergehens (AP3)

4.2.1 Merkmale der Körperkondition der Sauen

Die Daten wurden ebenfalls mittels Excel digitalisiert und im Anschluss mit dem Programm-Paket SAS statistisch ausgewertet. Nach der Datenaufbereitung ergaben sich die in **Tabelle 3** dargestellten Mittelwerte für die einzelnen Merkmale.

Tabelle 3: Anzahl (N), Mittelwerte und Standardabweichung (Std) ausgewählter Merkmale (pp = *post partum*)

Merkmal	Einheit	N	Mittelwert	Std
Größe / Höhe	cm	1.455	83,14	5,29
Länge	cm	1.455	157,55	10,45
Körpergewicht Einstallung	kg	1.479	274,3	37,1
Körpergewicht pp	kg	1.459	254,3	35,8
Körpergewicht Absetzen	kg	1.431	229,4	35,9
BCS Einstallen	Score	1.478	3,60	0,64
BCS pp	Score	1.461	3,29	0,69
BCS Absetzen	Score	1.430	2,72	0,69
Rückenspeckdicke Einstallung	mm	1.400	18,71	3,6
Rückenspeckdicke pp	mm	1.388	17,34	3,62
Rückenspeckdicke Absetzen	mm	1.354	14,84	3,67
Körpertemperatur Sau Tag 1 pp	Grad C	1.465	39,03	0,6
Körpertemperatur Sau Tag 2 pp	Grad C	1.451	38,72	0,50
Körpertemperatur Sau Tag 3 pp	Grad C	1.447	38,56	0,39

Aus der Analyse der körperlichen Entwicklung im Verlauf der Wurfnummern ist aus den Messungen abzuleiten, dass die Sauen mit dem ca. 5. Wurf ihre maximale Größe erreicht haben (**Abbildungen 6,7**).

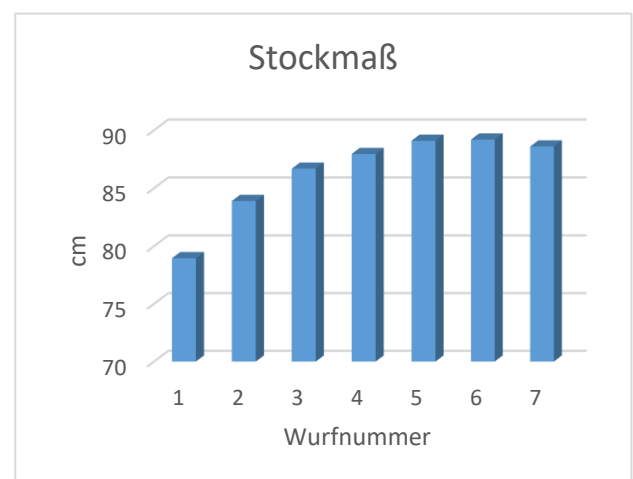
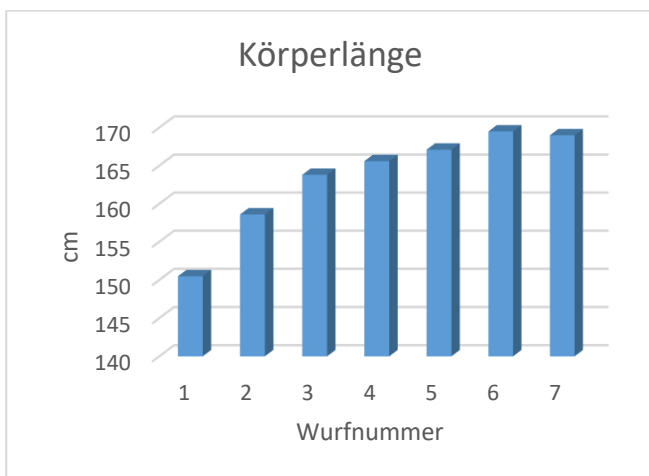


Abbildung 6, 7: Entwicklung von Körperlänge und Stockmaß der Sauen in den Wurfnummern

Für die lineare Exterieur-Beurteilung standen zum Einstellen 1.478 und zum Ausstellen 1.429 Beurteilungen zur Verfügung. Anhand der Benotungen ist ersichtlich, dass ein sehr großer Teil der Sauen mit einem guten Fundament (Note 3 = Optimum) in die Abferkelung eingestallt wurden (**Abbildungen 8, 9**). Es bestanden signifikante phänotypische Korrelationen zwischen der Benotung beim Ein- und Ausstellen im Bereich von $r_p = 0,31$ bis $r_p = 0,51$.

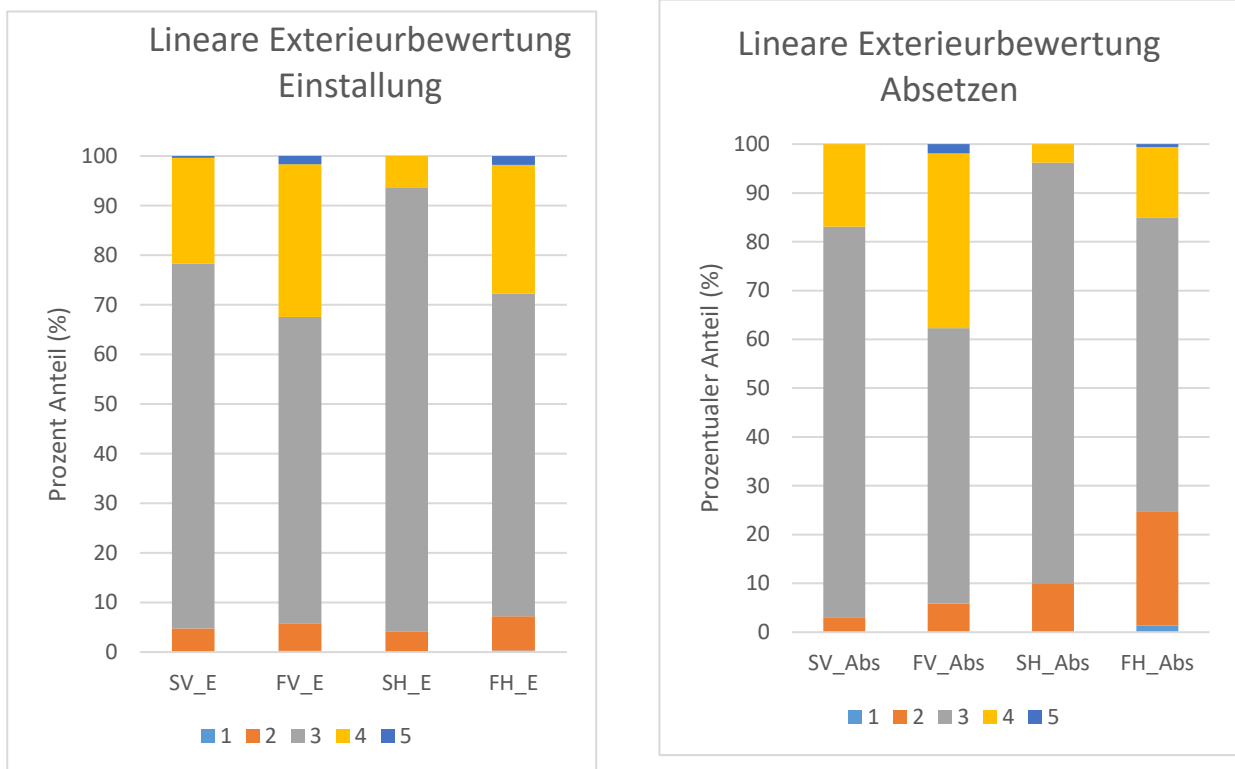


Abbildung 8, 9: Prozentuale Verteilung der Beurteilungsnoten in der linearen Exterieurbeschreibung für die Stellung des Vorderbeins (SV_E; SV_Abs), Fesselung des Vorderbeins (FV_E; FV_Abs), Stellung des Hinterbeins (SH_E; SH_Abs) und der Fesselung des Hinterbeins (FH_E; FH_Abs) der Sauen bei Ein- und Ausstallung

4.2.2 Futter- und Wasseraufnahme der Sauen

Die Auswertung der Futteraufnahme der Sauen (759 Sauen, 1.404 Würfe) Beobachtungen) erfolgte mit dem Programm-Paket SAS 9.4. Im Zeitraum von der Einstallung tragender Sauen in den Abferkelbereich bis zum Absetzen der Ferkel wurde eine gesamte Futteraufnahme von 144,5 kg Futter/Tier ermittelt, was einer gesamten Energieaufnahme von 1.904,9 MJ ME je Tier entsprach.

Die Sauen der Wurfnummer 1 (WN-Klasse 1) nahmen erwartungsgemäß signifikant geringere Futter- und demzufolge Energiemengen auf als die Sauen der Wurfnummer 2 (Klasse 2) und die älteren Tiere (WN-Klasse 3). Die höchsten Werte zur Futter- und Energieaufnahme wurden von den Sauen der Wurfnummer 2 erreicht (**Abbildungen 10, 11**).

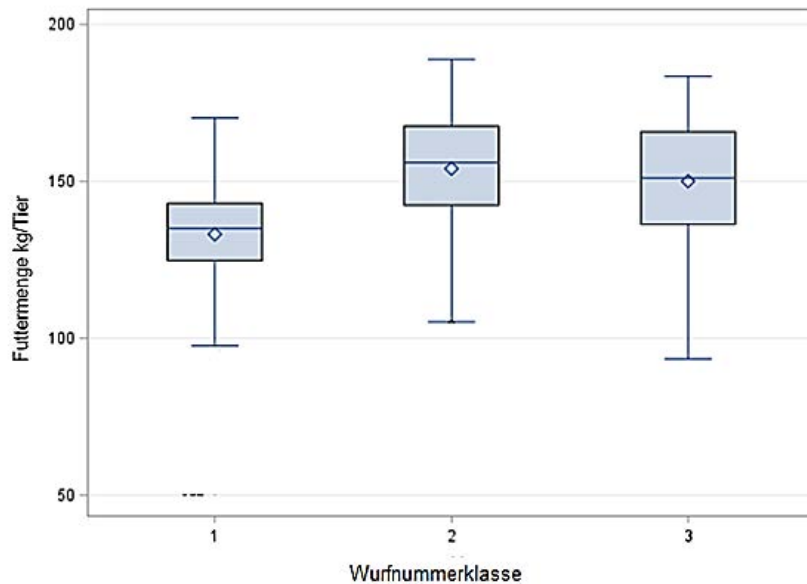


Abbildung 10: Futteraufnahme der Sauen von der Einstallung in den Abferkelbereich bis zum Absetzen in Abhängigkeit von der Wurfnummer (kg/Tier)

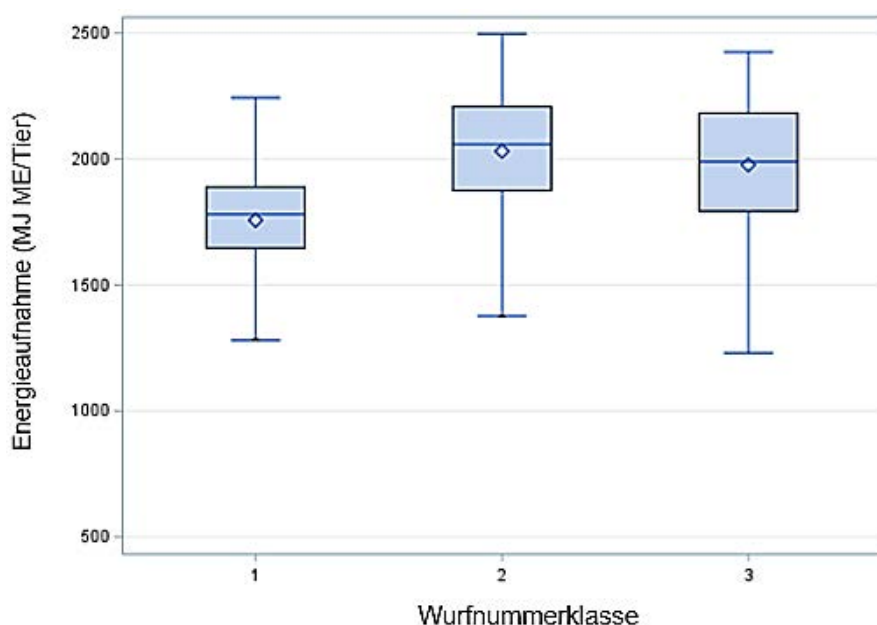


Abbildung 11: Energieaufnahme der Sauen von der Einstallung in den Abferkelbereich bis zum Absetzen in Abhängigkeit von der Wurfnummer (MJ ME/Tier)

Die tägliche Futteraufnahme der Sauen nahm während der Säugezeit allmählich zu. Ab dem 16. Laktationstag wurden Werte von mehr als 6,0 kg Futter je Tier und Tag erzielt (**Abbildung 12**).

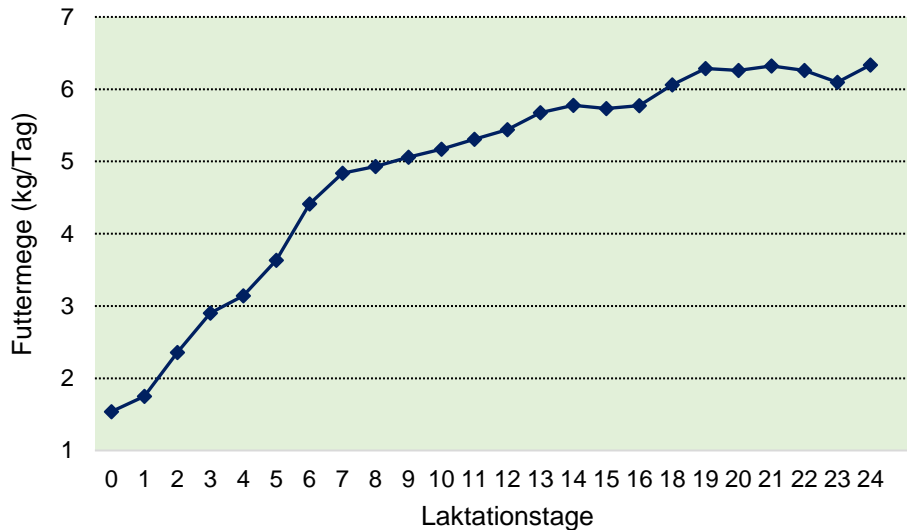


Abbildung 12: Tägliche Futteraufnahme der Sauen während der Säugezeit (kg Futter/Tier)

Mit der Steigerung der Futter- und Energieaufnahme der Tiere nahm der laktationsbedingte Körpergewichtsverlust ab ($r_p = -0,20$). Das Gleiche war bei dem Seitenspeckverlust der Sauen zu beobachten.

Die von den Sauen täglich aufgenommenen Wassermengen, die über die Fütterungsanlage ausdosiert wurden, stieg mit der Erhöhung der Futteraufnahme während der Säugezeit ebenfalls an (**Abbildung 13**).

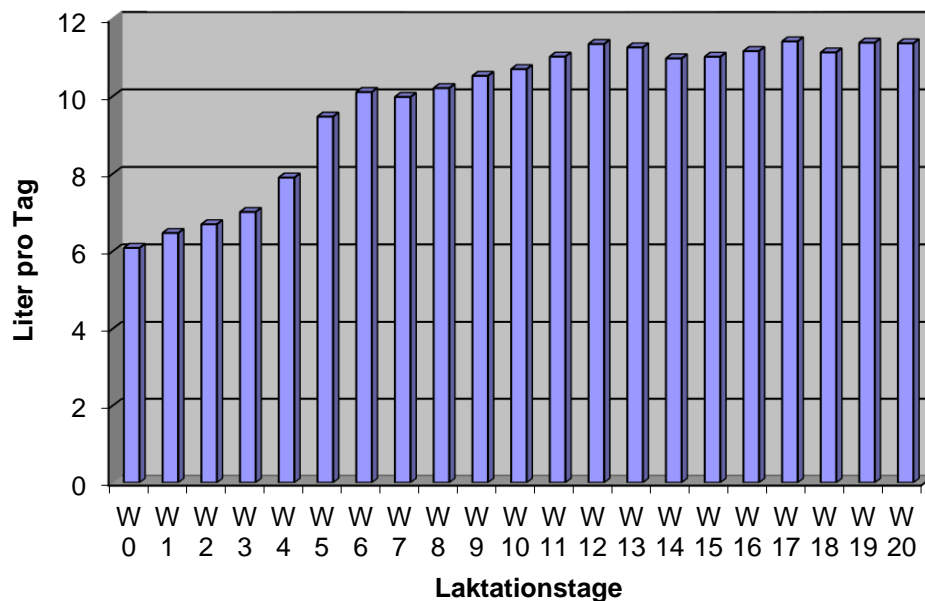


Abbildung 13: Wasseraufnahme der Sauen über die Fütterungsanlage (Liter/Tier/Tag) für die ersten 20 Laktationstage

4.3 Datenerhebung im ökologischen Betrieb (AP4)

4.3.1 Analyse der „historischen Merkmale“ und Eberzuchtwerte

Bei dem Merkmal Geburtsverhalten (2.805 Sauen, 7.249 Würfe) wurde eine durchschnittliche Note von $1,23 \pm 0,55$ (MW \pm SD) dokumentiert. Bei der Aufzuchtbonitur (2.393 Sauen, 5.728 Würfe) ergab sich im Durchschnitt eine Note von $1,49 \pm 0,65$. Bei der Gebrauchsfähigkeit (2.790 Sauen, 7.200 Würfe) lag diese bei $1,43 \pm 0,62$. Für das Merkmal Gesäugebonitur (2.688 Sauen, 6.714 Würfe) wurde eine durchschnittliche Note von $1,48 \pm 0,64$ berechnet. Bei allen Merkmalen wurde die Note 1 mit dem höchsten prozentualen Anteil von 59,6 % (Aufzuchtbonitur) bis 83,7 % (Geburtsverhalten) vergeben. Danach folgten die Note 2 und die Note 3 (**Abbildung 14**). Bezüglich der Wurfnummer der Tiere erzielten die Sauen der Wurfnummer 1 die beste Leistung.

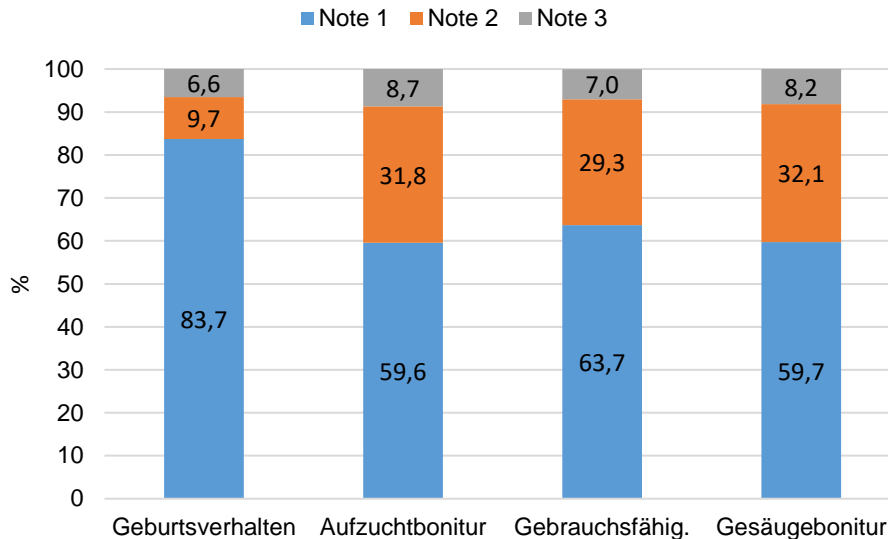


Abbildung 14: Häufigkeit der einzelnen Boniturnoten

Für das Merkmal Gesäugebonitur der Sauen wurde die höchste Heritabilität von $h = 0,260$ geschätzt. Als geeignetes Merkmal für die Schätzung der Vaterzuchtwerte zeigte sich das Merkmal Aufzuchtbonitur der Sauen. Die genetische Korrelation, die zwischen diesem Merkmal und der Saugferkelverluste geschätzt wurde, betrug $r_g = 0,616$. Die Zuchtwerte wurden auf ein Mittel von 100 mit einer Standardabweichung von 20 standardisiert. Für die besten Väter ($N=20$) lagen die geschätzten Zuchtwerte im Bereich von 133 bis 169. Die Erblichkeitsgrade für die Verhaltensmerkmale von Jungsauern lagen im Bereich von $h = 0,114$ (bilaterale Kämpfe) bis $0,122$ (einseitige Aggression). Eine zunehmende Aggressivität der Jungsauern während der Eingliederungsphase führte zur Steigerung der Ferkelverluste während der ersten Säugezeit. Die genetischen Korrelationen wurden im Bereich von $r_g = 0,446$ (bilaterale Kämpfe) bis $r_g = 0,481$ (einseitige Aggression) zu den Saugferkelverlusten geschätzt. Die Korrelationen deuten an, dass aggressivere Jungsauern beim Neugruppieren mehr Ferkelverluste während der ersten Säugezeit haben. Ferner konnte eine negative genetische Korrelation von $r_g = -0,301$ zwischen dem „neuen“ Verhaltensmerkmal Dummy-Arm-Test und dem „historischen Merkmal“ Aufzuchtbonitur nachgewiesen werden. Zwischen der Reaktion der Sauern beim Towel-Test (neues Merkmal) und der Aufzuchtbonitur („historisches Merkmal“) wurde eine hoch negative genetische Korrelation geschätzt.

4.3.2 Analyse der Leistungsdaten der Töchter

Die Reaktion der Sauen auf die **Trog-Säuberung** wurde ca. am 4. Tag *post partum* (38 Sauen, 64 Beobachtungen) und am 15. Tag *post partum* (35 Sauen, 62 Beobachtungen) bonitiert. Zu beiden Zeitpunkten wurde die Note 1 (keine Reaktion auf menschliche Interaktion) im Vergleich zu Noten 2 (leichte Abwehrreaktion) und 3 (starke Abwehrreaktion) mit einem deutlich höheren prozentualen Anteil vergeben (**Abbildung 15**). Bezüglich der Wurfnummer der Tiere ergaben sich keine signifikanten Unterschiede.

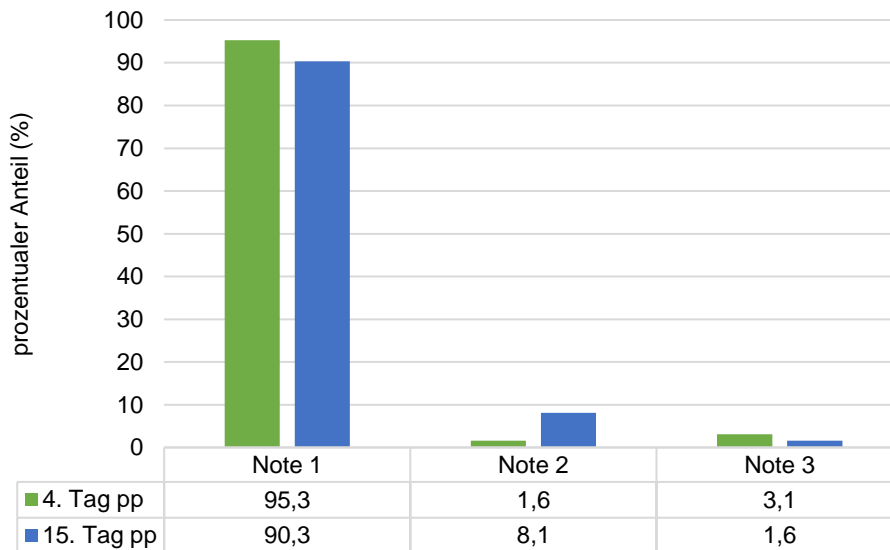


Abbildung 15: Häufigkeit der Vergabe der Boniturnoten beim Test Trog-Säuberungs-Score im ökologischen Betrieb

Der gleiche Trend wurde bei der Bonitur der Reaktion der Sauen auf die Trog-Säuberung im BZB Garlitz beobachtet werden (siehe 4.5). Unabhängig vom Zustand der Bucht (geschlossen/offen) wurde größtenteils die Note 1 dokumentiert. Die Note 3 wurde mit dem geringsten Anteil von 3,3 % (Bucht geschlossen) bis 4,7 % (Bucht offen) registriert. Bei der **Bonitur des Verhaltens der Sauen gegenüber dem Menschen beim Betreten der Bucht** wurde ein neu im db.Planer implementiertes Merkmal verwendet. Bei 74,7 % der durchgeführten Tests wurde keine Aggressivität der Sau dokumentiert (Note 1). Die Note 2 (Drohen) wurde mit 13,3 % vergeben. Mit einem prozentualen Anteil von 6,7 % wurde die Note 3 (Aggressivität der Sauen nur unter Geburt) registriert. Bei 5,3 % (Note 4) der durchgeführten Bonituren zeigten die Sauen gegenüber Menschen ein aggressives Verhalten. Bei dem Dummy-Arm-Test (BZB Garlitz) zeigten die Muttertiere ebenfalls keine bis leichte objektbezogene Reaktion ohne ernsthaften Hintergrund (siehe 4.5).

In den ersten drei Tagen *post partum* wurde im Durchschnitt aller Sauen eine **Körpertemperatur** von $39,0 \pm 0,6^\circ\text{C}$ (1. Tag) bzw. $38,8 \pm 0,5^\circ\text{C}$ (2. Tag) und $38,7 \pm 0,3^\circ\text{C}$ (3. Tag) ermittelt.

Der Cortisol-Gehalt im Speichel der acht beprobten Sauen des LBZ Echem betrug im Durchschnitt $7,59 \pm 5,23$ ng/ml. Es waren keine signifikanten Unterschiede zwischen den Klassen der Wurfnummer der Tiere und dem Zeitpunkt der Beprobung zu erkennen. Aufgrund der geringen Größe des Datensatzes (LBZ Echem) und der Tatsache, dass der Großteil der Sauen keine objektbezogene Reaktion auf die menschliche Interaktion (Trog-Säuberungs-Score) zeigte, konnten keine Zusammenhänge zwischen den Cortisol-Werten im Speichel und Verhalten der Tiere geprüft werden.

4.4 Analyse von Genomdaten (AP5)

In die Genom-weite Assoziationsstudie wurden je nach Merkmal 668 bis 770 Tiere einbezogen. Nach der Qualitätskontrolle lag die Anzahl der SNPs bei 47.768. Zur Identifikation chromosomaler Abschnitte, welche eine eventuelle Assoziation mit den erfassten Verhaltensmerkmalen zeigen, wurden Manhattan-Plots verwendet (z.B. **Abbildung 16**).

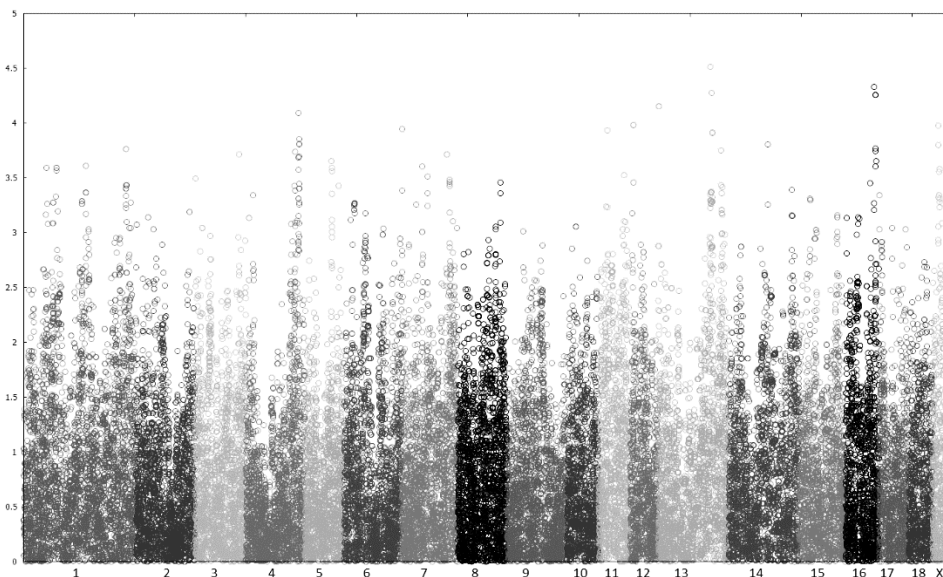


Abbildung 16: Manhattan-Plot für das Merkmal Ablegeverhalten der Sauen zum ersten Zeitpunkt der Bonitur

Außerdem konnte eine besonders große Übereinstimmung der chromosomalen Regionen mit effektstarken SNPs auf Chromosomen 12 und 18 für die Reaktion der Sau

auf Trog-Säuberung, für Towel-Test und Dummy-Arm-Test gezeigt werden. Für das Merkmal Nestbauverhalten der Sauen wurden mehrere SNPs auch auf Chromosom 12 gefunden. Diese SNPs lagen aber im Vergleich zu den SNPs der bereits erwähnten drei Tests auf einem anderen Bereich des Chromosoms 12. Weitere Analysen bezüglich der näheren Charakterisierung der gefundenen Assoziationen bzw. der Kandidaten-Gene für die Verhaltensmerkmale sind geplant.

4.5 Analyse möglicher Korrelationen und Integration von Verhaltensmerkmalen in der Zucht (AP5, AP6)

4.5.1 Nestbauverhalten

Während des gesamten Untersuchungszeitraums wurden bei 770 Sauen 3.643 Tests (=Beobachtungen) zur Beurteilung des Nestbauverhaltens durchgeführt. Bei 22,0% der Test wurde kein Nestbauverhalten registriert (Note 1). Bei 56,2% wurde das Nestbaumaterial in Form eines Jutesackes im hängendem Zustand durchgekaut (Note 2). Der Sack wurde bei 9,1% der Beobachtungen in den Liegenbereich verfrachtet (Note 3) bzw. bei 12,2% in den Trog gestopft (Note 4). Die Note 5 (Sack wird von der Sau zerrissen) wurde mit einem geringeren Anteil von 0,5% vergeben. Demzufolge musste die Note 5 zum Zweck der statistischen Auswertung mit der Note 4 zusammengefasst werden. Zum ersten Zeitpunkt bzw. 2 Tage *ante partum* wurde im Durchschnitt aller Tiere eine Note von $1,96 \pm 0,03$ (LSM \pm SE) ermittelt. Danach erhöhte sich diese und lag am Tag des Abferkelns bei $2,41 \pm 0,03$ (LSM \pm SE). Bezüglich der Wurfnummer der Tiere wurde bei den Sauen der Wurfnummer 2 eine im Durchschnitt signifikant höhere Note vergeben als bei den älteren und jüngeren Tieren. Für das Merkmal Nestbauverhalten der Sauen wurde eine Erblichkeit von $h^2 = 0,023$ ermittelt. In bivariaten Analysen wurden negative genetische Korrelationen, die im mittleren bis hohen Bereich lagen, zwischen dem Nestbauverhalten der Sauen und der Anzahl TGF (tot geborener Ferkel) je Wurf geschätzt. Die Ergebnisse zeigten, dass ein intensiveres Nestbauverhalten der Tiere im Zeitraum 2 Tage bzw. 1 Tag vor der Geburt (höhere Boniturnoten) zur Reduktion der Anzahl der TGF im Wurf führte. Für die Ferkelverluste, die im Datensatz für diese Auswertung bei 1,2 Ferkel/Wurf lagen, wurde eine Heritabilität von $h^2 = 0,058$ ($\pm 0,045$) geschätzt.

4.5.2 Wiedersehensfreude

Bei den 713 Muttertieren wurden insgesamt 1.306 Bonituren (=Beobachtungen) durchgeführt. Die Note 1 (keine Wiedersehensfreude) wurde bei 38,2 % der durchgeführten Tests bzw. die Note 2 (Wiedersehensfreude registriert) bei 61,8 % vergeben. Die Sauen der Wurfnummer 1 und 2 zeigten im Vergleich zu älteren Tieren mehr Freude beim Wiedersehen ihrer Ferkel. Mit dem Schwellenwert-Logit-Modell wurde eine Heritabilität von $h^2 = 0,053$ geschätzt.

4.5.3. Dummy Arm-Test

Für die 770 Muttertiere ergaben sich 1.444 Beobachtungen (=Tests). Die Noten 1 (keine objektbezogene Reaktion) und 2 (leichte Reaktion) wurden mit dem höchsten prozentualen Anteil von 46,2 % bzw. 43,1 % registriert. Danach folgten die Note 3 (starke Reaktion, Sau versucht zu beißen) mit 7,8 % und die Note 4 (sehr starke Reaktion, Sau beißt zu) mit 2,8 %. Für die weitere statistische Auswertung mussten Note 3 und 4, aufgrund eines geringeren Auftretens der Note 4 im Datensatz, zur Note 3 zusammengefasst werden. Demzufolge ergab sich folgende Häufigkeitsverteilung: Note 1 = 46,2%, Note 2 = 43,1 % und Note 3 = 10,7 %. Die Heritabilität für dieses Merkmal lag bei $h^2 = 0,167$. Ferner wurde eine negative genetische Korrelation von $r_g = -0,271$ zwischen der Reaktion der Sau beim Dummy-Arm-Test und der Saugferkelverluste geschätzt.

4.5.4 Towel-Test

Der Towel-Test wurde angewandt, um die Reaktion der Tiere auf eine unbekannt Situation, simuliert durch ein plötzlich geworfenes Handtuch in Richtung des Kopfes, beurteilen zu können. Während der 37 Durchgänge wurden insgesamt 2.847 Bonituren durchgeführt, davon 1.444 (771 Sauen) bei geschlossener Bucht und 1.402 (756 Sauen) bei offener Bucht. Die Note 1 wurde bei 23,1 % der Bonituren dokumentiert bzw. die Note 2 bei 42,7 %, Note 3 bei 29,7 % und die Note 4 bei 4,5 % der durchgeführten Tests. Bezüglich der Wurfnummer der Tiere wurde bei den Sauen der Wurfnummer 1 eine im Durchschnitt signifikant geringere Note (2,07) vergeben als bei den älteren Tieren (2. WN = 2,22 bzw. ≥ 3 . WN = 2,23). Bei der offenen Bucht vs. geschlossenen Bucht wurde eine stärker ausgeprägte Reaktion der Sau beobachtet (**Abbildung 17**). Aufgrund des Testdesigns ist nicht sauber zu differenzieren, ob die höheren Bonitur-Noten aufgrund des veränderten Buchtzustandes gefunden werden konnten, oder aufgrund des größeren Abstandes des Testzeitpunktes zur Geburt.

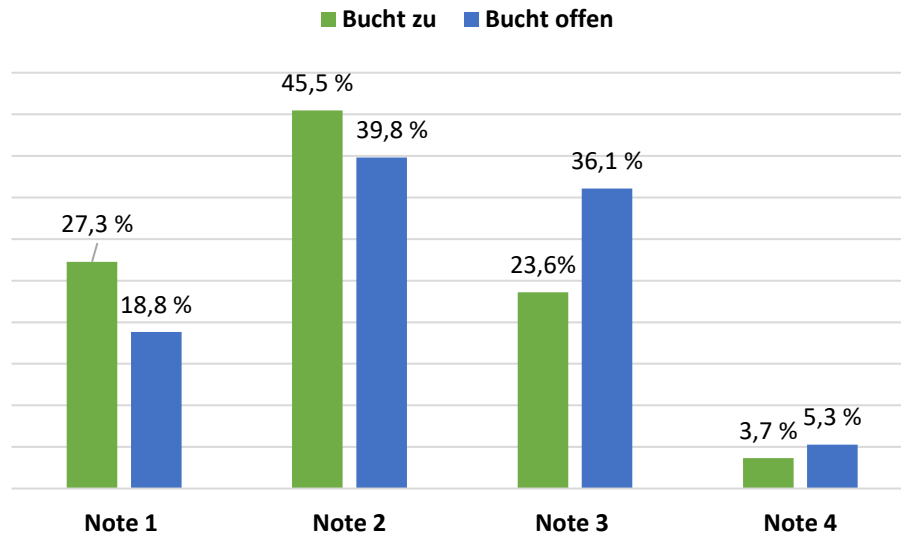


Abbildung 17: Häufigkeitsverteilung der Boniturnoten im Towel-Test in Abhängigkeit vom Buchtzustand

Für die Reaktion der Sau auf unbekannte Situationen wurde eine Heritabilität von $h^2 = 0,187$ geschätzt. Weiterhin wurden negative genetische Korrelationen zu den Ferkelverlusten ($r_g = -0,855$) während der Säugeperiode und zum Merkmal Aufzuchtbonitur ermittelt. Die Sauen, die höhere Noten bei der Bonitur bekamen, hatten geringere Ferkelverluste und homogenere Würfe, als die Sauen, die keine bis leichte objektbezogene Reaktion zeigten.

4.5.5 Trog-Säuberungs-Score

Mit diesem Test wurde die Reaktion der Sauen auf die Routinemaßnahme im Abferkelbereich, in diesem Fall auf die Trog-Säuberung, beurteilt. Es wurden insgesamt 2.805 Tests durchgeführt: 1.444 Tests (771 Sauen) bei geschlossener Bucht bzw. 1.361 (742 Sauen) bei offener Bucht. Die Note 1 wurde mit 70,2 % vergeben. Danach folgte die Note 2 mit 25,8 % bzw. die Note 3 mit 4,0 %. Die höchste Boniturnote wurde den Sauen der Wurfnummernklasse ≥ 3 gegeben. Die jüngsten Tiere bekamen mit durchschnittlich $1,27 \pm 0,02$ die geringste Note. Bei der offenen vs. geschlossenen Bucht wurde ein ähnliches Bild wie beim Towel-Test beobachtet. Die Anteile an Noten 2 und 3 nahmen leicht zu (24,6% auf 27,2 % bzw. 3,3 % auf 4,7 %), während sich der Anteil an Note 1 reduzierte. Der Beurteiler 2 vergab im Durchschnitt eine höhere Note als der Beurteiler 1.

Die für das Merkmal geschätzte Heritabilität lag bei $h^2 = 0,131$. Ferner wurde eine zusätzliche Varianzkomponentenschätzung bivariat durchgeführt. Als Merkmal 1 wurde Schlussbericht FreeSow

dabei die Reaktion der Sau auf die Trog-Säuberung bei der geschlossenen Bucht bzw. als Merkmal 2 die Reaktion des Tieres bei der offenen Bucht berücksichtigt. Die geschätzte genetische Korrelation zwischen zwei oberen genannten Merkmalen betrug $r_g = 0,964$. Mit dem Dummy-Arm-Test, Towel-Test und Trog-Säuberungs-Score wurde das Verhalten der Sauen gegenüber Menschen während der Durchführung der Routinemaßnahme im Abferkelbereich im Allgemeinen charakterisiert. Mittels eines 3-Merkmalsmodells wurden genetischen Korrelationen im mittleren bis hohen Bereich zwischen diesen Merkmalen geschätzt ($r_g = 0,597-0,771$).

4.5.6 Abliegeverhalten säugender Sauen

Das Verhalten der Sauen beim Ablegen wurde an Tag $3,3 \pm 1,0$ *post partum* bei der geschlossenen Bucht und an Tag $19,0 \pm 1,3$ *post partum* bei der offenen Bucht beurteilt. Insgesamt ergaben sich 2.814 Bonituren. Am häufigsten wurde dabei die Note 2 (vorsichtiges Ablegen) mit 49,1 % dokumentiert. Danach folgten die Note 1 (sehr vorsichtiges Ablegen) mit 24,3 %, Note 3 (mittleres Ablegeverhalten) mit 21,2 % und Note 4 (unvorsichtiges Ablegen) mit 5,5 %. Die Sauen aller Altersklassen wiesen mit einer durchschnittlichen Note von $2,08 \pm 0,82$ (MW \pm SE) ein vorsichtiges Ablegeverhalten auf. Jedoch wurde bei den Sauen der Wurfnummer 1 eine signifikant höhere Note registriert als bei den älteren Tieren. Der prozentuale Anteil an Sauen, die sich unvorsichtig ablegten und demzufolge Note 4 bekamen, nahm bei der offenen Bucht im Vergleich zu der geschlossenen Bucht deutlich zu (**Abbildung 18**).

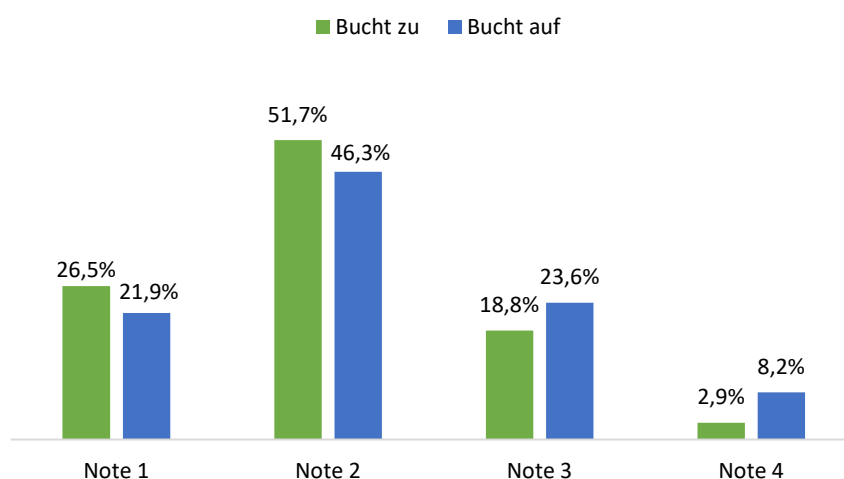


Abbildung 18: Prozentuale Verteilung der Boniturnoten für das Ablegeverhalten der Sauen in Abhängigkeit vom Buchtzustand

Für das Merkmal wurde eine Heritabilität von $h^2 = 0,077$ geschätzt. Weiterhin folgte eine weitere Auswertung, in der das Verhalten der Tiere beim Ablegen in der geschlossenen

Bucht als Merkmal 1 bzw. in der offenen Bucht als Merkmal 2 analysiert wurde. Die geschätzte genetische Korrelation zwischen den beiden oben genannten Merkmalen betrug $r_g = 0,679$.

4.5.7 Position der Sau nach Ablegen

Die Position der Sau nach dem Ablegen wurde ab dem 20. Durchgang bei der geschlossenen Bucht bzw. ab dem 19. Durchgang bei der offenen Bucht bonitiert. Es ergaben sich insgesamt 1.415 Beobachtungen, davon 701 (N=464 Sauen) bei geschlossener Bucht und 714 (N=471 Tiere) bei offener Bucht. Die Sauen bevorzugten mit 50,1 % die Bauchlage (Note 1). Die Note 2 trat mit 25,4% bzw. die Note 3 mit 24,5 % im Datensatz auf. Die Sauen mit der Wurfnummernklasse ≥ 3 nahmen im Vergleich zu jüngeren Tiere häufiger die Bauchlage ein. Die Seitenlage war mit einem höheren prozentualen Anteil bei den Sauen der Wurnummer 1 und 2 vs. 3 zu beobachten (**Abbildung 19**).

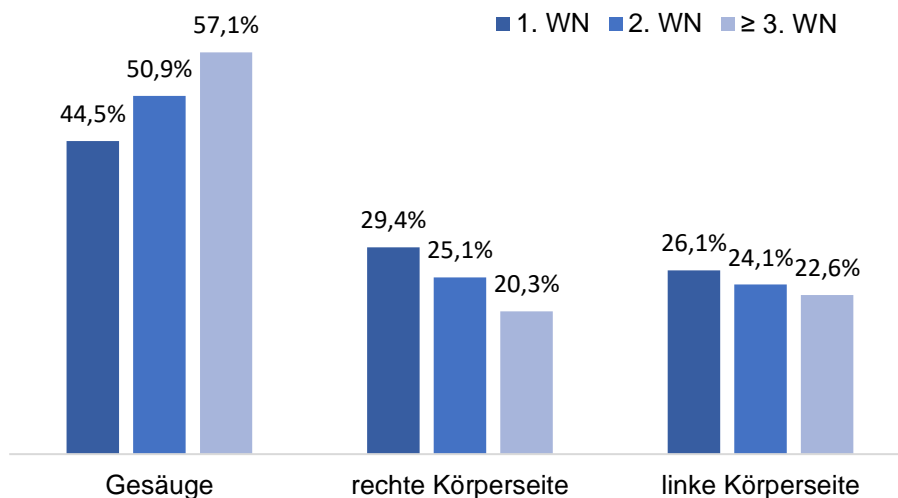


Abbildung 19: Position der Sauen nach Ablegen in Abhängigkeit von der Wurfnummer der Tiere (%)

Der Beurteiler 1 vs. Beurteiler 2 stellte einen höheren Anteil an Sauen, die sich auf der linken oder rechten Körperseite hinlegten (59,2 % vs. 40,9 %), fest. Der Beurteiler 2 vs. 1 registrierte zum Zeitpunkt der Bonitur einen höheren Anteil an Sauen, die sich in der Bauchlage befanden (59,1 % vs. 40,8 %). Für das Merkmal wurde eine Heritabilität von $h^2 = 0,099$ geschätzt.

5. Diskussion der Ergebnisse

5.1 Merkmale der Körperkondition

Zur Zuchtkondition der Sauen gehören neben reproduktionsphysiologischen Voraussetzungen insbesondere die körperliche Verfassung, d.h. das Körpergewicht des Tieres, das Körperfett, aber auch das Futteraufnahmevermögen (Wähner et al., 2001). Während der Trächtigkeit müssen die Sauen genügend Körperreserven aufbauen, um in der Laktation ein auftretendes Energiedefizit aus der Einschmelzung von Körperreserven ausgleichen zu können (Kleine Klausung und Riewenhern, 2012). Hohe Gewichts- und Rückenspeckverluste während der Säugezeit beeinträchtigen die Gesundheit, das Wohlergehen und Fruchtbarkeitsergebnisse der Tiere. Demzufolge ist die Erfassung des Gewichtes und der Rückenspeckdicke der Tiere vor und nach der Geburt sowie beim Absetzen erforderlich. Zum Zeitpunkt der Einstellung der Sauen in den Abferkelbereich wurde ein Körpergewicht von 274,3 kg ermittelt. Dieses reduzierte sich um 9,2 % während der Säugezeit. Ein laktationsbedingter Gewichtsverlust von mehr als 10 % wirkt sich negativ auf die darauffolgenden Wurfsergebnisse aus (Thaker und Bilkei, 2005). Mit der Steigerung der Futter- und Energieaufnahme der Tiere nahm der laktationsbedingte Körpergewichtsverlust der Tiere ab ($r_p = -0,20$). Kruse et al. (2001) ermittelten Korrelationen von -0,17 bis -0,33 zwischen gleichen Merkmalen. Die Seitenspeckdicke der Sauen lag in der vorliegenden Untersuchung bei 18,7 mm. Zum Beginn der Laktation sollte nach Kecman (2016) die Rückenspeckdicke der Sauen mindestens 18,0 mm betragen. Eine Überkonditionierung der Tiere (Seitenspeckdicke von mehr als 26,0 mm) zur Geburt führt nach Wähner et al. (2001) zur Reduzierung der Futteraufnahme während der Säugezeit.

5.2 Verhaltensmerkmale

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigten, dass die im Rahmen des Projektes entwickelten Verhaltenstests zur Beurteilung des Verhaltens der Sauen geeignet sind. Ferner liefern sie wichtige Erkenntnisse für den Bereich des Arbeitsschutzes. Die Muttertiere wiesen überwiegend keine bis leichte Abwehrreaktionen auf die menschliche Interaktion auf. Jedoch wurde bei einem geringeren Anteil der Tierpopulation eine starke Abwehrreaktion registriert, was auf ein erhöhtes Risiko des Stallpersonals für Verletzungen durch die Tiere hindeutet. Demzufolge wurden diese Sauen im BZB Garlitz gemerzt. Für das Merkmal der generellen Stressbewältigung (Towel-Test) wurde die höchste Heritabilität von $h^2 = 0,187$ geschätzt. Erblichkeiten von $h^2 = 0,167$ bzw. von $h^2 =$

0,131 wurden für die Reaktion der Sau beim Dummy-Arm-Test bzw. beim Trog-Säuberungs-Score bzw. ermittelt. Die im Towel-Test ermittelten Erblichkeitsgrade liegen im Rahmen der aus der Literatur bekannten Werte für Coping Styles und Stressbewältigung (z.B. Scheffler, 2014; Velie et al., 2014). Die Verhaltenstests können somit als geeignete und unter praktischen Bedingungen erhebbare Tests angesehen werden. Die positiven genetischen Korrelationen zwischen drei Verhaltenstests, die im mittleren bis hohem Bereich lagen, zeigten, dass es sich hier um ein annähernd ähnliches Verhaltensmuster laktierender Sauen handelte. Der direkte Transfer in die Praxis, aufgrund der umsetzbaren Verhaltensbonituren und der ermittelten Erblichkeiten, ist möglich.

In anderen Untersuchungen lagen geschätzten Heritabilitäten für das Verhalten der Sauen gegenüber Menschen auf etwas geringerem Niveau. Dabei muss jedoch beachtet werden, dass die angewandten Testverfahren, Merkmalsdefinitionen, Altersstrukturen, Sauenrassen, Haltungsbedingungen etc. zwischen Studien abweichen, was den Vergleich der Ergebnisse erschwert. Für das aggressive Verhalten der Sauen gegenüber Menschen, das mittels eines Verhaltenstests beurteilt wurde, schätzten Grandinson et al. (2003) eine Heritabilität von $h^2 = 0,08$. In den Studien von Vangen et al. (2005) und Gäde et al. (2008) wurden Verhaltensmerkmale mittels Fragebogen evaluiert. Vangen et al. (2005) ermittelten für die Aggression der Muttertiere gegenüber Menschen eine Erblichkeit von $h^2 = 0,11$. In der Untersuchung von Gäde et al. (2008) ergab sich für das Merkmal „Verhalten gegenüber Menschen“ eine Heritabilität von $h^2 = 0,06$. Weiterhin wurden negative genetische Korrelationen zwischen der Reaktion der Sauen beim Dummy-Arm-Test und den Saugferkelverlusten ($r_g = -0,855$) sowie der Aufzuchtbonitur ermittelt. Die Sauen, die höhere Noten bei der Bonitur bekamen, hatten geringere Ferkelverluste und homogenere Würfe, als die Sauen, die keine bis leichte objektbezogene Reaktion zeigten. In der Studie von Grandinson et al. (2003) wurden keine Beziehungen auf genetischer Ebene zwischen Aggression (binäres Merkmal) gegenüber der Betreuungspersonal und der Ferkelverluste nachgewiesen. Jedoch wiesen die Sauen mit stärker ausgeprägtem Meidungsverhalten gegenüber Betreuungspersonal höhere Ferkelverluste auf ($r_g = 0,37$) (Grandinson et al., 2003).

6. Angaben zum voraussichtlichen Nutzen der Ergebnisse

Bereits während der Projektlaufzeit wurden zahlreiche Beiträge zum Projekt auf wissenschaftlicher wie auch auf praktischer Ebene veröffentlicht (siehe Punkt 10). Nach Projektende sind weitere Veröffentlichungen geplant.

In die Selektion gegen unerwünschte Verhaltensweisen von Sauen in Abferkelsystemen mit größerer Bewegungsmöglichkeit ist das BHZP bereits während der Projektlaufzeit eingestiegen. Aus den Analysen, die im Rahmen des Projektes durchgeführt wurden, ist ersichtlich, dass das Niveau der Aggressionen gegenüber dem Menschen eine erbliche Komponente aufweist. Die Söhne der Sauen im Projekt werden als Väter der db.Viktoria eingesetzt. Über diesen „Mutter-Sohn-Pfad“ werden die erwünschten Eigenschaften an die Hybridsauen (db.Viktoria) weitervererbt. Das trägt dazu bei, dass die Erkenntnisse aus dem Projekt direkt in die Erzeugerstufe Eingang finden. Somit kann jeder Landwirt direkt partizipieren.

Das BHZP entwickelt und vertreibt die am häufigsten in Deutschland verwendete Sauen-Management-Software, den db.Planer (**Abbildung 20**). Aus dem Projekt heraus sind neue Merkmale und Auswertungsmöglichkeiten in den db.Planer integriert worden, so dass einem breiten Spektrum an Anwendern, bestehend aus Auszubildenden, Landwirten und Beratung, diese neuen Parameter zur Verfügung stehen. Die neuen Merkmale sollen den Landwirten eine Hilfestellung geben, um ihre Produktion kontinuierlich im Blick zu haben und verbessern zu können.

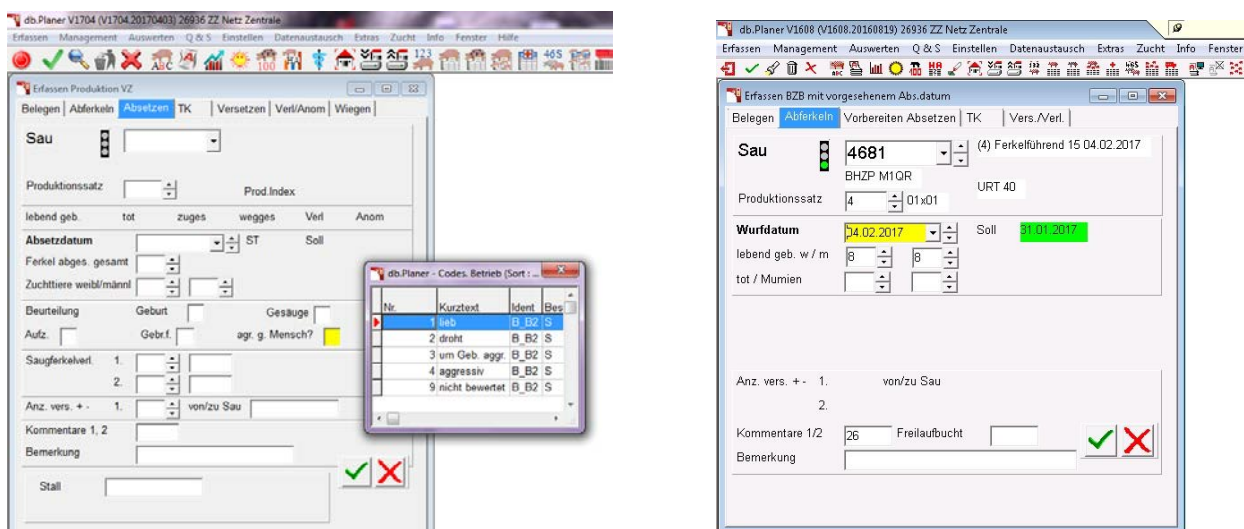


Abbildung 20: Beispiele für die Erweiterung des db.Planer

Die Erkenntnisse aus dem Projekt, wie auch die Erhebungsbögen, die durch das Projekt entstanden sind, werden im Unterricht und auf Schulungen der LWK am Standort Echem für die Aus- und Weiterbildung junger Landwirte genutzt. Junge Landwirte, die den Fachbereich „Ökologische Schweinehaltung“ in Echem durchlaufen, bekommen somit einen direkten Bezug und ihr Auge wird für die Beurteilung von Gesundheits- und Verhaltensparametern direkt am Tier geschult. Zur Kontrolle und Verbesserung der Tiergesundheit werden in regelmäßigen Abständen die Veränderungen an den Ferkeln (Gesicht, Gelenke) nach bereits vorgestelltem Boniturschema erfasst, was zur Steigerung des Wohlbefindens der jungen Tiere und Reduzierung der Saugferkelverluste führen dürfte. Aus den Ergebnissen zum Ablegeverhalten und Nestbauverhalten ergeben sich neue Ansätze zur Weiterentwicklung, bzw. Management, von Stallbausystemen zur freien Abferkelung.

Die Beiträge der Abschlussveranstaltung wurden von den Teilnehmern sehr gut aufgenommen und Rückmeldungen zeigen, dass die vorgestellten Inhalte auch für andere Zielgruppen wie Lehrlinge, Meisteranwärter, Berater, Stalleinrichter wichtige Informationen über Schweinezüchtung und –haltung beinhalten. Die Verwertung aller gewonnenen wissenschaftlichen Ergebnisse kann nur zeitversetzt stattfinden, da vor einer vollständigen Umsetzung und Einführung in die Praxis noch weitere Auswertungen und umfangreiche und kritische Diskussionen erforderlich sind.

7. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen

Von den ursprünglich geplanten Tierzahlen im BZB Garlitz der BHZP wurde mehr als der volle Umfang realisiert. Es wurde in jedem Durchgang sichergestellt, dass die angestrebten 40 Buchten zur Verfügung standen und 40 db.01 Sauen eingestallt wurden. Aufgrund zumeist gesundheitlicher Einschränkungen von Einzeltieren (z.B. ein Abort, Verferkeln o.ä.) reduzierte sich die Anzahl an Tieren bzw. Beobachtungen im Verlauf eines Durchgangs, jedoch standen mehr als die geplanten Tierzahlen für die Auswertungen zur Verfügung. Alle Erhebungen konnten kontinuierlich durchgeführt werden. Im Verlauf des Projektes stellte sich zudem heraus, dass sowohl die Anzahl der Cortisol-Proben als auch die Anzahl der typisierten Sauen aufgestockt werden sollte, um eine bessere Aussagekraft zu erhalten. Dieses konnte erfolgreich umgesetzt werden.

Das Projekt hat sehr umfassende und weitreichende Daten zu den drei Kernelementen Tiergesundheit, Tierwohl und Tierverhalten geliefert. Darüber hinaus wurde gezeigt, dass die unter konventionellen Bedingungen ermittelten Bewertungsparameter auch unter ökologischen Bedingungen zu ähnlichen Ergebnissen führen. Somit können ungünstige Genotyp-Umwelt-Interaktionen vermieden werden. Eine Selektion von Schweinen unter konventionellen Bedingungen (in Bewegungsbuchten) führt auch zu einer Selektion von Tieren, die unter ökologischen Bedingungen gute Leistungen zeigen.

Die direkte Umsetzung der Ergebnisse durch das Zuchtunternehmen BHZP führt zu einem unmittelbaren Transfer der Erkenntnisse in die Praxis. Darüber hinaus sind die Ergebnisse der GWAS sehr vielversprechend und könnten erste nutzbare SNPs für eine Verbesserung des Tierverhaltens beinhalten. Das gesamte erhobene Datenmaterial liefert eine hervorragende Basis für weitergehenden Untersuchungen und kann für verschiedenste wissenschaftliche Fragestellungen aus unterschiedlichen Teilgebieten herangezogen werden.

8. Zusammenfassung

Das Projekt „FreeSow“ hatte zum Ziel, Sauen hinsichtlich ihrer Eignung für freiere Abferkelsysteme und alternative Haltungsverfahren zu charakterisieren und diese Eigenschaften in die zukünftige Zuchtplanung zu integrieren, um einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Tierzucht zu leisten. In der ökologischen Sauenhaltung sind solche Haltungssysteme Standard, aber auch in der konventionellen Haltung wird die längere Fixation während der Laktation kritisch diskutiert. Da Systeme ohne Fixierung aber auch besondere Herausforderungen mit sich bringen, wird von einer in ihnen gehaltenen Sau erwartet, dass sie sowohl eine gute Mütterlichkeit gegenüber ihren Ferkeln aufweist als auch mögliche Interaktionen mit dem Menschen toleriert. Daher wurden im Projekt zunächst verschiedene Verhaltenstests zur Beschreibung des Verhaltens der Sauen entwickelt und angewandt. Für die praktische Datenerfassung über zwei Jahre standen der Basiszuchtbetrieb Garlitz (BHZP) mit 80 Bewegungsbuchten für detaillierte Untersuchungen und die ökologische Sauenhaltung des LBZ-Echem (LWK) für die Validierung unter ökologischen Bedingungen zur Verfügung. Insgesamt wurden im Basiszuchtbetrieb 1.480 Würfe von 789 Sauen eingehend charakterisiert. Umfangreiche Datenerhebungen und -analysen zur Tiergesundheit und zum Wohlbefindens bildeten einen weiteren Schwerpunkt. Alle im Rahmen des Projektes entwickelten Verhaltenstests

zur Toleranz gegenüber menschlichen Interaktionen erwiesen sich als geeignet, um das Verhalten der Sauen in praxi zu charakterisieren. Die geschätzten Heritabilitäten für die Merkmale, die sich mittels Test ergaben und Verhalten der Sauen gegenüber Menschen charakterisierten, lagen im Bereich von $h^2 = 0,131$ bis $h^2 = 1.87$. Diese Erblichkeitsgrade lassen eine erfolgreiche züchterische Bearbeitung zu. Zudem fanden sich bei Genomweiten Assoziationsstudien erste Hinweise auf vielversprechende SNPs. Für die Nutzung in einem Sauenplaner wurden neue Merkmale des Tierverhaltens entwickelt und integriert, so dass eine einfache Dokumentationsmöglichkeit für den Sauenhalter geschaffen worden ist. Das Projekt hat sehr umfassende und weitreichende Daten zu den drei Kernelementen Tiergesundheit, Tierwohl und Tierverhalten von Sauen in Abferkelbuchten mit mehr Bewegungsfreiheit geliefert. Diese Daten werden noch weiter ausgewertet, publiziert und verbreitet. Sie liefern wertvolle Ansätze für weitere praxisrelevante Forschungsprojekte. Bereits während der Projektlaufzeit wurde die Selektion gegen unerwünschte Verhaltensweisen von Sauen in Abferkelsystemen mit größerer Bewegungsmöglichkeit vom BHZP umgesetzt.

9. Literaturverzeichnis

- Appel, A.K., Tönepöhl, B., Voß, B., König von Borstel, U., Gauly, M. (2013): Variance components of aggressive behavior in genetically highly connected Pietrain populations kept under two different housing conditions. *J. Animal Sci.* 91: 5557-5564.
- Appel, A.K., Voß, B., Tönepöhl, B., König von Borstel, U., Gauly, M. (2016): Genetic associations between maternal traits and aggressive behaviour in Large White sows. *Animal*.
- Damm, B.I., Forkman, B., Pedersen, L.J. (2005): Lying down and rolling behaviour in sows in relation to piglet crushing. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 90, 3-20
- Eissen, J.J., Kanis, E., Kemp, B. (2000): Sow factors affecting voluntary feed intake during lactation. *Livest. Prod. Sci.* 64, 147-165.
- EFSA (2007): Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from the Commission on Animal health and welfare aspects of different housing and husbandry systems for adult breeding boars, pregnant, farrowing sows and unweaned piglets. *The EFSA Journal* 572, 1-13.
- Gao, C., Frausto, S.F., Guedea, A.L., Tronson, N.C., Jovasevic, V., Leaderbrand, K., Corcoran, K.A., Guzmán, Y.F., Swanson, G.T., Radulovic, J. (2011): IQGAP1 regulates NR2A signaling, spine density, and cognitive processes. *J. Neurosci.* 31: 8533–8542.
- Gäde, S., Bennewitz, J., Kirchner, K., Looft, H., Knap, P.W., Thaller, G., Kalm, E. (2008): Genetic parameters for maternal behaviour traits in sows. *Livestock Science* 114, 31–41.
- Genoux, D., Haditsch, U., Knobloch, M., Michalon, A., Storm D., Mansuy, I.M. (2002): Protein phosphatase 1 is a molecular constraint on learning and memory. *Nature*, 418: 970-975
- Gilmour, A.R., Gogel, B.J., Cullis, B.R., Thompson, R. (2009): ASREML. NSW Agriculture, Orange, Australia.

- Gräff, J., Koshibu, K., Jouvenceau, A., Dutar, P., Mansuy, I.M (2010): Protein phosphatase 1-dependent transcriptional programs for long-term. Cold Spring Harbor Laboratory Press 17:355-363.
- Grandinson, K., Rydhmer, L., Strandberg, E., Thodberg, K. (2003): Genetic analysis of on-farm tests of maternal behaviour in sows. *Livestock Production Science* 83, 141-151.
- Hellbrügge, B., Tölle, K.H., Henze, C., Bennewitz, J., Presuhn, U., Krieter, J. (2007): Verbesserung der Muttereigenschaften. 7. Schweineworkshop Uelzen 2007, S. 65-75
- Hellbrügge, B., Tölle, K.H., Bennewitz, J., Henze, C., Presuhn, U., Krieter, J. (2008): Genetic aspects regarding piglet losses and the maternal behaviour of sows. Part 2. Genetic relationship between maternal behaviour in sows and piglet mortality. *Animal*, 2: 1281-1288.
- Hellbrügge, B., Tölle, K.H., Presuhn, U., Krieter, J. (2009): A note on genetic parameters of gilt responses to humans. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 121, 153-156.
- Hessing, M.J.C., Hagelso, A.M., Vanbeek, J.A.M., Wiepkema, P.R., Schouten, W.G.P., Krukow, R. (1993): Individual Behavioral-Characteristics in Pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 37, 285-295.
- Kecman, J. (2016): Qualifizierung und Quantifizierung von pränatalen und postnatalen maternalen Einflüssen auf die Entwicklung von Saugferkeln. Dissertation. Naturwissenschaftliche Fakultät III, Institut für Agrar-und Ernährungswissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- Kleine Klausing, H., Riewenhern, G. (2012): Einflussnahme der Ernährung auf die Fruchtbarkeit. Publiziert in: *Sauenfruchtbarkeit in der Ferkelerzeugung*, 1.Auflage, Agrar- und Veterinär-Akademie, Horstmar-Leer, 141-160.
- Kongsted, A.G. (2004): Stress and fear as possible mediators of reproduction problems in group housed sows: A review. *Acta Agric. Scand. Sect. A-Anim. Sci.* 54, 58-66.
- Kruse, S., Traulsen, I., Krieter, J. (2011): Analysis of water, feed intake and performance of lactating sows. *Livestock Science*, 135: 177-183.
- Luther, H. (2007): Osteochondrose, Exterieur und Nutzungsdauer: Schweizer Ergebnisse. 7. Schweineworkshop Uelzen 2007.
- Misztal, I., Tsuruta, S., Lourenco, D., Aguilar, I., Legarra, A., Vitezica, Z. (2015): Manual for BLUPF90 family of programs. University of Georgia, Athens, USA. Last edit June 18, 2015.
- Muráni, E., Ponsuksili, S., D'Eath, R.B., Turner, S.P., Kurt, E., Evans, G., Thölking, L., Klont, R., Foury, A., Mormède, P., Wimmers, K. (2010): Association of HPA axis-related genetic variation with stress reactivity and aggressive behaviour in pigs. *BMC Genetics* 11, 74
- Nicolaisen, T., Lühken E., Volkmann, N., Rohn, K., Kemper, N., Fels, M. (2019): The effect of sows' and piglets' behavior on piglet crushing patterns in two different free farrowing pen systems, *animals* 9(8), doi: 10.3390/ani9080538.
- Pedersen, L.J., Malmkvist, J., Andersen, H.M.L. (2013): Housing of sows during farrowing: a review on pen design, welfare and productivity. in "Livestock housing: modern management to ensure optimal health and welfare of farm animals" DOI 10.3920/978-90-8686-771-4_05
- Preissler, R., Hinrichs, D., Reiners, K., Looft, H., Kemper, N. (2012): Estimation of variance components for postpartum dysgalactia syndrome in sows. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 129: 98-102.
- Preissler, R., Tetens, J., Reiners, K., Looft, H., Kemper, N. (2013): A genome-wide association study to detect genetic variation for postpartum dysgalactia syndrome in five commercial pig breeding lines. *Animal Genetics*, DOI 10.1111/age. 12047
- Quendler, E., Podiwinsky, C., Martetschläger, R., Helfensdörfer, V., Baumgartner, J., Winckler, C., Boxberger, J. (2010): Arbeitswirtschaftliche und ökonomische Analyse verschiedener Abferkelsysteme. Doktorarbeit, BoKu-Wien.

- Rohrer, G.A., Brown-Brandl, T., Rempel, L.A., Schneider, J.F., Holl, J. (2013): Genetic analysis of behavior traits in swine production. *Livestock Science* 157, 28–37.
- Ruis, M.A.W., Brake, J.H.A.T., van de Burgwal, J.A., de Jong, I.C., Blokhuis, H.J., Koolhaas, J.M. (2000): Personalities in female domesticated pigs: behavioural and physiological indications. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 66, 31-47.
- Rydhmer, L., Canario, L. (2009): Behavioural genetics important for pig welfare. Proceedings of the 60th EAAP, 2009, Barcelona, Spain, Session 26, lecture 5.
- Scheffler, K. (2014): Evaluation of agonistic interactions and behavioural tests concerning systematic influences and genetic aspects of pigs at different age levels. Dissertation CAU Kiel
- Stukenborg, A., Traulsen, I., Stamer, E., Puppe, B., Presuhn, U., Krieter, J. (2012): Heritabilities of agonistic behavioural traits in pigs and their relationships within and between different age groups. *Livest. Sci.* 149, 25-32.
- Swalve, H.H., Floren, C., Wensch-Dorendorf, M., Schöpke, K., Pijl, R., Wimmers, K., Brenig, B. (2013): A study based on records taken at time of hoof trimming reveals a strong association between the IQ motif-containing GTP-ase-activating protein 1 (IQGAP1) gene and sole hemorrhage in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 97, 507-519.
- Thaker, M., Bilkei, G. (2005): Lactation weight loss influences subsequent reproductive performance of sows. *Anim. Reprod. Sci.* 88(3-4):309-18.
- Turner, S.P., Farnworth, M.J., White, I.M.S., Brotherstone, S., Mendl, M., Knap, P., Penny, P., Lawrence, A.B. (2006): The accumulation of skin lesions and their use as a predictor of individual aggressiveness in pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 96, 245-259.
- Vangen, O., Holm, B., Valros, A., Lund, M.S., Rydhmer, L. (2005): Genetic variation in sows' maternal behaviour, recorded under field conditions. *Livestock Production Science* 93, 63-71.
- Van Erp, A.J.M., Molendijk, R.J.F., Eissen, J.J., Merks, J.W.M. (1998): Relation between ad libitum feed intake of gilts during rearing and feed intake capacity of lactating sows. In: 49th Annual Meeting EAAP, Warsaw, Poland, G5.10 (Abstract)
- Velie, B.D., Maltecca, C., Cassedy, J.P. (2014): Genetic relationships among pig behavior, growth, backfat and loin muscle area. *J. Anim. Sci.* 2009. 87:2767–2773
- von Borell, E., Dobson, H., Prunier, A. (2007): Stress, behaviour and reproductive performance in female cattle and pigs. *Horm. Behav.* 52, 130-138.
- von Borstel, U. K., Tönepöhl, B., Appel, A. K., Voß, B., Brandt, H., Naderi, S., & Gauly, M. (2018). Suitability of traits related to aggression and handleability for integration into pig breeding programmes: Genetic parameters and comparison between Gaussian and binary trait specifications. *PLoS one*, 13(12), e0204211.
- Voß, B., Appel, A.K., Henne, H. (2013): Nutzung von Verhaltensparametern (in der Schweinezucht). Schriftenreihe: 9. Schweineworkshop Uelzen, 19./20.02.2013
- Voß, B. (2016a): Ausführlicher Ferkelboniturbogen FreeSow, erstellt im Rahmen des FreeSow-Projekts.
- Voß, B. (2016b): Gekürzter Ferkelboniturbogen FreeSow, erstellt im Rahmen des FreeSow-Projekts für die Abwendung am LBZ Echem.
- Wähner, M., Scholz, H., Kämmerer, B. (2001): Beziehungen zwischen Futteraufnahme, Seitenspeckdicke und ausgewählten Merkmalen der Aufzuchtleistung laktierender Sauen. *Archiv für Tierzucht*, 44 (6): 639-648.

10. Veröffentlichungen

Ergebnisse aus dem Projekt wurden auf folgenden wissenschaftlichen Veranstaltungen vorgestellt:

Neu, J., Schulte, N., Voß, B., Kecman, J., Kemper, N. (2017): Eignung von Sauen für Bewegungsbuchten: Entwicklung von Verhaltenstests. In: Kurzfassungen der Vortragstagung der DGfZ und GfT, 20.-21.09.2017, Stuttgart-Hohenheim.

Göres, N., Voß, B., Neu, J., Kemper, N. (2018): Body condition scoring - a reliable method to estimate weight loss in lactating sows? In: Tagungsband 10th European Symposium of Porcine Health Management (ESPHM), Barcelona/Spain, 09.-11.05.2018, 141.

Neu, J., Göres, N., Kecman, J., Swalve, H., Voß, B., Kemper, N. (2018): Sow behaviour towards humans - an important trait in loose farrowing systems, In: Book of abstracts No. 24, EAAP-69th Annual Meeting, Dubrovnik, Croatia, 27.-31.08.2018, 155

Göres, N., Neu, J., Voß, B., Kemper, N. (2018): Individual feed intake during lactation as a trait to improve animal welfare, In: Book of abstracts No. 24, EAAP-69th Annual Meeting, Dubrovnik, Croatia, 27.-31.08.2018, 156.

Neu, J., Göres, N., Kecman, J., Swalve, H., Voß, B., Kemper, N. (2018): Verhalten von Sauen gegenüber Menschen – ein wichtiges Merkmal für die Nutzung von Bewegungsbuchten. In: Tagungsband der Vortragstagung der DGfZ und GfT, Bonn, 12.-13.09.2018, B21

Kecman, J., Neu, J., Göres, N., Rosner, F., Voß, B., Kemper, N., Swalve, H. (2019): Untersuchungen zum Verhalten der Sauen in Bewegungsbuchten-FreeSow Projekt. 25. Mitteldeutscher Schweine-Workshop, 17.-18.05.2019 in Bernburg (Saale).

Kecman, J., Neu, J., Göres, N., Rosner, F., Voß, B., Kemper, N., Swalve, H. (2019): Genetic parameters for traits derived from behavioral tests for lactating sows. In: Book of abstracts No. 25 EAAP-70th Annual Meeting, 26-30 August, Ghent, Belgium, 26.-30.08.2019, 422.

Auf folgenden Veranstaltungen wurde das Projekt ebenfalls vorgestellt:

Voß, B. (2017): Projekt FreeSow - Erste Ergebnisse. Vortragsveranstaltung „Herausforderung freies Abferkeln“, 13.06.2017, Echem.

- Voß, B. (2017): Mütterlich, umgänglich und effizient – züchterische Umsetzung in den Mutterlinien. Innovationstage BHZP, 26. und 27.09.2017, Garrel, Verden.
- Voß, B. (2018): Bericht über Teile des Projekts im Rahmen der Session „Züchtungsstrategie für eine erfolgreiche Bio-Schweineproduktion“ des Öko-Forums der DLG auf der EuroTier am 13.11.2018
- Kecman, J. (2019): Vortrag auf dem 25. Mitteldeutscher Schweine-Workshop, 17.-18.05.2019 in Bernburg (Saale): Untersuchungen zum Verhalten der Sauen in Bewegungsbuchten-FreeSow Projekt.
- Voß, B. (2019): „Free Sow“ Projekt: wie sieht die perfekte Sau aus für die Biohaltung. Umstellertag Ökoschweinehaltung, 20.02.2019, LBZ Echem
- Voß, B. (2019): Bericht über Teile des Projektes in „Möglichkeiten der züchterischen Beeinflussung von Verhaltensmerkmalen bei Sauen“. Innovationstage BHZP, 29. und 30.10.2019, Garrel, Verden.
- Kemper, N. (2019): Vortrag auf der Abschlussveranstaltung FreeSow „Charakterisierung des Sauenverhaltens“. Echem, 19.11.2019
- Kecman, J. (2019): Vortrag auf der Abschlussveranstaltung FreeSow „Genetisch-statistische Analyse von Verhaltensmerkmalen laktierender Sauen“. Echem, 19.11.2019
- Voß, B. (2019): Vortrag auf der Abschlussveranstaltung FreeSow „Praktische Datenerfassung zur Physiologie und Wohlergehen von Sauen und Ferkeln in Bewegungsbuchten“. Echem, 19.11.2019

Folgende Veröffentlichung ging bisher aus dem Projekt hervor:

Voß, B., Kemper, N. (2018): Sau mit Charakter gesucht. TopAgrar, Ausgabe 04/2018.

In den Berichten der GFS (GFS Aktuell November 2018; Appel und Voß, 2018: Neue Forschungsprojekte im BHZP) und dem Jahresbericht des Erzeugerrings Westfalen (Voß, 2018: Aus der Forschung: FreeSow) wurden ebenfalls Berichte zum Projekt platziert. Beiträge in wissenschaftlichen Fachzeitschriften werden aktuell bearbeitet. Es sind mindestens fünf Publikationen zu den Themen Tierverhalten und Verhaltenstests, Körperkondition und Wohlergehen, Cortisolmessungen und zu den genetischen Analysen geplant.