

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft

Entwicklung und Implementierung eines Zuchtkonzeptes zur Produktion von Jungsauen zur Eigenremontierung und zum Verkauf im ökologischen Landbau

Development and implementation of a breeding concept for the production of gilts for self-removal and for sale in organic farming

FKZ: 15OE105

Projektnehmer:

Justus-Liebig-Universität, Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
Ludwigstraße 21, 35390 Gießen
Tel.: +49 641 99-37620
Fax: +49 641 99-37629
E-Mail: sven.koenig@agrar.uni-giessen.de
Internet: www.uni-giessen.de/fbz/fb09/institute/ith

Autoren:

König, Sven

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.

Schlussbericht

zum Forschungsvorhaben

Thema:

**„Entwicklung und Implementierung eines Zuchtkonzeptes zur
Produktion von Jungsauen zur Eigenremontierung und zum
Verkauf im ökologischen Landbau“**

Zuwendungsempfänger:

**Justus-Liebig-Universität Gießen - Fachbereich 09
Agrarwissenschaften, Ökotoxikologie und Umweltmanagement
Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
Ludwigstr. 21 b
35390 Gießen**

Förderkennzeichen:

2815OE105

Laufzeit:

01.10.2014 - 31.07.2018

Monat der Erstellung:

10/2018

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) als Projektträger des BMEL für das Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe unterstützt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Kurzfassung in deutscher Sprache

Ziel der Studie war die Implementierung eines praktikablen Systems zur Erfassung von Wurfqualitätsmerkmalen beim Schwein in partizipierenden ökologischen Betrieben, um darauf basierend eine Zuchtwertschätzung durchführen zu können. Die ausgewählten Wurfqualitätsmerkmale waren das Geburtsgewicht der Ferkel (GG), Wurfausgeglichenheit (WA) und Ferkelvitalität (FV), bonitiert auf einer eigens entwickelten Skala von 1 bis 4 (4 = Optimalwert). Weiteres erfasstes Merkmal waren die Anzahl lebend geborener Ferkel (LGF). In univariaten und bivariaten Rechenläufen wurden genetische Parameter geschätzt. Die Erblichkeiten waren 0,09 für WA, 0,14 für FV und 0,21 für GG. Die genetischen Beziehungen (Korrelationen) zwischen den Wurfqualitätsmerkmalen waren züchterisch positiv (gewünscht) und betrugen 0,90 zwischen WA und GG sowie zwischen WA und FV und 0,75 zwischen GG und FV. Alle Wurfqualitätsmerkmale waren unerwünscht korreliert mit LGF. Die geschätzten genetischen Parameter waren Inputparameter in den folgenden Zuchtplanungsrechnungen. Ziel war die Identifizierung eines optimalen ökologischen Zuchtschematas für Betriebe mit Eigenremontierung ihrer Jungsauen. Im „desired gain“ Ansatz wurden die Zuchtzielmerkmale so gewählt, dass der Wert für LGF konstant bleibt, aber Zuchtfortschritt in den Wurfqualitätsmerkmalen maximiert wird. Diese Vorgehensweise reflektiert auch den Wunsch der ökologisch ausgerichteten Züchter. Im optimalen Zuchtszenario ist es erforderlich, die vier Zuchtzielmerkmale des Selektionskandidaten von zwei Würfen zu erfassen. Zum gleichen Zeitpunkt liegt die Information der Mutter und von 10 Halbgeschwistern vor, die in der Zuchtwertschätzung berücksichtigt werden sollten. Die optimalen ökonomischen Gewichte waren dabei 7,50 € für LGF und 20 € für die Wurfqualitätsmerkmale. Die Genauigkeit der Zuchtwertschätzung war in diesem Szenario recht hoch mit 0,60. Das Generationsintervall umfasste 2,80 Jahre und der Zuchtfortschritt war 0,04 Punkte je Generation für alle Wurfqualitätsmerkmale. Wir implementierten die Zuchtwertschätzung direkt in den Betrieben, um die Selektion der Jungsauen zeitnah durchführend zu können. Dazu wurden auch Sauen-Toplisten generiert. Zusätzlich wurden im Projekt genetische Parameter und Zuchtwerte für funktionales Exterieur und Langlebigkeit der Sau (Stayability) geschätzt. Von den Exterieurmerkmalen war die Klauenqualität das Merkmal, das sehr eng korreliert war mit FV und auch mit Stayability. Final wurden auch die Exterieurmerkmale in der umfassenden Zuchtplanung mit deterministischen Modellen berücksichtigt. Der optimale

ökologische Gesamtzuchtwert umfasste Exterieur mit einer Gewichtung von 18%, LGF mit 9,1% und Wurfqualität mit 72,9%. Dieser Gesamtzuchtwert maximierte die Evaluierungskriterien (diskontierten Gewinn, diskontierten Erlös, diskontierten Zuchtfortschritt).

Kurzfassung in englischer Sprache

The aim of this study was the implementation of practicable litter quality recording schemes in six participating organic herds, in order to record new litter quality traits for the estimation of genetic parameters and breeding values. The litter quality traits were “Average Piglet Birth Weight” (ABW), “Litter Evenness” (LE), and “Piglet Vitality” (PV). Litter quality traits were recorded on a scale from 1 to 4, whereas score 4 indicated the desired performance value. A further female fertility trait was the “number of live born piglets” (LBP). For the estimation of genetic (co)variance components, univariate and bivariate animal models were applied. Heritability estimates for the litter quality traits were 0.09 for LE, 0.14 for PV and 0.21 for ABW. Genetic correlations among litter quality traits were throughout large and favourable, i.e., 0.90 between LE and ABW, 0.90 between LE and PV, and 0.75 between ABW and PV. Genetically, all new litter quality traits were negatively correlated with LBP (genetic antagonistic relationship). Estimated genetic (co)variance components were input parameters in selection index calculations. The aim was the identification of an optimal selection strategy for organic weaner production systems, i.e., an optimized breeding goal for the selection of replacement sows from the own herd. Using a desired gain approach, we focussed on the maximisation in genetic gain for litter quality traits, while keeping the status quo for LBP. The optimal index scenario included the phenotypic information from all four traits from the selection candidate (sow) from two litters. At the same time, three litters from the dam of the sow, and one litter from 10 half sibs, were available as information sources. For such a design of information sources and genetic relationships, optimal economic weights were 7.50 € for LBP and 20 € for all litter quality traits LE, ABW and PV. The correlation between the index and the aggregated genotype from this scenario was 0.60. Genetic gain per year considering a generation interval of 2.80 years for organic weaner production systems was larger than 0.04 points for all litter quality traits. We implemented the genetic evaluation system on a “herd gate level”, allowing the estimation of breeding values for selection candidates in close intervals. The generation of “sow top lists” for herd replacements is possible due to the close

collaboration between organic breeders and the scientific researchers from Gießen University. Furthermore, genetic parameters were estimated for sow conformation traits and stayability. Sow claw quality was identified as a very valuable conformation trait, because claw quality was strongly positively correlated with piglet vitality and with sow stayability. Conformation traits and genetic parameters for conformation traits were also considered in economic breeding program evaluations. An optimal overall organic breeding goal was developed, considering conformation, litter quality, and litter size with weighting factors of 18.0 %, 72.9 %, and 9.1 %. Such breeding scheme contributed to a maximisation of the economic evaluation criteria discounted returns, discounted profit, and discounted genetic gain.

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung.....	7
1.1 Gegenstand des Vorhabens	7
1.2 Ziele und Aufgabenstellung	7
1.3 Planung und Ablauf des Projektes.....	10
2. Wissenschaftlich technischer Stand an den angeknüpft wurde	14
3. Material und Methoden.....	17
AP I: Implementierung der Datenerfassung	17
AP II: Recherche nach biologisch-technischen Koeffizienten	21
AP III: Ableitung von ökonomischen Gewichten	21
AP IV: Genetische Parameterschätzung und Entwicklung des Modells zur Zuchtplanung.....	29
AP V: Implementierung der Zuchtwertschätzung - ergänzende Merkmalerfassung	32
AP VI: Entwicklung eines ökologischen Gesamtzuchtwertes - Zuchtplanungsrechnungen	35
AP VII: Veröffentlichung der Ergebnisse	40
4. Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse.....	40
Ergebnisse von AP I: Implementierung der Datenerfassung	40
Ergebnisse von AP II: Recherche nach biologisch-technischen Koeffizienten	41
Ergebnisse von AP III: Befragung der Landwirte zur Bedeutung von Zuchtzielmerkmalen und Ableitung von ökonomischen Gewichten	42
Ergebnisse von AP IV: Genetische Parameterschätzung und Entwicklung des Modells zur Zuchtplanung	43
Ergebnisse von AP V: Implementierung der Zuchtwertschätzung – Ergänzende Merkmalerfassung	44
Ergebnisse von AP VI: Entwicklung eines ökologischen Zuchtschematas mit ökologischen Gesamtzuchtwert.....	46
Ergebnisse von AP VII: Veröffentlichung der Ergebnisse.....	48
5. Diskussion der Ergebnisse.....	48
AP I – III	48
AP IV und AP V	50
Varianzkomponentenschätzungen	50
Evaluierung der Selektionsindizes	52

AP VI: Entwicklung eines ökologischen Gesamtzuchtwerts – Zuchtplanungsrechnungen	55
6. Nutzen der Verwertbarkeit	57
7. Gegenüberstellung der geplanten zu den tatsächlichen Zielen	60
8. Zusammenfassung	62
9. Literaturverzeichnis	64
10. Veröffentlichungen	69

Anlagen

- I. Anlage-Erfolgskontrollbericht
- II. Berichtsblatt

1. Einführung

1.1 Gegenstand des Vorhabens

Die Nachfrage nach ökologisch erzeugten Nahrungsmitteln in Deutschland ist seit 2001 kontinuierlich gestiegen. Im europäischen Vergleich ist Deutschland in der Produktion von Ökoschweinefleisch führend. Nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus sollen regional angepasste Rassen eingesetzt werden und alle zugekauften Tiere müssen aus Ökobetrieben stammen. Derzeit gilt nach Verordnung (EG) Nr. 889/2008 vom 5. September 2008 noch die Regelung, dass bei weiblichen Tieren bis zu 20% des Bestandes an ausgewachsenen Schweinen aus nicht ökologischer Haltung stammen dürfen. Zudem werden in der Ferkelerzeugung im ökologischen Landbau teilweise kommerzielle Herkünfte eingesetzt, die nicht unbedingt züchterisch an die Zuchtziele im ökologischen Landbau angepasst sind. In der konventionellen Schweineproduktion wurde während der letzten zwei Jahrzehnte ein großer Zuchtfortschritt im Bereich der Zahl der lebend geborenen Ferkel pro Wurf verzeichnet, der aber mit deutlich negativen Effekten im Bereich der Überlebensfähigkeit, der Gesundheit und vor allem der Nutzungsdauer der Sauen einhergeht. Um dieser Entwicklung zu begegnen, ist es erforderlich, dass für die Selektion der Jungsauen im ökologischen Landbau eine angepasste Gewichtung der Einzelmerkmale für einen Gesamtzuchtwert erfolgt. Dies impliziert natürlich, dass Gesamtzuchtwerte entwickelt, verglichen und evaluiert werden. Dies ist nur möglich auf Basis einer umfangreichen Schätzung von genetischen Parametern für die ökologischen Zuchtzielmerkmale. Diese Zuchtzielmerkmale wurden im Rahmen dieser groß angelegten Studie in ökologisch wirtschaftenden partizipierenden Betrieben erfasst. Weiterhin ist es erforderlich, ein für den ökologischen Landbau geeignetes Zuchtkonzept zur Jungsauenvermehrung zu entwickeln, um auch im Sinne der Zuchtziele im Ökologischen Landbau einen Zuchtfortschritt zu realisieren. In mittleren und größeren Betrieben kann dieses Konzept zur Eigenremontierung eingesetzt und umgesetzt werden.

1.2 Ziele und Aufgabenstellung

Das Forschungsvorhaben ließ sich in fünf wesentliche Zielstellungen unterteilen:

1. Leistungsprüfungen in Öko-Betrieben mit Eigenremontierung auf ihre Realisierbarkeit und Nutzungsmöglichkeiten zur Jungsauenselektion prüfen.

2. Auf Basis der Leistungsprüfungsdaten für alle relevanten Merkmale die für eine Zuchtwertschätzung notwendigen genetischen Parameter schätzen.
3. Auf Basis der geschätzten genetischen Parameter eine Zuchtwertschätzung für die Jungsauenselektion nach einem neu entwickelten Gesamtzuchtwert in den Öko-Betrieben implementieren.
4. Ableitung von Wirtschaftlichkeitskoeffizienten für Zuchtzielmerkmale unter ökologischen Produktionsbedingungen. Hierbei wurden sowohl die partizipierenden ökologischen Zuchtbetriebe befragt (contingent valuation Ansatz) als auch über Kosten-, Erlös- und Gewinnfunktionen Grenznutzen (= Wirtschaftlichkeitskoeffizienten) berechnet.
5. Zuchtplanungskonzepte für die Optimierung der Gewichtung der Einzelmerkmale in einem Gesamtzuchtwert analysieren. Hierbei werden sowohl unterschiedliche Merkmalskombinationen wie auch verschiedene Remontierungskonzepte miteinander verglichen, um eine optimale Selektionsstrategie unter ökologischen Produktionsbedingungen zu definieren.

Das **erste Arbeitspaket** beinhaltete die Etablierung eines praxisnahen Systems zur Datenerfassung züchterisch relevanter Merkmale der Ferkelerzeugung in ökologischen Produktionssystemen. Hierzu wurde die Wurfqualität ökologisch gehaltener Zuchtsauen mittels eines Boniturschemas linear erfasst. Zur Optimierung der Erfassung der Wurfqualitätsdaten sowie der Datenverwaltung und des Datentransfers, wurde die verwendete kommerzielle Sauenplaner-Software der teilnehmenden Betriebe durch ein individuelles Update angepasst und um entsprechende Eingabefenster ergänzt. Diese eigenen Programmierungen wurden von Prof. Dr. Horst Brandt (Mitarbeiter der Universität Gießen und direkte Betreuung des Doktoranden im Forschungsvorhaben) durchgeführt.

Im **zweiten Arbeitspaket** galt es, für die Zuchtplanung sogenannte biologisch-technische Koeffizienten zu erfassen. Hierzu gehören Anpaarungsstrategien in den ökologischen Betrieben (Anteil Natursprungeber, Anteil künstlicher Besamung, Nutzungsdauer und Altersstruktur der Zuchttiere, Ferkelverluste in verschiedenen Aufzuchtphasen, Generationsintervalle, Remontierungsraten, Zwischenwurfzeiten und Kennzahlen des Besamungserfolges).

Das **dritte Arbeitspaket** umfasste die Ableitung von ökonomischen Gewichten für Merkmale, die keinen direkten Verkaufserlös haben (z.B. Streuung der Geburtsgewichte), mit Hilfe der Contingent Valuation (CV) Methode. Die CV Methode dient zur Bestimmung eines ökonomischen Wertes von nicht handelbaren Gütern. Dazu wurden für jedes Zuchtzielmerkmal mehrere Klassen gebildet, die unterschiedliche Produktionsleistungen abbilden, und im Rahmen einer Befragung von praktischen Landwirten konnten die Merkmale von Interesse unterschiedlichen ökonomischen Niveaus und damit Wertigkeiten zugeteilt werden. Die wesentlichen Kenngrößen wurden in einer Stichprobe von acht ökologisch wirtschaftenden Betrieben erfasst. Kosten- und Erlösstrukturen in den alternativ ökologisch wirtschaftenden Betrieben wurden ebenfalls erfasst. Diese waren Inputparameter zur Ableitung von Wirtschaftlichkeitskoeffizienten für Zuchtzielmerkmale. Dabei kam ein klassischer Ansatz zur Anwendung, der die Aufstellung einer Gewinnfunktion erforderte. Die erste Ableitung der Gewinnfunktion nach dem jeweiligen Zuchtzielmerkmal ist der Grenznutzen des Merkmals (= Wirtschaftlichkeitskoeffizient). Somit konnten erstmals für „neue Merkmale“ ökonomische Gewichte unter ökologischen Produktionsbedingungen abgeleitet werden.

Im **vierten Arbeitspaket** wurden genetische Parameter der züchterisch zu bearbeitenden Wurfqualitätsmerkmale, auf Basis der erhobenen Ferkelerzeugungsdaten auf den teilnehmenden ökologischen Betrieben, geschätzt. Hierbei galt es, genetisch-statistische Modelle für die Zuchtwertschätzung zu entwickeln. Für alle neuen Merkmale wurden genetische Parameter (Heritabilitäten, genetische Korrelationen, Wurfumwelteffekte, Wiederholbarkeiten) geschätzt, die als Inputparameter für die Zuchtwertschätzung und Zuchtplanung benötigt werden. Finale Entscheidungskriterien der optimalen Zuchtstruktur sind Zuchtfortschritt, diskontierte Züchtungskosten, diskontierter Züchtungserlös und diskontierter Züchtungsgewinn. Somit wurden Selektionsindex- und Genflussmethodik für die deterministischen Zuchtplanungsrechnungen verwendet bzw. kombiniert.

Das **fünfte Arbeitspaket** diente der Implementierung der Zuchtwertschätzung und kontinuierlichen Durchführung der Zuchtwertschätzung. Weiterhin wurden genetische Parameter von zusätzlichen (Exterieur)-Merkmalen als Grundlage für eine verbesserte/optimierte Vorselektion potentieller Jungsauen für Remonteanpaarungen geschätzt. Hierbei wurden an den Jungsauen Exterieurmerkmale erfasst, die als frühe

Indikatoren für Nutzungsdauer und Langlebigkeit gelten. Auch für die Exterieurmerkmale wurde ein genetisch-statistisches Modell für die Zuchtwertschätzung entwickelt. Zwischen den Exterieurmerkmalen sowie zwischen den Exterieurmerkmalen und der Nutzungsdauer der Sau (sogenannte „Stayability“) wurden genetische Korrelationen geschätzt. Nutzungsdauer ist ein wesentliches Zielmerkmal in der ökologischen Schweinezucht und es ist hierbei von großem Interesse, die Exterieurmerkmale, die genetisch eng mit der Nutzungsdauer assoziiert sind, zu einem frühen Zeitpunkt zu identifizieren. Nur so können zu einem frühen Zeitpunkt sichere Selektionsentscheidungen zur Verbesserung der Nutzungsdauer getroffen werden.

Im Rahmen von **Arbeitspaket sechs** wurde der abschließende ökologische Gesamtzuchtwert mittels Selektionsindexmethode entwickelt. In diesen flossen die genetischen Parameter der Varianzkomponentenschätzung, die Sicherheiten der geschätzten Zuchtwerte und die Wirtschaftlichkeitskoeffizienten ein.

Arbeitspaket sieben sieht die Publikation der wichtigsten Ergebnisse vor. Ergebnisse wurden in Form von Konferenzbeiträgen (u.a. Europäische Tagung für Tierzucht, Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde) und in begutachteten internationalen Fachzeitschriften (Livestock Science) publiziert bzw. zur Publikation vorbereitet. Weiter wurde die Idee des Konzeptes zur Eigenremontierung bzw. die Projektergebnisse den Praktikern vorgestellt bzw. mit den Praktikern diskutiert.

1.3 Planung und Ablauf des Projektes

Das Projekt war somit, gemäß Vorhabenbeschreibung, über eine Gesamtlaufzeit von 3 Jahre (Gesamtlaufzeit wurde kostenneutral verlängert) in insgesamt sieben Arbeitspakete (AP) unterteilt, die in chronologischer Abfolge zeitlich aufeinander abgestimmt sind, sich aber aufgrund der permanent weiterlaufenden Datenerfassung auf den teilnehmenden ökologischen Schweinezuchtbetrieben in ihrer Durchführung kontinuierlich beeinflussen. Dies gilt insbesondere für das kontinuierliche Update der genetischen Parameterschätzung der züchterisch relevanten Merkmale der Ferkelproduktion bzw. Jungsauenerzeugung, da die Zahl der Tiere mit erfassten Daten während der Projektlaufzeit zunehmend anstieg. Eine größere Tierzahl mit Phänotypen bedingt eine genauere Zuchtwertschätzung. Da aber einige Betriebe schon zu Projektbeginn an Zuchtwerten für die neuen Merkmale interessiert waren,

erfolgt die Modellentwicklung der Zuchtwertschätzung schon zu einem sehr frühen Zeitpunkt. Eine zeitliche Übersicht zu allen definierten Arbeitspaketen ergibt sich wie folgt:

AP1: Implementierung der Datenerfassung

AP2: Recherche nach biologisch-technischen Koeffizienten

AP3: Ableitung von ökonomischen Gewichten

AP4: Genetische Parameterschätzung und Entwicklung des Modells zur Zuchtplanung

AP5: Implementierung der Zuchtwertschätzung

AP6: Entwicklung eines ökologischen Gesamtzuchtwerts – Durchführung der Zuchtplanungsrechnungen

AP7: Veröffentlichung der Ergebnisse

Tabelle 1: Chronologischer Ablauf der Arbeitspakete (AP's) nach Quartalen (*zwischen III 2015 und II 2016 war die im Projekt enthaltene Doktorandenstelle nicht besetzt)

III 2014	I 2015	II 2015	III 2016	IV 2016	I 2017	II 2017	III 2017	IV 2017	I 2018
AP I									
AP II									
AP III									
AP IV									
		AP V							
				AP VI					
									AP VII

Im ersten Projektjahr wurde auf den vorab für das Projekt gewonnenen Praxisbetrieben die Merkmalerfassung detailliert besprochen (API). Durch eine intensive Schulung der für die Betreuung der Sauen im Abferkelstall zuständigen Mitarbeiter/Betriebsleiter im Bereich der linearen Merkmalsbeschreibung wurde eine hohe Qualität der gewonnenen Wurfbonituren gewährleistet. Parallel zur Betreuung der schon vorhandenen Projektbetriebe wurden in Zusammenarbeit und beratender Unterstützung durch die Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Herr Steffen Döring), und der Züchtervereinigung des Schwäbischen-Hällischen Schweines (Herr Christoph Zimmer, Herr Matthias Petig) gezielt weitere ökologisch wirtschaftende

Ferkelerzeugerbetriebe angesprochen und für das Projekt geworben. Um eine mittelfristige Zuchtplanung zur Steigerung der Wurfqualität der Projektbetriebe zu entwickeln, erfolgte eine umfassende Literaturrecherche nach biologisch-technischen Koeffizienten für besagte Zuchtplanungen (AP II). Weiter wurden biologisch-technische Koeffizienten in einer Stichprobe von acht partizipierenden Betrieben recherchiert. Die Erfassung von Kosten und Erlösen zur Aufstellung innerbetrieblicher Gewinnfunktionen bzw. zur Ableitung der ökonomischen Gewichte war ebenfalls eine Aufgabe im Arbeitspaket der Datenerfassung. Eingangs wurden die Betriebsleiter auch zur Bedeutung der Zuchtzielmerkmale befragt (= contingent valuation Methode), um eine erste Vorstellung zur Gewichtung von neuen ökologischen Zuchtzielmerkmalen in Zuchtplanungsrechnungen zu haben (Inhalte von AP III im ersten Projektjahr).

In der Folge blieb die für die Durchführung des Forschungsvorhabens kalkulierte halbe Doktorandenstelle für 10 Monate unbesetzt und konnte erst wieder zum Quartal III 2016 nach dem Wechsel des Projektkoordinators Prof. Dr. Sven König an die Universität Gießen besetzt werden. Seit dieser Zeit war der Doktorand Sebastian Klein motiviert und federführend in allen Arbeitspaketen tätig. Hierbei war es von großem Vorteil, dass Herr Klein sehr gut mit der praktischen Schweinezucht vertraut ist und innerhalb kurzer Zeit auch einen substantiellen Datensatz für die Exterieurmerkmale der Jungsauen generieren konnte.

In Projektjahr zwei und drei konnte mit der Schätzung genetischer Parameter der Wurfqualitätsmerkmale, basierend auf dem zwischenzeitlich ausreichend großen Datensatz der Projektbetriebe, begonnen werden (AP IV/V). Diese wurde fortan kontinuierlich in regelmäßigen Abständen mittels der Software VCE6 durchgeführt. Die ersten Parameterschätzungen in den Merkmalen der Wurfqualität dienten als Grundlage für die Entwicklung eines Modells zur Zuchtplanung bzw. ersten Selektionsindexkalkulationen mit dem Programm SIP. Parallel zur Datenverarbeitung und Schätzung der genetischen Parameter wurde im Rahmen von erneuten Betriebsbesuchen die Dateninfrastruktur aufgebaut und sichergestellt. Dazu gehörte die Installation eines Updates zur Datenerfassung der Wurfqualitätsmerkmale in den partizipierenden Betrieben. Durch genaue Begutachtung der jeweiligen Praxisbedingungen vor Ort konnte individuell auf die jeweiligen einzelbetrieblichen Produktionsbedingungen eingegangen und in Abhängigkeit der Strukturen eine erste Empfehlung hinsichtlich der Selektions- und Anpaarungsstrategien gegeben werden.

Letztendlich hat der enge Kontakt mit der Praxis auf Basis der Betriebsbesuche eine Verstetigung und Automatisierung einer Datenerfassung und Dokumentation von hoher Qualität gewährleistet.

Ab dem dritten/vierten Projektjahr wurden zur Weiterentwicklung der Zuchtwertschätzung und des geplanten ökologischen Gesamtzuchtwertes zusätzlich zu den Wurfqualitätsmerkmalen der Ferkel auch Exterieurmerkmale von Jungsauen in die genetische Parameterschätzung bzw. Indexkalkulation integriert. Die Exterieurmerkmale wurden nach dem Vorbild des Zuchtverbandes „Schwäbisch-Hällisches-Schwein“ an ökologisch gehaltenen Jungsauen erfasst. Auf Basis einer ausreichenden Zahl an vollständigen Exterieur-Datensätzen von Jungsauen konnte eine umfangreiche Parameterschätzung für insgesamt 11 lineare Exterieurmerkmale, erfasst in einem 9-stufigen Boniturschema, durchgeführt werden. Aus dem nun vorhandenen Katalog an Exterieurmerkmalen und den entsprechenden genetischen Parametern wurden die für eine züchterische Bearbeitung vielversprechendsten sechs Merkmale ausgewählt und in die Entwicklung des ökologischen Gesamtzuchtwertes integriert. Für die Ermittlung der ökonomischen Gewichte wurden neben verschiedenen Testkalkulationen mit den Programmen SIP und ZPLAN+ auch die Ergebnisse der Befragung (Contingent Valuation Methode (AP III)) benötigt. Die Programme zur Zuchtplanung wurden von Sebastian Klein und Prof. König so entwickelt bzw. vorbereitet, dass weitere alternative Zuchtstrategien ohne großen weiteren Programmieraufwand zukünftig evaluiert werden können. Im vierten Projektjahr wurden auch ökonomische Gewichte für Zuchtzielmerkmale über aufgestellte Gewinnfunktionen direkt für ökologische Produktionsbedingungen abgeleitet.

Erste betriebsinterne, BLUP-basierte Zuchtwertschätzungen für die Sauenherden der partizipierenden Betriebe konnte im Laufe des dritten Projektjahres durchgeführt werden. In der Folge wurden diese regelmäßig nach jedem Abferkeldurchgang wiederholt, um den Landwirten auf den Produktionsrhythmus bezogene, aktuelle Zuchtwerte zur Verfügung stellen zu können. Somit wurde ein Werkzeug entwickelt, welches dazu beiträgt, die Auswahl zukünftiger Zuchtsauen mit optimierter Wurfqualität zu realisieren.

Das Programm ZPLAN+ diente dann final zur Simulation und Evaluierung verschiedener Zuchtprogramme zur Erzeugung einer Sauenlinie, welche gezielt für die

Ansprüche ökologischer Ferkelerzeuger mit geschlossenem System und Eigenremontierung von Zuchtsauen selektiert wird. Durch die Variation von theoretischer Betriebsgröße, Anzahl wiederholter Leistungen der potentiellen Remontemütter und merkmalsbezogenem Informationsgehalt auf der Vaterseite konnten Empfehlungen für die praktische Zuchtarbeit abgeleitet werden. Vor allem die Effekte der Betriebsgröße und der Anteil an Natursprungebern mit und ohne Zuchtwerten für Wurfqualität stellten sich hierbei als entscheidende Einflussgrößen auf den naturalen und monetären Zuchtfortschritt, den Züchtungsertrag, den Züchtungsgewinn und die Züchtungskosten heraus.

2. Wissenschaftlich technischer Stand an den angeknüpft wurde

Bislang gibt es keine züchterische Infrastruktur im ökologischen Landbau, die sowohl für die Eigenremontierung als auch für einen möglichen Verkauf von zuchtfähigen Jungsaunen eine an die Bedingungen des ökologischen Landbaues angepasste Selektion erlaubt. Zur Steigerung der Produktivität und damit auch zu einer möglichen Erhöhung des Anteils an Schweinen aus ökologischer Haltung ist es allerdings zwingend notwendig, Zuchtfortschritt insbesondere für Wurfqualitätsmerkmale, zu realisieren. Postler (2003) nennt in seinem Kriterienkatalog von „Anforderungen an einen ökologischen Zuchtwert für Schweine“ weitestgehend die gleichen Eigenschaften, die auch in der konventionellen Schweinehaltung von Bedeutung sind. Der Unterschied zu den Zuchtzielen in der konventionellen Schweineproduktion besteht nicht in den Merkmalen selbst, sondern in erster Linie in der unterschiedlichen Gewichtung der Merkmale in einen Gesamtzuchtwert. Entsprechende Zuchtplanungskonzepte für eine optimale Gewichtung dieser Merkmale liegen bisher nicht vor.

Aufgrund der in der ökologischen Ferkelproduktion vorgegebenen Umweltbedingungen und der Vielzahl an Merkmalen im Zuchtziel ist nicht davon auszugehen, dass ein Reinzuchtprogramm den derzeitigen Marktanforderungen im ökologischen Sektor gerecht werden kann und für die ökologischen Betriebe betriebswirtschaftlich rentabel ist. Die Vorteile von Kreuzungstieren in den Bereichen Vitalität, Gesundheit und Fruchtbarkeit können gerade in der ökologischen Schweineproduktion die Gesamtwirtschaftlichkeit entscheidend verbessern. Somit ist es dringend erforderlich, auf die genetische Struktur der Wechselkreuzungen

abgestimmte genetische Parameter zu schätzen und Zuchtplanungsschemata zu evaluieren.

Die Nachfrage nach geeigneten Kreuzungssauen für die ökologische Schweineproduktion ist vorhanden, es existieren aber noch keine Strukturen mit Sauenvermehrungsbetrieben, die unter ökologischen Produktionsbedingungen arbeiten. Größere Ökobetriebe versuchen über Eigenremontierungskonzepte, ihren Bedarf an Kreuzungssauen zur Ferkelproduktion zu decken. Für die ökologische Schweineproduktion sind derzeit nur Zuchtkonzepte denkbar, bei denen die Aufgaben Basiszucht und Sauenvermehrung einerseits und die Ferkelerzeugung und Mast andererseits in den Betrieben gemeinsam realisiert werden. Für größere Betriebe ist auch eine weitere Zusammenfassung in geschlossene Einheiten mit allen Aufgaben eines Kreuzungszuchtprogrammes denkbar.

Ein mögliches Zuchtkonzept zur Erzeugung von Kreuzungssauen für die ökologische Schweineproduktion auf Basis einer Rotationskreuzung auf der Sauenseite wurde von Brandt (2010) vorgeschlagen. Als beteiligte Rassen in der Rotation sind Deutsche Landrasse (DL) und Deutsches Edelschwein (DE), aber auch Duroc (DU) oder andere Rassen denkbar. Wenn in der Ökoproduktion in der Vermarktung ein gewisser Duroc-Genanteil verlangt wird, kann auch eine Dreirassenrotation mit DL, DE und DU realisiert werden. Ein Konzept mit Rotationskreuzungen hat gegenüber diskontinuierlichen Kreuzungssystemen organisatorische Vorteile und auch Umstellungen auf andere Rassen sind problemlos zu realisieren.

Für die Zusammenfassung einzelner Zuchtwerte in einem ökologischen Gesamtzuchtwert ist der Selektionsindex das Mittel der Wahl. König und Pimentel (2012) haben das Softwarepaket SIG in der Programmiersprache R entwickelt. SIG erlaubt es, verschiedene phänotypische Informationsquellen (Eigenleistungen oder Leistungen verwandter Tiere, Zielmerkmale oder Hilfsmerkmale) und Einzelzuchtwerte unter Berücksichtigung von Korrelationen zwischen den Einzelmerkmalen, Genauigkeiten der Zuchtwerte und ökonomischer Gewichte in einem finalen Selektionsinstrument optimal zu kombinieren. Aber auch das Computerprogramm SIP, das an der Universität Wageningen programmiert wurde, erlaubt diese Kalkulationen. Mittels SIP wurden weiterführend auch Programmierungen durchgeführt, um den von den Züchtern gewünschten „desired gain index“ abbilden zu können, also Zuchtfortschritt in allen Wurfqualitätsmerkmalen bei konstanter Wurfgröße.

Letztendlich war dies auch die beste Methode (im Vergleich zu contingent valuation), um eine optimale Gewichtung der Zuchtzielmerkmale zu finden.

Sogenannte objektive Methoden zur Ableitung ökonomischer Gewichte für Merkmale mit direkt messbarer Erlös- und Kostenstruktur basieren entweder auf der linearen oder auf der dynamischen Programmierung und wurden unter Betreuung von Sven König in der Dissertation von Lind (2006) angewendet und weiterentwickelt. Die nicht-objektiven Methoden beruhen auf subjektiven Einschätzungen und Erfahrungswerten von Fachleuten und Konsumenten und werden dann angewendet, wenn die Voraussetzungen einer effizienten Leistungsprüfung nicht gegeben sind oder die Merkmale nur schwierig mit einer Erlös- und Kostenstruktur zu bewerten sind. Edel und Dempfle (2004) verwendeten den Ansatz einer kontingenten Bewertung (Contingent Valuation), bei dem sie mit Hilfe von direkten Befragungstechniken die Zahlungsbereitschaft der Züchter und somit die Präferenz für eine Nutzenänderung in den Zuchtzielmerkmalen ermittelten. Finale Zuchtplanungsrechnungen zur Evaluierung verschiedener züchterischer Strategien auf Populationsebene implizieren in einem nächsten Schritt den Vergleich von ökonomischen Entscheidungskriterien wie Züchtungserlös, Züchtungskosten und Züchtungsgewinn. Schmidko et al. (2006) verwendeten hierzu einen deterministischen Ansatz und konnten beim Milchrind zeigen, dass für den Fall von Genotyp-Umwelt-Interaktionen und stark divergierenden Zuchtzielen ein eigenständiges ökologisches Zuchtprogramm auch wirtschaftlichen Erfolg mit sich bringt. Weiterführend wurden in der Zuchtplanung biologisch-technische Koeffizienten variiert, die Relevanz für ökologische Zuchtprogramme haben, wie der Anteil der Belegungen mit Vatertieren im Natursprung oder die Akzeptanz der Landwirte für neue Biotechnologien (König et al., 2009). Natursprung hat auch Relevanz in der Zuchtplanung von Schweinezuchtprogrammen. So berücksichtigt die Zuchtplanung zur Optimierung des Gesamtzuchtwertes in der Nukleuszucht des Schweizer Schweinezuchtverbands SUISAG die Verfügbarkeit von Ebern und Sauen im gleichen Zuchtbetrieb (König et al., 2003). Zur Berechnung des diskontierten Züchtungsgewinns, des diskontierten Züchtungserlöses und der diskontierten Züchtungskosten steht der Tierzuchtwissenschaft das Computerprogramm ZPLAN (Nitter et al., 2007) zur Verfügung, welches neben „fester“ Programmtools wie Genflussmethode (Hill, 1974) und Selektionsindex (Hazel, 1943) aufgrund der Fortran-Subroutinen genügend Spielraum zur eigenen Programmierung lässt, um so Zuchtprogramme wirklich praxisnah abbilden zu können. An diesen methodischen

Vorkenntnissen wurde angeknüpft, um insbesondere die Zuchtplanung wissenschaftlich und abgestimmt auf die praktischen Gegebenheiten und Zielstellungen, durchführen zu können.

3. Material und Methoden

AP I: Implementierung der Datenerfassung

Gemäß Vorhabenbeschreibung sah AP I vor, auf den Praxisbetrieben, welche für das Forschungsvorhaben gewonnen werden konnten, eine zielgerichtete Datenerfassung für das Merkmal Wurfgröße (lebend geborene Ferkel-LGF) und außerdem neu zu definierende Merkmale der Wurfqualität zu etablieren. Anhand der Qualität der gewonnenen Datensätze stand nach einem Jahr Projektlaufzeit die finale Entscheidung an, welche Merkmale weiterführend kontinuierlich unter Praxisbedingungen zu erfassen sind.

Im Detail bedeutet dies, dass bis zum Quartal III 2016 realisierbare Leistungsprüfungen in ökologisch wirtschaftenden Betrieben mit Betriebsgrößen ab 35 Sauen zur Jungsauenselektion entwickelt wurden. In enger Zusammenarbeit mit der beratenden Unterstützung der Landwirtschaftskammer Niedersachsen wurde in den Betrieben analysiert, welche Merkmale zur Jungsauenselektion und zur Selektion der Sauen für Remontewürfe mit vertretbarem Aufwand zu erfassen sind. Es wurde darauf geachtet, dass die Merkmale in enger Beziehung zu den Zuchtzielen für Sauen im ökologischen Landbau stehen. In der folgenden Übersicht (Tabelle 2) sind die Datenerfassungen der ausgewählten Merkmale und die geplanten Selektionsschritte tabellarisch im Zeitablauf dargestellt. Nach 1,5 Jahren Laufzeit lagen genügend phänotypische Daten vor, um die endgültige Datenevaluierung, die Schätzung der genetischen Parameter und die Zuchtwertschätzung durchführen zu können. Ende 2017 waren es somit Daten von 1100 Sauen. Dieses Datenmaterial mit einer Merkmalerfassung von Würfen von über 1000 verschiedenen Muttertieren erlaubte eine Schätzung der genetischen Parameter mit geringen Standardfehlern. Somit konnten diese Ergebnisse auch auf Basis dieser umfangreichen Daten in der international begutachten Zeitschrift *Livestock Science* publiziert werden: „Genetic parameters and selection strategies for female fertility and litter quality traits in organic weaner production systems with closed breeding systems“ mit den Autoren Klein, S., Brandt, H., König, S.

Tabelle 2: Aufgaben bzgl. der Datenerfassung, Zuchtwertschätzung und Selektion in chronologischer Abfolge.

Aufgabe	Verfahren	Zeitachse
Jungsauenauswahl	1. Selektionsstufe Jungsau wächst auf und wird mit 100kg Gewicht einem Eigenleistungstest unterzogen: <ul style="list-style-type: none"> - Tageszunahme, Fundament und Zitzenbeurteilung 	Meldung der Daten über Sauenplaner an Berater bis 2 Wochen nach der 1. Selektion
1. und 2. Wurf für Mastferkelproduktion	Prüfung Wurfqualität: <ol style="list-style-type: none"> 1. Bonitur durchschnittliches Geburtsgewicht aller Ferkel Wurfweise (GG) 2. Bonitur Streuung der Geburtsgewichte (WA) 3. Bonitur Ferkelvitalität (FV) 4. Zahl der lebend geborenen Ferkel (LGF) 	6 Wochen Zeit bis zur Zuchtwertschätzung
Zuchtwertschätzung	2. Selektionsstufe Gesamtzuchtwert Basis: <ol style="list-style-type: none"> 1. Eigenleistung aus der ersten Selektion 2. Fruchtbarkeitsleistung aus den ersten zwei Würfen 	Zuchtwertschätzung beim Absetzen des 2. Wurfs
Produktion von Remontewürfen	<ul style="list-style-type: none"> - Selektierte Sauen werden mit Reinzuchtsperma zur Erzeugung von neuen Jungsauen besamt - Alle weiblichen Tiere aus diesen Würfen werden als mögliche Remonte aufgezogen und mit 100kg Gewicht einer Eigenleistung unterzogen (s. 1. Selektionsstufe) 	Kontinuierliche Zuchtwertschätzung nach jedem Wurf

Die Genaue Definition der zu erfassenden Merkmale erfolgte im Rahmen der Betriebsbesuche, anlässlich derer die Landwirte bzgl. der Datenerfassung, der Nutzung der Datenerfassungssysteme und der elektronischen Weiterleitung der Ergebnisse geschult wurden. Die Zielmerkmale für die Zuchtwertschätzung basieren

hauptsächlich auf Merkmalen, welche auf den meisten Betrieben routinemäßig über die jeweiligen Sauenplaner elektronisch erfasst werden. Hierfür wurden je nach Bedarf weitere zusätzliche Eingabefelder in die jeweiligen Sauenplaner programmiert.

Neben der üblichen Dokumentation erfassten die Landwirte seit Projektbeginn die Zahl der lebend- und totgeborenen Ferkel und die Anzahl der abgesetzten Ferkel pro Wurf. Weiterhin wurden die Würfe hinsichtlich der Ferkelqualität bonitiert. Die Wurfbonituren umfassten die Merkmale durchschnittliches Geburtsgewicht, Ausgeglichenheit des Wurfes, sowie die Vitalität der Ferkel. Die Merkmale werden mittels einer linearen Notenskala von 1-4 erfasst. Die Bewertung der Wurfqualität erfolgt innerhalb der ersten 2 Tage nach der Geburt von möglichst immer derselben Person (im individuellen Betriebsdurchschnitt vergeben), um innerbetriebliche Verzerrungen zu vermeiden. Die Noten 1-4 wurden wie folgt definiert:

1. Note für das durchschnittliche Geburtsgewicht (GG)

- Note 1 = im Durchschnitt sehr kleine Ferkel
- Note 2 = Geburtsgewicht der Ferkel leicht unter dem Durchschnitt
- Note 3 = Geburtsgewicht der Ferkel leicht über dem Durchschnitt
- Note 4 = im Durchschnitt sehr große Ferkel

2. Note für die Ausgeglichenheit im Geburtsgewicht (WA)

- Note 1 = sehr unausgeglichene Geburtsgewichte
- Note 2 = Streuung der Geburtsgewichte leicht über dem Durchschnitt
- Note 3 = Streuung der Geburtsgewichte leicht unter dem Durchschnitt
- Note 4 = sehr ausgeglichene Geburtsgewichte

3. Note für die Vitalität der Ferkel (FV)

- Note 1 = Ferkel zeigen eine sehr geringe Vitalität
- Note 2 = Vitalität der Ferkel leicht unter dem Durchschnitt
- Note 3 = Vitalität der Ferkel leicht über dem Durchschnitt
- Note 4 = sehr vitale und agile Ferkel

Im Falle von einzeln auftretenden lebensschwachen Ferkeln bei ansonsten guter Ferkelqualität innerhalb des betreffenden Wurfes, wurde die Gesamtnote für den betreffenden Wurf ohne Berücksichtigung jenes einen Ferkels vergeben.

Nach der Neubesetzung der projektbezogenen Doktorandenstelle zum Quartal III 2016 wurden insgesamt sechs Projektbetriebe sehr intensiv von Sebastian Klein betreut, u.a. um in dieser Stichprobe die notenwendigen Inputparameter für die Zuchtplanungsrechnungen zu recherchieren (siehe Ausführungen in den folgenden Arbeitspaketen). In insgesamt 12 Betrieben wurde die Datenerfassung implementiert. Die Übersicht zu diesen Betrieben zeigt Tabelle 3.

Tabelle 3: Die im Projekt bzgl. der Datenerfassung partizipierenden Betriebe

	Bundesland	Wirtschaftsweise	Haltungsform	Sauen Ø
1	Schleswig-Holstein	ökologisch	Stall+Auslauf+ Freilandhaltung	40
2	Niedersachsen	ökologisch	Freilandhaltung	65
3	Nordrhein-Westfalen	ökologisch + Naturland	Stall ohne Auslauf	160
4	Nordrhein-Westfalen	ökologisch	Stall+Auslauf	50
5	Niedersachsen	ökologisch	Freilandhaltung	400
6	Niedersachsen	ökologisch	Freilandhaltung	160
7	Nordrhein-Westfalen	ökologisch	Stall+Auslauf	120
8	Hessen	ökologisch	Stall+Auslauf	60
9	Nordrhein-Westfalen	ökologisch + Neuland	Stall+Auslauf	80
10	Mecklenburg- Vorpommern	ökologisch	Stall+Auslauf	500
11	Mecklenburg- Vorpommern	ökologisch	Stall+Auslauf	300
12	Mecklenburg- Vorpommern	ökologisch	Stall+Auslauf	160

Diese ökologisch wirtschaftenden Betriebe hielten durchschnittlich zwischen 40 bis 500 Sauen. Die Betriebsstandorte lagen in Hessen, Nordrhein-Westfalen, Mecklenburg-Vorpommern sowie in Niedersachsen.

AP II: Recherche nach biologisch-technischen Koeffizienten

Zielsetzung von AP II war die für das Grundgerüst der Zuchtplanung benötigten sogenannten biologisch-technischen Koeffizienten zu erfassen. Hierzu gehören Anpaarungsstrategien in den ökologischen Betrieben (Anteil Natursprungeber, Anteil künstlicher Besamung, Nutzungsdauer und Altersstruktur der Zuchttiere, Ferkelverluste in verschiedenen Aufzuchtphasen, Generationsintervalle, Remontierungsraten, Zwischenwurfzeiten und Kennzahlen des Besamungserfolges). Die wesentlichen Kenngrößen wurden direkt bei den Betriebsbesuchen ermittelt. Weiter wurden Kosten und Erlöspositionen recherchiert, um Grenznutzen (= Wirtschaftlichkeitskoeffizienten) für Zuchtzielmerkmale ableiten zu können. Hierbei verweisen wir auf das Arbeitspaket der ökonomischen Gewichte.

Weiterhin erfolgte eine umfangreiche Literaturrecherche mit dem Ziel einen Überblick über die bereits seit Jahrzehnten im Rahmen der konventionellen Schweinezucht züchterisch bearbeiteten Merkmale der Wurf- beziehungsweise Ferkelqualität zu erhalten. Die Qualität der eigenen Parameterschätzungen für vergleichbare Merkmale konnte so im Kontext anderer Studien besser bewertet und der züchterische Nutzen eingeordnet werden.

AP III: Ableitung von ökonomischen Gewichten

AP III fokussierte auf die Ableitung von ökonomischen Gewichten für Merkmale, die keinen direkten Verkaufserlös haben (z.B. Streuung der Geburtsgewichte). Hierzu wurde die Methodik der Contingent Valuation Methode angewendet. Die Contingent Valuation Methode dient zur Bestimmung eines ökonomischen Wertes von nicht handelbaren Gütern. Dazu wurden für jedes Zuchtzielmerkmal mehrere Klassen gebildet, die unterschiedliche Produktionsleistungen abbilden. Der Sauenhalter gab zuerst seine grundsätzliche Zahlungsbereitschaft an und definierte nachfolgend in den einzelnen Klassen monetäre Zu- oder Abschläge. Die Vorgehensweise ist in Tabelle 4 exemplarisch für das Merkmal „Ausgeglichenheit der Würfe“ illustriert. Neben den Ergebnissen der Contingent Valuation Methodik wurden zur abschließenden Festlegung der ökonomischen Gewichte in entsprechenden Selektionsindizes beziehungsweise dem ökologischen Gesamtzuchtwert anhand der Ergebnisse der Literaturrecherche (AP II) umfangreiche Testkalkulationen mithilfe des Programmpakets SIP (Wagenaar et al., 1995) durchgeführt.

Tabelle 4: Ausschnitt des Fragebogens zur Contingent Valuation Methode für das Merkmal „Wurfausgeglichenheit“.

Homogenität der Geburtsgewichte (WA)	Klasse I Im Durchschnitt sehr kleine Ferkel	Klasse II Geburtsgewicht der Ferkel leicht unter dem Durchschnitt	Klasse III Geburtsgewicht der Ferkel leicht über dem Durchschnitt	Klasse IV Im Durchschnitt sehr große Ferkel
Grundsätzliche Zahlungsbereitschaft (A)	Differenz zu (A)	Differenz zu (A)	Differenz zu (A)	Differenz zu (A)

Um eine repräsentative Stichprobe zur Erfassung der biologisch-technischen Koeffizienten zu garantieren, war es wichtig, vorab die Betriebe genauer zu charakterisieren. Der Ablauf dieser Datenerfassung in Form eines Fragebogens (sozial-demografisches Interview) zeigt die folgende Übersicht 1, die in Microsoft-Excel programmiert wurde.

Übersicht 1:

Teil I. Sozial-demografisches Interview:

Diese Daten werden vertraulich und anonym behandelt.

Bitte geben Sie an:

Geschlecht

♂

♀

Alter

[Klicken Sie hier, um Text einzugeben.](#)

Familienstand

Wählen Sie ein Element aus.

a. Anzahl der Mitbewohner

Wählen Sie ein Element aus.

Teil II. Betriebsinformationen

Betriebstyp

- a. **Freilandhaltung**
- b. **Auslaufhaltung**
- c. **Sonstiges** [Klicken Sie hier, um Text einzugeben.](#)

Betriebsgröße

- a. **Eigenland** [Klicken Sie hier, um Text einzugeben.](#)
- b. **Produktionsfläche** [Klicken Sie hier, um Text einzugeben.](#)

Anzahl der Mitarbeiter

Wählen Sie ein Element aus.

Wie viele Sauen haben Sie pro Jahr?

[Klicken Sie hier, um Text einzugeben.](#)

Anzahl der Sauen in einem Produktionszyklus

[Klicken Sie hier, um Text einzugeben.](#)

Wie viele Sauen sind aus Eigenremontierung?

[Klicken Sie hier, um Text einzugeben.](#)

Wie hoch ist die Remontierungsrate? (in Prozent eingeben)

[Klicken Sie hier, um Text einzugeben. %](#)

und welche Kriterien werden berücksichtigt (Sie können mehrere Felder ankreuzen)

Vitalität



(Hier sollen die Landwirte ein „X“ setzen wie hoch wird dieses Merkmal berücksichtigt, dies würde für alle Merkmale gelten)

- Gute Kondition
- Zitzen Anzahl
- Zitzen Qualität
- Exterieur
- Wurf Nummer
- Eltern
- TGZ
- Speckdicke
- Fundament

[Sonstiges](#) [Klicken Sie hier, um Text einzugeben.](#)

Wie hoch ist der Anteil der (Bitte in Prozent eingeben):

- a. Basis/Kernherde [Klicken Sie hier, um Text einzugeben. %](#)
- b. Remontierungsherde [Klicken Sie hier, um Text einzugeben. %](#)
- c. Produktionsherde [Klicken Sie hier, um Text einzugeben. %](#)

Für die Remontierung: wie viele Tiere kaufen Sie zu?

Klicken Sie hier, um Text einzugeben.

Wählen Sie aus bestimmten WurfNr. die Zuchttiere aus?

- a. Wenn ja [Klicken Sie hier, um Text einzugeben.](#)
- b. Wenn nein [Klicken Sie hier, um Text einzugeben.](#)

Leistungsunterschiede (Fruchtbarkeit) zwischen den Jahreszeiten

Ja Nein

Kommentar [Klicken Sie hier, um Text einzugeben.](#)

In welchem Alter werden die Jungsauen gedeckt?

Klicken Sie hier, um Text einzugeben.

Hatten sie mumifizierte Ferkel oder Aborte? Wenn ja, dann an welchem Tag nach der Geburt und geben Sie mehr Details über die Sau/en (ist das früher schon mal aufgetreten, bei Vorfahren, WurfNr...)

Anomalien	Ja/ Nein	Tag	Wurf Nummer	Vorfahre
Mumien	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	Klicken Sie hier, um Text einzugeben.	Klicken Sie hier, um Text einzugeben.	Klicken Sie hier, um Text einzugeben.
Aborten	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	Klicken Sie hier, um Text einzugeben.	Klicken Sie hier, um Text einzugeben.	Klicken Sie hier, um Text einzugeben.

Wie hoch ist bei Ihnen die Abferkelrate (in Prozent eingeben)

[Klicken Sie hier, um Text einzugeben.%](#)

Die am längsten gehaltene Sau (Alter, Anzahl der Würfe, Nachkommen und deren Leistung)

- a. Alter [Klicken Sie hier, um Text einzugeben.](#)
- b. Anzahl der Würfe [Klicken Sie hier, um Text einzugeben.](#)
- c. Leistung der Sau [Klicken Sie hier, um Text einzugeben.](#)
- d. Leistung der nachkommen [Klicken Sie hier, um Text einzugeben.](#)

Was für Rassen setzen Sie ein in der Wechselkreuzung?

Klicken Sie hier, um Text einzugeben.

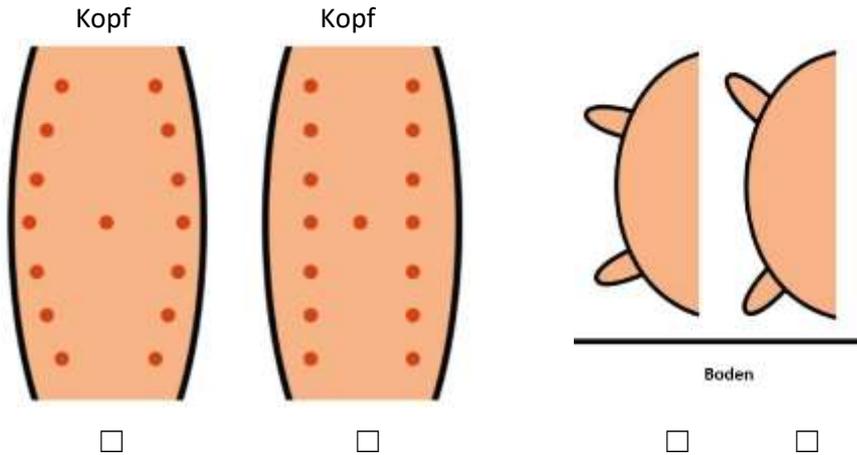
Bestimmen Sie die Wurfmasse am 21. Lebenstag der Ferkel?

Ja Nein

Wenn Ja, dann erfassen Sie die Einzelmasse mit der Waage oder das durchschnittliche Gewicht der Gruppe?

Einzelmasse Ø der Gruppe

Welches Zitzenbild ist für Sie wünschenswert?



Quelle: www.farmer.pl

Lege ich keinen Wert drauf

Teil III. Bewertung von Merkmalen

Sie haben 1000 Euro zur Verfügung. Wie viel Euro würden Sie für die Merkmalsverbesserung der aufgeführten Merkmale zahlen? Bitte bewerten Sie auch in einer Skala eins (niedrig) bis vier (hoch) die Wichtigkeit der einzelnen Merkmale:

Merkmal	Zahlungsbereitschaft	Note Skala
Gute Kondition	Klicken Sie hier, um Text einzugeben. €	Wählen Sie ein Element aus.
Vitalität	€	
Exterieur	€	
Krankheitsresistenz	€	
Nutzungsdauer	€	
Futterverwertung	€	
Tägliche Zunahme	€	
Magerfleischanteil	€	
Ausgeglichenes Zitzenbild	€	
Zitzenqualität	€	
Befruchtungsrate	€	
Trächtigkeitsdauer	€	
Ausgeglichenheit der Würfe	€	
Überlebensrate der Ferkel	€	
Geburtsverlauf	€	
Lebendgeborenen Ferkel	€	
Anzahl abgesetzter Ferkel	€	
Laktationslänge	€	
Futteraufnahme in der Laktation	€	
Absatz-Beleg-Intervall	€	

Diese letzte Abfrage der Zahlungsbereitschaft bei gegebenem Budget ist letztendlich auch eine Variante der Contingent Valuation Methodik. Hier (und auch in der

Merkmalseinschätzung nach Tabelle 4 ergab letztendlich, dass die Wurfqualitätsmerkmale durchweg eine identische ökonomische Bedeutung für den Landwirt haben und dass die Wurfgröße zukünftig nicht gesteigert werden soll, aber auch nicht zu verringern ist. Dieser Sachverhalt wurde somit dann auch in der Zuchtplanung mittels desired gain Index berücksichtigt. Wir optimierten daher die Zuchtzielgestaltung so, dass der Zuchtfortschritt für alle Wurfqualitätsmerkmale zu maximieren ist, aber die Wurfgröße konstant bleibt. Dadurch ergaben sich in einer „rekursiven Betrachtung“ die optimalen ökonomischen Zuchtzielmerkmale.

Tabelle 5: Struktur der ökologischen Sauenherde

Laktation	Anteil Sauen	Ferkel pro Wurf	Überlebensrate der Ferkel	Zunahmen der Sau	
				Trächtigkeit	Laktation
1	14%	6,29	95,30	-18,03	337,16
2	13%	7,05	92,76	-35,75	177,15
3	13%	7,62	92,93	-39,45	202,70
4	12%	7,79	92,74	-45,76	203,19
5	11%	7,99	94,00	-47,25	204,95
6	10%	8,02	94,35	-52,42	200,85
7	10%	7,77	93,61	-50,82	199,97
8	9%	7,46	94,43	-63,45	189,06
9	9%	7,46	95,64		

Darüber hinaus ergab die intensive Literaturrecherche, dass einfach keine Wirtschaftlichkeitskoeffizienten, insbesondere für neue Merkmale der Wurfqualität, auf Basis von abgeleiteten Gewinnfunktionen vorliegen. Das gilt sowohl für konventionell als auch ökologisch wirtschaftende Betriebe. Daher wurden auf Basis der recherchierten biologisch-technischen Koeffizienten in den Betrieben (inkl. der Fütterungsdaten) und der Kosten und Erlöse mit dem Programm ECOWEIGHT (Wolf und Wolfova, 2011) ökonomische Gewichte für relevante Zuchtzielmerkmale abgeleitet. Die biologisch-technischen Koeffizienten bzgl. der Altersstruktur in ökologischen Betrieben mit starkem Fokus auf Nutzungsdauer der Sau, aber kleinen Wurfgrößen, zeigt Tabelle 5. Weitere biologisch-technische Koeffizienten sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 6: Kosten und Erlöse in der ökologischen Sauenherde

Charakteristika (Einheit)	Wert (in Euro)
Costs in breeding unit (€/sow per reproductive cycle)	110,69
Revenues in breeding unit (€/sow per reproductive cycle)	18,74
Costs in nursery unit (€/sow per reproductive cycle)	267,13
Revenues in nursery unit (€/sow per reproductive cycle)	347,75
Costs in rearing unit (€/sow per reproductive cycle)	5,38
Revenues in rearing unit (€/sow per reproductive cycle)	35,78
Costs in finishing unit (€/sow per reproductive cycle)	135,38
Revenues in finishing unit (€/sow per reproductive cycle)	239,76
Total costs (€/sow per year)	952,88
Total revenues (€/sow per year)	1179,72
Average cost per kg slaughtered animal (€)	2,24
Profit (€/sow per year)	226,84

Recherchierte Fütterungskennzahlen als notwendigen Input für ECOWEIGHT zeigt Tabelle 7.

Tabelle 7: Recherchierte Fütterungskennzahlen in den Sauenherden

Beschreibung	Wert
Net energy value of body protein (MJ NEa/kg protein)	23,8
Net energy value of body lipid (MJ NE/kg lipid)	39,7
Efficiency of utilization of metabolizable energy for protein gain (MJ NE/MJ MEb)	0,54
Efficiency of utilization of metabolizable energy for lipid gain (MJ NE/MJ ME)	0,74
Exponent for the calculation of metabolic body weight from body weight of young growing pigs	0,63
Standard metabolizable energy needed per kg metabolic body weight and per day for growing pigs (MJ ME/kg)	0,719
Standard metabolizable energy needed per kg metabolic body weight and per day for barren and pregnant sows or pregnant gilts (MJ ME/kg)	0,418
Efficiency of utilization of metabolizable energy from feed for pregnancy product	0,53
Standard metabolizable energy needed per kg metabolic body weight and per day for lactating sows (MJ ME/kg)	0,46
Exponent for calculation of metabolic body weight from body weight of sows	0,75
Efficiency of metabolizable energy from feed for milk production	0,72
Efficiency of net energy from body reserves for milk production	0,87
Efficiency of metabolizable energy from feed for body weight gain of sows	0,69
Efficiency of net energy from body reserves for pregnancy	0,8
Dry matter content in the mammary tissue at the end of pregnancy (kg DM/kg fresh matter)	0,48
Net energy content in the dry matter of mammary tissue at the end of pregnancy (MJ NE/kg)	34,4

Recherchierte Futterkosten als notwendigen Input für ECOWEIGHT zeigt Tabelle 8.

Tabelle 8: Recherchierte Futterkosten

Beschreibung	Wert (in Euro)
Amount of supplementary feed (next to sow's milk) until weaning (kg/piglet)	2,32
Price of supplementary feed for piglets until weaning with 13.5 MJ MEb/kg (€/kg)	0,36
Price of feed for piglets in nursery phase with 5,92 MJ ME/kg (€/kg)	0,11
Price of feed for gilts and barrows in the finishing phase with 5,74 MJ ME/kg (€/kg)	0,12
Price of feed for breeding gilts in rearing with 6,55 MJ ME/kg (€/kg)	0,14
Price of feed for pregnant gilts with 7,30 MJ ME/kg (€/kg)	0,15
Price of feed for barren and pregnant sows with 7,07 MJ ME/kg (€/kg)	0,15
Price of feed for lactating sows with 9,15 MJ ME/kg (€/kg)	0,17

Weiter gibt es natürlich Kostenkomponenten, die nicht mit der Fütterung assoziiert sind. Diese recherchierten Kosten zeigt Tabelle 9.

Tabelle 9: Recherchierte Nicht-Futterkosten

Beschreibung	Wert (in Euro)
Non-specific non-feed costs in the breeding unit (€ per farrowing place per year)	5
Price for each natural mating	4,85
Specific costs for health care for sows (€/sow and farrowing interval)	5,49
Specific costs for health care for piglets until weaning (€/piglet)	0,62
Specific costs for health care of replacement gilts from including in the herd to first farrowing (€/gilt)	1,1
Non-specific non-feed costs in the nursery unit (€/piglet place per year)	5,72
Specific costs for health care for piglets in the nursery unit (€/piglet)	0,49
Non-specific non-feed costs in the unit for rearing of breeding gilts and boars (€/animal place per year)	5
Specific costs for health care of gilts and boars in the rearing unit (€/animal)	0,49
Non-specific non-feed costs in the finishing unit (€/finishing place per year)	7,69
Specific costs for health care of animals in finishing (€/animal)	0

Nach dem Aufstellen der Gewinnfunktionen und Ableitung der Gewinnfunktion mittels ECOWEIGHT ergaben sich die in Tabelle 10 aufgeführten ökonomischen Gewichte je Merkmalseinheit.

Tabelle 10: Ökonomische Gewichte für Zuchtzielmerkmale beim Schwein in alternativen low input oder ökologischen Produktionssystemen

Merkmal und Merkmalseinheit	Ökonomisches Gewicht in € je Merkmalseinheit
Average daily gain of piglets until weaning (g/d)	1,26
Average daily gain of piglets in nursery phase (g/d)	3,97
Lifetime daily gain of finished animal (g/d)	6,02
Number of piglets born alive (piglet)	46,85
Survival rate of piglets at birth (%)	3,66
Survival rate of piglets born alive until weaning (%)	3,52
Age of gilts at first mating (d)	-0,05
Survival rate of piglets in nursery (%)	7,1
Survival rate of young animals after nursery (%)	4,09
Productive lifetime of sows (number of farrowings)	5,35
Feed conversion in nursery (kg feed/kg weight gain)	-33,68
Feed conversion in finishing (kg feed/kg weight gain)	-28,29

Wir weisen darauf hin, dass zur Zuchtplanung bzw. Zuchtzieldefinition in den folgenden Arbeitspaketen die Ergebnisse der Befragung unter den Praktikern berücksichtigt wurde. Dies impliziert eine Festlegung der ökonomischen Gewichte in der Form, dass Zuchtfortschritt in den Wurfqualitätsmerkmalen maximiert wird, aber der genetische Trend für Wurfgröße konstant bleibt. Dennoch ist die hier durchgeführte Arbeit zur Ableitung der Wirtschaftlichkeitskoeffizienten für funktionale Merkmale in einem Herdenmodell über Gewinnfunktionen bisher nach unserem Kenntnisstand noch nicht durchgeführt worden. Somit hat die ökologische Schweinezucht einen Vorsprung, wenn es darum geht, in Zukunft Zuchtziele noch komplexer zu gestalten.

AP IV: Genetische Parameterschätzung und Entwicklung des Modells zur Zuchtplanung

Den ersten Schritt bei der Bearbeitung von AP IV stellte die Schätzung genetischer Parameter für die Merkmale der Wurfqualität und Ferkelzahl auf Basis des zum Quartal III 2016 ausreichend großen Datensatzes dar. Datengrundlage für alle vier Merkmale (GG = Geburtsgewicht, WA = Wurfausgeglichenheit, FV = Ferkelvitalität und LGF = lebend geborene Ferkel) waren insgesamt 2602 bewertete Würfe von 1102 DE x DL Sauen der Geburtsjahre 2007 bis 2015. Genetische Parameter für LGF, WA, GG und

FV wurden mittels der REML Methode unter Anwendung des Programmpaketes VCE6 (Groeneveld et al. 2010) geschätzt.

Das genetisch-statistische Model wurde dabei wie folgt definiert:

$$y_{ijkl} = \mu + \text{Betrieb}_i + \text{Wurfnummer}_j + \text{Tier}_k + \text{PU}_l + e_{ijkl}$$

y_{ijkl}	= Merkmalsbonitur für die Wurfqualitätsmerkmale bzw. die Anzahl lebend geborener Ferkel für LGF
μ	= allgemeiner Mittelwert
Betrieb_i	= fixer Betriebseffekt
Wurfnummer_j	= fixer Effekt der Wurfnummer
Tier_k	= zufälliger additiv-genetischer Effekt
PU_l	= permanenter Wurfumwelteffekt
e_{ijkl}	= zufälliger Resteffekt

Erblichkeiten, Varianzkomponenten und Wiederholbarkeiten wurden mit univariaten Tiermodellen geschätzt. Zur Schätzung der Merkmalskorrelationen dienten bivariate Modelle aller möglichen Merkmalskombinationen. Anschließend wurden, analog zur ökonomischen Gewichtung in der konventionellen Schweinezucht, für die Berechnung der Selektionsindexvarianten mittels der SIP-Software (Wagenaar et al., 1995) ein ökonomisches Gewicht von 7,50 € für das Merkmal LGF angenommen. Die ökonomischen Gewichte für die Wurfqualitätsmerkmale variierten zwischen den Szenarien, wurden aber innerhalb der einzelnen Varianten gleich gehalten. Tabelle 11 illustriert die wichtigsten der kalkulierten Selektionsindices.

Evaluierungskriterien waren die Genauigkeiten der Zuchtwertschätzung für den Selektionskandidaten (Remontesau) und der Zuchtfortschritt in den Einzelmerkmalen. Neben den ökonomischen Merkmalsgewichten variierten die Informationsquellen sowie die Anzahl der Leistungsinformationen, um unterschiedliche Generationsintervalle abzubilden. Die A-Szenarien dienten zur Simulation des konventionellen Erfassungsschemas, welches als Informationsquelle nur die Wurfgröße berücksichtigt (A1: lediglich LGF im Zuchtziel; A2: erstmals auch Wurfqualitätsmerkmale mit niedrigem ökonomischen Gewicht im Zuchtziel, aber auch hier Erfassung nur von LGF). In den B-Szenarien wurde eine routinemäßige Erfassung aller Merkmale und eine alternierende ökonomische Gewichtung simuliert.

Tabelle 11: Übersicht zu den verschiedenen Selektionsszenarien (G.I. = Generationsintervall).

Szenario	Informationsquelle	Anzahl erfasster Leistungen	ökonomische Gewichte				G.I. (Jahre)
			WA	GG	FV	LGF	
			(€)	(€)	(€)	(€)	
A1	1 Sau	2 LGF					
	1 Mutter	3 LGF	-	-	-	7,5	2,66
	10 Halbgeschwister	1 LGF					
A2	1 Sau	2 LGF					
	1 Mutter	3 LGF	1	1	1	7,5	2,66
	10 Halbgeschwister	1 LGF					
B1	1 Sau	2 WA,GG,FV,LGF					
	1 Mutter	3 WA,GG,FV,LGF	20	20	20	7,5	2,66
	10 Halbgeschwister	1 WA,GG,FV,LGF					
B2	1 Sau	2 WA,GG,FV,LGF					
	1 Mutter	3 WA,GG,FV,LGF	30	30	30	7,5	2,66
	10 Halbgeschwister	1 WA,GG,FV,LGF					
C1	1 Mutter	2 WA,GG,FV,LGF	20	20	20	7,5	1,33
	2 Halbgeschwister	1 WA,GG,FV,LGF					
C2	1 Sau	1 WA,GG,FV,LGF					
	1 Mutter	3 WA,GG,FV,LGF	20	20	20	7,5	2,25
	5 Halbgeschwister	1 WA,GG,FV,LGF					
D1	1 Sau	2 WA,GG,FV,LGF					
	1 Mutter	3 WA,GG,FV,LGF	20	20	20	7,5	2,8
	10 Halbgeschwister	1 WA,GG,FV,LGF					

Dabei wurde auf einen „desired gain index“ abgezielt mit dem Ziel der Findung der optimalen ökonomischen Gewichte zur Verbesserung der Wurfqualität bei konstanten LGF. Zur Verkürzung des möglichen Generationsintervalls wurden die C-Szenarien mit einer jeweils reduzierten Anzahl erfasster Leistungsdaten modelliert. D1 reflektiert letztendlich das optimale Szenario unter ökologischen Produktionsbedingungen.

AP V: Implementierung der Zuchtwertschätzung - ergänzende Merkmalerfassung

AP V war das Arbeitspaket zur Implementierung der Zuchtwertschätzung und fortan kontinuierlichen Zuchtwertschätzung. Hierfür wurde mithilfe der Expertise von Prof. Dr. Horst Brandt eine Software zur Umsetzung einer Zuchtwertschätzung nach der Methode der Best-Linear-Unbiased-Prediction (BLUP) programmiert. Basis für die Entwicklung einer Zuchtwertschätzung war die Schätzung von genetischen Parametern als Grundlage (AP IV). Weiterhin beinhaltete AP V weiterführende Selektionsindexkalkulationen mit dem Ziel einer weiteren Optimierung der theoretisch und praktisch erzielbaren Zuchtfortschritte in den Einzelmerkmalen beziehungsweise im Gesamtindex.

Ergänzend zu den im Projektverlauf bereits entwickelten und in der Folge etablierten Wurfqualitätsmerkmalen wurde die Erfassung zusätzlicher Exterieurmerkmale vorbereitet. Vorbereitend für die schrittweise Weiterentwicklung des ökologischen Gesamtzuchtwertes sollen weitere Merkmale mit dem langfristigen Ziel einer züchterischen Verbesserung der durchschnittlichen Nutzungsdauer der für die Erzeugung von Remontewürfen auszuwählenden Zuchtsauen in die Datenerfassung und Parameterschätzung integriert werden. Hierfür wurde mit der Durchführung von Exterieurbeurteilungen im Rahmen der Jungsauenselektion für Remonteanpaarungen auf den teilnehmenden Betrieben begonnen. Die Exterieurbeurteilung wurde nach dem Vorbild der Züchtervereinigung „Schwäbisch-Hällisches Schwein“ in den routinemäßigen Ablauf des individuellen Besamungsmanagements der einzelnen Projektbetriebe etabliert (Tabelle 12). Auf Basis der Bonitur-Ergebnisse in 6 Exterieurmerkmalen wurde eine Parameterschätzung für die in Tabelle 12 dargestellten Exterieurmerkmale durchgeführt. Die genetische Parameterschätzung erfolgte mit dem VCE6 Softwarepaket. Die Parameterschätzung für die genannten Exterieurmerkmale ermöglichte ein verbessertes Verständnis zur Bedeutung insbesondere der Fundamentmerkmale für die Langlebigkeit der Zuchtsauen. Auf Basis der ermittelten genetischen und phänotypischen Korrelationen zwischen den Merkmalen lassen sich zudem die Folgen von Selektionsentscheidungen basierend auf Einzelmerkmalen und im Kontext des gesamten Exterieurs der jeweiligen Jungsaue besser vorhersagen.

Tabelle 12: Linear erfasste Exterieurmerkmale und 9-stufiges Boniturschema zur Jungsauenerbeurteilung vor dem ersten Belegen (Note 5 entspricht dem Optimum)

Merkmal	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hinterbein Winkel	Stark gewinkelt			Optimal			Sehr steil		
Fessel	Sehr weich			Trocken			Sehr steif		
Röhrbein	Sehr schmal			Durchschnittlich			Sehr stark		
Hinterbein pos.	Kuhhessig			Parallel			Stark eingedreht		
Vorderbein pos.	O-beinig			Parallel			X-beinig		
Klauen	Stark verkürzte Aussenklaue			Gleichmäßig			Stark verkürzte Innenklaue		

Insgesamt konnten für die Schätzung der Exterieurzuchtwerte und genetischen Parameter für Exterieurmerkmale 6042 bonitierte Jungsauenerbeurteilungen berücksichtigt werden. Neben den Daten aus den 12 oben aufgeführten ökologischen Modellbetrieben wurden Daten des Zuchtverbandes des Schwäbisch-Hällischen Schweines berücksichtigt. Diese vom Aussterben bedrohte Rasse wird in alternativen low input Systemen (teilweise sogar Außenhaltung der Schweine) gehalten, die sehr stark den ökologischen Haltungssystemen entsprechen.

Die genetischen Parameterschätzungen für die Exterieurmerkmale Hinterbein Winkel (HBW), Fessel (HBF), Röhrbein (RBS), Hinterbein Position (HBP), Vorderbein Position (VBP) und Klauen (K) basierten auf einem Tiermodell mit den Effekten „Tier“ und „Wurfumwelt“ als zufällige Effekte und den Einflussgrößen „Betrieb“ und „Jahr“ als fixer Effekt, ergänzt durch die Kovariable „Gewicht“. Den jeweiligen Merkmalen entsprechende Varianzkomponenten wurden geschätzt, um die merkmalsindividuellen Wiederholbarkeiten zu berechnen. Erblichkeiten für alle möglichen paarweisen Merkmalskombinationen wurden in einem bivariaten Modell geschätzt und bildeten somit die Grundlage für eine h^2 -Mittelwertbildung für jedes untersuchte Exterieurmerkmal. Dieses bivariate Modell war auch die Grundlage zur Schätzung genetischer Korrelationen.

Die Definition des genetisch-statistischen Modells zur Parameterschätzung war somit wie folgt definiert:

$$y_{ijkl} = \mu + \text{Betrieb}_i + \text{Jahr}_j + \text{Tier}_k + \text{PU}_l + e_{ijkl}$$

y_{ijkl} = Boniturnote (HBW, HBF, RBS, HBP, VBP, K)

μ = allgemeiner Mittelwert

Betrieb_i = fixer Betriebseffekt

Jahr_j = fixer Jahreseffekt

Tier_k = zufälliger additiv-genetischer Effekt

PU_l = permanenter Wurfumwelteffekt

e_{ijkl} = zufälliger Resteffekt

Zur vertiefenden, zusätzlichen Fokussierung auf eine Verlängerung der durchschnittlichen Nutzungsdauer der Zuchtsauen im ökologischen Zuchtprogramm wurde das Merkmal der Verbleiberate (Stayability) in die Parameterschätzung integriert. Gemäß der Definition von Tholen et al. (1996) ist das Merkmal Stayability die Langlebigkeit einer Sau, gemessen an ihrem weiteren Verbleiben in der Zucht-/Produktionsherde, ohne aufgrund unbefriedigender Reproduktionsleistungen zur Schlachtung selektiert zu werden.

Für verschiedene Stayability-Merkmale (Stay2 bis Stay4) - wobei Stay2 ein Verbleiben bis zum 2. Wurf indiziert bzw. analog dazu ein Verbleiben bis zum mindestens 4. Wurf (Stay4) - wurden ebenfalls genetische Parameter geschätzt. Datengrundlage waren die Sauenplanerdaten der ökologischen Projektbetriebe und die ergänzenden Daten der low input Betriebe der Schwäbisch-Hällischen Züchtervereinigung (analog zum Exterieurdatensatz). Somit definierte sich das Merkmal Stayability als ja/nein bzw. 0/1 Merkmal, denn entweder war das Tier in der n-ten Parität noch in der Herde oder bereits abgegangen. Ziel war hierbei war auch eine Verwendung von Stay4 als Hilfsmerkmal für die Entwicklung und Validierung des ökologischen Gesamtzuchtwertes mit dem Gesamtfokus der verbesserten Wurfqualität (Reduzierung der Saugferkelverluste) auf der einen und einer verbesserten Nutzungsdauer (Erhöhung der Verbleiberate) auf der anderen Seite.

Analog zu den anderen untersuchten Merkmalen wurde für die genetische Parameterschätzung und Zuchtwertschätzung der Stayability Merkmale ein Tiermodell verwendet. Die Korrektur auf die fixen und zufälligen Effekte entsprach ebenfalls der Vorgehensweise, die für die Exterieurmerkmale durchgeführt wurde. Zusätzlich wurde für Stayability ein weiterer fixer Herde-Jahr-Saisoneffekt in das genetisch-statistische Modell inkludiert und der Betriebseffekt als zufälliger Effekt modelliert.

Dementsprechend war das genetisch-statistische Modell für Stayability wie folgt definiert:

$$y_{ijkl} = \mu + HJS_i + Tier_j + Betrieb_k + PU_l + e_{ijkl}$$

y_{ijkl} = die Merkmale Stay2, Stay3, Stay4

μ = allgemeiner Mittelwert

hys_i = fixer Herde-Jahr-Saisoneffekt

$animal_j$ = zufälliger additiv-genetischer Effekt

$farm_k$ = zufälliger Betriebseffekt

PU_l = permanenter Wurfumwelteffekt

e_{ijkl} = zufälliger Resteffekt

AP VI: Entwicklung eines ökologischen Gesamtzuchtwertes - Zuchtplanungsrechnungen

Für die in AP VI vorgesehene Entwicklung eines ökologischen Gesamtzuchtwertes wurden die Resultate der Selektionsindexkalkulationen aus den Arbeitspaketen IV und V einbezogen. Ergänzend wurden nun schwerpunktmäßig Zuchtplanungsrechnungen unter Berücksichtigung von Kosten- und Erlösstrukturen mit der Software ZPLAN+ angeschlossen, um ökologische Zuchtprogramme mit allen erfassten Merkmalen und ökonomischen Gewichten über einen Planungszeitraum von 20 Jahren zu modellieren. Der optimale ökologische Gesamtzuchtwert ist somit ein Index, der den Zuchtfortschritt in den Wurfqualitätsmerkmalen maximiert (bei Selektionsindexmethodik) bzw. den diskontierten Gewinn maximiert (bei der Anwendung von ZPLAN+). Die ZPLAN+ Modellierungen wurden im Quartal III 2017 mit der Simulation verschiedener zweistufiger Zuchtprogramme auf Basis verschiedener Populationsgrundlagen und

Anpaarungsstrategien für eine ökologische Schweinepopulation begonnen. Ausgegangen wurde hierbei von einem Basiszuchtprogramm für eine simulierte ökologische überbetriebliche Zuchtpopulation.

Im Modellzuchtprogramm waren alle Produktionssauen der ökologischen Population potentielle Kandidaten für Remontierungsanpaarungen. Unterstellt wurde eine reinrassige DL Mutterlinie bzw. eine konsequent durchgeführte DL/DE Wechselkreuzung mit sich im Mittel stabilisierenden Genanteilen. Diese Vorgehensweise war notwendig, da sich mit dem Programm ZPlan+ keine Kreuzungszuchtprogramme simulieren lassen, aber eben sehr schön Wechselkreuzungsschemata abgebildet werden können. Mit Fokus auf die Praxis der ökologischen Ferkelerzeugung ist die Annahme einer permanenten DE/DL Wechselkreuzung zudem ein realistisches Modell, welches schon Anwendung findet und auch so empfohlen werden kann (Brandt, 2016). Nach mindestens zwei Würfen der Produktionssauen aus Belegungen mit Endstufenebern wurde dann die Entscheidung für oder gegen eine reinrassige Belegung zur Remontierung anhand der Wurfqualität der ersten Würfe unterstellt. Aus den weiblichen Tieren der Remonteanpaarungen konnten anschließend mit Eintritt der Geschlechtsreife - anhand des Exterieurs - die besten Jungsauen, zunächst zur Anpaarung mit Endstufenebern, selektiert werden. Nach mindestens zwei Würfen zur Mastferkelproduktion ließen sich basierend auf der Ferkelqualität der ersten Würfe Selektionsentscheidungen für eine mögliche erneute Remonteanpaarung treffen. Gleichzeitig liegen zu diesem jeweiligen Zeitpunkt Wurfqualitätsdaten zu mindestens einem weiteren Wurf der Mütter der jeweiligen Produktionssauen vor, was die zu erwartenden Sicherheiten für eine Zuchtwertschätzung weiter erhöht.

Eine züchterische Verbesserung der Wurfqualitätsmerkmale und des Exterieurs war im simulierten Basismodell zunächst nur über die Selektion auf mütterlicher Seite möglich, da von einhundertprozentigem, konventionellem KB-Ebereinsatz ausgegangen wurde. Dies bedingt, dass keinerlei Information beziehungsweise Selektion bezüglich der Wurfqualitätsmerkmale auf Vaterseite der Remonteanpaarungen vorliegt oder stattfindet. Ergänzend zum Basisszenario wurde der Einsatz von ökologisch nachgezogenen Mutterrasseebnern mit Leistungsinformationen für die relevanten Merkmale mit ansteigendem Prozentsatz simuliert, um den Einfluss der zusätzlichen Informationen auf den Zuchtfortschritt

insbesondere in den Merkmalen der Wurfqualität zu quantifizieren. Die simulierten Zuchtschemata lassen sich in der Folge in den Parametern natürlicher/monetärer Zuchtfortschritt sowie diskontierten Züchtungserträgen und -gewinnen vergleichen.

Für das angestrebte Zuchtziel im ökologischen Schweinezuchtmodell wurde der ökologische-Gesamtzuchtwert-Reproduktion (ögZR) definiert. Dieser setzt sich aus den Teilzuchtwerten der Wurfqualitätsmerkmale (WA, GG, FV), Wurfgröße (LGF) und Exterieurmerkmalen (HBW, HBF, RBS, HBP, VBP, K) zusammen. Die Modellierung des Gesamtzuchtwertes mithilfe von ZPlan+ erfolgte mittels eines Selektionsindex, bei dem sich die relative Gewichtung der Merkmale direkt aus den wirtschaftlichen Gewichten je definierter Merkmalseinheit ableitete (Täubert et al., 2010). Dies war möglich, da die berücksichtigten Teilmerkmale phänotypisch definiert wurden und alle erforderlichen genetischen und phänotypischen Parameter in den vorherigen Arbeitspaketen ermittelt wurden. Ökonomische Gewichte von jeweils 20€ je Merkmalseinheit für die drei Merkmale der Wurfqualität und 7,50€ je lebend geborenem Ferkel für die Wurfgröße hatten sich gemäß AP V als optimal erwiesen, um Zuchtfortschritt in der Wurfqualität bei gleichzeitig stabiler Wurfgröße zu erreichen. Der diesen Ergebnissen zugrundeliegende Index wurde mittels Selektionsindexprogramm (siehe SIP-Kalkulationen) berechnet. Für die Exterieurmerkmale war es schwierig, ökonomische Gewichte abzuleiten, da die einzelnen Merkmale in keinem unmittelbaren Zusammenhang zu in Währungseinheiten abbildbaren Produkten stehen. Daher wurde zur Ableitung ökonomischer Gewichte für die Exterieurmerkmale das Merkmal der Verbleiberate bis zum mindestens vierten Wurf (Stayability 4) hinzugezogen (Tholen et al., 1996). Das Merkmal Stayability 4 wurde eingangs ohne einen ökonomischen Wert in das Basiszuchtprogramm integriert. Im Anschluss wurden die ökonomischen Gewichte für die im Zuchtziel enthaltenen Exterieurmerkmale schrittweise angehoben, bis sich ein leicht positiver natürlicher Zuchtfortschritt für das Merkmal Stayability 4 einstellte. Auf diese Weise konnte ein einheitliches ökonomisches Gewicht von 2,50€ je Merkmalseinheit für alle sechs Exterieurmerkmale als ideale Größe ermittelt werden. Diese Vorgehensweise findet auch in der konventionellen Schweinezuchtpraxis regelmäßige Anwendung bei linearen Merkmalen ohne direkten ökonomisch messbaren Produktbezug (Henne, 2018).

Analog zu diesen Ergebnissen wurden die Merkmale der Wurfqualität (WA, GG, FV) bei der Modellierung mit ZPlan+ mit jeweils 24,3%, die Exterieurmerkmale (HBW, HBF, RBS, HBP, VBP, K) mit jeweils 3% sowie Wurfgröße (LGF) mit 9,1% im ögzR gewichtet.

Die biologischen und ökonomischen Inputparameter, die in den ZPLAN+ Modellierungen wesentlichen Einfluss hatten, sind in Tabelle 13 aufgeführt.

Tabelle 13: Biologisch-technische und ökonomische Inputparameter simulierter ökologischer Schweinezuchtprogramme mittels ZPlan+.

Parameter	Einheit	Wert
Populationsgröße Sauen	Anzahl Tiere	50.000
Sauenanteil in der Zuchtstufe	%	10,00
Sauenanteil in der Produktionsstufe	%	100,00
Konventioneller Eberanteil in der Zuchtstufe	%	0,00-100,00
Remontierung der Öko-Eber	%	10,00
Ökologische Testeber	Anzahl Tiere	5000
Zwischenwurfzeit (Remontewürfe)	Jahre	1,00
Nutzungsdauer Zuchtsau	Jahre	3,80
Nutzungsdauer Produktionssau	Jahre	4,00
Durchschnittliches Generationsintervall Zuchtsauen	Jahre	3,08
Kosten Exterieurbeurteilung/Tier Jungsau/en/Eber	€	3,90
Kosten Wurfbonituren	€	0,80
Zinssatz für den Ertrag	%	6,00
Zinssatz für die Kosten bzw. den Aufwand	%	4,00
Investitionsperiode	Jahre	20,00

Für den Vergleich verschiedener Zuchtprogramme mit dem Zuchtziel ögzR wurden die Kenngrößen monetärer Zuchtfortschritt Gesamt, monetärer Zuchtfortschritt je Einzelmerkmal, diskontierter Ertrag und diskontierter Gewinn in fünf Szenarien miteinander verglichen. Tabelle 14 fasst die sich im Anteil der eingesetzten

konventionellen KB-Eber unterscheidenden Zuchtprogramme zusammen. Eine schematische Darstellung des ökologischen Schweinezuchtprogramms umfasst alle simulierten Szenarien, da das Grundkonzept in allen Varianten unverändert bleibt und sich die Szenarien lediglich in den Anteilen der Eberherkunft unterscheiden (Abb. 1).

Tabelle 14: Variierende Inputparameter für simulierte ökologische Schweinezuchtprogramme. *ZP = Zuchtprogramm.

ZP-Variante	Bezeichnung	Konventioneller Eberanteil in %	Remontierungsrate in %
ZP 1.1	Öko-Konventionell 1	100,00	35,00
ZP 1.2	Öko-Konventionell 2	50,00	35,00
ZP 1.3	Öko-Konventionell 3	25,00	35,00
ZP 1.4	Öko-Konventionell 4	10,00	35,00
ZP 2.0	Ökologisch	0,00	35,00

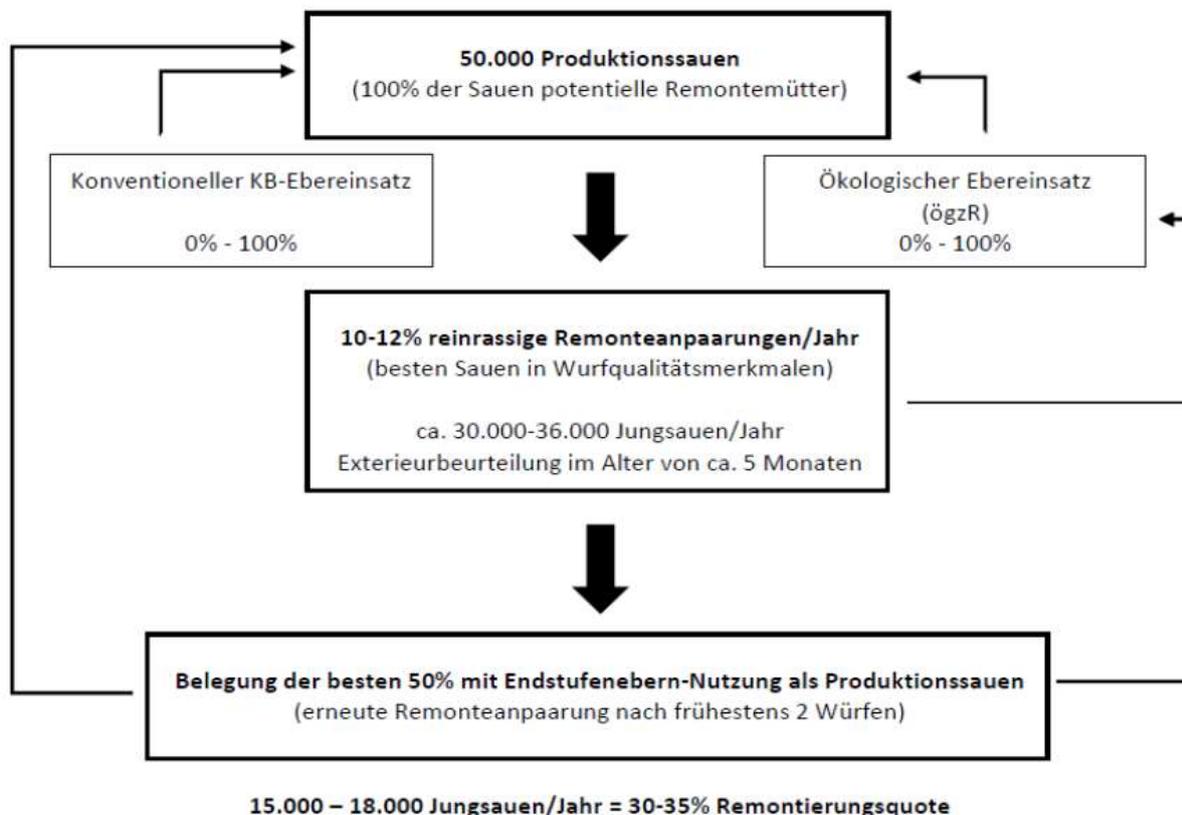


Abbildung 1: Schematische Darstellung des modellierten ökologischen Schweinezuchtprogramms mit dem Zuchtziel ögzR (jeder Pfeil symbolisiert eine Selektionsentscheidung).

AP VII: Veröffentlichung der Ergebnisse

Die Veröffentlichung der Ergebnisse der Parameterschätzungen und Zuchtplanungsrechnungen erfolgte in Form von Tagungsbeiträgen und begutachteten wissenschaftlichen Fachzeitschriften (s. Kapitel Veröffentlichungen). Weiterhin erfolgte eine intensive Schulung der am Projekt beteiligten Landwirte hinsichtlich der für optimal befundenen Zucht- und Remontierungskonzepte sowie in allen Fragen einer optimalen Datenerhebung und Datenmanagement im Bereich tierischer Leistungsdaten. Prof. Dr. Horst Brandt als ausgewiesener Experte in der ökologischen Schweinezucht hat diesbezüglich mehrere Vorträge vor Praktikern gehalten. Prof. Dr. Sven König hat die Problematik bzw. die Lösung zur Zuchtwertschätzung und ökologischen Zuchtprogrammgestaltung auf dem Tag der Landwirtschaft in Mittelhessen und der Gießener Hochschultagung mit einem eigenen Vortrag adressiert. Weiter wurden die Inhalte des ökologischen Zuchtsystems mit den Wechselkreuzungsschemata von Prof. König in die Vorlesungen zur Schweinezucht an den Universitäten in Gießen und Kassel/Witzenhausen integriert. Darüber hinaus wird Sebastian Klein Ende 2018 / Beginn 2019 seine Dissertation zur Thematik einreichen. Diese Dissertation wird den Zuchtverbänden und praktischen Züchtern zur Verfügung gestellt.

4. Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

Ergebnisse von AP I: Implementierung der Datenerfassung

Die Implementierung der Datenerfassung auf den Projektbetrieben konnte gemäß der oben beschriebenen Vorgehensweise erfolgreich abgeschlossen werden. Nach der Neubesetzung der Doktorandenstelle wurden Nachschulungen beziehungsweise Kenntnisauffrischungen im Rahmen von wiederholten Betriebsbesuchen umgesetzt. Hierbei war der im Projekt angestellte Doktorand federführend tätig.

Gemeinsam mit Prof. Dr. Brandt wurde ein praxisnahes System zur Datenerfassung entwickelt und in den partizipierenden Betrieben implementiert. Bei Betriebsbesuchen schulten Prof. Dr. Brandt und der Doktorand Sebastian Klein die Landwirte bzgl. der Datenerfassung, der Nutzung der Datenerfassungssysteme und der elektronischen Weiterleitung der Ergebnisse. Die Zielmerkmale für die Zuchtwertschätzung basieren auf den Merkmalen, welche auf den meisten Betrieben routinemäßig über die jeweiligen Sauenplaner elektronisch erfasst werden. Hierfür wurden je nach Bedarf

weitere zusätzliche Eingabefelder für die Merkmale der Bonituren hinsichtlich der Wurfqualität in die jeweiligen Sauenplaner programmiert.

Ergebnisse von AP II: Recherche nach biologisch-technischen Koeffizienten

Die relevanten biologisch-technischen Koeffizienten der ökologischen Ferkelerzeugerbetriebe im Forschungsvorhaben wurden durch einen Betriebsfragebogen ermittelt. Hierbei verweisen wir auf die Ausführungen in den vorangegangenen Kapiteln.

Tabelle 15: Literaturübersicht für Erblichkeiten und korrespondierende Standardfehler (se) in den Merkmalen LGF und Geburtsgewicht.

	LGF		Geburtsgewicht	
	$h^2 \pm se$	Anzahl Würfe	$h^2 \pm se$	Anzahl Würfe
Bösch et al. 1999	0.17	15,002		
Engblom et al. 2015	0.09 ± 0.03	17,537		
Ferraz et al. 1993	0.14			
Grandinson et al. 2005			0.19 ± 0.02	2,198
Hanenberg et al. 2000	0.08 ± 0.008	58,194		
Hermesch et al. 2001a	0.10 ± 0.13	2,297		
Hermesch et al. 2001b			0.31 ± 0.05	2,297
Heusing 2003	0.13 ± 0.011			
Holl und Robinson 2003	0.06 ± 0.07			
Kapell et al. 2011	0.11	3,497	0.30 ± 0.12	3,497
Kaufmann et al. 2000			0.02**	1,928
			0.21	1,928
Logar et al. 1999	0.14 ± 0.18			
Rothschild 1996	0.07 ± 0.66		0.29	
Roehe 1999	0.08		0.09**	
			0.26	
Rydhmer 2000	0.1		0.4	
Täubert et al. 1999	0.099	86,327		
Täubert und Henne 2003	0.119 ± 0.011	26,813	0.15 ± 0.04	26,813
Wolf et al. 2008	0.14 ± 0.02	2,900	0.16 ± 0.02	2,900

Weiterhin wurden in einer umfangreichen Literaturrecherche Ergebnisse vorheriger genetischer Studien zum Themenkomplex Fruchtbarkeitsmerkmale beim Schwein recherchiert. Für die Einordnung der eigenen Ergebnisse war es sehr hilfreich, bereits verwendete genetisch-statistische Modelle in Bezug zu den berücksichtigten Effekten und Schätzparametern zu evaluieren. Somit konnte die eigene Vorgehensweise für die beschriebenen neuen Merkmale im Vorhinein feiner abgestimmt werden. Tabelle 15 gibt einen Überblick zu den Merkmalen LGF und Geburtswicht im internationalen Kontext. Wichtig hierbei ist die Erkenntnis, dass die Heritabilitäten doch höher sind, wenn die Ferkelmerkmale der Sau (also der genetischen Mutter) zugeordnet werden. Diese Erkenntnis wurde dann auch in den eigenen genetisch-statistischen Analysen umgesetzt.

Ergebnisse von AP III: Befragung der Landwirte zur Bedeutung von Zuchtzielmerkmalen und Ableitung von ökonomischen Gewichten

Die Befragung der Landwirte nach der Contingent Valuation Methodik mithilfe des oben beschriebenen Fragebogens ergab eine durchschnittlich höhere ökonomische Gewichtung in den Wurfqualitätsmerkmalen (je Merkmalseinheit) als für die Anzahl an lebend geborenen Ferkeln. Eine Differenzierung der Wertigkeiten der einzelnen Wurfqualitätsmerkmale konnte aufgrund der sehr inhomogenen Antworten der befragten Landwirte und dem bis dato sehr geringen wissenschaftlichen Hintergrund zu besagten Merkmalskomplexen nicht vorgenommen werden. Für einige Landwirte war die Ausgeglichenheit der Würfe wichtiger, für andere die Vitalität oder Geburtsgewichte. Dennoch reflektieren alle drei Wurfqualitätsmerkmale die Gesundheit und Robustheit der Ferkel. Daher wurde entschieden, diese Merkmale im Zuchtziel identisch zu gewichten, eben mit dem Ziel, das Zuchtziel so zu gestalten, dass der Zuchtfortschritt in den Wurfqualitätsmerkmalen maximiert wird. Eindeutig war in der Befragung, dass alle Landwirte keine Erhöhung der Wurfgröße anstreben (aber auch keine Reduktion). Obwohl auch detailliert ökonomische Gewichte für die Merkmale in der Sauenhaltung mittels Gewinnfunktion abgeleitet wurden (siehe vorangegangene Kapitel), wurde entschieden, im Sinne der praktischen Anforderungen mit einem „desired gain“ Index zu arbeiten.

Somit wurde mittels Selektionsindexmethodik (Programmpaket SIP) eine stufenweise Variation der ökonomischen Gewichte innerhalb des von den Landwirten angegebenen „Wertigkeitsbereich“ von 10 € bis 30 € je Merkmalseinheit für die

Wurfqualitätsmerkmale vorgenommen. Das optimale ökonomische Gewicht für lebend geborene Ferkel im „desired gain“ Ansatz war 7,50 Euro.

Ergebnisse von AP IV: Genetische Parameterschätzung und Entwicklung des Modells zur Zuchtplanung

Ab Quartal IV 2016 konnten mittels der von den Betrieben erhobenen Wurfboniturdaten (2602 bonitierte Würfe) der vorherigen 18 Monate zuverlässige genetische Parameter geschätzt werden. Varianzkomponenten der Wurfqualitätsmerkmale sowie genetische und phänotypische Korrelationen für alle Merkmalskombinationen sind in den Tabellen 16 und 17 zusammengefasst.

Tabelle 16: Varianzkomponenten (σ^2_a = additiv genetische Varianz, σ^2_{pe} = permanenter Umweltvarianz, σ^2_e = zufällige Restvarianz), Erblichkeiten (h^2), Standardfehler (se) sowie Wiederholbarkeiten der Merkmale WA (Wurfausgeglichenheit), GG (Geburtsgewicht), FV (Ferkelvitalität) und LGF (Lebend geborene Ferkel)

Merkmal	σ^2_a	σ^2_{pe}	σ^2_e	h^2 (se)	Wiederholbarkeit
WA	0,04		0,43	0,09 (0,02)	0,09
GG	0,08		0,32	0,21 (0,03)	0,21
FV	0,05		0,87	0,14 (0,03)	0,14
LGF	0,99	1,56	7,58	0,10 (0,05)	0,25

Tabelle 17: Heritabilitäten (diagonal fett), genetische Korrelationen (oberhalb der Diagonalen) und phänotypische Korrelationen (unterhalb der Diagonalen) der Wurfqualitätsmerkmale und lebend geborenen Ferkel (LGF). Standardfehler der Schätzwerte sind in Klammern angegeben.

Merkmal	WA	GG	FV	LGF
WA	0,09 (0,02)	0,90 (0,01)	0,90 (0,10)	-0,30 (0,15)
GG	0,55	0,21 (0,03)	0,75 (0,07)	-0,40 (0,13)
FV	0,50	0,50	0,14 (0,03)	-0,35 (0,16)
LGF	-0,23	-0,25	-0,14	0,10 (0,05)

Die Ergebnisse der genetischen Parameterschätzung waren Grundlage für die im Folgenden durchgeführten Selektionsindexkalkulationen. Die insgesamt sieben berechneten Selektionsindexvarianten realisieren Genauigkeiten der Zuchtwertschätzung für die remontierende Sau im Bereich von 29% bis 51% (Tabelle 18). Als optimale Variante für ökologisch wirtschaftende Betriebe mit Eigenremontierung erwies sich Szenario D1 mit einer Genauigkeit der Zuchtwerte von 51% und einem zu erwartenden Zuchtfortschritt je Generation von 0,12 bis 0,16 Punkten für die Wurfqualitätsmerkmale und 0,01 Ferkel für die Wurfgröße. Somit bleibt mit einem ökonomischen Gewicht von 7,50 Euro die Wurfgröße über Generationen hinweg nahezu konstant.

Tabelle 18: Zuchtfortschritt und Genauigkeiten der Zuchtwertschätzung für die Wurfqualitätsmerkmale und für lebend geborene Ferkel in verschiedenen Zuchtszenarien

Szenario	Zuchtfortschritt				Genauigkeit (%)
	WA	GG	FV	LGF	
	(Punkte)	(Punkte)	(Punkte)	(Anzahl)	
A1	-	-	-	0,44	38
A2	-0,06	-0,10	-0,07	0,43	37
B1	0,12	0,17	0,12	0,04	46
B2	0,11	0,15	0,11	-0,06	52
C1	0,06	0,09	0,06	-0,01	29
C2	0,11	0,14	0,10	0,01	49
D1	0,12	0,16	0,12	0,01	51

Ergebnisse von AP V: Implementierung der Zuchtwertschätzung – Ergänzende Merkmalerfassung

Bis zum Jahresende 2016 konnte die betriebsindividuelle Zuchtwertschätzung auf Basis der betriebsinternen Phänotypisierung aufgebaut werden. Dabei lief die inzwischen routinemäßige Erfassung der Wurfboniturdaten auf den Betrieben im Rahmen der begonnenen Zuchtwertschätzung weiter, sodass eine regelmäßige Neuschätzung der genetischen Parameter parallel zur Zuchtwertschätzung

durchgeführt werden konnte. Die individuelle Zuchtwertschätzung wurde auf den Projektbetrieben implementiert. Die Betriebsleiter können nun mittels einer von Prof. Horst Brandt entwickelten Softwarelösung selbständig eine BLUP-Zuchtwertschätzung auf Basis des eigenen Sauenbestandes durchführen. Dazu wurden nach jeder Abferkelung die neuen Wurfbonituren in den jeweiligen Sauenplaner eingepflegt und anschließend wurden die aktualisierten Herdendaten mittels der Datenauslesefunktion der Sauenplaner in das BLUP-Zuchtwertschätzprogramm kopiert. Die Zuchtwertschätzung basierend auf Wurfleistungs- und Abstammungsdaten erfolgte dann automatisch. Auf diese Weise standen den Landwirten unmittelbar nach jeder Abferkelung aktualisierte, auf eine Basis von 100 bezogene Einzel- und Gesamtzuchtwerte für Wurfgröße und Wurfqualitätsmerkmale zur Verfügung. Es wurde so standardisiert, dass Zuchtwerte über 100 für die Wurfqualitätsmerkmale züchterisch wünschenswert sind und somit die Robustheit und Widerstandsfähigkeit der Ferkel verbessern.

Parallel zur Zuchtwertschätzung im Themenkomplex Ferkelqualität wurde in Vorbereitung auf die Entwicklung des ökologischen Gesamtzuchtwertes die Parameterschätzung in den zusätzlichen fundamentbezogenen Exterieurmerkmalen HBW (Hinterbeinwinkel), HBF (Hinterbein Fessel), RBS (Röhrbein), HBP (Hinterbein Position), VBP (Vorderbein Position), Klauen und Stayability (Stay4) durchgeführt (Tabelle 19).

Tabelle 19: Varianzkomponenten (σ^2_a = additiv-genetische Varianz, σ^2_{pe} = permanenter Umwelteinfluss, σ^2_e = zufällige Restvarianz, h^2 = Heritabilität, se = Standardfehler der geschätzten Erblichkeiten) sowie Erblichkeiten und Wurfumwelteffekte der Exterieurmerkmale.

Merkmal	Genetische Parameter				Wurfumwelt
	σ^2_a	σ^2_{pe}	σ^2_e	h^2 (se)	
Hinterbein Winkel	0.08	0.05	0.34	0.15 (0.02)	0.09 (0.02)
Fessel	0.12	0.07	0.78	0.25 (0.03)	0.06 (0.02)
Röhrbein	0.06	0.04	0.27	0.19 (0.04)	0.08 (0.02)
Hinterbein Pos.	0.20	0.19	1.00	0.20 (0.03)	0.13 (0.02)
Vorderbein Pos.	0.04	0.03	0.45	0.08 (0.03)	0.04 (0.02)
Klauen	0.03	0.07	0.38	0.10 (0.03)	0.12 (0.02)

Die Tabellen 20 und 21 zeigen die Ergebnisse der Varianzkomponentenschätzung für Stay4 (Verbleibedauer der Zuchtsau in der Herde bis zum mindestens vierten Wurf) sowie die genetischen und phänotypischen Korrelationen zu den Exterieurmerkmalen. Stay4 diene als Hilfsmerkmal für die Entwicklung von ökonomischen Gewichten für die Exterieurmerkmale im Rahmen der Zuchtplanungsrechnungen mit ZPLAN+ (AP VI) mit dem Ziel der Selektion auf ein verbessertes Exterieur zur Verlängerung der Nutzungsdauer.

Tabelle 20: Varianzkomponenten (σ^2_a = additive genetische Varianz, σ^2_{pe} = permanenter Umwelteffekt, σ^2_e = zufällige Restvarianz, se = Standardfehler) des Merkmals Stayability 4.

	Genetische Parameter			
	σ^2_a	σ^2_{pe}	σ^2_e	h^2 (se)
Stayability 4	0.05	<0.01	0.20	0.07 (0.03)

Tabelle 21: Genetische und phänotypische Korrelationen zwischen Exterieurmerkmalen und Stayability4 (*rG = genetische Korrelation, **rP = phänotypische Korrelation).

Merkmal	Korrelationen	HBW	HBF	RBS	HBP	VBP	K
Stayability4	rG* (\pm se ^{***})	0.38	-0.30	-0.11	0.60	0.05	-0.33
		(0.24)	(0.24)	(0.20)	(0.26)	(0.30)	(0.30)
	rP**	0.00	0.07	-0.03	0.03	-0.02	0.01

Ergebnisse von AP VI: Entwicklung eines ökologischen Zuchtschematas mit ökologischem Gesamtzuchtwert

Die Ergebnisse der mit ZPLAN+ durchgeführten Zuchtplanungsrechnungen für ein ökologisches Schweinezuchtprogramm mit den eingangs in der Methodik beschriebenen Tabellen sind aufgeteilt nach monetärem/naturalem Zuchtfortschritt, diskontierten Züchtungserträgen sowie Züchtungsgewinnen. Diese Evaluierungskriterien sind in tabellarischer Form in den Tabellen 22, 23 und 24 zusammengefasst. Für Exterieurmerkmale mit Zuchtfortschritt von plus / minus 0 zeigt sich der Vorteil eines intermediären Optimums. Für alle Wurfqualitätsmerkmale wurde auch hier in der langfristigen Betrachtung Zuchtfortschritt realisiert.

Tabelle 22: Monetärer diskontierter Zuchtfortschritt in € im Gesamtzuchtziel sowie einzelmerkmalsbezogene naturale Zuchtfortschritte pro Jahr in den fünf ökologischen Schweinezuchtszenarien

	ZP 1.1	ZP 1.2	ZP 1.3	ZP 1.4	ZP 2.0
Monetärer Zuchtfortschritt je Tier pro Jahr	1,25 €	1,44 €	1,62 €	1,75 €	2,11 €
WA	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03
GG	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03
FV	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04
HBW	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
HBF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
RBS	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01
HBP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
VBP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Klauen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabelle 23: Monetärer, diskontierter Ertrag in € gesamt je Tier- und Zeiteinheit sowie diskontierte Züchtungserträge in den Einzelmerkmalen in € pro Jahr in den verschiedenen Zuchtprogrammen.

	ZP 1.1	ZP 1.2	ZP 1.3	ZP 1.4	ZP 2.0
Monetärer diskontierter Ertrag Tier/ Jahr	14,90 €	18,22 €	20,89 €	22,97 €	21,26 €
WA	0,99 €	2,43 €	3,58 €	4,47 €	4,50 €
GG	1,36 €	3,02 €	4,33 €	5,34 €	5,12 €
FV	1,56 €	4,01 €	5,97 €	7,50 €	7,75 €
HBW	0,03 €	0,14 €	0,23 €	0,31 €	0,32 €
HBF	0,03 €	0,11 €	0,20 €	0,26 €	0,26 €
RBS	0,03 €	0,11 €	0,18 €	0,23 €	0,26 €
HBP	0,02 €	0,10 €	0,17 €	0,22 €	0,22 €
VBP	0,04 €	0,16 €	0,27 €	0,35 €	0,37 €
Klauen	0,01 €	0,03 €	0,05 €	0,07 €	0,07 €

Tabelle 24: Diskontierte Züchtungskosten und Gewinne gesamt je Tiereinheit in den einzelnen Zuchtprogrammen.

Zuchtprogramm	ZP 1.1	ZP 1.2	ZP 1.3	ZP 1.4	ZP 2.0
Diskontierte Züchtungskosten je Tiereinheit	3,22 €	5,69 €	5,69 €	5,69 €	5,69 €
Diskontierter Gewinn/Tiereinheit und Jahr	11,68 €	12,53 €	15,20 €	17,28 €	15,53 €

Ergebnisse von AP VII: Veröffentlichung der Ergebnisse

Die bis zum Zeitpunkt der Abgabe des Schlussberichts veröffentlichten Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben sind in Kapitel 10 – Veröffentlichungen gesondert aufgeführt.

5. Diskussion der Ergebnisse

AP I – III

Für die Entwicklung betriebsspezifischer Zuchtkonzepte beziehungsweise Zuchtwertschätzungen war die Implementierung eines auf Betriebsebene umsetzbaren Merkmalerfassungssystems unumgänglich. Dies galt insbesondere deshalb, da auf Basis der individuellen Herdenleistung Remontierungsstrategien entwickelt beziehungsweise angepasst werden sollten. Van Steenbergen (1989) verglich und bewertete lineare Merkmalerfassungssysteme im Kontext zu verschiedenen Klassifizierungskonzepten. Grundsätzlich ist der Ansatz der linearen Bewertung für Exterieurmerkmale üblich - im Rahmen des Einsatzes vieler, homogen geschulter Klassifizierer, die überlappend in vielen verschiedenen Herden nach denselben Zielstellungen bewerten (Jannsens & Vandepitte, 2004; Van Bergen & Arendonk, 1993; Van Steenbergen, 1989). Kristensen et al. (2006) belegte eine bestmögliche Datenqualität bei wiederholter Bonitierung durch die immer gleiche Person am Beispiel der Exterieurbeurteilung beim Rind. Daher lautete die ausdrückliche Empfehlung an die Betriebsleiter der Projektbetriebe die Wurfbonitur ausschließlich von nur einer geschulten Person vornehmen zu lassen. Aufgrund des einzelbetrieblichen Erfassungskonzeptes auf Herdenebene (in Bezug zum jeweiligen Betriebsdurchschnitt) sind Verzerrungen in der Zuchtwertschätzung durch unterschiedliche Klassifizierermeinungen ausgeschlossen. Weiter wurde in der

Zuchtwertschätzung auf den Betriebseffekt korrigiert, was automatisch eine Korrektur auf den betriebseigenen Klassifizierer impliziert. Durch eine regelmäßige Neuschätzung der genetischen Parameter mit dem stetig anwachsenden Gesamtdatensatz über Jahre hinweg sind in Zukunft noch genauere Umweltkorrekturen möglich.

Ein Vorteil der angewendeten Erfassungsmethodik war die Möglichkeit einer gleichzeitigen Erfassung aller drei Wurfqualitätsmerkmale in einer sehr kurzen Zeitspanne. Die Wurfbonituren ließen sich vom jeweiligen Herdenmanager nach einer gewissen Eingewöhnungsphase problemlos in die routinemäßige Wurfdokumentation im Rahmen der Wurferstversorgung im Abferkelstall integrieren.

Eine wichtige Erkenntnis konnte in Bezug auf die grundsätzliche Einstufungspraxis im linearen System gewonnen werden. Die Boniturnoten 1 und 2 waren im Verhältnis unterrepräsentiert (Abbildung 2) und die mit der Bonitierung beauftragten Personen sollten stärkeren Gebrauch der gesamten Spannweite des Boniturschemas machen. Dies wird zu einer stärkeren Merkmalsvariation führen, mit assoziierten Anstieg der additiv-genetischen Varianz und demzufolge der Heritabilität.

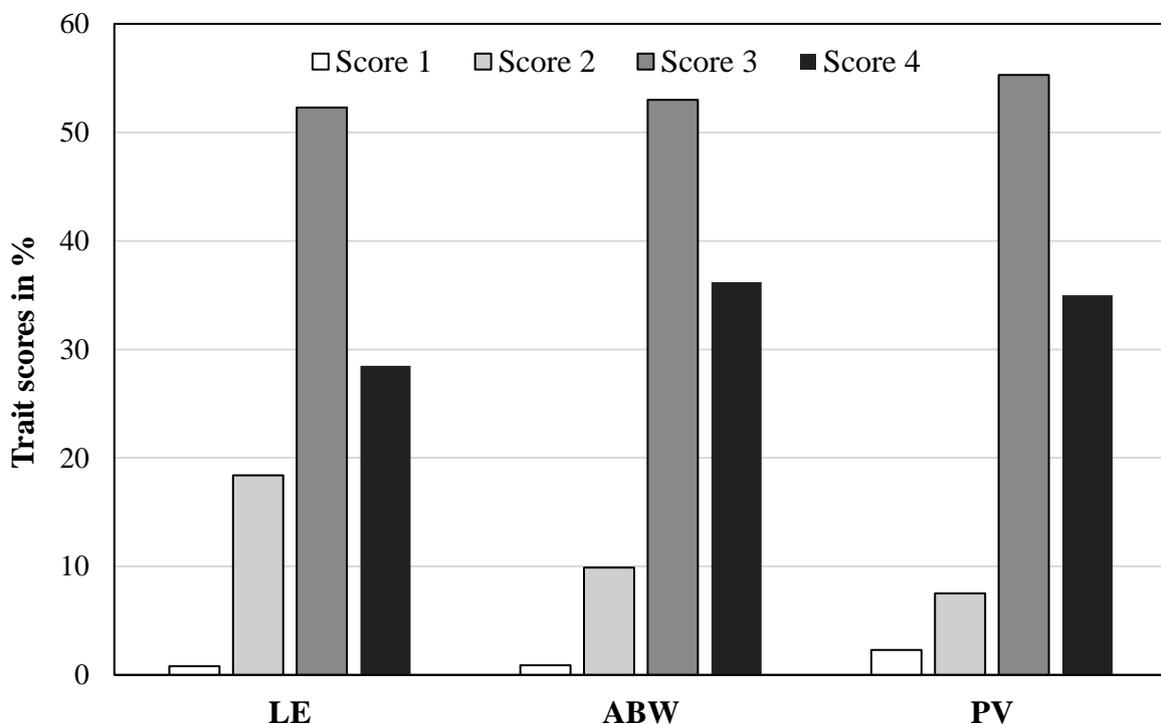


Abbildung 2: Prozentuale Verteilung der vergebenen Merkmalsbonituren der Merkmale Wurfausgeglichenheit (litter evenness, LE), Durchschnittliches Geburtsgewicht (average piglet birth weight, ABW) und Ferkelvitalität (piglet vitality, PV).

Bei der Auswertung von Pferdezuchtprogrammen konnten Haberland et al. (2012) zeigen, dass ein wesentlicher Faktor für reduzierte Zuchtfortschritte eine zu geringe Anzahl an Beobachtungen an den extremen Enden der Boniturskalen war. Auf diese Weise kann es passieren, dass der additiv-genetische Anteil im Einzelmerkmal unterschätzt wird und somit in einem reduzierten h^2 -Wert resultiert. In diesem Zusammenhang lässt sich auch die Möglichkeit der Merkmalerfassung in einem binären System diskutieren (zum Beispiel durch die Definition von 0 = „Unterhalb des Herdendurchschnitts“ und 1 = „Oberhalb des Herdendurchschnitts“). Dies würde dann eine Varianzkomponentenschätzung mittels eines Schwellenwertmodells nach der Methode von Gianola & Foulley (1983) ermöglichen, nach der höhere Erblichkeiten als bei einer linearen Einstufung der selben Merkmale zu erwarten wären (König et al. 2008). Insbesondere für funktionale Merkmale wie Gesundheit, Größe, Zunahme, Vitalität, welche einer Vielzahl an Einflussgrößen unterliegen, könnte eine genetische Analyse auf dieser Basis eine sinnvolle Ergänzung darstellen.

AP IV und AP V

Varianzkomponentenschätzungen

Die Erblichkeiten der Merkmale der Wurfqualität lagen im niedrigen bis mittleren Bereich, lassen aber Zuchtfortschritt erwarten. Der Einfluss der Wurfgröße auf die Wurfqualität wurde durch die negativen Korrelationen von LGF mit den übrigen Merkmalen belegt. Die Standardfehler der Wurfqualitätsmerkmale lagen im Bereich von nur 15% der Schätzwerte. Die geschätzten genetischen Parameter aus ökologisch wirtschaftenden Betrieben reflektierten die Schätzwerte der konventionellen Ferkelproduktion und die aus anderen Populationen (Hermesch et al., 2001a; Täubert et al., 2003; Engblom et al., 2005). Die in der Literatur insgesamt relativ große Spannweite der geschätzten Erblichkeiten für lebend geborene wie auch für abgesetzte Ferkel resultierte in Teilen sicherlich aus den alternierenden Merkmalsdefinitionen, verwendeten Rassen und unterschiedlichen Populationsgrößen. Im vorliegenden Forschungsvorhaben wurde das Merkmal LGF als Anzahl der lebenden Ferkel zum Zeitpunkt der ersten Wurfaufnahme unter Ignorierung der möglicherweise zwischen Geburt und erster Dokumentation verendeten Ferkel definiert. Diese Zeitspanne betrug auf den Projektbetrieben maximal 24h. Dieses theoretisch mögliche Zeitfenster von einem Tag kann unter Umständen zu einer gewissen Verzerrung der Varianzkomponentenschätzung in allen untersuchten Wurfqualitätsmerkmalen geführt haben. Aufgrund des individuellen

innerbetrieblichen Managements der partizipierenden Ferkelerzeuger war es jedoch nicht möglich, eine weitere Eingrenzung des Zeitfensters für die Wurferstdokumentation umzusetzen.

Die ermittelte Erblichkeit für das Merkmal GG war ebenfalls vergleichbar mit den Ergebnissen anderer Studien, welche das Merkmal Gewicht als durchschnittliches wurfbezogenes Geburtsgewicht ohne Berücksichtigung des Einzeltieres definierten. In besagten Studien von Rydmer (2000), Hermesch et al. (2001b), Täubert & Henne (2003), Grandinson et al. (2005) und Kapell et al. (2011) lagen die geschätzten Erblichkeiten für das Merkmal durchschnittliches Geburtsgewicht im Bereich von 0.15 bis 0.40.

Die Erblichkeiten für GG und FV lagen über der Erblichkeit für LGF. Ferkelvitalität ist ein sehr komplexes Merkmal und bisher nicht einheitlich definiert. Die Studien von Randall (1971) und Zaleski & Hacker (1993) untersuchten Herzfrequenz und Muskeltonus unmittelbar nach der Geburt und verglichen diese Daten mit der Überlebensrate der Ferkel während der Säugezeit. Naturgemäß erscheint die Dokumentation physiologisch messbarer Parameter als die präziseste Herangehensweise für eine Bewertung des Merkmals PV, ist jedoch unter Praxisbedingungen und in für Varianzkomponentenschätzungen ausreichender Anzahl praktisch nicht realisierbar (Muns et al. 2014). Aus dieser Problemstellung heraus entwickelten Muns et al. (2014) ein lineares Vitalitäts-Bonitursystem in Kombination mit dem Geburtsgewicht. Vier wichtige natürliche Verhaltensweisen von Ferkeln unmittelbar nach der Geburt (Bewegungsfähigkeit, Auffinden des Gesäuges, Gesäugestimulation, Lautäußerungen) wurden linear bewertet und in einem Vitalitätsindex zusammengefasst. In Anlehnung an diese Vorarbeit wurde die Vitalität der Ferkel im Rahmen des Forschungsvorhabens bonitiert und die entsprechenden Varianzkomponenten geschätzt.

Einschränkend muss auch an dieser Stelle die mögliche Verzerrung durch ein eventuelles Verenden besonders lebensschwacher Ferkel noch vor der Bonitierung diskutiert werden, wie es analog zum Merkmal LGF auftreten könnte. Diese managementbegründeten Nachteile mussten jedoch in diesem begrenzten Umfang hingenommen werden und sind unter Praxisbedingungen nur schwierig auszuschalten.

Die für die Exterieurmerkmale ermittelten Erblichkeiten bewegten sich ebenfalls im moderaten Bereich, der eine erfolgreiche züchterische Bearbeitung jedoch grundsätzlich möglich macht. Im Vergleich zu den Untersuchungen von Brandt et al. (1999) in konventionellen Betrieben lagen Heritabilitäten für die Merkmale HBP (0.20) und HBF (0.25) sogar leicht darüber. So erscheint ein positiver Zuchtfortschritt im Merkmalskomplex Exterieur für ökologisch gehaltene Sauen zunehmend realisierbar.

Die relativ niedrige Erblichkeit (0.07), welche für das Merkmal Stay4 geschätzt wurde, lässt sich zumindest in Teilen durch die größer werdenden Störgrößen (Umwelteffekte) mit dem Altern der Sau begründen. Somit könnte ein Ausscheiden einzelner Sauen aus der Herde neben Fundament und Fruchtbarkeitsproblemen auch andere managementbedingte Gründe gehabt haben. Der relativ hohe Anteil an Restvarianz (0.21) im Merkmal Stay4 kann ein Indikator hierfür sein bzw. reflektiert die stark variierenden Merzungsstrategien der Betriebsleiter.

Die negativen Korrelationen zwischen Stay4 und RBS, HBW und HBF sind durch die verwendete Boniturskala (Optimaler Wert 5 in der Mitte = intermediäres Optimum) zu erklären. Um Merkmalskorrelationen eindeutiger abzubilden, könnte es eine Alternative sein, zukünftig für das gewünschte Linearprofil die höchste Note zu vergeben. Somit gaben die Ergebnisse auch Anlass, eine Überarbeitung entsprechender Bonitursystems zu überlegen. Eine wichtige deutliche Erkenntnis konnte jedoch aus der Korrelation zwischen Stay4 und HBP abgeleitet werden. Die positive genetische Korrelation (0.60) zwischen diesen beiden Merkmalen belegte eine verlängerte Verbleibedauer in der Herde mit zunehmend steiler gestelltem Hinterbein. Dies ist nachvollziehbar, da Sauen mit einer mehr untertrittigen Beinstellung und damit einhergehend oftmals verstärkter Winkelung schneller zu einer durchtrittigen Fessel neigen können. Diese wiederum kann mittelfristig die Sau hinsichtlich ihrer Laufeigenschaften, Klauenabnutzung und Gesundheit nachteilig beeinflussen.

Evaluierung der Selektionsindizes

Für ökologisch wirtschaftende Ferkelerzeuger haben Saugferkelverluste eine noch höhere wirtschaftliche und auch ethische größere Bedeutung als in konventionellen Systemen, da hier nur sehr begrenzte technische Möglichkeiten zum Schutz der Ferkel vor dem Erdrücken durch die Sau zur Verfügung stehen (Biermann et al., 2014). Insbesondere vor dem Hintergrund der freien Abferkelung sind die Merkmale GG und FV besonders relevant um der notwendigen Agilität und der Verhinderung von

schnellem Auskühlen - und damit vermehrtem Aufsuchen der wärmenden Muttersau - Rechnung zu tragen. Aufgrund der bisher völlig fehlenden Literaturreferenzen für ökonomische Gewichte wurden erstmals mehrere Strategien entwickelt, um ökonomische Gewichte abzuleiten (1. Befragung der Landwirte, 2. Ableiten der Gewinnfunktion, 3. Desired Gain Index).

Die Maßgabe, die durchschnittliche Wurfgröße konstant zu halten, aber auch nicht zu verkleinern, begrenzte den theoretisch möglichen Zuchtfortschritt auf Seite der Ferkelqualität aufgrund der negativen Korrelationen zwischen Wurfqualität und Größe. Dwyer et al. (1994) lieferten mit Ihrer Studie zum Einfluss der fötalen Unterversorgung (aufgrund einer hohen Ferkelzahl bei begrenzter Uteruskapazität auf das Geburtsgewicht der Ferkel) die biologische Erklärung für diese antagonistische Beziehung. Neben der totalen Uteruskapazität und Nährstoffversorgung beeinflusst die durchschnittliche Wachstumsrate signifikant das Überleben der Ferkel auch noch im Zeitrahmen bis 30 Tage nach der Geburt (Ford 1997).

Ein weiterer, den theoretisch möglichen Zuchtfortschritt in den favorisierten Merkmalen begrenzender Faktor, war die ausschließliche Merkmalerfassung und Selektion auf mütterlicher Seite. Da die Praxisbetriebe ausschließlich mit konventionellem KB-Sperma arbeiteten, sowohl bei der Mastferkelproduktion als auch bei Remonteanpaarungen mit Mutterassen-Reinzuchtsperma, fehlten hier jegliche Informationen seitens der väterlich vererbten Wurfqualität. Hier sollten die Zuchtverbände aktiver werden, damit in Zukunft auch Ebersperma nach Zuchtwerten für Wurfqualitätsmerkmale erworben werden kann. Es war leider auch immer noch so, dass die zur Remontierung eingesetzten Eber der Mutterlinien tendenziell hohe Zuchtwerte für Wurfgröße hatten. Hier ist es auch die Aufgabe der ökologischen Sauenhalter, Eber zu selektieren, die neutrale Zuchtwerte für das Merkmale LGF haben (wenn denn diese überhaupt in den Eberkatalogen angeboten werden). In der Praxis bedeutete dies, dass ein Teil der teilnehmenden Projektbetriebe im Zuge des Projektes auf Remonteeber aus Norwegen und der Schweiz umgestiegen ist. In diesen Ländern wird aufgrund einer schärferen Gesetzgebung hinsichtlich der Haltungsvorschriften im Abferkelstall seit vielen Jahren auf Mütterlichkeit in Verbindung mit einer angepassten Wurfgröße selektiert. Der mögliche Einfluss dieser unterschiedlichen väterlichen Genetiken konnte aufgrund der fehlenden Datengrundlage im Rahmen der Selektionsindexkalkulationen nicht berücksichtigt

werden, weshalb weiterhin von einer Selektion ausschließlich auf mütterlicher Seite ausgegangen wurde. Die möglichen Einflüsse hinsichtlich möglicher Zuchtfortschritte und Erträge bei einer simulierten Selektion auch auf Eberseite wurde allerdings im Rahmen der Zuchtplanungsrechnungen in Arbeitspaket VI für eine theoretische Schweinepopulation modelliert.

Als Generationsintervall für die an ökologische Praxisbedingungen angelehnten Selektionsindizes wurden 2,8 Jahre angenommen, was für gut gemanagte ökologische Betriebe realisierbar war. Im Vergleich zur konventionellen Ferkelproduktion, wo aufgrund kürzerer vorgeschriebener Säugezeiten rechnerisch auch 2,66 Jahre möglich wären, bedingt dies weitere züchterische Einschränkungen in Bezug zum realisierbaren jährlichen Zuchtfortschritt. Biermann et al. (2014) gaben als Generationsintervall für durchschnittliche ökologische Ferkelerzeugerbetriebe unter Praxisbedingungen sogar 3,07 Jahre an. Unabhängig von biologisch-züchterischen Einschränkungen ließ sich das grundsätzliche Potential einer genetischen Verbesserung durch intensivierete Selektion auf weiblicher Seite im Rahmen des Forschungsvorhabens belegen und in der Praxis anwenden (König et al., 2007).

Die Vorteile, welche sich durch die Erfassung zusätzlicher Wurfqualitätsmerkmale und deren Implementierung in einem an ökologische Haltungsbedingungen angepassten Zuchtkonzept ergeben, können auf jedem Betrieb mit geschlossenem Produktionssystem ausgeschöpft werden. Eine Fokussierung auf Wurfqualitätsmerkmale bei der Selektion von Sauen für Remonteanpaarungen kann Teil eines alternativen Zuchtkonzepts zur Senkung der Kosten je abgesetztem Ferkel aufgrund geringerer Ferkelverluste sein. Durch einen Verzicht auf eine weitere Steigerung der Wurfgröße ist zudem ein positiver Effekt auf die produktive Lebenszeit der Sauen zu erwarten (Serenius and Stalder, 2004).

Ganz klar muss der Fokus sein, durch eine Steigerung der Qualität der geborenen Ferkel letztendlich auch robuste Muttersauen mit gutem Exterieur zu erzeugen. Somit wurden in dieser Studie nach unserem Kenntnisstand auch erstmals Beziehungen zwischen Wurfqualität der Ferkel und späterem Exterieur und Leistungen der Muttersau berechnet. Dies ist ein zusätzlicher Projektinhalt, der über die eigentliche Vorhabenbeschreibung hinausgeht. Ergebnisse hierzu haben wir in den Gliederungspunkt „Abweichungen und Ergänzungen mit den Projektinhalten integriert“.

AP VI: Entwicklung eines ökologischen Gesamtzuchtwerts – Zuchtplanungsrechnungen

Die theoretische Größe der Sauenpopulation im ökologischen Zuchtprogramm leitete sich aus dem Schweinefleischgesamtverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland ab. Bei knapp 60 Millionen geschlachteten Schweinen in Deutschland im Jahr 2017 und einem Bioschweinefleisch-Marktanteil von zwei Prozent wären dies unter der Annahme von 100 Prozent Selbstversorgung ca. 1,2 Millionen Bioschlachtschweine (Statistisches Bundesamt, 2018). Für deren jährliche Erzeugung bei durchschnittlich 24 aufgezogenen Mastläufern je Sau und Jahr sind ca. 50.000 ökologisch gehaltene Muttersauen in einem eigenen Zuchtprogramm notwendig. Das modellierte Zuchtprogramm für eine ökologische Mutterlinie basierte im Wesentlichen auf den Strukturen der konventionellen Ferkelproduktion (Matthes, 2004). Der Unterschied lag jedoch in der Ausrichtung auf eine langfristige Eigenremontierung ohne konventionellen Jungsauenzukauf, mit einem an die ökologischen Haltungsbedingungen angepasstem Zuchtziel hinsichtlich der Ferkelqualität, um somit den Saugferkelverlusten entgegenzuwirken.

Beim Vergleich der modellierten ökologischen Zuchtprogramme war es wichtig, zwischen diskontierten und nicht diskontierten monetären Zuchtfortschritten, Züchtungskosten und Erträgen sowohl im Gesamtzuchtwert als auch in den Einzelmerkmalen zu unterscheiden.

Vordergründig stieg der monetäre, nicht diskontierte Züchtungsertrag mit steigendem Einsatz ökologischer Eber mit entsprechenden Leistungsinformationen in Bezug auf die Wurfqualitätsmerkmale. Dies war der höheren ökonomischen Gewichtung der Wurfqualität gegenüber der Wurfgröße geschuldet und wurde durch den steigenden Zuchtfortschritt in der Wurfqualität mit steigendem Anteil in diesen Merkmalen eingesetzter geprüfter Eber begünstigt. Erwartungsgemäß galt dieser Zusammenhang auch bei Betrachtung der diskontierten monetären Erträge im Gesamtzuchtwert. Bei den diskontierten Züchtungserträgen fiel jedoch auf, dass diese nur bis zu einem Öko-Ebereinsatz von etwa 90% anstiegen. Bei einem vollständigen Verzicht auf konventionelle Eber lag der diskontierte monetäre Züchtungsertrag mit 21,26 € je Zuchtsau und Jahr (ZP 2.0) unter dem erzielbaren Ertrag von 22,97 € je Jahr und Produktionseinheit (ZP1.4). Die Erklärung hierfür fand sich in der Betrachtung der monetären Erträge der Einzelmerkmale der verschiedenen Zuchtprogramme. Trotz

der im Verhältnis deutlich geringeren ökonomischen Gewichtung der Wurfgröße wurde im Falle eines hohen Anteils konventioneller Eber an der Reproduktion weiterhin ein wesentlicher Anteil des Gesamtzuchtfortschritts und Ertrags über die Ferkelzahl generiert. Dies lag an der vorliegenden Leistungsinformation bzgl. der lebend geborenen Ferkel auf konventioneller Seite bei gleichzeitig fehlenden Zuchtwerten für Wurfqualität für konventionell eingesetzte Eber. Erst durch massiv ansteigenden Anteil ökologischer Eber im Zuchtprogramm konnte im Zuge der erhöhten Zuchtfortschritte auf Seiten der Wurfqualität der Zuchtfortschrittsanteil im Merkmal LGF gesenkt werden.

In den Exterieurmerkmalen wurde nur ein sehr geringer leicht positiver Zuchtfortschritt erzielt, was sich durch die niedrige ökonomische Gewichtung im Gesamtzuchtwert erklärte. Diese wurde wie oben beschrieben bewusst so gewählt, so dass sich ein leicht positiver natürlicher Zuchtfortschritt einstellte, aber der genetische Trend für den ögzR als wichtigster Merkmalskomplex unter starker Berücksichtigung der Wurfqualität maximiert wurde.

Als zusätzliche Züchtungskosten für Exterieur wurden in den modellierten Zuchtprogrammen lediglich die bei Unterhaltung einer ökologischen Eberlinie zusätzlichen Arbeitszeitkosten zur zusätzlichen Bonitierung von Exterieur bei der Nachzuchtbewertung berücksichtigt. Da im Falle der Berücksichtigung einer zusätzlichen ökologischen Eberlinie die Kosten für die gesamte Eberpopulation unabhängig vom Anteil des tatsächlichen Einsatzes dieser Eber in der Gesamtpopulation gleich bleiben, unterschieden sich die Züchtungskosten je Sau und Jahr lediglich in den Zuchtprogrammen 1.1 (0% Öko-Eber) mit 3,22 € je Sau und Jahr gegenüber 5,56 € je Sau und Jahr in allen übrigen Zuchtprogrammen. Somit war Zuchtprogramm 1.4 mit 10% konventionellem Eberinsatz in Bezug auf den jährlichen diskontierten Züchtungsgewinn von 17,28 € je Sau allen anderen Zuchtprogrammen überlegen. Ein weiterer sich ergebender Vorteil bei geringem Einsatz konventioneller Eber in einem ansonsten ökologischen Zuchtprogramm ergibt sich mit der damit verbundenen Blutauffrischung. Dadurch würde ein Beitrag zur Erhaltung der genetischen Diversität in der ökologischen Zuchtlinie generiert. Ausreichende Diversität ist der Motor für die Realisierung von langfristigen Zuchtfortschritt. Dieser Vorteil wird insbesondere in kleineren Zuchtpopulationen eine Rolle spielen, die

ansonsten bei entsprechend intensiver Selektion einem höheren Inzuchtdruck unterliegen als es in größeren oder offeneren Populationen zu erwarten wäre.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass die zuchtplanerischen Rechnungen und Ergebnisse nur in Bezug auf ein überbetriebliches Szenario für eine theoretisch definierte Gesamtpopulation gelten. Auf einzelbetrieblicher Ebene lägen die tatsächlich zusätzlichen Züchtungskosten, welche sich durch den Unterhalt einer eigenen Ebernachzucht ergäben um ein Vielfaches über den für eine Gesamtpopulation veranschlagten Boniturkosten. Dieses gilt insbesondere für die durchschnittlichen Betriebsstrukturen ökologischer Ferkelerzeuger in Deutschland mit einer durchschnittlich geringeren Anzahl an Zuchtsauen je Betrieb als in der konventionellen Ferkelproduktion. Gemessen an den aktuellen, eingangs beschriebenen Strukturen der biologischen Ferkelerzeugung ohne einen kommerziellen Anbieter optimal abgestimmter Bio-Genetik kann die Eigenremontierung - unterstützt durch einen betriebsindividuellen Selektionsindex und betriebsinterner Zuchtwertschätzung zur Verbesserung der Wurfqualität – dennoch einen wertvollen gewünschten Beitrag leisten. Indirekt erfolgt auf diese Weise auch eine schrittweise Anpassung der verbreiteten konventionellen Sauengenetiken an ökologische Produktionsbedingungen. Weiterhin zeigen die Ergebnisse der Zuchtplanungsrechnungen ein für Zuchtunternehmen durchaus nicht zu unterschätzendes kommerzielles Potential, welches sich aus der Entwicklung von Elternlinien in Reinzucht - angepasst an die alternativen züchterischen Ansprüche ökologisch wirtschaftender Sauenhalter - bei überschaubarem Finanzaufwand auf Zuchtpopulationsebene ergeben könnte. Die Eigenremontierung auf Mutterseite auf ökologischer Betriebsebene ist somit eine Strategie, aber auch die Vaterseite muss in Zukunft im Sinne ökologischer Anforderungen bearbeitet werden. Dies zeigen die durchgeführten Zuchtplanungsrechnungen eindrucksvoll.

6. Nutzen der Verwertbarkeit

Die Verwertbarkeit ist direkt in den unter ökologischen Produktionsbedingungen wirtschaftenden Betrieben gegeben. Diese Betriebe können nun das Schema der Eigenremontierung auf Basis einer Wechselkreuzung wie in Abbildung 3 dargestellt umsetzen. Für Selektionsentscheidungen der Remontesauen können diese Betriebe nun die Sauen selektieren, die über den höchsten ökologischen Gesamtzuchtwert oder auch überragende Zuchtwerte in den Wurfqualitätsmerkmalen verfügen. Erstmals

werden bei dieser ökologischen Zuchtstrategie mit betriebseigenen Zuchtwerten auch etwaige Genotyp-Umwelt-Interaktionen auf der Mutterseite ausgeschaltet. Der Züchter kann gezielt die Sauen selektieren, die unter seinen ökologischen Produktionsbedingungen die besten Zuchtwerte haben. Ein Zukauf von Remontesauen aus anderen Betrieben oder Produktionssystemen birgt immer die Gefahr etwaiger Genotyp-Umwelt-Interaktionen.

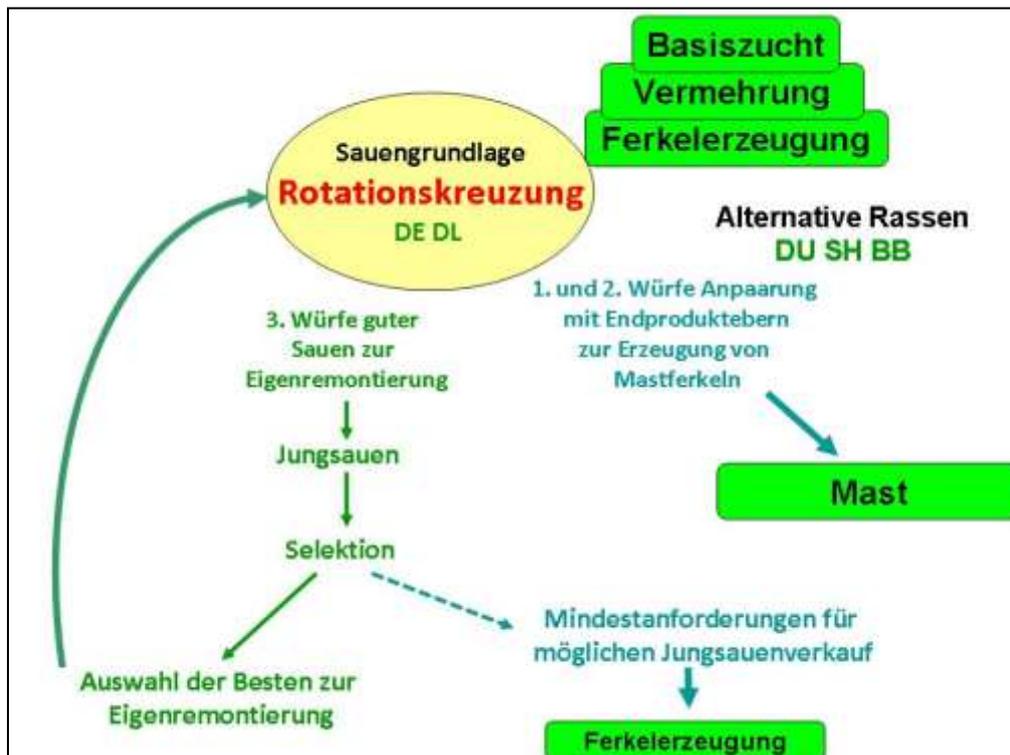


Abbildung 3: Zuchtschema zur Eigenremontierung von Jungsauen unter ökologischen Produktionsbedingungen auf Basis einer Wechselkreuzung.

Die Entwicklung eines solchen Zuchtconzeptes mit Eigenremontierung über eine Wechselkreuzung kann nur über die direkte Zusammenarbeit mit den Betrieben organisiert werden und wird direkt zunächst in den am Projekt beteiligten Betrieben in der Praxis implementiert, kann dann aber problemlos in andere interessierte Betriebe übertragen werden. Dies hat die Ausdehnung der Datenerfassung in die Betriebe der Züchtereinigung Schwäbisch-Hällisches Schwein gezeigt. Auch diese Betriebe fokussieren auf alternative low input oder ökologische Sauenhaltung und haben daher sehr aktiv schon während der Projektlaufzeit Daten zur Wurfqualität und zum Exterieur der Jungsauen erfasst, um von der betriebseigenen Zuchtwertschätzung profitieren zu können. Das Konzept der Eigenremontierung mittels einer Wechselkreuzung kann auch für kleine Betriebe ab ca. 50 Sauen implementiert werden.

Ein wesentlicher Teil, der zum Erfolg des Konzeptes beiträgt, ist die Bereitstellung von Mutterliniensperma für die Wechselkreuzung. Daher profitieren auch die Zuchtverbände wie BHZP oder Hermitage vom Zuchtschemata. Diese Zuchtunternehmen bieten auch schon für konventionelle Ferkelerzeugerbetriebe mit Eigenremontierung entsprechende Mutterlinieneber von zuchtwertgeschätzten Ebern an. Die Selektion von Ebern für die Eigenremontierung nach den Zuchtzielen des ökologischen Landbaus kann nur erfolgen, wenn auch Zuchtwerte für die Einzelmerkmale für die Eber zur Verfügung stehen. Die Bereitstellung von Mutterliniensperma kann mit den Betrieben vertraglich geregelt werden, da dieses Sperma nicht frei verkäuflich zur Verfügung steht. Bei dieser vertraglichen Regelung können die Zuchtunternehmen auch eine entsprechende züchterische Betreuung anbieten, sowie die notwendige Software für die Datenerfassung (Sauenplaner) und Software für die Zuchtwertschätzung innerhalb der Betriebe kostengünstig anbieten. Somit ist in der Verwertung auch eine enge Kooperation zwischen ökologischen Betrieben und den beteiligten Zuchtunternehmen angestrebt bzw. möglich. Diese Kooperation ist wichtig: Die Zuchtverbände profitieren von der Datenerfassung, um für neue funktionale Merkmale Zuchtwerte schätzen zu können. Die ökologischen Betriebe wiederum profitieren von Ebern mit Zuchtwerten für die Wurfqualitätsmerkmale, um auch über die paternale Seite Zuchtfortschritt zu generieren. Dieses zusätzliche Potenzial wurde in den eigens durchgeführten Zuchtplanungsrechnungen aufgezeigt (siehe Projektergebnisse zur Zuchtplanung).

Die Umsetzung dieses weiterführenden Konzepts obliegt den partizipierenden Zuchtverbänden, wenn sie den neuen ökologischen Gesamtzuchtwert in ihren Selektionsentscheidungen und im Vermarktungskonzept berücksichtigen. Die Zuchtverbände haben die Möglichkeit, schon auf Basis der im Projekt durchgeführten Datenerfassung die Zuchtwertschätzung für Eber routinemäßig durchzuführen. Die Eber können nach ökologischen Gesamtzuchtwert rangiert werden. Direkt vom Konzept profitieren dann auch die partizipierenden landwirtschaftlichen Betriebe, die nun für ihr ökologisches Produktionssystem die passende Genetik auswählen können. Aber allein die Einführung des ökologischen Zuchtschemas auf der maternalen Seite bringt deutliche Vorteile für die ökologischen Sauenhalter verglichen mit dem aktuellen Status Quo: Und genau dieses Konzept wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens auf Basis wissenschaftlicher Auswertungen auch implementiert bzw. umgesetzt.

Weiter wird die **wissenschaftliche Verwertung** anhand begutachteter angenommener Publikationen sowie wissenschaftlichen Fachvorträgen auf nationalen und internationalen Konferenzen deutlich (siehe Kapitel 10 „Veröffentlichungen“).

7. Gegenüberstellung der geplanten zu den tatsächlichen Zielen

Sämtliche im Projektantrag definierten Ziele wurden realisiert. Die Hauptziele in zusammengefasster Darstellung waren:

- a) Implementierung des elektronischen Datenerfassungssystems in den partizipierenden ökologischen Sauen haltenden Betrieben
- b) Eine darauf basierende genetische Parameterschätzung. Die niedrigen bis moderaten Standardfehler für Heritabilitäten und genetische Korrelationen der Wurfqualitätsmerkmale sind ein Beleg für die hohe Qualität der durchgeführten Datenerfassung (Ziel a))
- c) Die Durchführung der betriebsinternen Zuchtwertschätzung für Wurfqualitätsmerkmale. Die Betriebe können nun direkt anhand der Zuchtwertangaben ihre Remontierungssauen selektieren.
- d) Durchführung der Exterieur Einstufungen der Jungsaunen und Assoziationsstudien dieser Merkmale mit der Langlebigkeit der Saunen. Hierbei wurden verschiedene Verbleiberaten (Stayability) definiert und evaluiert. Es können nun direkt die Exterieurmerkmale in der Selektion stärker berücksichtigt werden, die am engsten mit Stayability korreliert sind
- e) Durchführung von Zuchtplanungsrechnungen zur (ökonomischen) Evaluierung der Zuchtplanungsschemata gemäß Vorhabenbeschreibung mit Selektionsindexmethodik und mittels der Anwendung von ZPLAN+ zur ökonomischen Evaluierung. Hier wurde aufgezeigt, dass in Zukunft die Zuchtverbände auch gezielt Eberlinien für den ökologischen Bedarf anbieten sollten. Diese Vorgehensweise impliziert zusätzlichen Zuchtfortschritt, der über den Zuchtfortschritt auf der weiblichen Selektionsseite hinausgeht
- f) Für eine Vielzahl an neuen funktionalen Merkmalen wurden ökonomische Gewichte abgeleitet und hierbei gemäß Vorhabenbeschreibung die Zielvorstellung der Landwirte (Befragung) mittels „desired gain index“ abgebildet.

Der letzte Punkt f) wurde in den letzten beiden Projektmonaten noch intensiver, über die Inhalte der Antragstellung hinausgehend, bearbeitet. Wie im Projektbericht aufgezeigt haben wir zusätzlich das Programm ECOWEIGHT verwendet, um auf Basis der Ableitung von betrieblichen Gewinnfunktionen die Grenznutzen der Zuchtzielmerkmale (= Wirtschaftlichkeitskoeffizienten) zu erhalten. Hierbei haben wir auch Merkmale berücksichtigt, die in Zukunft in der ökologischen Sauenhaltung von Interesse sein können, wie z.B. die Futtermittelverwertung der Sauen während der Säugezeit. Sicherlich muss an dieser Stelle hier und da bzgl. der Inputparameter, Kosten und Erlöse ein breiteres Spektrum an Betrieben berücksichtigt werden. Aber dennoch gilt nach unserem Kenntnisstand, dass dies die erste wissenschaftliche Studie in der alternativen oder ökologischen Schweinezucht ist und die entwickelte Methodik bzw. aufgebaute Analysepipeline für weitere Untersuchungen einfach genutzt werden kann.

Eine zweite Zusatzauswertung im Vergleich mit den Inhalten der Vorhabenbeschreibung sind die Assoziationsstudien zwischen Wurfqualitätsmerkmalen und Exterieurmerkmalen. Diese zeitnahe Auswertung unter simultaner Berücksichtigung beider Merkmalskomplexe war nur möglich, weil der Doktorand Sebastian Klein sehr gute Eigeninitiative und hohes Interesse zu diesem Forschungsthema gezeigt hat. Ursprünglich war eine Zweistufenselektion vorgesehen: Im ersten Projektjahr Erfassung der Wurfqualitätsmerkmale, und erst zu einem späteren Zeitpunkt die Exterieurbeurteilungen. Herr Klein hat aber schon eher damit begonnen, Sauen im Exterieur zu beurteilen. So konnten noch während der Projektlaufzeit Exterieurmerkmale und Wurfqualitätsmerkmale korreliert werden. Hier konnte nach unserem Kenntnisstand erstmals gezeigt werden, dass die funktionalen Merkmale des Ferkels, insbesondere die Vitalität des Ferkels, deutliche Beziehungen zur Fundamentqualität im späteren Abschnitt als Jungsau hat und weitergehend die bessere Fundamentqualität die Stayability positiv beeinflusst. Die Korrelation zwischen Ferkelvitalität und Klauenscore der Jungsau betrug 0,53. Somit wird bei frühzeitiger Selektion auf Vitalität der Ferkel der Grundstein zur verlängerten Nutzungsdauer gelegt.

8. Zusammenfassung

Im Forschungsvorhaben „Öko-Jungsauen: Entwicklung und Implementierung eines Zuchtkonzeptes zur Produktion von Jungsauen zur Eigenremontierung und zum Verkauf im ökologischen Landbau“ ist es gelungen, ein praktikables Wurfbonitursystem für ökologisch wirtschaftende Praxisbetriebe zu entwickeln und in diesen auch zu implementieren. Eine routinierte elektronische Datenerfassung und Verarbeitung der Zielmerkmale in einem Zeitfenster von maximal 24h nach der Abferkelung garantierte ein Höchstmaß an unter Praxisbedingungen dauerhaft generierbarer Datenqualität. Nachgewiesene Erblichkeiten in den untersuchten Wurfqualitätsmerkmalen in der Spanne von 0.09 bis 0.21 erlaubten eine erfolgsversprechende Integration in einen Gesamtzuchtwert und machten moderate Zuchtfortschritte möglich. Basierend auf den geschätzten Varianzkomponenten in den Merkmalen LGF, WA, GG und FV konnte ein herdenindividueller Selektionsindex entwickelt werden, der unter Verwendung der Leistungsinformationen von mindestens 2 Wurfleistungen des Selektionskandidaten (Sau), zusätzlich 3 Wurfleistungen der Mutter sowie mindestens 10 Halbgeschwisterinformationen von mindestens je einem Wurf eine Verbesserung der Wurfqualitätsmerkmale ermöglichte. Ökonomische Merkmalsgewichte von 7,50 € je lebend geborenem Ferkel und je 20 € je Merkmalseinheit in den Wurfqualitätsmerkmalen erwiesen sich als ideal um bei konstant bleibender Wurfgröße positiven Zuchtfortschritt in den Qualitätsmerkmalen zu erzielen. Diese Vorgehensweise zur Ableitung ökonomischer Gewichte mittels „desired gain index“ reflektierte auch die Zielvorstellungen der partizipierenden ökologischen Betriebe. Im Zuge des Forschungsvorhabens ist es somit gelungen, eine individuelle Zuchtwertschätzung (abgestimmt auf die ökologische Betriebsebene) mittels einer eigens entwickelten Softwarelösung zu entwickeln. Die teilnehmenden Projektbetriebe sind nunmehr in Kooperation mit dem Tierzuchtinstitut der Universität Gießen in der Lage, selbstständig BLUP-basierte Zuchtwerte unmittelbar nach jedem Abferkeldurchgang nach Ergänzung der aktuellen Leistungsinformationen zu schätzen. Darauf basierend können die Sauen ihrer Zuchtherde mittels Selektionsindex im Sinne einer verbesserten Wurfqualität rangiert werden. Anhand der betriebsinternen „Sauen-Top-Listen“ können die Landwirte während der jeweiligen Säugezeit mögliche Reinzuchtbelegungen zur Erzeugung von Remontewürfen planen und die hierfür jeweils bestmöglich geeigneten Sauen auswählen. In einem weiteren Projektabschnitt konnten basierend auf den genetischen Parameterschätzungen für

Exterieurmerkmale Zuchtplanungsrechnungen realisiert werden, welche unter Entwicklung eines ökologischen Gesamtzuchtwertes zusätzlich auf eine verlängerte Nutzungsdauer abzielen. Hier konnte die Klauenqualität der Jungsauen als wesentliches Exterieurmerkmal identifiziert werden, welches züchterisch gewünscht sowohl hoch mit der Ferkelvitalität als auch der Nutzungsdauer der Sau korreliert ist. Unter den verschiedenen modellierten ökologischen Schweinezuchtprogrammen mit den genannten Selektionsschwerpunkten stellte sich eine Variante mit einer ökonomischen Gewichtung von 72,9% Wurfqualität, 18% Exterieur und 9,1% Wurfgröße bei einem konventionellen Ebereinsatz von 10% bezüglich der Evaluierungskriterien diskontierter Zuchtfortschritt, -ertrag und -gewinn als überlegen heraus.

9. Literaturverzeichnis

- Biermann, A. D. M., Pimentel, E. C., Tietze, M., Pinent, T., König, S. (2014): Implementation of genetic evaluation and mating designs for the endangered local pig breed Bunte Bentheimer. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 131: 36-45.
- Brandt, H. R. (2016): Sauenremontierung im ökologischen Landbau. *Bioland Naturland Schweinetagung*.
- Brandt, H. R. (2010): Zuchtziele und Organisation einer ökologischen Jungsauenerzeugung. In: Rahmann G. und Schumacher U. (Hrsg.) *Praxis trifft Forschung, Neues aus der Ökologischen Tierhaltung. Landbauforschung, Sonderheft* 341:65-72.
- Brandt, H., v. Brevern, N., Glodek, P. (1999): Effects on the survival rate of crossbred sows in weaner production. *Livestock Production Science* 57: 127-135.
- Bösch, M., Röhe, R., Looft, H., Kalm, E. (1999): Die Selektion auf Wurfgröße beim Schwein. *Archiv für Tierzucht, Dummerstorf* 42: 555-570.
- Dwyer, C. M., Stickland, N. C., Fletcher, J. M. (1994): The influence of maternal nutrition on muscle fiber number development in the porcine fetus and on subsequent postnatal growth. *Journal of Animal Science* 72: 911-917.
- Edel, C., Dempfle, L. (2004): Ergebnisse einer Continget Valuation Studie zur Bestimmung des Zuchtziels beim süddeutschen Kaltblut.
- Engblom, L., Calderon Diaz, J. A., Nikkilä, M., Gray, K., Harms, P., Fix, J., Tsuruta, S., Maybry, J., Stalder, K. (2005): *Journal of Animal Breeding and Genetics* 133: 138-144.
- Engblom, L., Calderon Diaz, J. A., Nikkilä, M., Gray, K., Harms, P., Fix, J., Tsuruta, S., Maybry, J., Stalder, K. (2015): Genetic analysis of sow longevity and sow live time reproduction traits using consored data. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 133: 138-144.
- Ferraz, J. B. S. and Johnson, R. K., (1993): Animal model estimation of genetic parameters and response to selection for litter size and weight, growth and backfat in closed seedstock population of large white and landrace swine. *Journal of Animal Science* 71: 850-858.

Ford, S. P. (1997): Embryonic and fetal development in different genotypes in pigs. *Journal of Reproduction and Fertility* 52:165-176.

Gianola, D., Foulley, J. L. (1983): Sire evaluation for ordered categorical data with a threshold model. *Genetic Selection Evolution* 15: 201-223.

Gradinson, K., Rydhmer, L., Strandberd, E., Solanes, F. X. (2005): Genetic analysis of body condition in the sow during lactation, and its relation to piglet survival and growth. *Animal Science* 80: 33-40.

Groeneveld, E., Kovač, M., Mielenz, N. (2010): VCE User's guide and reference manual version 6.0.

Haberland, A.M., König von Borstel, U., Simianer, H., König, S. (2012): Integration of genomic information into sport horse breeding programs for optimization of accuracy of selection. *Animal* 6: 1369-1376.

Hanenberg, E. H. A. T., Knol, E. F., Merks, J. W. M. (2000): Estimates of genetic parameters for reproduction traits at different parities in Dutch Landrace pigs. *Livestock Production Science* 69: 179–186.

Hazel, L. N. (1943): The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics* 28, 476-490.

Henne, H. (2018): persönliche Mitteilung 19.07.2018

Hermesch S., Luxford B.G., Graser H.-U. (2001a): Genetic parameters for piglet mortality, within litter variation of birth weight, litter size and litter birth weight. *Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics Vol 14*: 211-214.

Hermesch, S., Luxford, B. L., Graser, H. U. (2001b): Estimation of variance components for individual piglet weights at birth and 14 days of age. *Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics Vol 14*: 207-210.

Heusing, M. (2003): Abgangsursachen und ihr Einfluss auf die Lebensleistung bei Sauen der Rassen Deutsches Edelschwein, Deutsche Landrasse und Pietrain. *Archives Animal Breeding* 46, 569 – 583.

Heusing, M., Hamann, H., Distl, O. (2005): Genetische Analyse von Lebensleistungs- und Fruchtbarkeitsmerkmalen bei Sauen der Rasse Deutsches Edelschwein, Deutsche Landrasse und Pietrain. *Züchtungskunde* 77: 15-34.

Hill, W. G. (1974): Prediction and evaluation of response to selection with overlapping generations. *Anim. Prod.* 18: 117-139.

Holl, J. W., and Robison, O. W. (2003): Results from nine generations of selection for increased litter size in swine. *Journal of Animal Science* 81: 624-629.

Janssens, S., Vandepitte, W. (2004): Genetic parameters for body measurements and linear type traits in Belgian Bleu du Maine, Suffolk and Texel sheep. *Small Ruminant Research* 54: 13-24.

Kaufmann, D., Hofer A., Bidanel J.P., Künzi, N. (2000): Genetic parameters for individual birth and weaning weight and for litter size of Large White pigs. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 117: 121-128.

Kapell, D. N. R. G., Ashworth, Ch. J., Knap, P. W., Roehe, R. (2011): Genetic parameters for piglet survival, litter size and birth weight or its variation within litter in sire and dam lines using Bayesian analysis. *Livestock Science* 135: 215-224.

Kristensen, E., Dueholm, L., Vinl, D., Andersen, J. E., Jakobsen, E. B., Illum-Nielsen, S., Petersen, F. A., Enevoldsen, C. (2006): Within- and Across-Person Uniformity of Body Condition Scoring in Danish Holstein Cattle. *Journal of Dairy Science* Vol 89, 9: 3721-3728.

König, S., Tietze, M., Simianer, H. (2003): Untersuchungen zur optimalen Durchführung von Selektions- und Anpaarungsentscheidungen in der Rasse Schweizer Landrasse, Abschlussbericht, Göttingen.

König, S., Lessner, S., Simianer, H. (2007): Application of controlling instruments for improvements in cow sire selection. *Journal of Dairy Science* 90: 1967-1980.

König, S., Simianer, H., Willam, A. (2009): Economic evaluation of genomic breeding programs. *J. Dairy Sci.* 92:382-391.

Lind, B. (2007): Ableitung von Wirtschaftlichkeitskoeffizienten und optimale Indexgewichte des Gesamtzuchtwertes für die deutschen Milch- und Zweinutzungsrasse unter Berücksichtigung aktueller und zukünftiger Rahmenbedingungen. Dissertation, Göttingen.

- Logar, B., Kovac, M., Malovr, S. (1999): Estimation of genetic parameters for Litter Size in Pigs from different Genetic Groups. *Acta Agrarian Kaposvariensis* Vol 3, 2: 135-143.
- Matthes, W. (2004): Betrachtungen zum geeigneten Endstufenpartner unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit in der Schweineproduktion. *Züchtungskunde* 76, (6): 421–431.
- Muns, R., Manzanilla, E. G., Sol, C., Manteca, X., Gasa, J. (2014): Piglet behaviour as a measure of vitality and its influence on piglet survival and growth during lactation. *Journal of Animal Science* 91: 1838-1843.
- Nitter, G., Bartenschlager, H., Karras, K., Niebel, E., Grasser, H. U. (2007): ZPLAN: a PC program to optimize livestock selection programs. *User's Guide for ZPLAN, Version 2007*, University of Hohenheim and University of New England, Armidale.
- Pimentel, E. G. C., König, S. (2012): Genomic selection for the improvement of meat quality in beef. *J. Anim. Sci.* 90:3418-3426.
- Postler, G. (2003): Ein Anfang für die ökologische Schweinezucht. *Ökologie & Landbau* 128: 26-27.
- Randall, G. C. B. (1971): Relationship of arterial blood pH and pCO₂ to viability of newborn piglet. *Canadian Journal of Comparative Medicine* 35:141-146.
- Roehe, R. (1999): Genetic Determination of Individual Birth Weight and Its Association with Sow Productivity Traits Using Bayesian Analyses. *Journal of Animal Science* 77: 330-343.
- Rothschild, M. F., (1996): Genetics and reproduction in the pig. *Animal Reproduction Science* 42: 143-151.
- Rydhmer, L. (2000): Genetics of sow reproduction, including puberty, oestrus, pregnancy, farrowing and lactation. *Livestock Productio Science* 66: 1-12.
- Schmidko, J., König, S., Simianer, H. (2006): Breeding evaluation of different strategies for sustainable breeding of organic dairy cattle in Germany. *Proc. International workshop of the European Consortium for Organic Animal Breeding (ECO-AB)*, Odense, Denmark.
- Serenius, T., and Stalder, K. J. (2004): *Journal of Animal Science* 82:3111-3117.

Statistisches Bundesamt (2018): https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2018/02/PD18_038_413.html

Täubert, H., Reinhardt, F., Simianer, H. (2010): ZPLAN+, a new software to evaluate and optimize animal breeding programs. Proceedings of the 9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. 1.-6. August 2010, Leipzig, Germany

Täubert, H., Rensing, S., Reinhardt, F. (2011): Zuchtplanung mit ZPLAN+ am Beispiel genomischer Zuchtprogramme bei Holsteins. Züchtungskunde 83:315-322.

Täubert, H. und Henne, H. (2003): Züchtungskunde 75: 442-451.

Täubert, H., Brandt, H., Glodek, P. (1999): Estimation of genetic parameters for farrowing traits in purebred and crossbred sows and estimation of their genetic relationships. Stočarstvo: Časopis za unapređenje stočarstva, 53, 3: 205-209.

Tholen, E., Bunter, K. L., Hermesch, S., Graser, H.-U. (1996): The genetic foundation of fitness and reproduction traits in Australian pig populations 1. Genetic parameters for weaning to conception interval, farrowing interval, and stayability. Australian Journal of Agricultural Research 47: 1261-1274.

Van Bergen, H., M., J., M., Van Arendonk, J., A., M. (1993): Genetic parameters for linear type traits in Shetland Ponies. Livestock Production Science 36: 273-284.

Van Steenberghe, E. J. (1989): Description and evaluation of a linear scoring system for exterior traits in pigs. Livestock Production Science 23: 163-181.

Wagenaar, D., Van Arendonk, J., and Kramer, M. (1995): Selection index program (SIP).

Wolf, J., Zakova, E., Groenefeld, E. (2008): Within-litter variation of birth weight in hyperprolific Czech Large White sows and its relation to litter size traits, stillborn piglets and losses until weaning. Livestock Science 115: 195-205.

Wolf, J., Wolfova, M. (2011): User's manual for the program package ECOWEIGHT. Version 1.0.3. http://www.vuzv.sk/ecoweight/5_1_1/ECOWEIGHT03B.pdf

Zaleski, H. M., Hacker, R. 1993. Comparison of viability scoring and blood-gas analysis as measures of piglet viability. Canadian Journal of Animal Science 73: 649-653.

10. Veröffentlichungen

- Brandt, H. (2015): Sauenremontierung im Ökolandbau. Vortrag 14. Internationale Bioland und Naturland. Schweinetagung, 18.–20.2.2015, Utting
- Brandt, H. (2016): Nutzung der Wurfbonitierungsdaten in der Zuchtwertschätzung bei der GFS. Vortrag 14-06.2016 in Ascheberg
- Brandt, H. (2016): Remontierungskonzepte und Zuchtziele für Ökosauen. Vortrag beim Praktikertag für ÖKO-Schweinehalter am 09.12.2016 in Saerbeck
- Brandt, H. (2017): Anforderungen von Bio-Betrieben an die Genetik. Vortrag 16. Internationale Bioland Schweinetagung, 20.02.2017 in Hardehausen
- Klein, S., Brand, H., König, S. (2018): Genetic parameters and selection strategies for female fertility and litter quality traits in organic weaner production systems with closed breeding systems. *Livestock Science*, doi: 10.1016/j.livsci.2018.09.004
- Klein, S., Brand, H., König, S. (2018): Genetic parameters for sow conformation traits and their relationships with stayability. Manuscript draft, prepared for Archives Animal Breeding and Genetics.
- Klein, S., Brand, H., König, S. (2018): Economic evaluation of organic pig breeding schemes. Manuscript draft, prepared for Archives Animal Breeding and Genetics.
- Klein, S., Brandt, H., König, S. (2017): Genetic parameters and breeding strategies for novel litter traits in weaner production systems. EAAP Annual Meeting 2017, Tallinn, Estonia.
- Klein, S., Brandt, H., König, S. (2017): Selektionsstrategien zur Verbesserung von Merkmalen der Wurfqualität in der ökologischen Schweinezucht. Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde e.V. und der Gesellschaft für Tierzuchtwissenschaften e.V., Hohenheim, 20.-21. September 2017.
- Klein, S. (2018): Implementierung einer Zuchtwertschätzung und Evaluierung von Selektionsstrategien für Sauenhaltung im ökologischen Landbau. Dissertationsschrift, Abgabe im 1. Quartal 2019 geplant.
- König, S. (2017): Beitrag der Tierzucht zu Tierwohl und Tiergesundheit: Was wurde bereits realisiert und wo besteht noch Forschungsbedarf? Gießener Hochschultagung, 8. Dezember.

König, S., Halli, K. (2017): Anforderungen der Politik und Gesellschaft an Tierwohl und Tiergesundheit: Ist das mit wissenschaftlichen Ergebnissen vereinbar? Tag der Landwirtschaft Mittelhessen, 25. Oktober.