



Universität für
Bodenkultur Wien



Department für
Nachhaltige Agrarsysteme

Institut für Nutztierwissenschaften

Effekte einer systemtypischen Ration auf Produktions- und Reproduktionsleistung von laktierenden Zuchtsauen in der Biologischen Landwirtschaft

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Universität für Bodenkultur

vorgelegt von

DI Roswitha Weißensteiner

Betreuer: Ao.Univ.Prof. Dr. Werner Zollitsch
Dr.med.vet. Werner Hagmüller

BegutachterIn: Ao.Univ.Prof. Dr.med.vet. Christine Iben
Ao.Univ.Prof. Dr. Wilhelm Knaus

Wien, Dezember 2013

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	- 8 -
Abstract	- 9 -
1 Einleitung und Zielsetzung	- 10 -
2 Literaturübersicht	- 12 -
2.1 Leistung und Nährstoffbedarf von laktierenden Sauen.....	- 12 -
2.1.1 Milchbildung	- 12 -
2.1.2 Genetisches Potenzial	- 15 -
2.1.3 Nährstoffbedarf.....	- 16 -
2.1.4 Futteraufnahme	- 20 -
2.2 Bedarfsdeckung unter den Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft ...	- 24 -
3 Tiere, Material und Methoden	- 27 -
3.1 Exaktversuch	- 27 -
3.1.1 Workshop.....	- 27 -
3.1.2 Basisdaten Fütterungsversuch auf Station	- 27 -
3.1.2.1 Tiere	- 28 -
3.1.2.2 Haltungs- und Fütterungssystem.....	- 28 -
3.1.2.3 Rationen	- 30 -
3.1.3 Datenerhebung Sauen	- 33 -
3.1.3.1 Futteraufnahme	- 33 -
3.1.3.2 Lebendmasse	- 33 -
3.1.3.3 Rückenspeckdicke	- 33 -
3.1.3.4 Zwischenwurfzeit und Leertage	- 33 -
3.1.3.5 Milchproben.....	- 33 -
3.1.3.6 Blutproben	- 34 -
3.1.3.7 Sonstige Aufzeichnungen	- 34 -
3.1.4 Datenerhebung Ferkel.....	- 34 -
3.1.4.1 Futteraufnahme	- 34 -
3.1.4.2 Wurfgröße.....	- 35 -
3.1.4.3 Wurfmasse	- 35 -

3.1.4.4	Sonstige Aufzeichnungen	- 36 -
3.1.5	Statistische Auswertung	- 36 -
3.2	Untersuchungen auf Praxisbetrieben	- 39 -
3.2.1	Betriebsbeschreibung	- 40 -
3.2.1.1	Betrieb 1	- 40 -
3.2.1.2	Betrieb 2	- 41 -
3.2.1.3	Betrieb 3	- 43 -
3.2.1.4	Betrieb 4	- 45 -
3.2.2	Versuchsdesign	- 47 -
3.2.2.1	Futterwert und Futtermittelpreise	- 47 -
3.2.2.2	Body Condition Score (BCS)	- 48 -
3.2.2.3	Wurfgröße	- 48 -
3.2.2.4	Wurfmasse	- 48 -
3.2.2.5	Lebendmasse der Ferkel beim Absetzen	- 48 -
3.2.2.6	Sonstige Aufzeichnungen	- 48 -
4	Ergebnisse	- 50 -
4.1	Ergebnisse Exaktversuch	- 50 -
4.1.1	Sauenbezogene Parameter	- 50 -
4.1.1.1	Futterraufnahme	- 50 -
4.1.1.2	Lebendmasse und Rückenspeckdicke	- 51 -
4.1.1.3	Fruchtbarkeitsparameter	- 52 -
4.1.1.4	Blutparameter	- 53 -
4.1.1.5	Hormongehalt in der Sauenmilch	- 54 -
4.1.2	Ferkelbezogene Parameter	- 54 -
4.1.3	Ausgewählte Parameter von Würfen mit mindestens 10 abgesetzten Ferkeln - 57 -	
4.2	Ergebnisse Praxisversuch	- 61 -
5	Diskussion	- 65 -
5.1	Exaktversuch	- 65 -
5.1.1	Sauenbezogene Parameter	- 65 -
5.1.1.1	Futterraufnahme	- 65 -

5.1.1.2	Lebendmasse und Rückenspeckdicke	- 66 -
5.1.1.3	Fruchtbarkeitsparameter	- 67 -
5.1.1.4	Blutparameter	- 68 -
5.1.2	Ferkelbezogene Parameter	- 69 -
5.1.2.1	Lebendmasse, Tageszunahme.....	- 69 -
5.1.2.2	Ferkelanzahl, Ferkelverluste	- 70 -
5.1.2.3	Ferkelbeifütterung	- 71 -
5.2	Praxisversuch	- 71 -
6	Schlussfolgerungen	- 74 -
6.1	Exaktversuch	- 74 -
6.2	Praxisversuch	- 75 -
7	Literatur	- 76 -
8	Anhang.....	- 88 -
8.1	Anhang 1: Fragebogen.....	- 88 -
8.2	Anhang 2: Pläne für Ställe.....	- 89 -

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ideales AS-Muster in der Ration laktierender Sauen.....	- 19 -
Tabelle 2 : Ausgewählte Richtwerte für eine bedarfsgerechte Lysin-Versorgung laktierender Zuchtsauen.....	- 20 -
Tabelle 3: Zusammensetzung, errechneter Inhaltsstoffgehalt der Versuchsrationen...	- 31 -
Tabelle 4: Ergebnisse der Futtermittelanalyse.....	- 32 -
Tabelle 5: Ergebnisse der Futtermittelanalyse des Saugferkelbeifutters.....	- 32 -
Tabelle 6: Zusammensetzung, Nährstoffgehalt, Preise der Rationen auf Betrieb 1	- 41 -
Tabelle 7: Zusammensetzung, Nährstoffgehalt, Preise der Rationen auf Betrieb 2	- 43 -
Tabelle 8: Zusammensetzung, Nährstoffgehalt, Preise der Rationen auf Betrieb 3	- 45 -
Tabelle 9: Zusammensetzung, Nährstoffgehalt, Preise der Rationen auf Betrieb 4	- 47 -
Tabelle 10: Harnstoffgehalt im Blutserum a. p., 14 Tage p. p. und beim Absetzen.....	- 53 -
Tabelle 11: Gehalt an FFS im Blutserum a. p., 14 Tage p. p. und beim Absetzen.....	- 54 -
Tabelle 12: Gehalt an γ -GT2 im Blutserum a. p., 14 Tage p. p. und beim Absetzen....	- 54 -
Tabelle 13: Wurfgröße, Ferkelanzahl und Ferkelverluste.....	- 55 -
Tabelle 14: Wurfmasse, Lebendmasseveränderung und Tageszunahmen der Ferkel ..	- 55 -
Tabelle 15: Wurfgröße, Ferkelanzahl und Ferkelverluste.....	- 60 -
Tabelle 16: Wurfmasse, Lebendmasse beim Absetzen, Tageszunahmen der Ferkel	- 61 -
Tabelle 17: Durchschnittliche Wurf- und Aufzuchtleistung auf den 4 Betrieben	- 63 -

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematischer Ablauf des Aminosäuren-Metabolismus bei laktierenden Sauen	- 18 -
Abbildung 2: Bio-Anbaufläche ausgewählter Leguminosen und Ölfrüchte	- 25 -
Abbildung 3: Wurfanzahl der Sauen zu Versuchsbeginn.....	- 28 -
Abbildung 4: Bereich der Videoaufzeichnung und der Ferkelmarkierung.....	- 35 -
Abbildung 5: Anzahl der Durchgänge pro Sau im Versuchszeitraum	- 50 -
Abbildung 6: Durchschnittliche Futteraufnahme je Sau.....	- 51 -
Abbildung 7: Lebendmasse der Sauen vor der Geburt bis zum Absetzen.....	- 52 -
Abbildung 8: Rückenspeckdicke Sauen vor der Geburt bis zum Absetzen.....	- 52 -
Abbildung 9: Durchschnittliche Leertage je Sau und Versuchsdurchgang	- 53 -
Abbildung 10: Lebendmasseentwicklung Ferkel	- 56 -
Abbildung 11: Relative Ferkelanwesenheit an der Futterstelle	- 56 -
Abbildung 12: Anzahl der Würfe von Sauen, die mindestens 10 Ferkel absetzten.....	- 57 -
Abbildung 13: Durchschnittliche Futteraufnahme je Sau	- 58 -
Abbildung 14: Lebendmasse der Sauen vor der Geburt bis zum Absetzen.....	- 59 -
Abbildung 15: Rückenspeckdicke der Sauen vor der Geburt bis zum Absetzen.....	- 59 -
Abbildung 16: Durchschnittliche Zwischenwurfzeit und Leertage je Sau.....	- 60 -
Abbildung 17: Anzahl ausgewerteter Würfe pro Betrieb	- 61 -
Abbildung 18: Durchschnittliche Körperkondition der Sauen vor der Geburt und beim Absetzen pro Betrieb	- 62 -
Abbildung 19: Durchschnittliche Zwischenwurfzeit und Leertage pro Betrieb	- 63 -
Abbildung 20: Abferkelbuchten mit Einzeltierhaltung und Gruppenabferkelbereich inklusive Ausläufe	- 89 -
Abbildung 21: Gruppenhaltungsbereich inklusive Auslauf.....	- 89 -

Danksagung

Für die Überlassung des Themas, die fachkundige Betreuung und die unkomplizierte Zusammenarbeit möchte ich mich recht herzlich bei meinem Mentor Werner Zollitsch bedanken.

Werner Hagmüller danke ich recht herzlich für die sehr gute Unterstützung beim Versuchsablauf vor Ort am Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Außenstelle Wels-Thalheim und seine konstruktiven Anregungen im Projekt.

Besonderer Dank gilt den MitarbeiterInnen im LFZ Raumberg-Gumpenstein, Außenstelle Wels-Thalheim Beate Berger, Herbert Blumer, Kurt Böck, Markus Gallenböck, Max Kment, Thomas Lang, Josef Mayrhauser, Herbert Messner, Leopold Podstatzky-Lichtenstein, Josef Stadlbauer und Alexander Wimmer für ihre tatkräftige Unterstützung während der zweijährigen Versuchsdurchführung auf der Station.

Besten Dank meiner Kollegin Daniela Kottik für ihre Mithilfe bei der Datenerhebung auf den Praxisbetrieben.

Danke auch an meine Kolleginnen und Kollegen am Institut für Nutztierwissenschaften für die fachliche aber auch mentale Unterstützung während des Erfassens meiner Arbeit: Lisa Baldinger, Roswitha Baumung, Michaela Bürtlmair, Birgit Fürst-Waltl, Birgit Gredler, Lina Grill und Philipp Nagel.

Herzlichen Dank gebührt den LandwirtInnen Herrn Leopold Döckl, Herrn Johann Kitzler von der LFS Edelhof, Herrn Andreas Prehofer sowie Anna und Herbert Schützenhofer für ihr Vertrauen, dass wir ein Jahr auf ihren Betrieben den Praxisteil des Projektes durchführen konnten und ihre Unterstützung dabei.

Für die Finanzierung des dieser Arbeit zugrundeliegenden Projektes bedanke ich mich beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), der Firma H. Wilhelm Schaubmann GmbH & Co KG, der Firma Garant-Tiernahrung GmbH sowie Bio Austria.

Besonders bedanken möchte ich mich bei meinem Gatten Gernot und meinem Sohn Stephan für ihre Geduld, ihren anspruchsvollen Zuspruch und ihre Mithilfe. Ohne sie wäre diese Arbeit zu keinem Abschluss gekommen.

Abkürzungen

a.p.	ante partum
AS	Aminosäure
BCS	Body Condition Score
cm	Zentimeter
Cys	Cystein
FFS	freie Fettsäuren
FM	Frischmasse
g	Gramm
GH	Gruppenhaltung
γ -GT2	γ -Glutamintransferase-2
kg	Kilogramm
konv	Konventionell
l	Liter
LM	Lebendmasse
LT	Leertage
m	Meter
m ²	Quadratmeter
Max	Maximum
ME	Umsetzbare Energie (metabolizable energy)
Meth	Methionin
Min	Minimum
MJ	Megajoule
mm	Millimeter
mmol	Millimol
NfE	Stickstofffreie Extraktstoffe
O	optimiert
pcv	praecaecal verdaulich
p.p.	post partum
Stk	Stück
Thr	Threonin
TM	Trockenmasse
Try	Tryptophan
TZ	Tageszunahme
U/l	Unit/Liter
U	unbalanciert
XA	Rohasche
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein
ZWZ	Zwischenwurfzeit

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde mittels eines partizipativen Ansatzes eine Lösungsmöglichkeit für die Problematik der „100% Biofütterung“ von laktierenden Zuchtsauen entwickelt. Dazu wurden 2 Rationen im Exaktversuch über 2 Jahre getestet: eine Ration, die eine niedrige Proteingehalt und eine ausgewogene Aminosäurezusammensetzung aufwies, und die als Beispiel, wie sie auf Praxisbetrieben bei eigener Rationsherstellung ("Selbstmischer") Anwendung findet (Behandlung U). Die zweite Ration wurde diesbezüglich weitgehend optimiert, diese Ration bildet die Situation bei Verwendung von kommerziell hergestelltem Allein- oder Ergänzungsfutter bzw. allgemein bei Implementierung eines optimierten Fütterungsregimes ab (Behandlung O). Beide Rationen wurden unter Einhaltung der EU-VO 889/2008 gestaltet und enthielten ausschließlich Komponenten aus biologischer Erzeugung. Insgesamt wurden die Daten von 34 Sauen in die Auswertung aufgenommen, von diesen Sauen wurden 118 Würfe ausgewertet.

Bei den Sauen resultierten für die Merkmale Lebendmasse, Rückenspeckdicke und Zwischenwurfzeit keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungen. Tendenziell nahmen Sauen aus der Behandlung O mehr Futter auf (7,38 kg vs. 6,85 kg; $P=0,071$) und erzielten tendenziell weniger Leertage (8,8 Tage vs. 12,7 Tage; $P=0,099$). Signifikant höhere Werte wurden in Behandlung O für den Harnstoffgehalt ($P=0,018$) und die Freien Fettsäuren (0,005) im Blutserum erreicht. Keine Unterschiede gab es bei den Parametern Wurfgröße bei Geburt und Absetzen, Wurfmasse bei Geburt und Absetzen und den Tageszunahmen des Wurfes, tendenziell erreichten Ferkel aus der Behandlung O höhere individuelle Tageszunahmen als in Behandlung U (247 g vs. 232 g; $P=0,088$), wohingegen die Ferkelverluste ebenfalls in Behandlung O tendenziell höher ausfielen ($P=0,093$). Etwa zum Mitte des Exaktversuchs wurde begonnen, die gewonnenen Erkenntnisse auf 4 Praxisbetrieben umzusetzen.

Als Erkenntnisse für Beratung und Praxis lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten: Sauen können Minderversorgungen durch Rationen, die unter den empfohlenen Gehalten für die Energie- und insbesondere die Aminosäureausstattung liegen, teilweise kompensieren. Dies setzt allerdings eine hohe Futteraufnahme voraus. Eine negative Beeinflussung der Fruchtbarkeit der Sauen und der Ferkelverluste in der Säugezeit durch eine Unterversorgung mit essenziellen Aminosäuren während der Laktation ist unter Verhältnissen, wie sie in der vorliegenden Untersuchung bestanden, nicht zu erwarten. Die tendenzielle Verschlechterung der Fruchtbarkeit in der unbalancierten Gruppe des Exaktversuchs lässt aber doch vermuten, dass hier die Untergrenze für eine gerade noch akzeptable Versorgungssituation erreicht wurde. Für Beratung und Praxis lässt sich daraus die Empfehlung ableiten, dass Betriebe, die ihre laktierenden Sauen in Hinkunft (nach Auslaufen der Übergangsfrist laut EG-Verordnung Ende 2014) bewusst mit diesen knapp formulierten Rationen füttern wollen, unbedingt ein professionelles Fütterungsmanagement sicherstellen müssen. Dazu gehören insbesondere regelmäßige Futtermittelanalysen, da die Schwankungen des Nährstoffgehalts in den Futtermitteln relativ groß sein können, wie auch in der vorliegenden Untersuchung dokumentiert wurde. Die bei niedriger bzw. unbalancierter Aminosäureversorgung der Sauen nicht auszuschließende verminderte Lebendmasse-Entwicklung der Ferkel ist aus der Sicht der Praxis von großer Bedeutung, da die 100 % Bio-Fütterung von Saug- und Aufzuchtferkel von den BetriebsleiterInnen als besondere Herausforderung angesehen wird.

Abstract

The aim of the present study was to formulate and test a dietary concept for lactating organic sows which should be suitable for being suggested by advisory services. Therefore in a feeding experiment, the effects of two different types of diets were investigated on productive and reproductive animal performance. The treatments differed in their dietary amino acid profile. One diet represented a situation in which diets were based on home-grown feedstuffs and therefore were imbalanced in their amino acid pattern (treatment U). The other diet represented a situation in which either a commercial complete feed or a supplementary protein-rich compound feed were purchased and imported into the system (treatment O); this diet contained a fairly well balanced amino acid pattern. Both diets were formulated according to the EC-Regulation 889/2008 and contained feedstuffs of organic origin only.

In the feeding experiment, data from 34 sows with 118 litters were analysed. There were no significant differences between treatments in live weight and backfat thickness of sows. Feed intake of sows was slightly lower when the dietary amino acid pattern was imbalanced (7,38 kg vs. 6,85 kg; $P=0,071$) and weaning to estrus-interval (8,8 Tage vs. 12,7 Tage; $P=0,099$) tended to be lower in this treatment. Serum urea content ($P=0,018$) and NEFA (0,005) were significantly higher for treatment O. No significant differences were found between treatments for litter size, litter weight at farrowing and weaning and litter daily weight gain; however there was a tendency towards a higher daily weight gain per piglet (247 g vs. 232 g; $P=0,088$) for treatment O.

About one year after the start of the feeding experiment, a field study was conducted. Status quo of the feeding management of lactating sows was recorded on 4 organic farms. Based on results from feed analysis and preliminary results from the feeding experiment, measures for an optimized feeding management were defined together with the farmers and were implemented. Performance and animal health as well as the level of acceptance by farmers were described before and after the implementation.

Results of the present study indicate that feed intake of sows will be slightly lower if the dietary amino acid pattern is imbalanced. Nevertheless no significant decrease could be observed in performance and health status of sows, but reproductive performance may eventually be somewhat reduced if these diets are fed over several reproductive cycles. Piglet growth corresponded with litter size rather than with the amino acid profile of the sows' diet. Piglet mortality was also not influenced by dietary treatment. In this study, sows generally had a high feed intake; this seems to be a critical success factor if 100 % organic diets shall be fed to lactating sows.

The farmers who were involved in this study were quite satisfied with the results obtained on their farms. Body condition, reproductive performance and health of sows, as well as piglet mortality and piglet growth were not affected when diets were adjusted towards 100 % organic feed. Farmers perceive the supplementary feeding of suckling piglets and rearing diets as a greater challenge than the feeding of lactating sows once conventional feed components will not be allowed anymore in the diets of organic pigs.

1 Einleitung und Zielsetzung

Durch den deutlichen Anstieg der biologisch bewirtschafteten Ackerflächen in Österreich von 68.592 ha im Jahr 2000 auf 190.202 ha im Jahr 2012 (Grüner Bericht 2013) konnte auch die verfügbare Menge an Futtergetreide deutlich erhöht werden. Dies erhöhte auch die Attraktivität der Veredelung am eigenen Betrieb über die Schweinemast (Stögermayr 2006).

Weiters kam es durch den Einstieg des Lebensmitteleinzelhandels in die Vermarktung von Bio-Schweinefleisch zu einer deutlichen Ausweitung des Bedarfs an Bio-Schweinen. So konnte die Vermarktung von Bio-Schweinen von 33.540 Stück im Jahr 2003 auf 65.000 Stück im Jahr 2012 gesteigert werden (Bio Austria 2013).

In der Produktionskette von Bio-Schweinefleisch liegt die Zuchtsauenhaltung an erster Stelle. In einigen Publikationen (Leeb 2001, Baumgartner 2001, Zollitsch et al. 2000) wird auf die prekäre Ernährungssituation im Bereich der Zuchtsauenhaltung auf österreichischen Bio-Betrieben hingewiesen. Dem hohen Bedarf an Nährstoffen steht eine unzureichende Versorgung der Sauen mit diesen in der Ration gegenüber. Durch die Verbesserung der Versorgungslage kann es zu einer Steigerung des Leistungsniveaus der Sauen kommen. Das bedeutet, dass mehr gesunde, leistungsstarke Ferkel für den Mastbereich zur Verfügung stehen und somit die Bedürfnisse des Marktes nach Bio-Schweinefleisch besser abgedeckt werden könnten.

Um den Anforderungen des Marktes zu entsprechen, ist eine weitere Professionalisierung im Bereich der Bio-Schweineerzeugung dringend erforderlich. So wurde unter anderem die Umsetzung optimierter Rationen für Bio-Mastschweine durch Beratungsmaßnahmen gut unterstützt. Eine erfolgreiche Produktion von Bio-Schweinefleisch kann aber nur unter Einbeziehung aller Glieder der Produktionskette wie Zuchtsauenhaltung, Ferkelaufzucht und Mastschweinehaltung durchgeführt werden. Da es derzeit kaum Forschungsaktivitäten zur Zuchtsauenfütterung in der Biologischen Landwirtschaft gibt, ist eine auf fundierten Daten basierende Beratungsarbeit vor allem in Hinblick auf die nötige Umsetzung von „100 % Bio-Fütterungskonzepten“ kaum möglich.

Eine Herausforderung der bedarfsgerechten Fütterung laktierender Sauen liegt in der Einschränkung erlaubter Futterkomponenten nach den EG-Verordnungen 834/2007 und 889/2008 (Kommission der Europäischen Gemeinschaft 2007, 2008), wonach der Einsatz von synthetischen Aminosäuren sowie Futtermitteln und Futterzusatzstoffen, die gentechnisch oder mit Hilfe von gentechnisch erzeugten Stoffen hergestellt wurden, verboten ist. Diese Problematik wird mit dem Wegfall der Möglichkeit, bestimmte, konventionell erzeugte Futtermittel in der Fütterung einzusetzen, ab 1.1.2015 verschärft; die EU-Verordnung 505/2012 erlaubt bis 31.12.2014 einen 5 %-igen Anteil an konventionell erzeugten Futtermitteln in der Ration (Kommission der Europäischen Gemeinschaft 2012).

Ein entscheidendes Hindernis für die Formulierung einer Ration aus 100 % Futtermitteln aus Biologischer Landwirtschaft stellt dabei die mangelnde Verfügbarkeit physiologisch geeigneter Bio-Futtermittel und die damit verbundenen hohen Kosten für den Einsatz derselben in den Rationen dar (Ingensand et al. 2005). Als weiterer Problembereich gilt die Versorgung von monogastrischen Nutztieren mit Aminosäuren auf biologisch wirtschaftenden Betrieben, da nur wenige Futtermittel zur Verfügung stehen, die einen

Proteingehalt ähnlich dem des in der konventionellen Schweinehaltung eingesetzten Sojaextraktionsschrots aufweisen (Zollitsch et al. 2000, 2004).

Wissenschaftlich gesicherte Daten zu den Effekten einer Umstellung der Fütterung von Sauen auf Rationen, die zur Gänze aus biologisch erzeugten Komponenten bestehen, und den daraus resultierenden möglichen Abweichungen von gängigen Bedarfsempfehlungen, fehlen.

Die vorliegende Untersuchung nahm sich dieser Problematik an. Es wurde versucht, mittels eines partizipativen Ansatzes Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten. Die derzeit herrschenden Unklarheiten und Unsicherheiten, die bei Bio-Bauern und -Bäuerinnen und BeraterInnen hinsichtlich der Protein- bzw. Aminosäurenversorgung von Zuchtsauen gegeben sind, wurden in einem Workshop evaluiert und Lösungsansätze diskutiert. Gemeinsam mit ProponentInnen der biologischen Zuchtsauenhaltung wurden zwei praktikable Rationskonzepte entwickelt, in denen ausschließlich Futterkomponenten aus Biologischer Landwirtschaft zum Einsatz kamen. Eine Ration wies niedrigere Proteingehalte und Abweichungen im Aminosäuremuster gegenüber herkömmlichen Bedarfsempfehlungen auf, wie sie in der Praxis bei Selbstmischern auftreten können, die zweite Ration wurde nach Bedarfsempfehlungen optimiert gestaltet.

Beide Rationskonzepte wurden in einem zweijährigen Exaktversuch untersucht, um genauere Informationen darüber zu erhalten, wie sich eine Ration, die gegenüber Bedarfsempfehlungen bezüglich Proteinversorgung abweicht und leichte Imbalancen im Aminosäuremuster aufweist, auf die Reproduktionsleistung laktierender Sauen auswirkt.

Die Ergebnisse aus dem Exaktversuch sollen Aussagen über die zukünftige Rationsgestaltung in der biologischen Zuchtsauenhaltung ermöglichen und die gewonnenen Erkenntnisse in die Bio-Beratung einfließen. Es sollte ein Beitrag dazu geliefert werden, dass es auf den Betrieben zu einer Verbesserung der Versorgungssituation von laktierenden Sauen kommt.

2 Literaturübersicht

2.1 Leistung und Nährstoffbedarf von laktierenden Sauen

Wie bei allen Säugetieren stellt die Milch die erste Versorgungsquelle der Ferkel mit Nährstoffen dar, die Lebendmasseentwicklung des Wurfes hängt daher stark von der produzierten Milchmenge ab (Boyd et al. 1995). Die Laktationsleistungen moderner Sauenlinien sind sehr hoch. Bei guter genetischer Veranlagung und gezielter Fütterung kann mit einer durchschnittlichen täglichen Milchleistung von 8-10 l gerechnet werden, dies entspricht etwa der physiologischen Leistung einer Kuh mit einem Tagesgemelk von rund 40 l (Roth 2011). Die Milchmenge ist stark abhängig von der Verfügbarkeit der Nährstoffe (Boyd et al. 1995), die durch das Futter aufgenommen werden. Um aber die genetische Veranlagung zu solchen hohen Leistungen auszuschöpfen und gleichzeitig die Gesundheit und das Wohlbefinden der Sauen zu gewährleisten, ist eine ausreichende Versorgung der Sauen mit Nährstoffen während dieser Hochleistungsphase eine unabdingbare Notwendigkeit. Diese stellt allerdings eine große Herausforderung an die SauenhalterInnen dar, da eine Deckung des Nährstoffbedarfs nur durch den Einsatz sehr nährstoffreicher Futtermittel bzw. durch ein professionelles Fütterungsmanagement gewährleistet werden kann (Boyd und Kensinger 1998).

2.1.1 Milchbildung

Die Aufnahme von Muttermilch ist für Ferkel essenziell, da sie die Quelle ihrer Versorgung mit Energie und Proteinen bzw. Aminosäuren darstellt (Gürtler und Schweigert 2000). Darüber hinaus erfolgt in den ersten Lebenstagen durch die Aufnahme von Kolostralmilch die Entwicklung einer passiven Immunität (Jeroc et al. 2008). Die hohe Energie- und Proteindichte der Sauenmilch ermöglicht es den Ferkeln, die bei der Geburt geringen Reserven für die Thermoregulation auszugleichen und in weiterer Folge beachtliche Tageszunahmen während der Säugezeit zu erzielen.

Entsprechend hoch wird der Zusammenhang zwischen der Wachstumsrate eines Wurfes und dem Gehalt an Energie und Protein der Sauenmilch eingestuft (Boyd et al. 1995). Bestätigt wird dies durch die Erkenntnis, dass das Aminosäuremuster der Sauenmilch dem Aminosäuremuster im Körpergewebe der Ferkel stark ähnelt (Darragh und Moughan 1998). Dies bedeutet aber auch, dass ihr Gastrointestinaltrakt den Ferkeln eine sehr effiziente Verdauung und Absorption der Nährstoffe ermöglicht. So liegt der Verdauungskoeffizient von Sauenmilch für Ferkel bei 97-99 %, die Verdaulichkeit des Stickstoffs aus den Aminosäuren bei 95 % (Pluske und Dong 1998).

Nach der Phase der Kolostralmilch ändert sich die Zusammensetzung der Sauenmilch nur unerheblich (Darragh und Moughan 1998). Publierte Werte für die Trockenmasse liegen zwischen 18 und 21 %, Laktose 5,0-7,4 %, Fett 6-7,6 % und Protein 4,8-6,1 % (Darragh und Morgan 1998, Gürtler und Schweigert 2000, Daza et al. 2004, Jeroc et al. 2008, Roth 2011). Der Gehalt an Lysin in der Sauenmilch liegt zwischen 3,6 g und 4,1 g pro kg Milch (Darragh und Morgan 1998, Daza et al. 2004, Roth 2011). Die Ergebnisse können auf Grund verschiedener Verfahren der Probenahme und verschiedener Analysemethoden Schwankungen unterliegen.

Ebenso variieren der Nährstoff- und Energiegehalt in der Sauenmilch durch folgende Einflussfaktoren:

- Tierindividuelle Unterschiede
- Rasse
- Fütterung
- Körperkondition der Sau
- Gesundheitliche Beeinträchtigungen

Die Synthese der Milchhaltsstoffe erfolgt in den Epithelzellen der Milchdrüsen aus den Nährstoffen, die durch das Futter oder durch mobilisierte Körperreserven über den Transport im Blutplasma zur Verfügung gestellt werden. Das Gewebe der Milchdrüsen zählt bezüglich Transport und Metabolisation von Nährstoffen wie z.B. den Aminosäuren zum aktivsten Gewebe im Körper (Boyd et al. 1995). Die Zellkompartimente, die an der Bildung von Milchprotein und Laktose beteiligt sind, sind das Endoplasmatische Reticulum (ER), der Golgi-Apparat und zum Teil auch die Mitochondrien. Ab der Geburt kommt es zu einem starken Wachstum des ER und des Golgi-Apparates, zu Beginn der Laktation steigt die Anzahl der Mitochondrien in der Drüsenzelle. Aufgabe der Mitochondrien ist die Lieferung von Kohlenstoffketten zur Bildung nicht-essenzieller Aminosäuren, die essenziellen Aminosäuren werden direkt aus dem Blut übernommen. Milchprotein entsteht mit Hilfe von Polyribosomen, die an die Membran des ER gebunden sind, in der Region des Golgi-Apparates. Von dort wandern sie mit Wasser, Ionen und anderen wasserlöslichen Stoffen eingekapselt in Vesikeln von der Außenseite des Golgi-Apparates zur Zellaußenseite, wo sie sich mit der äußeren Zellmembran verbinden und von dort mittels umkehrbarer Pinozytose in das Alveolarlumen abgegeben werden (Rook und Thomas 1983).

Die Bildung der Milchhaltsstoffe ist ein kontinuierlicher Prozess, der von folgenden Kriterien bestimmt wird (Boyd et al. 1995):

- Zahl und Aktivität der Epithelzellen im Milchdrüsen Gewebe
- Endokrine Stimulation der Milchsynthese und Milchsekretion
- Nährstoffe aus endokrin mobilisiertem Körpergewebe
- Stimulation der Milchdrüse und Milchsekretion durch die Ferkel
- Verfügbarkeit von Nährstoffen für die Milchbildung aus der Nahrung

Moderne Sauenlinien weisen eine deutliche Steigerung der Größe gegenüber Sauen vor einigen Jahrzehnten auf. Damit verfügen sie über mehr funktionsfähige Milchdrüsen mit mehr Gewicht und Größe und auf Grund dessen über eine höhere Anzahl an Epithelzellen. Dadurch sind sie in der Lage eine höhere Milchsyntheserate zu erzielen (Mackenzie und Revell 1998). Ebenso wird die Kapazität zur Milchbildung stark von der Stoffwechselaktivität der Epithelzellen bestimmt. So ist die Effizienz der Aminosäuren-Carrier-Systeme durch die Membran der Epithelzellen dafür verantwortlich, dass die im Blut zur Zelle transportierten Ausgangsstoffe zur Synthese der Milchhaltsstoffe und für Aufbau und Erhaltung der Milchdrüsen ausreichend in der Zelle zur Verfügung stehen (Trottier 1997, Nielsen et al. 2002). Weiters steigt mit Dauer der Laktation die Anzahl der Mitochondrien in den Epithelzellen. Die Mitochondrien sind wichtige Lieferanten von Kohlenstoffketten für die Synthese nicht-essenzieller Aminosäuren im Milchprotein (Rook und Thomas 1983).

Die Entwicklung der Milchdrüse, das Einsetzen und die Aufrechterhaltung der Laktation werden von Reproduktions- und Stoffwechselformonen gesteuert (Gürtler und Schweigert 2000). So führt zum Beispiel die Ausschüttung von Prolactin rund um die Geburt zum Einsetzen der Laktation. Weiters gilt Prolactin als wichtigstes Hormon zur

Stimulierung der Laktose- und Milcheiweißsynthese in den Alveolarzellen und somit zur Aufrechterhaltung der Laktation. Durch Stimulierungen am Gesäuge werden Nervenreize über den Hypothalamus an den Hypophysenvorderlappen weitergeleitet, wo die Sekretion von Prolactin vonstatten geht. Ebenso wird durch die Gesäugemassage der Ferkel die Ausschüttung von Oxytocin ausgelöst. Dieses im Hypothalamus gebildete und über den Hypophysenhinterlappen freigesetzte Hormon bewirkt die Kontraktion der Korbzellen der glatten Muskulatur, wodurch die Milch aus den Alveolen in die Milchgänge gepresst wird und zur Entleerung der Milchdrüsen führt. Sowohl Prolactin als auch Oxytocin unterstützen die Nutzung von Körperprotein und Fettreserven der Sau zur Milchsynthese, sobald die Sau in eine katabole Stoffwechsellage gelangt (Gürtler und Schweigert 2000, Kemp 1998).

Die Höhe der Milchproduktion hängt stark mit den Faktoren Wurfgröße, Saugintensität und Saugintervall zusammen. Ausschlaggebend für die Milchsynthese ist die Zahl der funktionsfähigen Milchdrüsen, die durch die Anzahl der Ferkel bestimmt wird. Bei Sauen mit größeren Würfen steigt sowohl die Gesamtmasse des Milchdrüsengewebes als auch der Gehalt an Eiweiß, DNA und Asche im Drüsengewebe an. Das Wachstum der einzelnen Drüsen ist aber geringer. Die Steigerung resultiert daher aus der größeren Anzahl besaugter Zitzen, insgesamt wird der geringere Milchfluss pro Zitze durch mehr Zitzen ausgeglichen (Kim et al. 1999b, Auld et al. 1998). Ebenso kompensieren die Ferkel die geringere Milchmenge pro Zitze durch eine Verkürzung des Saugintervalls (Auld et al. 1998). Mackenzie und Revell (1998) führen an, dass aufgrund der Verkürzung der Saugintervalle durch die größeren Würfe moderner Sauenlinien 4,5 Saugakte mehr pro Tag zu verzeichnen sind. Dies erklärt die Steigerung der Milchleistung um 20-30% gegenüber früheren Züchtungen ohne Berücksichtigung des genetischen Zuchtfortschrittes. Weiters wird die Entwicklung der Milchdrüsen durch häufigere Saugakte positiv beeinflusst und es kommt zu einer Vergrößerung der Gesäugegewebemasse (Auld et al. 2000). Die Milchmenge ist vom Volumen der Alveolen und der Frequenz ihrer Entleerung abhängig. Innerhalb von 35 Minuten nach einem Saugakt ist die Milchbildung wieder abgeschlossen. Dies erfolgt aber nur bei Entleerung des Gesäuges, daher wird der Milchfluss stark davon beeinflusst, wie häufig Saugakte initiiert werden (Auld et al. 2000, Spinka et al. 1997). Eine hohe Milchproduktion ist essenziell für das Ferkelwachstum und die Reduktion von Ferkelverlusten. Die Ergebnisse aus einem Versuch von Valros et al. (2002) zeigen, dass die Tageszunahmen des Wurfes signifikant von der Häufigkeit der Saugakte beeinflusst wird. In dieser Studie erhöhte ein zusätzlicher Saugakt innerhalb 24 Stunden die Wurf Tageszunahmen um 5,12 g. Für die Höhe der Milchleistung spielt auch die Saugintensität eine Rolle. So wird bei Pluske und Dang (1998) beschrieben, dass schwerere Ferkel das Gesäuge aktiver stimulieren und dadurch mehr Milch produziert wird.

Zu Beginn der Laktation wird die Milchbildung der Sau, wie im vorangegangenen Absatz ausgeführt, überwiegend durch die Ferkel bestimmt (Ferkelanzahl, Saugintensität, Saugintervall). Dies deckt sich auch mit dem Verlauf der Laktationskurve. Ab Beginn der Laktation kommt es zu einem raschen Anstieg der Milchmenge, die ihren Höchstwert in der 3. Laktationswoche erreicht, um bis zum Absetzen langsam wieder abzufallen (Hansen et al. 2012, Daza et al. 2004, Nielsen et al. 2002). Bei fortschreitender Laktation wird die Verfügbarkeit der Nährstoffe zum Hauptkriterium der Milchproduktion (Pluske und Dong 1998).

Grundsätzlich wird die Milchsynthese in den Epithelzellen durch die Nährstoffe ermöglicht, die durch das Futter und bei Minderversorgung durch Mobilisierung des Körpergewebes der Sau zur Verfügung gestellt werden. Die Milchdrüsen sind Hauptnutzer der absorbierten Nährstoffe. So werden 65-70 % der Nahrungsenergie laktierender Sauen und 81-88 % des Nahrungsproteins für die Milchbildung benötigt (Close und Cole 2000, Boyd et al. 1995). Hauptquellen für die Bildung der Milchproteine sind freie Aminosäuren im Blut, die aus den Nahrungsproteinen und bei kataboler Stoffwechsellage aus dem Körpergewebe bereitgestellt werden (Trottier 1997). Diese freien Aminosäuren passieren die Membran der Milchepithelzellen intakt, einige essenzielle Aminosäuren wie Methionin, Histidin, Phenylalanin und Tryptophan gelangen in direktem Wege vom Blutplasma in die Milch. Dagegen finden sich für Lysin, Threonin, Valin, Leucin und Isoleucin höhere Werte im Blut als später in der Milch. Speziell die verzweigtkettigen Aminosäuren (Valin, Leucin und Isoleucin) sind Kohlenstoff- und α -amino-Stickstoffquellen für die Synthese von nicht-essenziellen Aminosäuren (Boyd et al. 1995). Ein Defizit einer einzigen essenziellen Aminosäure kann bei Sauen aber die Milchmenge und Milchproteine limitieren. Daher benötigen Sauen mit einer höheren Milchleistung mehr Futter bzw. Nährstoffe, um ihren Bedarf an Nährstoffen, speziell an essenziellen Aminosäuren, abzudecken (Boyd und Kensinger 1998, Rook und Thomas 1983). Aber auch das Wachstum der Milchdrüsen hängt direkt mit der Energie- und Proteinaufnahme während der Laktation zusammen (Kim et al. 1999a). Bei größeren Würfen und damit mehr funktionsfähigen Milchdrüsen, steigt der Bedarf an Aminosäuren asymptotisch an. So steigt der Bedarf für das Wachstum der Milchdrüse um 0,96 g Lysin/d für jede weitere Milchdrüse und jedes weitere Ferkel (Kim et al. 1999b).

2.1.2 Genetisches Potenzial

Durch eine intensive züchterische Bearbeitung kam es ab Beginn der 1970-iger Jahre zu bemerkenswerten Veränderungen moderner Sauenlinien im Vergleich zu früheren Züchtungen. Es wurde ein Anstieg der Milchleistung erzielt, die Wurfgröße steigerte sich, die Wachstumsrate der Ferkel erhöhte sich, die Sauen wurden größer und die Rückenspeckdicke verringerte sich (Ball et al. 2008, Bergsma et al. 2008, Close und Cole 2000, Mackenzie und Revell 1998, Sauber et al. 1998). Dieser Zuchtfortschritt stieg in den letzten 20 Jahren sogar noch an (Ball et al. 2008). Die erfolgreiche Selektion auf größere Würfe, Reduktion der Rückenspeckdicke und verbesserte Wachstumsraten führte aber auch dazu, dass moderne Sauenlinien erhöhte Ansprüche bezüglich Nährstoffen bzw. der Fütterung haben (Hermesch et al. 2008). Das Abdecken dieser Ansprüche setzt ein professionelles Fütterungsmanagement voraus, um es den Tieren zu ermöglichen ohne gesundheitliche Beeinträchtigungen ihr genetisches Potenzial voll nutzen zu können.

Ein Vergleich der Milchleistungen früherer und heutiger Sauenlinien zeigt die beachtliche Steigerung in diesem Merkmal um mindestens 60 % (Kim et al. 2013, Hansen et al. 2012, Mackenzie und Revell 1998). So erbrachten Sauen Anfang der 1970-iger Jahre eine Milchleistung von 5-6 l/Tag, während sie in den 1990-iger Jahren bereits bei 9-11 l/Tag lag und diese Menge von heutigen Sauenlinien sogar noch überschritten wird. Diese rasante Zunahme der Milchmenge ist überwiegend auf den Zuchtfortschritt in diesem Merkmal zurückzuführen, einen gewissen Anteil haben aber auch die größeren Würfe dieser Genotypen mit der daraus resultierenden stärkeren Stimulation der Milchdrüsen. Ebenso spielt auch die heutige Dominanz einiger weniger milchleistungsstarker Rassen wie z.B. Large White und Landrasse in der Ferkelerzeugung eine Rolle (Mackenzie und

Revell 1998). Der Zuchtfortschritt führte dazu, dass Erstlingssauen aktuell bereits mehr Milch produzieren als früher Sauen nach mehreren Würfen.

Moderne Sauenlinien haben größere Würfe und setzen mehr und schwerere Ferkel ab. So verzeichnen Ball et al. (2008) in Kanada für die Rasse Yorkshire eine Steigerung der Wurfgröße im Zeitraum von 1987 bis 2007 von 10,5 auf 12,5 Ferkel, die Rasse Landrasse steigerte sich um ca. 1,5 Ferkel/Wurf. Aber auch in Österreich erreichen die 25 % der besten Sauen bereits Ferkelzahlen von 12,8 pro Wurf (Schweinezuchtverband & Besamung Oberösterreich 2013). Diese erfolgreiche Selektion auf größere Würfe erhöht aber auch den Nährstoffbedarf der Sauen. Hermesch et al. (2008) führen aus, dass Mutterlinien, die in der Lage sind 0,10-0,20 Ferkel/Jahr mehr zu produzieren, während der Laktation um 50-100 g/Ferkel/Tag mehr fressen müssen, um den erhöhten Nährstoffbedarf zu decken.

Die Forderung der KonsumentInnen nach magerem Schweinefleisch führte auch bei den Zuchtsauen zu einer starken Veränderung der genetischen Veranlagung. Der Zuchtfortschritt der letzten Jahrzehnte brachte bei Sauen eine Verminderung der Rückenspeckdicke um über 50 % (Close und Cole 2000). Genotypen mit Veranlagung zu hohem Magerfleischanteilen sind in der Regel auch größer als Sauen früherer Sauenlinien (Sauber et al. 1998, Williams 1998). Die Körperzusammensetzung weist mehr Muskelgewebe und weniger Fettgewebe auf, was zu einer geringeren Rückenspeckdicke führt. Diese geringeren Fettdepots wirken sich bei der Mobilisation von Körpergewebe bei unzureichender Nährstoffaufnahme auf Grund von zu geringer Futtermittelaufnahme und zu geringer Nährstoffdichte der Ration aus. Sobald Sauen in eine katabole Stoffwechsellage kommen und die Energie für die Milchproduktion zum limitierenden Faktor wird, beginnen sie Körpergewebe, und hier vor allem Fett, einzuschmelzen. Da modernen Sauenlinien weniger Fettreserven zur Verfügung stehen, müssen sie größere Mengen an Aminosäuren für die Energiegewinnung heranziehen und es kommt zum Abbau von Muskelgewebe. Um diesem Muskelabbau entgegenzuwirken, kommt einer bedarfsdeckenden Versorgung mit essenziellen Aminosäuren, insbesondere Lysin, eine besondere Bedeutung zu (Sauber et al. 1998). Grandhi (1997) führt an, dass moderne, magerere Schweinetyphen das Potenzial haben, ihre Körperkondition während der Laktation zu halten, wenn das Fütterungsmanagement angemessen ist. Problematisch sieht Whittemore (1996) den Rückgang des Fettdepots für Erstlingssauen, da deren Körperwachstum während der ersten Laktation noch nicht abgeschlossen ist. Sie müssen daher verstärkt auch noch Nährstoffe für ihr eigenes Wachstum heranziehen, nichtsdestotrotz aber auch große Würfe versorgen. Dadurch kommen diese Sauen sehr schnell in eine katabole Stoffwechsellage, die durch die fehlenden Fettdepots zur Mobilisation oft gesundheitsgefährdende Ausmaße einnimmt. Die Sauen kommen nicht mehr oder sehr schwer in die Rausche. Dies ist einer der Hauptgründe zum Ausscheiden der Sauen nach der ersten Laktation.

2.1.3 Nährstoffbedarf

Durch die erläuterten genetischen Veränderungen der Sauen erhöhen sich die Anforderungen an die Nährstoffversorgung und die Bedarfsdeckung für Energie und Aminosäuren bei laktierenden Sauen. Dementsprechend wirken sich inadäquate Rationen negativ auf Gesundheit und Reproduktionsleistung der Sauen aus, wie z.B. Verkürzung der Nutzdauer, Anfälligkeit für Krankheiten und erfolglose Wiederbelegungen. Weiters führt eine Nährstoffminderversorgung zu kleineren Würfen, geringere Geburts-

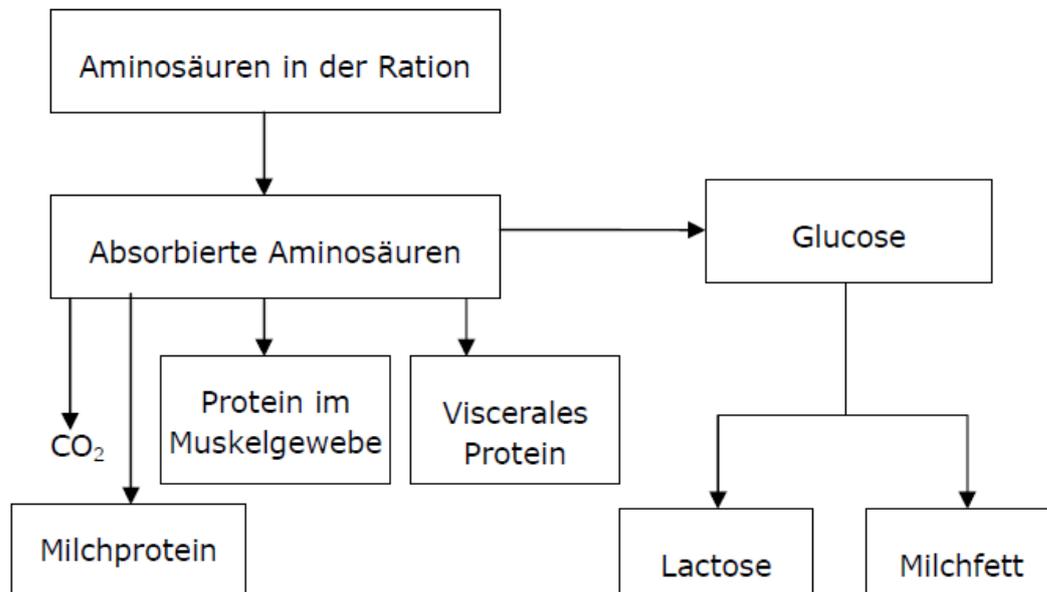
und Absetzgewichte der Ferkel und zu einer größeren Variabilität innerhalb eines Wurfes in Bezug auf die Tageszunahmen (Ball et al. 2008).

Bei einer zu geringen Nährstoffversorgung über das Futter können Sauen das so entstandene Defizit für die Milchbildung durch Einschmelzen von Körpergewebe bis zu einem gewissen Grad ausgleichen. So stehen den Sauen pro Kilogramm mobilisiertem Körpergewebe zusätzlich 20 MJ an Energie zu Verfügung (Roth und Rodehutschord 2006). Ebenso können Sauen bei katabolischer Stoffwechsellage durch Mobilisation von Muskelgewebe Aminosäuren für die Milchbildung gewinnen. Da das Aminosäuremuster aus dem Muskelgewebe nicht genau dem Aminosäuremuster für die Versorgung der Milchdrüsen entspricht, muss mehr Gewebe mobilisiert werden, um die Versorgung mit der erstlimitierenden Aminosäure zu gewährleisten (Boyd et al. 1995). Ein zu hoher Lebendmasseverlust durch das Einschmelzen von Körpergewebe birgt die Gefahr von Problemen bezüglich Saugesundheit und Reproduktionsleistung in sich. So setzen Jerchow et al. (2008) und Roth (2011) die Richtwerte für tolerierbare Lebendmasseverluste bei höchstens 20 kg an. Aktuelle Praxisempfehlungen (LfL 2011) geben als Richtwert für einen tolerierbaren Lebendmasseverlust während einer Laktation 7,5-10 % der Lebendmasse an.

Der Energiebedarf laktierender Sauen setzt sich aus dem Erhaltungsbedarf der Sau und dem Bedarf für Milchbildung zusammen. Während der Laktation wird die durch die Nahrung zugeführte Energie hauptsächlich für die Produktion von Milch verwendet. So geben Boyd et al. (1995) den Anteil der für die Milchbildung benötigten Energie mit 65-70 % an. Cole (1990) und Close und Cole (2000) veranschlagen 66 bzw. 65-80% des gesamten Energiebedarfs für Milchproduktion, in Abhängigkeit vom Alter der Sau und der Wurfgröße. Diese Angaben verdeutlichen, dass der Bedarf hauptsächlich von der Höhe der Milchleistung abhängt. Da die Milchleistung von Sauen in der Praxis schwer messbar ist, wird der Bedarf über die Zuwachsleistung der Ferkel ermittelt, da diese eng mit der Milchleistung korreliert. Je kg Lebendmassezuwachs der Ferkel werden 4,1 kg Milch benötigt. Der Energiegehalt von Saugenmilch liegt bei 5,0 MJ/kg mit einem Teilwirkungsgrad von $k_l=0,7$. Daraus ergibt sich für die Sau ein Bedarf von 29 MJ ME/kg LM-Zuwachs der Ferkel. Dazu muss noch der Erhaltungsbedarf berücksichtigt werden, der für Sauen mit geringer Bewegungsaktivität und im thermoneutralen Bereich bei 0,44 MJ ME/kg $LM^{0,75} \cdot d^{-1}$ liegt (Roth und Rodehutschord 2006). Noblet et al. (1998) beziehen in ihre Berechnung für den täglichen Bedarf an metabolischer Energie nicht nur den Lebendmassezuwachs des Wurfes, sondern auch die Wurfgröße mit ein: $MJ ME = 0,460 \times LM^{0,75} + 28,6 \times \text{Wurfzuwachs (kg/d)} - 0,52 \times \text{Wurfgröße}$. Um den hohen Energiebedarf abdecken zu können, werden für Rationen je nach Leistungsniveau Energiegehalte von 13,0 – 13,4 MJ ME/kg Futter empfohlen (GfE 2006).

Zu den Hauptnährstoffen für die Ernährung aller Lebewesen und somit auch für Sauen zählt Protein. Die Gehalte an Protein im Futter sind für Rationsberechnungen aber relativ ungenau, da für die Tiere Proteine im Futtermittel nur als Quelle für die darin enthaltenen Aminosäuren dienen. Eine adäquate Fütterung der Sauen hängt somit nicht vom Proteingehalt des Futters ab, sondern vom Gehalt an Aminosäuren. So wurden bei Sauen, die Rationen mit abgesenkten Rohproteingehalten, aber Aminosäuren nach Bedarfsempfehlungen verabreicht bekamen, in einem Fütterungsversuch keine Leistungseinbußen festgestellt (Wehenbrink et al. 2006, Pfeffer et al. 1997). Durch das Futter aufgenommene Aminosäuren werden im Körper für den Aufbau von

Muskelgewebe, Produktion von Milch und Energiegewinnung herangezogen (siehe Abbildung 1).



Nach Noblet et al. 1998

Abbildung 1: Schematischer Ablauf des Aminosäuren-Metabolismus bei laktierenden Sauen

Im Schweinekörper finden sich 22 verschiedene Aminosäuren, 9 davon werden als essenzielle Aminosäuren (Histidin, Isoleucin, Leucin, Lysin, Methionin, Phenylalanin, Threonin, Tryptophan und Valin) bezeichnet, da sie vom Tier nicht selbst produziert werden können, sondern durch die Nahrung zugeführt werden müssen. Teilweise wird Arginin ebenfalls zu den essenziellen Aminosäuren gezählt, obwohl es im Organismus von Schweinen aus Glutamin synthetisiert werden kann. Die Syntheserate ist bei wachsenden Schweinen aber gegenüber dem Bedarf inadäquat, daher muss eine Zufuhr von Arginin über die Nahrung erfolgen (NCR 1998, Blair 1997). Andere Quellen ordnen Arginin den semi-essenziellen Aminosäuren zu (Roth 2011, GfE 2006). Die semi-essenzielle Aminosäure Cystein kann im Organismus aus Methionin gebildet werden, Tyrosin aus Phenylalanin (Roth 2011, Blair 2007, Jeroch et al. 2008).

Die ernährungsphysiologische Qualität von Proteinen im Futter hängt von deren Aminosäurezusammensetzung ab. Je mehr das Aminosäuremuster im Protein dem Bedarf im Organismus entspricht, desto hochwertiger ist das Futterprotein. Aus dieser Erkenntnis wurde in der Tierernährung das Konzept des idealen Proteins entwickelt. In diesem Konzept stehen alle essenziellen Aminosäuren in der Nahrung in einem Verhältnis zueinander, das genau dem Bedarfsmuster im Organismus entspricht (Roth 2011, Jeroch 2008, Close und Cole 2000). Je näher das Muster der essenziellen Aminosäuren in der Ration zum idealen Protein liegt, desto besser wird das Futter vom Tier verwertet und die Stickstoffausscheidungen sinken. Weichen einzelne Aminosäuren von diesem Muster ab, so führt das zu einer Limitierung in der Aufnahme anderer Aminosäuren. So kann ein Defizit einer einzigen Aminosäure bei Sauen die Milchproduktion begrenzen (Boyd und Kensinger 1998). Als Basis wird das praecaecal verdauliche (pcv) Lysin herangezogen, da diese essenzielle Aminosäure in auf Getreide basierenden Rationen als erstlimitierende

Aminosäure angesehen wird. Alle weiteren pcv Aminosäuren werden dazu in Relation gesetzt. In Tabelle 1 sind ausgewählte Werte aus der Literatur für ein ideales Muster essenzieller Aminosäuren für laktierende Sauen angeführt.

Tabelle 1: Ideales AS-Muster in der Ration laktierender Sauen nach verschiedenen Literaturquellen

	GfE (2006) ¹	Blair (2007) ¹	Close & Cole (2000) ²	Kim et al. (2001) ²
Lysin	100	100	100	100
Methionin	.	30	28	.
Methionin + Cystein	60	50	55	.
Threonin	65	60	60	75
Tryptophan	20	18	17	.
Isoleucin	55	60	58	60
Leucin	110	112	112	128
Valin	70	70	78	78

¹Lysin gesamt, ²pcv Lysin

Für die Gestaltung eines idealen Aminosäurenmusters für Rationen laktierender Sauen muss berücksichtigt werden, dass Sauen die Möglichkeit besitzen je nach Stoffwechsellage Aminosäuren aus dem Körpergewebe zu mobilisieren. Dadurch kann es während der Laktation zu einer Änderung im Aminosäurenmuster kommen, da sich auch die limitierenden Aminosäuren ändern. So wird bei geringerer Futteraufnahme und hoher Mobilisation von Körpergewebe Threonin zu einer limitierenden Aminosäure, bei hoher Futteraufnahme und geringer Mobilisation hingegen Valin (Kim et al. 2009). Die Autoren weisen weiters darauf hin, dass auch das Alter der Sau eine Rolle für das Aminosäurenmuster spielt. So verändert sich der Bedarf zwischen Erstlingsauen und Sauen mit mehreren Würfen. Diese Erkenntnisse legen nahe, Rationen von Sauen während der Laktation noch genauer an die unterschiedlichen Bedürfnisse bezüglich Aminosäurenmuster anzupassen. In der Praxis wird sich aber ein Konzept mit individuell angepassten Futtermischungen zur bedarfsgenauen Versorgung aus arbeitstechnischen Gründen nur schwer umsetzen lassen (Kim et al. 2009).

Der relative Anteil des Proteins für den Erhaltungsbedarf während der Laktation spielt in Abhängigkeit von Wurfzuwachs und Lebendmasse mit 3-5 % des Gesamtbedarfs eine untergeordnete Rolle (GfE 2006), wohingegen 81-90 % des Nahrungsproteins für die Milchproduktion verwendet werden. Das aufgenommene Lysin wird sogar bis zu 98 % für die Milchbildung herangezogen (Close und Cole 2000, Boyd und Kensinger 1998). Der Aminosäurenbedarf korreliert eng mit der Zusammensetzung der Sauenmilch. Obwohl sich die Zusammensetzung während der Laktation leicht verändert, weist die Sauenmilch einen Rohproteingehalt von 5,6 % auf, davon sind 7,6 % Lysin. Die hohe Konzentration von Lysin in der Milch unterstreicht die Bedeutung des Lysingehalts in der Ration für laktierende Sauen (Close und Cole 2000).

Aus zahlreichen Fütterungsversuchen wurden Richtwerte für eine bedarfsgerechte Aminosäurenversorgung von Sauen abgeleitet. Diese Werte unterliegen einer gewissen Bandbreite, da der Bedarf von mehreren Faktoren abhängig ist wie z. B. dem Alter der Sauen, Wurfgröße und Wurfzuwachsrate, vor allem aber von der Mobilisation von Körpergewebe. So wurden in einem Versuch von Yang et al. (2000) für eine maximale Wachstumsrate der Ferkel für Erstlingsauen ein Lysin-Bedarf von 44 g/d ermittelt;

dieser steigt beim 2. Wurf auf 55 g/d und im 3. Wurf auf 56 g/d. Eine Untersuchung von Richert et al. (1997) kam zu dem Ergebnis, dass bei höheren Lysin-Gehalten in der Ration die Absetzgewichte der Ferkel und der Wurfzuwachs höher ausfiel als bei niedrigerer Lysin-Ausstattung. Die höheren Lysin-Anteile zeigten aber nur Auswirkungen bei Würfen mit mehr als 10 Ferkeln, bei kleineren Würfen konnten keine Effekte beobachtet werden. Daraus ergaben sich Richtwerte für die tägliche Lysin-Aufnahme von 56 g bei Sauen mit mehr als 10 Ferkeln, wohingegen für eine Versorgung von Sauen mit kleineren Würfen die Aufnahme von 37 g Lysin/ als ausreichend angesehen werden kann. Um einen zu starken Körpermasseverlust der Sauen zu vermeiden, liegt die Empfehlung von Dourmad et al. (1998) bei 45-55 g Lysin/d, da in diesem Bereich eine ausgeglichene N-Bilanz zu erzielen ist. In Tabelle 2 sind ausgewählte Richtwerte aus mehreren Fütterungsversuchen angeführt.

Tabelle 2 : Ausgewählte Richtwerte für eine bedarfsgerechte Lysin-Versorgung laktierender Zuchtsauen

Quelle	Lysin g/d	pcv Lysin g/d
GfE (2006)		33,6-56,2
Yang et al. (2008)	65,0	
Garcia Vilela Nunes et al. (2006)	45,0-58,9	40,0-53,5
Close & Cole (2000)	60,0	55,0
Yang et al. (2000)		44,0-56,0
Kusina et al. (1999)	45,0	
Dourmad et al. (1998)	45,0-55,0	
King et al. (1998)	50,0-55,0	
Touchette et al. (1998)		45,0/48,0
Richert et al. (1997)	37,0/56,0	

Um den Bedarf an Protein bzw. Aminosäuren zu decken, sollten Laktationsfutmischungen bei mittlerem Leistungsniveau 160 g XP bzw. 7,5 g pcv Lysin enthalten, bei größeren Würfen mit hohen Tageszunahmen mindestens 170 g XP bzw. 8,0 g pcv Lysin (LfL 2011). Für eine ausreichende Proteinqualität sollte der Lysinanteil im Rohprotein 5-6 % betragen (Jeroch et al. 2008). Um den Anforderungen hoher Wachstumsraten der Ferkel und einer möglichst geringen Mobilisierung von Körpergewebe zu entsprechen, ist auf ein pcv Lysin / ME -Verhältnis von ca. 0,60 g pcv Lysin/MJ ME zu achten (GfE 2006).

Um das hohe genetische Potenzial der Ferkel für Zuwachs nutzen zu können, ist eine dementsprechende Lysinversorgung unabdingbar. So muss die Sau zusätzliche 22 g pcv Lysin aufnehmen, um eine Steigerung des Ferkelzuwachses von 2 kg auf 3 kg abzudecken (GfE 2006). Bei höheren Ferkelzahlen bzw. höherer Wurfzuwachsrate muss entweder durch Abbau von Körpergewebe oder durch höhere Futteraufnahme die Versorgung gesichert werden (Jeroch et al. 2008). Dies unterstreicht – neben der Notwendigkeit eines leistungsangepassten Aminosäure-Gehalts der Ration – die Wichtigkeit einer hohen Futteraufnahme.

2.1.4 Futteraufnahme

Die Futtermenge, die eine Sau während einer Laktationsperiode frisst, beeinflusst ihre Reproduktionsleistung auf zwei Arten: zum einen werden dadurch die Nährstoffe für das Ferkelwachstum zur Verfügung gestellt, zum anderen hängt davon ab, ob die Sau in eine

katabole Stoffwechsellage kommt und Körpergewebe eingeschmolzen werden muss. Kann zweiteres durch eine hohe Futterraufnahme verhindert bzw. reduziert werden, zeigt das positive Auswirkungen auf das Absatz-Belege-Intervall, auf die Größe des folgenden Wurfes und somit auf die Lebens- bzw. Produktionsdauer der Sauen (Knap 2009).

Die Futterraufnahme wird durch mehrere Faktoren beeinflusst. Als die drei Hauptfaktoren werden von Williams (1998) das Tier selbst (z. B. Genotyp, Wurfanzahl, Wurfgröße, Länge der Laktation, Körpermasse und Körperkondition), die Umwelt (z. B. Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftqualität und Besatzdichte) und die Ernährung (z. B. Energiedichte der Ration, Protein- und Aminosäurebalance, physikalische Gestalt der Futtermittel, Gestaltung des Fressplatzes und Fütterungsfrequenz) angeführt.

Die bis Ende der 1980-iger Jahre einseitige Zucht auf magere Schweinetyphen führte zu negativen Auswirkungen auf die Futterraufnahmekapazität und somit zu einem Rückgang der Futterraufnahme auch bei Sauen. Diese Genotypen mit hohem Magerfleischanteil nahmen weniger Futter zu sich und wiesen einen verminderten Appetit auf (Close und Cole 2000). Durch geeignetere Selektionsmethoden und bessere Auswahl von Zuchtmerkmalen – es wurden spezielle Zuchtziele sowohl für Vater- als auch Mutterlinien entwickelt – konnte dieser genetische Antagonismus ab den 1990-iger Jahren neutralisiert werden (Knap 2009). So beschreiben Bergsma et al. (2008), dass ein Zuchtziel für Sauen mit Schwerpunkt auf Anzahl geborener Ferkel, Ferkelsterblichkeit und Absatz-Belege-Intervall weder die Lebendmasse und Körperkondition der Sauen zu Beginn der Laktation noch die Mobilisation von Körpergewebe und die Futterraufnahme während der Laktation stark ändert. Diese Studie legt nahe, dass es nicht notwendig erscheint, das ad libitum Futterraufnahmevermögen der Sauen mittels Zucht zu steigern, da Futterraufnahme genetisch nicht mit den Merkmalen bei den Zuchtzielen moderner Sauenlinien korreliert. Nichtsdestotrotz weisen Hermes et al. (2008) darauf hin, dass eine Selektion auf höhere Futterraufnahmekapazität zu einer Steigerung der Lebensdauer der Sauen führt. Ebenso korreliert die Anzahl abgesetzter Ferkel genetisch positiv mit der Futterraufnahme.

Die Futterraufnahme der Sauen steigt mit zunehmender Wurfanzahl. Dies stellt gerade an die adäquate Nährstoffversorgung von Erstlingssauen Anforderungen. Moderne Sauenlinien befinden sich zum Zeitpunkt ihrer ersten Laktation noch im Wachstum. Dies bedeutet, dass diese durch die geringere Körpermasse im Vergleich zu Sauen mit mehreren Würfen noch nicht die volle Futterraufnahmekapazität erreicht haben. Die dadurch bedingte geringere Futterraufnahme führt oftmals zu einer inadäquaten Versorgung mit Nährstoffen, was gerade in dieser Lebensphase problematisch für die weitere Nutzungsdauer der Sauen ist, da die Sauen zusätzliche Nährstoffe für das noch nicht abgeschlossene Wachstum benötigen und noch keine Körperreserven zur Mobilisation bei einer laktationsbedingten katabolen Stoffwechsellage ausgebildet haben (Eissen et al. 2003, Williams 1998, Whittemore 1996). In der Praxis zeigt sich die Problematik in der hohen Abgangsrate von Erstlingssauen nach der ersten Laktation auf Grund nachfolgender Fruchtbarkeitsstörungen (Whittemore 1996). In einer Untersuchung von Kruse et al. (2011) erreichten Sauen bereits in der zweiten Laktation eine hohe Futterraufnahme, bei Koketsu et al. (1996a) ab der dritten Laktation. Im Versuch von Thingnes et al. (2012) nahmen Sauen in der ersten und zweiten Laktation signifikant weniger Futter auf als ältere Sauen. Diese steigt sich noch bis zur sechsten Laktation und beginnt dann wieder leicht abzufallen (Close und Cole 2000, O'Grady et al. 1985).

Die Würfgröße zeigt indirekt einen Einfluss auf die Futteraufnahme, da durch eine stärkere Stimulierung der Milchproduktion durch größere Würfe mehr Nährstoffe für die höhere Milchbildung benötigt werden. Eine Steigerung der Futteraufnahme pro zusätzlichem Ferkel ist vor allem bei Würfgrößen unter 10 Ferkeln zu beobachten, darüber hinaus stagniert die Futteraufnahme (Koketsu et al. 1996a, O'Grady et al. 1985). In einer Auswertung, in die Daten von 3328 Sauen einfließen, kamen O'Grady et al. (1985) zu dem Ergebnis, dass pro zusätzlichem Ferkel 0,2 kg mehr Futter pro Tag aufgenommen wird.

Zu Beginn der Laktation ist die Futteraufnahme relativ gering, einige Empfehlungen für die Praxis sehen eine restriktive Fütterung am Abferkeltag und kontinuierliche Steigerung der Futtermenge in den ersten Tagen nach der Abferkelung vor, um den Sauen die Umstellung auf das Laktationsfutter zu erleichtern (Lfl 2011, Roth 2011, Jeroch et al. 2008). Die Steigerung der Futteraufnahme entspricht im weiteren Sinne dem Verlauf der Laktationskurve. Der Anstieg erfolgt bis zu Beginn der zweiten Laktationswoche relativ rasch (Kruse et al. 2011, Mosnier et al. 2010, Neil et al. 1996). Weitere Untersuchungen (Wehenbrink et al. 2006, Neil 1996) zeigen, dass eine maximale Futteraufnahme bis zur dritten Laktationswoche erreicht wird. Die durchschnittliche Futteraufnahme bei längeren Laktationszeiten erreicht höhere Werte, da die Periode mit höherer Futteraufnahme länger ist (Koketsu et al. 1996a).

Lewis und Bunter (2011) weisen in ihrer Studie auf den genetischen Zusammenhang von Körpergröße und Futteraufnahmevermögen hin. Sauen mit mehr Körpervolumen sind in der Lage mehr Futter aufzunehmen. Weiters spielt die Körperkondition der Sauen zum Zeitpunkt des Abferkelns eine große Rolle in Bezug auf die Futteraufnahme während der Laktation. Ergebnisse aus mehreren Untersuchungen zeigen, dass Sauen, die während der Trächtigkeit verstärkt Körperfett aufbauen und somit überkonditioniert in die Laktation gehen, während der Laktation weniger Futter zu sich nehmen, als Sauen mit weniger Fettreserven (Beyga und Rekiel 2010, Prunier et al. 2001, Wähler et al. 2001, Revell et al. 1998a).

Die Umgebungstemperatur hat einen signifikanten Einfluss auf die Futteraufnahme der Sauen (O'Grady et al. 1985). Niedrige Temperaturen steigern die Futteraufnahme, da die Tiere zusätzliche Nährstoffe benötigen, um den Wärmeverlust auszugleichen. Sauen reagieren mit einer Reduktion der Futteraufnahme, wenn die Temperaturen über den thermoneutralen Bereich der Sauen ansteigen. Aus einer Zusammenfassung verschiedener Untersuchungen geht hervor, dass bereits eine Temperatur über 20° C zu einer reduzierten Futteraufnahme führt (Williams 1998, Close und Cole 2000). Im Versuch von O'Grady et al. (1985) sinkt die Futteraufnahme um 25 % von 5,6 auf 4,2 kg/d, wenn die Temperatur von 16° C auf 27° C ansteigt. Die Angaben aus der Literatur für eine Futteraufnahmereduktion pro 1° C Temperaturanstieg liegen zwischen 0,05 und 0,39 kg/d abhängig von der Höhe der Temperatur (Close und Cole 2000, O'Grady et al. 1985). Aus diesem Gesichtspunkt ist auch der signifikante Einfluss der Saison auf die Futteraufnahme (Kruse et al. 2011, Schinckel et al. 2010, Koketsu et al. 1996a, O'Grady et al. 1985) zu betrachten. So nehmen Sauen während der Sommermonate weniger Futter auf als in der kälteren Jahreszeit.

Eine nicht unwesentliche Rolle in Bezug auf die Futteraufnahme spielt der Nährstoffgehalt einer Ration, hier vor allem der Gehalt an Energie und Protein bzw. Aminosäuren. So ist evident, dass bei Rationen mit sehr hoher Energiedichte die Futteraufnahme sinkt

(O'Grady et al. 1985), da dadurch eine frühere physiologische Sättigung eintritt als von der Futteraufnahmekapazität möglich wäre (Close und Cole 2000). Exemplarisch dafür sind die Ergebnisse eines Versuch von Pollmann et al. (1980), bei dem die Energiedichte einer Ration durch Beigabe von Talg gegenüber einer Kontrollration um 8 % angehoben wurde. Sauen, die mit dieser Ration gefüttert wurden, fraßen um 6,8 % weniger als die Sauen in der Kontrollgruppe, nahmen aber nichtsdestotrotz die gleiche Menge an Energie auf. Ein ähnliches Ergebnis zeigt sich in einer Untersuchung von Boyd et al. (1978), in der ebenfalls durch Fettzulage die Energiedichte erhöht wurde. Die Futteraufnahme der Sauen aus der Versuchsgruppe war um 14 % signifikant niedriger als bei den Sauen der Kontrollgruppe, sie nahmen aber um 8 % mehr Energie zu sich.

Bezüglich des Proteingehaltes einer Ration und der Futteraufnahme ist es in Zusammenhang zwischen Trächtigkeitsfutter und Laktationsfutter ersichtlich. Bei niedriger Proteinversorgung während der Trächtigkeit und einer weiteren niedrigen Versorgung während der Laktation sinkt die Futteraufnahme gegenüber Sauen, die in der Laktation gut mit Protein versorgt werden. Bei Sauen, die bereits während der Trächtigkeit höhere Proteingaben erhalten, wirkt sich eine niedrigere Versorgung während der Laktation nur sehr gering auf die Futteraufnahme aus (Close und Cole 2000). In einem Fütterungsversuch von O'Dowd et al. (1997) wurden die Auswirkungen zweier Fütterungsstrategien getestet. Eine Gruppe wurde mit einer einheitlichen Ration mit einem Rohproteingehalt von 160 g/kg durchgehend während Trächtigkeit und Laktation gefüttert. Eine zweite Gruppe bekam während der Trächtigkeit ein Futter mit einem Proteingehalt von 113 g/kg, das Laktationsfutter wies einen Proteingehalt von 180 g/kg auf. Bei der Höhe der Futteraufnahme gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Behandlungen, sehr wohl nahmen aber die Sauen aus der zweiten Gruppe signifikant mehr Energie und Protein-Nährstoffe zu sich. Demgegenüber stehen die Ergebnisse einer Untersuchung von Kusina et al. (1999), in der bei Sauen mit höherer Proteinversorgung während Trächtigkeit und Laktation eine signifikant höhere Futteraufnahme zu verzeichnen war. Für Revell et al. (1998a) spielt eine höhere Proteinversorgung erst bei fortschreitender Laktation eine Rolle. So zeigte eine Ration mit höherem Proteingehalt keine Auswirkung auf die Futteraufnahme in den ersten zwei Laktationswochen, erst ab der dritten Laktationswoche nahmen Sauen mit höherer Proteinversorgung signifikant mehr Futter zu sich als Sauen mit einem niedrigeren Proteinanteil. McNamara und Pettigrew (2002) konnten in ihrem Versuch keinen Einfluss des Proteingehaltes auf die Futteraufnahme während der gesamten Laktation feststellen.

Generell herrscht die Meinung vor, dass Tiere bei mehrmaliger Futtervorlage mehr Futter zu sich nehmen. So konnte Wehenbrink et al. (2006) bei einer viermaligen Futtervorlage eine tendenziell höhere Futteraufnahme der Sauen beobachten als bei einer zweimaligen Vorlage des Futters. Demgegenüber stehen Untersuchungen aus den USA, die keine Veränderung der Futteraufnahme durch mehrmalige Futtergaben erzielten. Sogar bei einer ad libitum Fütterung versus zweimalige Futtervorlage wurde festgestellt, dass die Sauen bei ad libitum Fütterung um 15 % weniger Futter aufnahmen. Dieses überraschende Ergebnis wurde damit erklärt, dass Sauen ein tageszeitliches Muster in ihrer Futteraufnahme zeigen. Sauen nehmen zweimal täglich – einmal morgens und einmal abends – den Großteil ihrer Futtermengen auf. Treffen sich die von der Sau präferierten Futteraufnahmezeiten mit dem Zeitpunkt der Fütterung, erzielt man höhere Werte in der Futteraufnahme (Williams 1998). Für eine ad libitum Fütterung sprechen hingegen die Ergebnisse aus einem Versuch von Neil (1996), in dem Sauen bei ad libitum

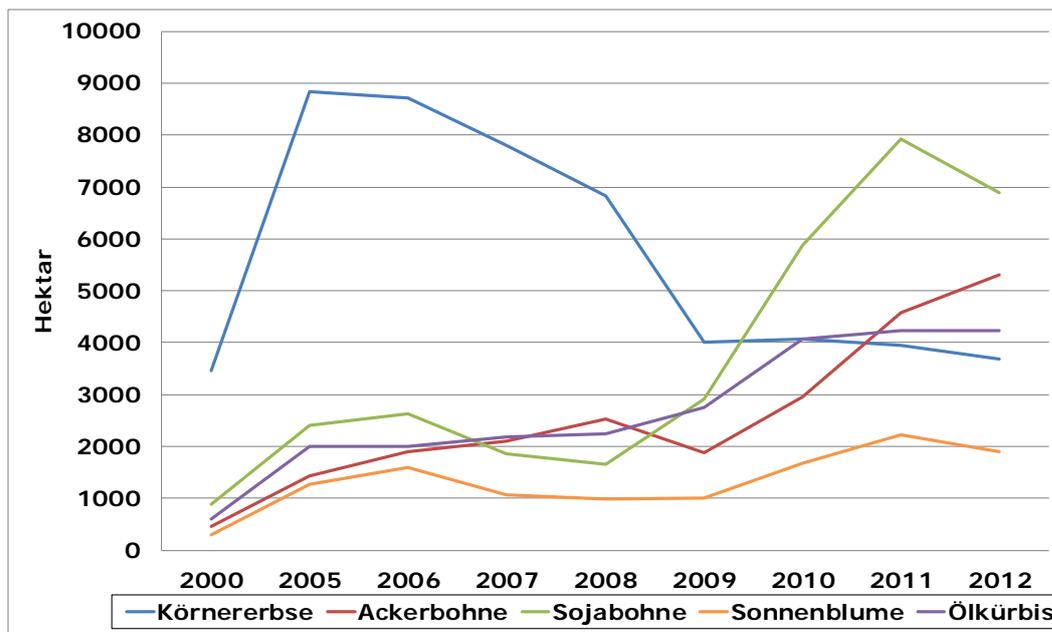
Fütterung 7,7 – 7,9 kg Futter aufnehmen. Der signifikant höchste Wert wurde bei ad libitum Fütterung ab der Geburt erzielt.

2.2 Bedarfsdeckung unter den Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft

Die Deckung des relativ hohen Bedarfs laktierender Zuchtsauen an essenziellen Aminosäuren bringt insbesondere unter den Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft eine Reihe von Problemen mit sich. Laut EG-Verordnung 889/2008 (Kommission der Europäischen Gemeinschaft 2008) muss die Säugeperiode mindestens 40 Tage betragen. Die oben angeführten Publikationen zum Nährstoffbedarf laktierender Sauen gehen aber von wesentlich kürzeren Laktationsperioden (zumeist 21 oder 28 Tage) aus, wie sie derzeit in der konventionellen Ferkelproduktion praktiziert werden. Laut Close und Cole (2000) ist die Milchbildung während der frühen Laktation stärker von den Körperreserven der Sau abhängig; je länger die Laktation aber dauert, desto größer wird die Bedeutung der Ration und die Futtermittelaufnahme.

Eine weitere Limitierung liegt in der Einschränkung erlaubter Futterkomponenten nach den EG-Verordnungen 889/2008 bzw. 505/2012. Diese Einschränkung wird sich in Zukunft noch deutlich stärker als derzeit auf die Rationsgestaltung auswirken, da bisher die Verwendung von konventionellen Futtermitteln in begrenztem Ausmaß erlaubt ist. Der erlaubte Anteil konventionell erzeugter Futtermittel lag bis 31.12.2009 bei 10 %, bis 31.12.2014 sind 5 % in der Ration von Nicht-Pflanzenfressern zulässig. Ab 2015 sind nur mehr Futtermittel aus biologischer Erzeugung erlaubt (Kommission der Europäischen Gemeinschaft 2008, 2012).

Ingensand et al. (2005) weisen darauf hin, dass die mangelnde Verfügbarkeit von physiologisch geeigneten Futtermitteln aus Biologischer Landwirtschaft und damit die Futterkosten entscheidende Hindernisse für die Formulierung von Rationen aus 100 % Futtermitteln aus Biologischer Landwirtschaft darstellen. Dies bestätigt sich bei Betrachtung der Anbauflächen von Leguminosen und Ölfrüchten in Österreich, die für eine Rationsgestaltung in der Biologischen Schweinehaltung relevant sind (siehe Abbildung 2). So konnten im betrachteten Zeitraum außer bei der Erbse, ausgehend von einem sehr niedrigen Niveau, Steigerungen in der Anbaufläche und somit in der Erntemenge erzielt werden. Bei den Ölfrüchten konzentriert sich der Anbau auf einige Regionen; so liegen die Hauptanbauggebiete von Sonnenblume und Ölkürbis in Niederösterreich, wodurch auch deren Einsatz in der Schweinefütterung weitestgehend regional erfolgt (Leeb et al. 2010). 18 % des in Österreich angebauten Sojas – aus klimatischen Gründen beschränkt sich der Anbau hauptsächlich auf die Bundesländer Niederösterreich und Burgenland – stammt aus biologischer Erzeugung, wobei ein Großteil der produzierten Menge in den Nahrungsmittelsektor geht und somit als Futtermittel nicht zur Verfügung steht (Grüner Bericht 2013). Obwohl die Erbse zu den wichtigsten Kulturarten in der Biologischen Landwirtschaft zählt, kam es auf Grund eines kontinuierlichen Absinkens des Ernteertrages, vermehrten Schädlingsaufkommens und zunehmenden Krankheitsdrucks ab 2006 zu einem dramatischen Rückgang der Anbaufläche bei Erbse (Huss 2010, Pietsch et al. 2006).



Quelle: Grüner Bericht 2013

Abbildung 2: Bio-Anbaufläche ausgewählter Leguminosen und Ölfrüchte im Zeitvergleich

Zollitsch et al. (2000, 2004) weisen darauf hin, dass sich die Versorgung von monogastrischen Nutztieren mit Aminosäuren auf biologisch wirtschaftenden Betrieben ungleich schwieriger darstellt als in der konventionellen Landwirtschaft, da kaum Futtermittel zur Verfügung stehen, die einen dem Sojaextraktionsschrot vergleichbaren Proteingehalt aufweisen, dem Landwirt preiswert erscheinen und unproblematisch einzusetzen sind. Die Erfüllung der Anforderungen der EG-Verordnung 889/2008 wie z.B. die sukzessive Einschränkung des Anteils von konventionellen Futtermitteln in der Ration und das Verbot des Einsatzes von Futtermitteln und Futterzusatzstoffen, die gentechnisch oder mit Hilfe von gentechnisch erzeugten Stoffen hergestellt wurden, erschwert eine bedarfsgerechte Versorgung. Bei der Fütterung von laktierenden Sauen wird diese Problematik noch verschärft, da bei diesen die Futteraufnahme und somit die Proteinaufnahme einen begrenzenden Faktor darstellen.

Als Proteinfuttermittel in der biologischen Schweinefütterung kommt den Körnerleguminosen wie Ackerbohne und Erbse eine quantitativ überragende Bedeutung zu. Sie weisen einen relativ hohen Lysin Gehalt auf, der Gehalt an schwefelhaltigen Aminosäuren ist allerdings nicht ausreichend, um den Bedarfsnormen entsprechende Rationen zu gestalten. Um dieses Defizit auszugleichen, ist der Einsatz von Kuchen aus Ölsaaten z.B. Kürbiskernkuchen, Sonnenblumenkuchen und Sojakuchen gängige Praxis (Sundrum et al. 2005).

Neben ihrer begrenzten mengenmäßigen Verfügbarkeit stellen auch die Gehalte an antinutritiven Inhaltsstoffen (z.B. Proteaseinhibitoren, Tannine, Alkaloide, Lectine, Pyrimidin-Glukoside, α -Galactoside, Saponine) in den Leguminosen ein Hindernis für den verstärkten Einsatz in der Fütterung dar. Die Auswirkungen dieser antinutritiven Inhaltsstoffe im Tier reichen von reduzierter Futteraufnahme bis zu gravierenden Stoffwechselstörungen. Beispielsweise reduzieren die in Sojabohne, Ackerbohne und

Erbse vorkommenden Proteaseinhibitoren die Aktivität eiweißspaltender Enzyme und vermindern somit die Protein- und Aminosäurenverdaulichkeit. Der hohe Gehalt an Tanninen und der dadurch auftretende bittere Geschmack in Ackerbohnen reduziert unter anderem die Futterraufnahme von Rationen mit hohem Anteil an Ackerbohne. Auf Grund züchterischer Bearbeitung konnten bei einigen Leguminosen die Gehalte dieser, für die Tierernährung unerwünschten, sekundären Pflanzeninhaltsstoffe gesenkt bzw. gänzlich weg gezüchtet werden; so wurden bereits Sorten von Ackerbohne ohne Tannin-Gehalt gezüchtet. Weiters können durch thermische und mechanische Behandlungen (z.B. Toasten, Dämpfen, Schälen) diese Futtermittel entsprechend aufbereitet werden, um einen Einsatz in der Fütterung ohne Nebenwirkungen zu ermöglichen (Jeziorny et al. 2010).

Wissenschaftlich gesicherte Daten zu den Effekten einer Umstellung der Fütterung von laktierenden Sauen auf Rationen, die zur Gänze aus biologisch erzeugten Komponenten bestehen, fehlen weitgehend. In Österreich wurde eine Feldstudie auf 48 ferkelerzeugenden Biobetrieben durchgeführt (Leeb 2001). Die Auswertung ergab, dass durch fehlende Aufzeichnungen des Futtermittelsverbrauchs und die meist einphasige Fütterung der Sauen eine bedarfsgerechte Ernährung der Tiere erschwert wird bzw. nicht kontrollierbar ist. Weiters wurde festgestellt, dass in den Rationen der säugenden Sauen und der Aufzuchtferkel die Energie-, Protein- und Lysin-Gehalte zu niedrig waren. Trotz der noch vorhandenen Möglichkeit des Einsatzes konventioneller Futterkomponenten wurden die empfohlenen Richtwerte für das Lysin:ME-Verhältnis zum Teil deutlich unterschritten.

In einer neueren Untersuchung von Leeb et al. (2010) auf 40 ferkelerzeugenden Biobetrieben zeigte sich bereits eine Verbesserung im Fütterungsmanagement. So wurde auf allen Betrieben bei den Sauen eine zumindest einphasige Fütterung vorgenommen. Die LandwirtInnen griffen für die Berechnung von Futterrationen meistens auf externe Futtermittelberater zurück, was mit ein Grund dafür sein könnte, dass die Versorgung mit Eiweiß in den Rationen als zufriedenstellend anzusehen war. Beim Einsatz der verschiedenen Eiweißkomponenten spielte die Region eine große Rolle, auf fast allen Betrieben wurde aber konventionelles Kartoffeleiweiß in für den Biologischen Landbau erlaubten Mengen als Eiweißträger eingesetzt.

Der Vergleich dieser Studien legt nahe, dass in der biologischen Ferkelproduktion bereits ein Prozess der Professionalisierung eingetreten ist, der aber auf Grund der neuen Herausforderung einer 100 % Biofütterung weiterer Schritte bedarf. So wurden in der Untersuchung von Leeb (2010) keine Futtermittelanalysen durchgeführt. Ergebnisse aus Futtermittelanalysen in einer Feldstudie von Dietze et al. (2008) ergaben, dass lediglich 4 von 17 Betrieben ausreichend hohe Protein- und Energiegehalte in ihren Rationen aufweisen konnten.

Eine kritische Versorgungslage auf Grund einer nicht bedarfsgerechten Nährstoffversorgung wirkt sich aber durch eine verringerte Milchleistung der Sauen negativ auf die Entwicklung der Ferkel aus (Baumgartner 2001, Zollitsch et al. 2000).

3 Tiere, Material und Methoden

3.1 Exaktversuch

3.1.1 Workshop

Um die Anforderungen eines partizipativen Ansatzes gerecht zu werden, wurde zu Projektbeginn an der Universität für Bodenkultur Wien ein Workshop zum Thema „Problemkreis 100 % Bio-Fütterung bei Ferkel führenden Sauen ab 2012“ abgehalten. Die Zeitangabe im Workshop-Titel wurde aufgrund der damaligen Formulierung der EU-Verordnung 889/2008 gewählt, in der das Auslaufen der Übergangsregelung mit der Möglichkeit eines 5 %-igen Einbezugs von Eiweißkomponenten aus nicht biologischer Erzeugung in die Ration mit Ende 2012 angegeben wurde. Diese Frist wurde erst im Jahr 2012 auf weitere 2 Jahre verlängert (EU-Verordnung 505/2012).

Grundintention dieses Workshops war die Zusammenführung einer Personengruppe, die in die Umsetzung der EU-VO 889/2008 in der Praxis involviert sind, um Problemfelder, aber auch Lösungsansätze zu diskutieren. Einladungen zu diesem Workshop ergingen an WissenschaftlerInnen, BeraterInnen, Personen aus dem Bereich der Futtermittelhersteller und LandwirtInnen. Obwohl Einladungen an 15 LandwirtInnen ergangen waren, gelang es nicht, LandwirtInnen zur Teilnahme an der Veranstaltung zu gewinnen. Auf Nachfrage wurde von den BetriebsleiterInnen sehr wohl die Wichtigkeit eines Meinungsaustausches bzw. Diskussion zu dieser Thematik hervorgehoben, als hauptsächliche Begründung für eine Nichtteilnahme wurde die betriebliche Beanspruchung genannt. Um die Interessen und Meinungen der LandwirtInnen, die vom Auslaufen der Ausnahmeregelung bezüglich konventioneller Komponenten in den Rationen sehr stark betroffen sind, zu berücksichtigen, wurden telefonisch 10 Ferkel erzeugende LandwirtInnen kontaktiert und mittels Fragenkatalog (siehe Anhang 1) zum Ist-Zustand, aber auch zu den Herausforderungen, die der Einsatz von 100 % Bio-Rationen mit sich bringen, befragt. Die Ergebnisse der telefonischen Umfrage wurden im Zuge der Veranstaltung diskutiert und flossen in die Erstellung der Fütterungskonzepte mit ein.

Am Workshop direkt nahmen 9 Personen teil. Neben den in das Projekt wissenschaftlich involvierten Personen nahmen auch BeraterInnen von Bio Austria teil, jeweils ein Berater mit Schwerpunkt Pflanzenbau und eine Beraterin mit Schwerpunkt Schweinehaltung. Ebenso folgten 2 Vertreter aus dem Bereich Futtermittelerzeugung der Einladung zu diesem Treffen. Die Heterogenität der Gruppe ermöglichte einen sehr guten Überblick über die Positionen bezüglich der Umsetzung von 100 % Bio-Rationen. Aufbauend auf der Ist-Situation wurden zukünftige Szenarien der richtlinienkonformen Versorgung von Sauen diskutiert und aus den gesammelten Informationen inklusive den Informationen aus den Fragebögen Fütterungskonzepte erstellt. Basierend auf diesen Konzepten wurden 2 Rationen formuliert, die im weiteren Verlauf im Exaktversuch auf Station getestet wurden.

3.1.2 Basisdaten Fütterungsversuch auf Station

Der Exaktversuch wurde in Kooperation mit dem Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere des LFZ Raumberg-Gumpenstein, Außenstelle Wels-Thalheim durchgeführt. Nach Ausarbeitung der Rationskonzepte und Adaptierungsarbeiten an den Fütterungsstationen, um eine Einzeltiererkennung zu ermöglichen, startete der Versuch im November 2007 und endete Anfang Dezember

2009. In den Stallungen des LFZ Raumberg-Gumpenstein werden die Sauen gemäß EG-Verordnung 889/2008 in Gruppen zu je 3 bis 5 Sauen gehalten. Im Versuch standen Gruppen mit insgesamt 35 Sauen. Die Sauen einer Gruppe wurden den beiden Behandlungen (d.h. unterschiedlichen Rationen) sozuzuteilt, dass bei jedem Abferkeltermin jeweils die Hälfte der Tiere mit einer der beiden Rationen gefüttert wurde. Im Idealfall (d.h. bei Sauen, die die gesamte Versuchsdauer von 2 Jahren durchliefen) wurde jede Sau 4x bei Verfütterung der gleichen Ration beobachtet.

3.1.2.1 Tiere

Die genetische Herkunft der im Versuch stehenden Sauen repräsentierte die derzeit in der Praxis vorherrschenden Genotypen: Von den 35 Sauen entstammten 32 Sauen einer F₁-Kreuzung Edelschwein x Landrasse. 3 Sauen waren reinrassige Edelsauen, von diesen Sauen wurde die Nachzucht zur Remontierung herangezogen.

Zu Versuchsbeginn im November 2007 standen 25 Sauen, die in 6 Gruppen aufgeteilt waren, für die Untersuchung zur Verfügung. Dieser Sauenbestand setzte sich zum größten Teil aus Tieren zusammen, die zu diesem Zeitpunkt schon mehr als 3 Laktationen hinter sich hatten. Um in der Untersuchung aber auch Auswirkungen der Rationen auf Jung- bzw. Erstlingsauen aufzuzeigen, wurde der Bestand nach einem Stallumbau ab Juli 2008 um zwei weitere Gruppen aufgestockt, die sich überwiegend aus Erstlingsauen zusammensetzten. Abbildung 3 gibt einen Überblick über die Wurfanzahl, die die Sauen zu Beginn des ersten Versuchsdurchganges aufwiesen (Beschreibung der Behandlungen siehe Unterkapitel Rationen).

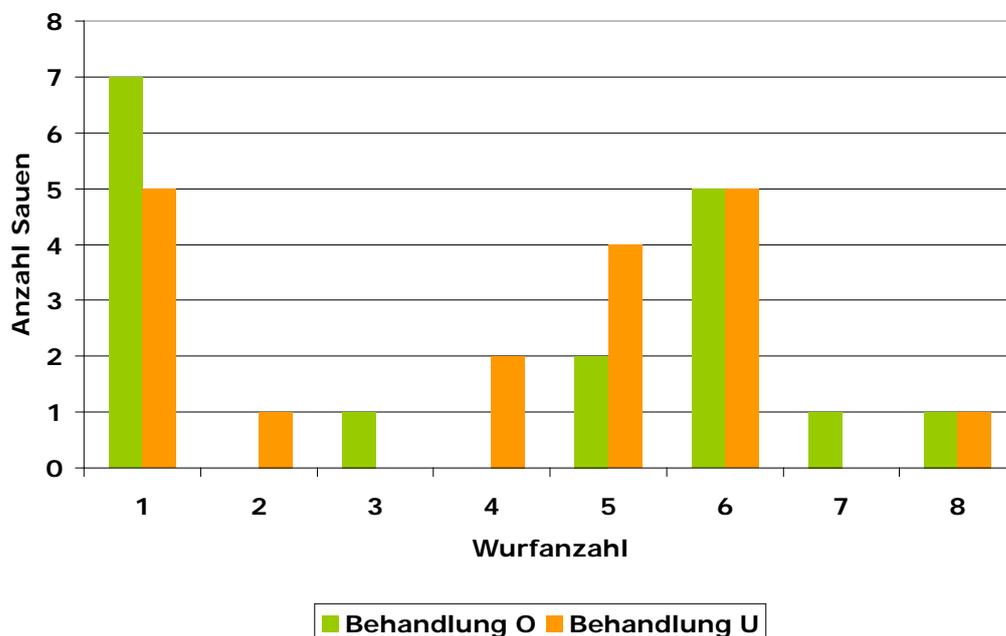


Abbildung 3: Wurfanzahl der Sauen zu Versuchsbeginn

3.1.2.2 Haltungs- und Fütterungssystem

Am LFZ Raumberg-Gumpenstein standen Ferkel führende Sauen in zwei unterschiedlichen Haltungssystemen. Zu Beginn des Versuches waren laktierende Sauen ausschließlich im ursprünglichen System, einem Gruppensäugestall untergebracht. Ab Juli

2008 kam, nach Umbau eines Stalltraktes zu einem Gruppenabferkelstall, ein weiteres System dazu. Dies ermöglichte eine Aufstockung des Sauenbestandes um weitere 2 Gruppen und die Umstellung des Produktionsrhythmus von einem 4-wöchigen auf einen 3-wöchigen Rhythmus.

Gruppensäugestall

Die Sauen kommen 1 Woche ante partum in die Abferkelbuchten. Die Abferkelbuchten sind in die Bereiche Ferkelnest, Liegefläche und Auslauf gegliedert. Im Auslauf befindet sich der Futtertrog, in dem 3x täglich per Hand Trockenfutter vorgelegt wird. Wasser steht in einem Tränkebecken pro Bucht jeder Sau ad libitum zur Verfügung.

Nach 3 Wochen Einzelhaltung in den Abferkelbuchten (1 Woche ante partum, 2 Wochen post partum) werden die Sauen in den Gruppenhaltungsbereich umgestellt. In der Gruppensäugebucht verbleiben die Sauen mit den Ferkeln 4 Wochen bis zum Absetzen.

Der Gruppensäugebereich unterteilt sich in Liege- bzw. Aktivitätsbereich und Auslauf. Dem Liegebereich schließt sich ein Bereich für die Ferkel an, der für die Sauen nicht zugänglich ist. Dieser Bereich ist mit 3 Ferkelnestern ausgestattet, die mittels Wärmelampen beheizt werden, und einem Aktivitätsbereich, in dem den Ferkeln einmal täglich per Hand Ferkelbeifutter auf dem Buchtenboden vorgelegt wird. Den Ferkeln stehen dort auch eigene Tränkenippel zur ad libitum Wasseraufnahme zur Verfügung.

Die Fütterung der Sauen erfolgt im Auslauf an 5 Einzelfressständen mit Selbstfanggittern. Diese Fressstände sind mit einer Einzeltiererkennung mittels Transponder ausgestattet, sodass jeder Sau ein bestimmter Fressplatz zugewiesen ist. Die Fütterung erfolgt hier 3x täglich per Hand am Trog. Tränkebecken stehen im Innenbereich der Bucht zur ad libitum Wasseraufnahme zur Verfügung.

Gruppenabferkelstall

Die Sauen einer Abferkelgruppe werden 1 Woche vor dem Abferkeln gemeinsam in eine Großraumbucht eingestallt. Die Bucht besteht aus einem Aktivitätsbereich, von dem aus die Sauen Zugang zu einem daran anschließenden Auslauf haben. Als Rückzugsmöglichkeit sind Wurf- bzw. Liegekojen mit je einem Ferkelnest vorgesehen. Diese sollen den Sauen ein ungestörtes Abferkeln ermöglichen. Die Sauen können die Kojen jederzeit verlassen und betreten. Bis die Prägung der Ferkel an die Sau abgeschlossen ist, werden die Ferkel mittels einer Schwelle daran gehindert die Wurfkoje zu verlassen. Erst nach 10-14 Tagen werden die Schwellen entfernt, sodass der Gruppenabferkelstall zum Gruppensäugestall umfunktioniert wird. Den Ferkeln steht in der Aktivitätsfläche ein Bereich zur Verfügung, der für die Sauen nicht zugänglich ist. In diesem Bereich befinden sich Tränkenippel und hier wird den Ferkeln der Ferkelprästarter, am Boden aufgestreut, angeboten.

Die Fütterung der Sauen erfolgt analog zur Fütterung im Gruppensäugestall. Da in beiden Systemen den Sauen das Futter 3x täglich vorgelegt wurde, kann von einer semi-ad libitum-Fütterung ausgegangen werden.

In beiden Stallsystemen wurden ab Jänner 2009 über den Abferkelbereichen Videokameras installiert, von denen eine Direktübertragung über Internet erfolgte. Diese

Einrichtung ermöglichte eine Verbesserung der Geburtsüberwachung durch die Mitarbeiter des LFZ.

3.1.2.3 Rationen

Auf Basis der im Workshop erarbeiteten Fütterungskonzepte wurden Rationen formuliert, von denen zwei für den Exaktversuch herangezogen wurden. Eine Ration entspricht einer Futtermischung für Landwirte, die hauptsächlich hofeigene Produkte für die Sauenfütterung verwenden. Diese Ration weist bezüglich der Aminosäurezusammensetzung Imbalancen und einen relativ geringen Proteingehalt auf (Behandlung „U“). Die Vergleichsration wurde bezüglich des Eiweiß- und Aminosäuregehaltes unter Einhaltung der EG-VO 889/2008 optimiert (Behandlung „O“). Diese Ration soll die Situation bei Verwendung von kommerziell hergestelltem Allein- oder Ergänzungsfutter bzw. allgemein einem optimierten Fütterungsmanagement repräsentieren.

Die Rationen wurden in einem für die Bio-Mischfuttererzeugung zertifizierten Futtermittelwerk gemischt. Dies erfolgte ca. alle 6 Wochen. Von jeder Charge wurden jeweils 2 Proben von jeder Behandlung (O und U) gezogen. Während der gesamten Versuchsdauer wurden insgesamt 17 Proben der Ration O und 16 Proben der Ration U entnommen. Eine Probe je Behandlung wurde an das Futtermittellabor Rosenau der Niederösterreichischen Landeslandwirtschaftskammer zur Bestimmung der Futtermittelinhaltsstoffe mittels erweiterter Weender-Analyse geschickt. Ebendort wurde auch der Gehalt an Mineralen analysiert. Von 2 Proben erfolgte auch eine Untersuchung des Spurenelementegehalts. Bei jeweils 12 Proben je Behandlung wurde der Gehalt an Aminosäuren in der Ration am Department für Chemie, Abteilung Biochemie der Universität für Bodenkultur Wien bestimmt (ALVA 1983).

Die in den Analyseergebnissen ersichtlichen Schwankungen im Roheiweißgehalt (siehe Tabelle 4) erforderten im Frühjahr 2009 eine Adaptierung der Rationen. Aufgrund minderer Qualität v.a. der Ackerbohne, die grundsätzlich im Erntejahr 2008 ein Problem darstellten, mussten die Rationen neu formuliert werden, um den Saue(n) eine gravierende Unterversorgung zuzumuten und um den Versuch plangemäß fortzusetzen. In Tabelle 3 sind die einzelnen Futterkomponenten und errechnete Inhaltsstoffe der Versuchsrationen dargestellt.

Tabelle 3: Zusammensetzung und errechneter Inhaltsstoffgehalt* der Versuchsrationen

Komponenten/Inhaltsstoffe	Ration Nov 2007-März 2009		Ration April 2009-Dez 2009	
	"optimiert"	"unbalanciert"	"optimiert"	"unbalanciert"
Gerste, %	20,0	25,0	20,0	25,0
Triticale, %	35,5	34,15	31,5	34,15
Erbse, %	10,0	18,0	10,0	18,0
Ackerbohne, %	10,0	18,0	10,0	15,0
Sojabohne dampferhitzt, %	13,0	--	15,0	3,0
Sonnenblumenkuchen teilentschält, %	8,0	--	10,0	--
Futteröl, %	--	1,0	--	1,0
Mineralwirkstoffergänzung, %	3,5	3,85	3,5	3,85
ME, MJ/kg	13,10	12,98	13,11	13,09
Rohprotein, g/kg FM	180	153	188	157
Lysin, g/kg FM	9,1	8,0	9,7	8,2
pcv Lysin, g/kg FM	7,6	6,6	8,1	6,8
Methionin, g/kg FM	2,5	1,7	2,7	1,8
pcv Methionin, g/kg FM	2,1	1,3	2,2	1,4
Methionin+Cystin, g/kg FM	5,3	4,1	5,6	4,2
pcv Meth+Cys, g/kg FM	4,3	3,1	4,5	3,3
Threonin, g/kg FM	6,1	5,0	6,5	5,2
pcv Threonin, g/kg FM	4,8	3,9	5,1	4,0
Tryptophan, g/kg FM	2,1	1,5	2,2	1,6
pcv Tryptophan, g/kg FM	1,6	1,1	1,7	1,2
Lys:(Meth+Cys):Thr:Try	1:0,59:0,67:0,23	1:0,51:0,63:0,19	1:0,58:0,67:0,23	1:0,52:0,63:0,19
pcv Lys:pcv Meth+Cys:Thr:Try	1:0,56:0,63:0,20	1:0,47:0,58:0,20	1:0,56:0,63:0,20	1:0,48:0,59:0,20
Lysin/ME, g/MJ	0,70	0,62	0,74	0,63

* Quellen: Agroscope (2004), LfL (2007), bei Sojabohne dampferhitzt wurde wegen fehlender Daten der VQ von extrudierter Sojabohne verwendet

Zur Verdeutlichung, welche hohe Schwankungen der Inhaltsstoffe in den einzelnen Futtermittelchargen vorlagen, sind in Tabelle 4 die Mittelwerte, Minimum- und Maximumwerte und die Standardabweichung über alle Proben dargestellt.

Tabelle 4: Ergebnisse der Futtermittelanalyse

	Behandlung O					Behandlung U				
	N	\bar{x}	Min	Max	S	N	\bar{x}	Min	Max	S
TM, g/kg	17	888	879	896	5,8	16	884	875	891	4,9
XP, g/kg FM	17	179	157	192	9,1	16	151	137	162	8,3
Lys, g/kg FM	12	9,4	7,3	11,6	1,00	12	7,8	5,8	8,3	0,71
Methionin, g/kg FM	12	2,5	2,0	3,0	0,35	12	1,9	1,5	2,3	0,25
Meth+Cys, g/kg FM	12	5,8	4,8	7,3	0,80	12	4,9	4,0	5,6	0,49
Thr, g/kg FM	12	6,4	5,6	7,0	0,40	12	5,2	4,4	5,7	0,33
Try, g/kg FM	12	2,0	1,5	2,3	0,20	12	1,5	1,1	1,8	0,18
ME, MJ/kg FM	17	13,54	13,21	13,91	0,210	16	13,30	12,93	13,62	0,230

Auf eine Raufuttergabe während der Säugezeit wurde verzichtet, da diese vor allem für Ration U die Ergebnisse beeinflussen hätte können. Es wurde nur Einstreu in guter Qualität verwendet, die von den Sauen auch gut angenommen wurde.

Die beiden Versuchsrationen wurden den Sauen vom Zeitpunkt des Abferkelns bis zum Tag des Absetzens vorgelegt. Bis zur neuerlichen Belegung und während der Trächtigkeit wurden alle Sauen, egal welcher Behandlung sie während der Laktation angehörten, mit dem gleichen handelsüblichen Trächtigkeitstutter versorgt. Dieses Futtermittel wurde ebenfalls in einem für die Bio-Mischfüttererzeugung zertifizierten Futtermittelwerk erzeugt. Die Komponenten dieses Trächtigkeitstutters stammten ausschließlich aus biologischer Produktion.

Ab Beginn der 3. Lebenswoche wurde den Ferkeln die Möglichkeit zur Aufnahme von Ferkelbeifutter geboten. Dabei handelte es sich um ein kommerziell hergestelltes Alleinfutter, welches vor Ort mit 5 % Magermilchpulver und 12 % Haferflocken aufgebessert wurde. Das Ferkelbeifutter wurde ebenfalls von einem zertifizierten Futtermittelwerk zugekauft. Auch vom Ferkelbeifutter erfolgte eine Beprobung, in Tabelle 5 sind ebenfalls Mittelwerte, Minimum- und Maximumwerte und Standardabweichung ausgewählter Nährstoffe über alle Proben dargestellt. Bis Versuchsende erfolgte eine dreimalige Beprobung des Ferkelbeifutters und es wurde ebenso wie beim Sauenfutter eine erweiterte Weender-Analyse (+ Mengen- und Spurenelemente) und eine Aminosäurenanalyse durchgeführt.

Tabelle 5: Ergebnisse der Futtermittelanalyse des Saugferkelbeifutters

	N	\bar{x}	Min	Max	S
TM, g/kg	3	892	887	899	6,1
XP, g/kg FM	3	229	212	239	14,8
Lysin, g/kg FM	2	11,0	8,9	13,0	2,91
Methionin, g/kg FM	2	3,5	3,2	3,9	0,47
Meth+Cys, g/kg FM	2	7,5	6,8	8,1	0,92
Thr, g/kg FM	2	7,8	6,8	8,8	1,4
Try, g/kg FM	2	2,7	2,7	2,8	0,12
ME, MJ/kg FM	3	14,35	14,18	14,52	0,170

3.1.3 Datenerhebung Sauen

3.1.3.1 Futteraufnahme

Die Erhebung des aufgenommenen Alleinfutters erfolgte durch Vor- und Rückwaage der täglich vorgelegten bzw. nicht verzehrten Menge. Die Futteraufnahme wurde vom Tag der Abferkelung bis zum Absetzen aufgezeichnet.

Während des Aufenthaltes der Sauen in Einzelhaltung in der Abferkelbucht stellte die individuelle Erfassung der Futteraufnahme kein Problem dar. Für die Erhebung des Futterverzehrs in der Gruppenhaltung musste eine Adaptierung der Fressstände in der Gruppensäugebucht erfolgen. Dazu wurden die einzelnen Fressstände für eine Einzelsauenerkennung mit transpondergesteuerten Zugangsklappen nachgerüstet. Ebenso wurden die Fressstände im Gruppenabferkelstall mit Einzelsauenerkennung ausgestattet. Jede Sau verfügte daher auch in diesen Systemen über ihren eigenen Fressplatz und es bestand dadurch die Möglichkeit, eine Ein- und Rückwaage der Futtermenge für jedes einzelne Tier durchzuführen.

3.1.3.2 Lebendmasse

Die Wiegungen erfolgten individuell bei der Umstallung in die Abferkelbucht (1 Woche ante partum), nach der Geburt, bei der Umstallung in den Gruppensäugebereich (Anfang 3. Woche post partum) und beim Absetzen (Ende 6. Woche post partum). Sauen im Gruppenabferkelstall wurden zum selben Zeitpunkt gewogen wie jene, die in Abferkelbuchten und in Gruppensäugebuchten eingestallt waren. Die 3. Wiegung erfolgte zu Beginn der 3. Laktationswoche. Dies entsprach dem Zeitpunkt, zu dem die Sauen normalerweise von den Abferkelbuchten in den Gruppensäugebereich gebracht wurden.

3.1.3.3 Rückenspeckdicke

Die Rückenspeckdicke wurde mittels P2-Methode mit einem Ultraschallgerät (Fa. Esaote Pie Medical, 50 S Tringa) erfasst. Dazu wurde 6,5 cm neben der Wirbelsäule auf der Höhe der letzten Rippe beidseitig punktuell gemessen. Um wiederholte Messungen an dieser Körperstelle durchführen zu können, wurde bei jeder Sau beidseitig eine Tätowierung des Messpunktes durchgeführt. Vor jeder Messung wurden die Saunen an diesem Punkt rasiert, um durch Borsten verursachte Messungenauigkeiten zu minimieren. Die Messungen wurden zeitgleich mit den Wiegungen durchgeführt, allerdings wurde nach der Geburt keine Rückenspeckmessung vorgenommen. Für weitere Berechnungen wurde der Mittelwert der Rückenspeckdicke aus den beiden Messungen herangezogen.

3.1.3.4 Zwischenwurfzeit und Leertage

Als Indikatoren der Fruchtbarkeit wurden die Zwischenwurfzeit und die Leertage pro Sau herangezogen. Die Zwischenwurfzeit wurde durch Addition der Säugezeit, Leertage und Trächtigkeit ermittelt. Die Leertage wurden als Zeitraum zwischen Absetzen und erfolgreicher Wiederbelegung definiert.

3.1.3.5 Milchproben

Nach Umstallung der Sauen in den Gruppensäugebereich bzw. im Gruppenabferkelstall wurden ab der 3. Woche post partum Milchproben gezogen. Dazu wurde jeder Sau 2x

wöchentlich (Montag und Donnerstag) per Hand während eines Säugeaktes Milch entnommen. Die einzelnen Milchproben wurden bis zur Analyse bei -21° tiefgefroren.

Die Analyse der Milchproben wurde im Labor des LFZ Raumberg-Gumpenstein in Wels durchgeführt. Die Proben wurden auf ihren Gehalt an den Hormonen 17 β -Estradiol und Progesteron untersucht. Zur quantitativen Bestimmung des Gehaltes an 17 β -Estradiol wurde ein enzymatischer E LISA-Test (RE 52041) (Fa. IBL 2 007) verwendet. Ebenso wurde der Gehalt an Progesteron mit Hilfe eines E LISA-Testkits (HORMONOST[®], Fa. Biolab 2008) bestimmt.

3.1.3.6 Blutproben

Bei den Sauen wurden beim Einstellen in die Abferkelbucht, beim Umstellen in den Gruppensäugebereich bzw. im Gruppenabferkelstall Anfang der 3. Woche post partum und beim Absetzen Blutproben gezogen. Dazu wurden die Sauen in einem Behandlungsstand mittels Oberkieferschlinge fixiert, um die Blutabnahme aus der Venenarteriell durchzuführen zu können. Die Blutproben wurden ca. 1 Stunde nach der Entnahme zentrifugiert, danach wurde das Serum bei -21° bis zur weiteren Verwendung tiefgefroren.

Die Analyse der Proben erfolgte im Labor des LFZ Raumberg-Gumpenstein. Es wurden Blutharnstoff mittels kinetischem Test mit Urease (cobas[®] c 111 System, Fa. Roche 2007) photometrisch gemessen. Die quantitative Bestimmung der γ -Glutamintransferase ver.2 (GGT-2) erfolgte mittels enzymatischem Farbttest durch die photometrische Messung der Extinktionszunahme (cobas[®] c 111 System, Fa. Roche 2007). Ebenso wurde der Gehalt an freien Fettsäuren im Serum mit Hilfe eines enzymatischen Farbttests bestimmt (ASC-ACOD Methode, Fa. Wako 2006).

3.1.3.7 Sonstige Aufzeichnungen

Routinemäßig wurden von den TierbetreuerInnen die Länge der Säugezeit, Laktationszahl, Auftreten von Krankheiten, die Ergebnisse klinischer Untersuchungen und Ausfälle aufgezeichnet.

In den jeweiligen Stallungen wurden in einer Höhe von 1,5 m Data-Logger montiert, die über die gesamte Versuchsdauer alle dreistündlich die Temperatur im Stallinneren aufzeichneten. Daraus wurden die Tagesmittelwerte errechnet und für weitere Berechnungen herangezogen.

3.1.4 Datenerhebung Ferkel

3.1.4.1 Futteraufnahme

Den Ferkeln wurde ab dem Umstellen des Wurfs in den Gruppensäugebereich Ferkelbeifutter angeboten. Ebenso wurde den Ferkeln im Gruppenabferkelsystem Ferkelbeifutter ab dem Öffnen der Wurfkojen vorgelegt. Das Alter der Ferkel belief sich zu diesem Zeitpunkt auf 10 bis 14 Tage. Zu diesem Zeitpunkt erfolgte die Einwaage des Ferkelstarters für die gesamte restliche Laktationsperiode. Die Rückwaage wurde beim Absetzen der Ferkel durchgeführt. Aus diesen Daten ist nur eine näherungsweise Bestimmung der Futteraufnahme der Ferkel beider Behandlungen möglich, da zum einen das Futter auf den Boden aufgestreut wurde, um das Interesse der Ferkel am Futter zu erhöhen, wodurch eine exakte tägliche Rückwaage technisch nicht möglich war. Zum

anderen bedingt das Haltungssystem, dass eine Zuordnung der Futteraufnahme zu den Ferkeln der Sauen aus unterschiedlichen Behandlungen nicht möglich war. Um einen Anhaltspunkt zu allfälligen Unterschieden in der Ferkelfutteraufnahme zu erhalten, wurden über 9 Durchgänge Videoaufzeichnungen im für die Sauen nicht zugänglichen Ferkelbereich im Gruppenhaltungssystem getätigt. Zu Aufnahmebeginn befanden sich die Ferkel am Beginn der 3. Lebenswoche.

Dazu wurde über dem Ferkelbereich, in dem das Futter aufgestreut wurde, eine Videokamera (Sony SSC-E478P mit Handzoom Objektiv) installiert, die an 2 Tagen pro Woche (Dienstag und Mittwoch) von 6 bis 18 Uhr die Aktivität der Ferkel in diesem Bereich aufzeichnete. Die Kamera verfügte über einen Bewegungsmelder, der die Bildaufzeichnung beim Betreten des Futterbereiches durch die Ferkel startete. Um eine Einzeltiererkennung zu ermöglichen und somit auch eine Zuordnung der Ferkel zu den jeweiligen Sauen, wurden die Ferkel jeden Montag bei der Wiegung mittels Tierkennzeichnungsstift markiert (siehe Abbildung 4). Die Aufzeichnung der Videos bzw. deren Auswertung erfolgte mittels spezieller Hard- und Software (Fa. HeiTel Digital Video GmbH.). Die Videos wurden nach der Methode des Instantaneous Scan Sampling ausgewertet. Dabei wurden die Beobachtungen in 2-Minuten-Intervalle eingeteilt und das Verhalten – in diesem Fall Anwesenheit bzw. Abwesenheit am Futterplatz – festgestellt. Damit wurde die grundlegende Bereitschaft der Ferkel, sich dort aufzuhalten, wo Beifutter angeboten wurde, unter Berücksichtigung der beiden Behandlungen beurteilt.

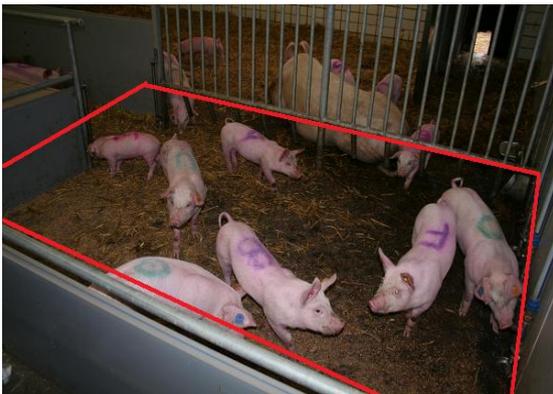


Abbildung 4: Darstellung des Bereichs der Videoaufzeichnung und der Ferkelmarkierung

3.1.4.2 Wurfgröße

Unmittelbar nach der Geburt wurde die Anzahl aller geborenen Ferkel aufgezeichnet, inklusive der totgeborenen Tiere. Ausfälle während der Laktationsperiode und die Anzahl der Ferkel beim Absetzen wurden ebenfalls erhoben.

3.1.4.3 Wurfmasse

Unmittelbar nach der Geburt erfolgte eine gemeinsame Wiegung aller lebend geborener Ferkel (Lebendmasse für den gesamten Wurf). Spätestens 4 Tage post partum (Median Tag 1) wurden den Ferkeln Ohrmarken eingezogen und sie wurden einzeln gewogen. Bei allen weiteren Wiegunen wurden wöchentlich eine individuelle Lebendmasseerhebung sowie eine abschließende Wiegung am Tag des Absetzens durchgeführt. Es sind daher pro Durchgang die Daten von mindestens 6 individuellen Ferkelwiegunen vorhanden

3.1.4.4 Sonstige Aufzeichnungen

Das Auftreten von Krankheiten und Ausfälle wurden aufgezeichnet. Den Ferkeln wurde 2 Tage post partum eine Eiseninjektion verabreicht und es wurde eine zweimalige Mykoplasmenimpfung durchgeführt. Die Kastration der männlichen Tiere erfolgte in der ersten Lebenswoche.

3.1.5 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der erhobenen Daten erfolgte mittels Software-Paket SAS, Version 9.1 (SAS 2002). Zur Bestimmung signifikanter Unterschiede wurde $\alpha=0.05$ festgelegt. Fixe Effekte wurden auch bei P-Werten > 0.05 im Modell belassen, hingegen wurden die Modelle um Wechselwirkungen und kontinuierliche Variablen reduziert, wenn $p>0.05$ war.

Sämtliche Merkmale wurden mit der Prozedur MIXED unter Zugrundelegung der unten angeführten Modelle ausgewertet.

Nach Überprüfung der Daten wurde eine Sau aus der Auswertung genommen, da die kleinen Wurfgrößen die Ergebnisse in nicht zulässiger Weise beeinflusst hätten, diese Minderleistungen aber nicht auf die Behandlung zurückzuführen war; die Wurfleistungen dieser Sau waren bereits vor Versuchsbeginn eklatant niedrig. Weiters wurden für einige Merkmale Dateneinschränkungen aufgrund der Ausreißerproblematik vorgenommen, die jeweils nach der Modellbeschreibung gesondert angeführt werden.

Für die Leistungsmerkmale der Sauen wurde folgendes Merkmalsmodell unterstellt:

$$Y_{ijklmn} = \mu + a(\text{Beh})_{ij} + \text{Beh}_j + \text{St}_k + \text{S}_l + \text{W}_m + b_1(\text{sz}) + \varepsilon_{ijklmn}$$

Y_{ijklmn} = Beobachtung für das jeweilige Merkmal

μ = gemeinsame Konstante

$a(\text{Beh})_{ij}$ = zufälliger Effekt der Sau i ($i=1, \dots, 34$) innerhalb der Behandlung j ($j=0, u$)

Beh_j = fixer Effekt der Behandlung j ($j=0, u$)

St_k = fixer Effekt des Stalles k ($k=1, 2$; 1=Gruppensäugestall, 2=Gruppenabferkelstall)

S_l = fixer Effekt der Saison l ($l=1, 2, 3, 4$; 1=Jänner-März, ..., 4=Oktober-Dezember)

W_m = fixer Effekt der Wurfanzahl m ($m=1, \dots, 9$)

b_1 = linearer Regressionskoeffizient der Säugezeit

sz = kontinuierlicher Effekt der Säugezeit

ε_{ijklmn} = Restkomponente

Der Datensatz wurde von der statistischen Auswertung um folgende Beobachtungen bereinigt:

Futtermittelverbrauch > 12,0 kg, da es sich dabei um einen einmaligen Aufzeichnungsfehler der Betreuungspersonen handelte.

Rückenspeckdicke ante partum >39 mm wurde nur bei einer Sau gemessen, die eine Lebendmasse von 405 kg aufwies.

Beim Merkmal Ferkelverluste wurde eine Sau im Durchgang 3 aus der Auswertung genommen, da bei der Geburt alle Ferkel wegen Abferkeln im Freien erfroren waren.

Ebenso wurde eine Sau beim Merkmal Ferkelverluste in Prozent nicht berücksichtigt, da die Anzahl der lebend geborenen Ferkel bereits mit 6 Stück sehr niedrig war (18 Ferkel insgesamt, davon 12 Totgeborene) und in Folge 5 Ferkel erdrückt wurden.

Zwischenwurfzeiten, die 205 Tage überschritten, wurden in die statistische Auswertung nicht einbezogen.

Folgendes Modell wurde zur Auswertung der Leertage verwendet:

$$Y_{ijklmno} = \mu + a(\text{Beh})_{ij} + \text{Beh}_j + \text{St}_k + \text{S}_l + \text{DG}_m + (\text{DG} * \text{Beh})_{jm} + \text{W}_n + \varepsilon_{ijklmno}$$

$Y_{ijklmno}$ = Beobachtung für das Merkmal Leertage

μ = gemeinsame Konstante

$a(\text{Beh})_{ij}$ = zufälliger Effekt der Sau i ($i=1, \dots, 34$) innerhalb der Behandlung j ($j=0, u$)

Beh_j = fixer Effekt der Behandlung j ($j=0, u$)

St_k = fixer Effekt des Stalles k ($k=1, 2$)

S_l = fixer Effekt der Saison l ($l=1, 2, 3, 4$)

DG_m = fixer Effekt des Durchganges m ($m=1, 2, 3, 4$)

$(\text{DG} * \text{Beh})_{jm}$ = Wechselwirkung zwischen Durchgang m und Behandlung j

W_n = fixer Effekt der Wurfanzahl n ($n=1, \dots, 9$)

$\varepsilon_{ijklmno}$ = Restkomponente

Vor der Auswertung wurde der Datensatz folgendermaßen eingeschränkt:

Die Variationsbreite für die Leertage wurde auf 1-50 Tage beschränkt, da Sauen, die diesen Zeitraum überschritten, ausgeschieden wurden.

Zur Auswertung der Leistungsmerkmale von Sauen, die mehr als 9 abgesetzte Ferkel vorwiesen, wurde das vorangehend angeführte Modell für Leistungsmerkmale übernommen. Auf Grund der Dateneinschränkung von 118 Würfen insgesamt auf 34 Würfe mit mindestens 10 abgesetzten Ferkeln kam es zu einer schlechten Besetzung der einzelnen Wurfanzahlgruppen. Daher wurde die Wurfanzahl auf 2 Gruppen zusammengefasst. Gruppe 1 beinhaltet Sauen mit der Wurfanzahl 1 bis 3, d.h. Erstlingssauen bis zum 3. Wurf. Die Gruppe 2 setzt sich aus Altsauen zusammen, die bereits mehr als 3 Abferkelungen hinter sich haben. Das Modell der Leistungsmerkmale

wurde ebenso für die Auswertung der Leertage herangezogen, da sich die meisten Würfe auf den ersten Durchgang konzentrierten. Da der Datensatz insgesamt bereits auf 34 Würfe eingeschränkt war, wurde auf eine weitere Einschränkung für eine Zwischenwurfzeit von über 205 Tagen und mehr als 50 Leertage verzichtet.

Bei einer Sau kam es zu einem untypisch hohen Gewichtsverlust von 37 kg im Zeitraum 3 – 6 Wochen post partum, der weder durch zu geringe Futteraufnahme noch durch medizinische Befunde begründbar erschien.

Ebenso wurde ein Wurf bei den Merkmalen Ferkelgewicht beim Absetzen, Wurf-Tageszunahmen und Ferkel-Tageszunahmen aus der Auswertung genommen, da eine verlängerte Säugezeit von 53 Tagen vorlag.

Modell für Blutparameter:

$$Y_{ijklmn} = \mu + a(\text{Beh})_{ij} + \text{Beh}_j + S_k + W_l + \text{AZ}_m + (\text{Beh} * \text{AZ})_{jm} + \varepsilon_{ijklmn}$$

Y_{ijklmn} = Beobachtung für das jeweilige Merkmal

μ = gemeinsame Konstante

$a(\text{Beh})_{ij}$ = zufälliger Effekt der Sau i ($i=1, \dots, 34$) innerhalb der Behandlung j ($j=0, u$)

Beh_j = fixer Effekt der Behandlung j ($j=0, u$)

S_k = fixer Effekt der Saison k ($k=1, 2, 3, 4$)

W_l = fixer Effekt der Wurfanzahl l ($l=1, \dots, 9$)

AZ_m = fixer Effekt des Blutabnahmezeitpunktes m ($m=1, 2, 3$)

$(\text{Beh} * \text{AZ})_{jm}$ = Wechselwirkung zwischen Behandlung j und Blutabnahmezeitpunkt m

ε_{ijklmn} = Restkomponente

Modell für die Lebendmasse-Entwicklung der Ferkel:

$$Y_{ijkl} = \mu + a(\text{Beh})_{ij} + \text{Beh}_j + S_k + b_1 \text{tag} + b_2 (\text{tag} * \text{beh}) + \varepsilon_{ijkl}$$

Y_{ijkl} = Beobachtung für das jeweilige Merkmal

μ = gemeinsame Konstante

$a(\text{Beh})_{ij}$ = zufälliger Effekt des Ferkels i ($i=1, \dots, 1209$) innerhalb der Behandlung j ($j=0, u$)

Beh_j = fixer Effekt der Behandlung j ($j=0, u$)

S_k = fixer Effekt der Saison l ($l=1, 2, 3, 4$)

b_1 = linearer Regressionskoeffizient des Lebensstages

b_2 = linearer Regressionskoeffizient der Wechselwirkung Lebenstag*Behandlung j

ε_{ijkl} = Restkomponente

Modell für das Merkmal Anwesenheit der Ferkel am Futterplatz:

$$Y_{ijkl} = \mu + a(\text{Beh})_{ij} + \text{Beh}_j + \text{DG}_k + b_1 \text{alter} + b_2(\text{alter})^2 + b_3(\text{alter} * \text{beh}) + b_4((\text{alter})^2 * \text{beh}) + \varepsilon_{ijkl}$$

Y_{ijkl} = Beobachtung für das jeweilige Merkmal

μ = gemeinsame Konstante

$a(\text{Beh})_{ij}$ = zufälliger Effekt der Sau i (i=1,...,34) innerhalb der Behandlung j (j=0,u)

Beh_j = fixer Effekt der Behandlung j (j=0,u)

DG_k = fixer Effekt des Durchganges k (k=1,2,...,9)

b_1 = linearer Regressionskoeffizient des Alters der Ferkel am Beobachtungstag

b_2 = quadratischer Regressionskoeffizient des Alters der Ferkel am Beobachtungstag

b_3 = linearer Regressionskoeffizient der Wechselwirkung des Alters der Ferkel am Beobachtungstag*Behandlung j

b_4 = quadratischer Regressionskoeffizient der Wechselwirkung des Alters der Ferkel am Beobachtungstag*Behandlung j

ε_{ijkl} = Restkomponente

Für das Merkmal Rausche wurden mit der Prozedur FREQ Häufigkeiten errechnet und mittels χ^2 -Homogenitätstests ausgewertet.

3.2 Untersuchungen auf Praxisbetrieben

Nach Auswertung der Ergebnisse von 2 Durchgängen des Exaktversuchs wurde begonnen Betriebe für die Umsetzung der Erkenntnisse aus der laufenden Untersuchung in die Praxis zu gewinnen. Die ausgewählten Betriebsstellen sollten eine möglichst realitätsnahe Abbildung der momentanen Betriebsstruktur in der österreichischen Biosauenhaltung ergeben. Dafür wurden zu Versuchsbeginn Kriterien für die Auswahl der Betriebe festgelegt: So wurde darauf geachtet, dass die Betriebe in verschiedenen geografischen Gebieten lagen, sodass eventuell auftretende regionale Unterschiede in die Rationsgestaltung einfließen konnten. Berücksichtigung sollte ebenfalls die heterogene Struktur der Biobetriebe finden. Es wurde daher versucht Betriebe unterschiedlicher Betriebsgröße in die Untersuchung einzubeziehen. Des Weiteren wurde darauf geachtet, dass die Stallungen eine kontinuierliche Versuchsdurchführung ermöglichen. Ein wichtiges Kriterium war auch die Bereitschaft der BetriebsleiterInnen, bei einem Projekt dieser Art mitzumachen. Durch die angestrebte Versuchsdauer von einem Jahr war doch mit einem beträchtlichen Mehraufwand an Arbeitszeit für Wiegen und Aufzeichnungen

für die beteiligten LandwirtInnen zu rechnen. Erschwerend für die Akzeptanz und die Umsetzung einer 100 % Bioration in der Praxis während des Versuchszeitraumes war der Preis für Biofuttermittel im Jahr 2008, der einerseits deutlich über dem konventioneller Futtermittel lag und der andererseits auch einen Höchststand für biologisch erzeugte Futtermittel erreicht hatte.

Mit Unterstützung der Schweinefachberatung von Bio Austria wurden 12 Betriebe kontaktiert; wegen der oben angeführten Gründe zeigten aber nur wenige LandwirtInnen Bereitschaft am Versuch teilzunehmen. Letztendlich kam es auf 6 Betrieben zu einem Vorgespräch mit den BetriebsführerInnen. Infolge dieser Gespräche wurde von einem Landwirt die Teilnahme abgelehnt, da ihm der Aufwand und die Kosten zu hoch erschienen, bei einem weiteren Landwirt sprachen die baulichen Gegebenheiten und das Management beim Absetzen – es wurden nicht alle Ferkel einer Sau zum selben Zeitpunkt abgesetzt – gegen eine Versuchsteilnahme. Letztendlich konnten 4 Betriebe, zwei davon in Oberösterreich, zwei in Niederösterreich, für eine Umsetzung der Ergebnisse aus dem Exaktversuch gewonnen werden.

3.2.1 Betriebsbeschreibung

3.2.1.1 Betrieb 1

Der Betrieb befindet sich in Niederösterreich, im Tullner Feld, auf 182 m Seehöhe. Das Gebiet liegt thermisch in einer sehr günstigen Gegend Österreichs mit einer Jahresmitteltemperatur von 9,5°C. Die Niederschlagsmengen – durchschnittlich ca. 600 l/m² – können ebenfalls als ausreichend bezeichnet werden, nur bei Windeinfluss kommt es zu periodischen Problemen mit starker Austrocknung. Die Vegetationsdauer beträgt 234 Tage. Die Böden reichen von tiefgründigen Auböden bis zu mittelgründigen Tschernosemen (Bundesanstalt für Bodenkunde und Bodenkultur 1986, ZAMG 2010).

Entsprechend den klimatischen Bedingungen und dem überwiegend hochwertigen Ackerstandort wurden am Betrieb im Versuchszeitraum 2009/2010 auf 40 ha Mais, Weizen, Gerste, Triticale, Erbse und Sojabohne angebaut, wobei die Sojabohnenproduktion ausschließlich auf Speiseware ausgerichtet ist. Beim Anbau der Erbse gab es in beiden Jahren pflanzenbauliche Probleme. Sie wurde in beiden Jahren auf Grund von zu erwartendem deutlichem Minderertrag umgebrochen.

Der Betrieb wird seit 2001 nach den Kriterien der Biologischen Landwirtschaft bewirtschaftet. Derzeit werden am Betrieb 59 F₁-Sauen für die Ferkelproduktion gehalten. Es wird ein 3-wöchiger Produktionsrhythmus eingehalten. Die Ferkel werden an 2 Mäster verkauft, für den Eigenbedarf werden ca. 4 Mastschweine gehalten.

Die Sauen werden ca. 1 Woche ante partum vom Wartestallgebäude in den Abferkelstall verbracht. In diesem befinden sich 3 Abteile mit jeweils 8 Abferkelbuchten. Jede Bucht ist mit einem vom Bedienungsgang aus einsehbaren Ferkelnest ausgestattet. Weiters wird die Bucht in einen planbefestigten Liege- bzw. Abferkelbereich, einen mit einem Spaltenboden versehenen Kotgang und einen überdachten Auslauf unterteilt. Die Fütterung der Tiere erfolgt zweimal täglich vom Bedienungsgang aus per Hand in einen Trog. Das Futter wird trocken vorgelegt und danach im Trog mit Wasser vermischt. Jeder Trog ist mit einer per Hand steuerbaren Wasserzuleitung ausgestattet. Zusätzlich haben die Sauen noch die Möglichkeit an Schalenränken Wasser ad libitum aufzunehmen. Den Ferkeln wird ab der 3. Lebenswoche Ferkelbeifutter angeboten. Dieses wird im Ferkelnest

einmal täglich auf dem Boden aufgestreut. Nach dem Absetzen, nach durchschnittlich 44 Tagen, kommen die Sauen in den Deckzentrum, das im Gebäude des Wartestalles untergebracht ist. Die Ferkel verbleiben noch einige Tage in den Buchten bis zur Umstallung in den Aufzuchtstall.

Es wird eine Phasenfütterung durchgeführt, d. h. es werden für tragende und laktierende Sauen eigene Rationen zusammengestellt. Die einzelnen Rationen werden am Betrieb selbst gemischt. Alle Getreidekomponenten kommen aus eigenem Anbau, zugekauft werden Eiweißkomponenten und Mineralstoffergänzung. Vor Versuchsbeginn kam Kartoffeleiweiß aus konventioneller Produktion zum Einsatz, für die Ration mit 100 % Biofuttermittel wurde Sojakuchen zugekauft. In Tabelle 6 sind die Futterkomponenten beider Rationen mit Nährstoffangaben aus der Futtermittelanalyse abgebildet.

Tabelle 6: Zusammensetzung, Nährstoffgehalt und Preise der Rationen auf Betrieb 1

Komponenten/Nährstoffgehalte	Ration Status quo	Versuchsration
Mais, %	44	32
Triticale, %	24	22,5
Gerste, %	18	19
Kartoffeleiweiß (konv.), %	10	--
Sojakuchen, %	--	23
Mineralstoffergänzung, %	4	3,5
TM, g/kg	883	907
XP, g/kg	136	163
XL, g/kg	30	43
XF, g/kg	28	32
NfE, g/kg	654	619
XA, g/kg	35	50
Stärke, g/kg	549	467
Zucker, g/kg	20	46
ME, MJ/kg	14,05	14,25
Preis, €/kg	0,36	0,41

Da die Verfügbarkeit der Futterkomponenten während des gesamten Versuchszeitraumes gegeben war, wurde die Versuchsration über die gesamte Versuchsdauer ohne Veränderungen gefüttert.

3.2.1.2 Betrieb 2

Der Betrieb liegt im Waldviertel auf einer Seehöhe von 600 m. In diesem Gebiet herrscht kühles, feuchtes Klima vor, zusätzlich wirken meist sehr heftige Winde aus NW-SW stark Temperatur erniedrigend. Das Jahresmittel der Temperatur liegt dementsprechend zwischen 6 und 7°C. Die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge beläuft sich auf 667 l/m², trotz dieser verhältnismäßig geringen Niederschläge ist das Klima auf Grund der durchschnittlich niedrigen Temperaturen als gemäßigt feucht zu bezeichnen. Die für dieses Gebiet häufige und starke Taubildung verhindert die austrocknende Wirkung des Windes. Die Vegetationsperiode erstreckt sich zwischen 160 und 200 Tagen. Als Böden dominieren mittelgründige Braunerden. Das Ackerland wird als mittelwertig eingestuft. Der Anbau beschränkt sich auf Grund der klimatischen und bodenmorphologischen

Verhältnisse auf relativ wenige Kulturarten (Bundesanstalt für Bodenkunde und Bodenkultur 1986, ZAMG 2010).

Der Betrieb bewirtschaftet 50 ha landwirtschaftliche Nutzfläche, wobei davon nur 10 ha als Ackerfläche genutzt werden, der überwiegende Teil ist Grünland. Neben der Schweinehaltung werden noch Rinder gehalten und Saatgutvermehrung betrieben. Die Produkte aus dem Anbau werden nur zu einem geringen Anteil für die Schweinefütterung genutzt.

Die Schweinehaltung erfolgt auf dem Betrieb seit 2002 nach den Richtlinien der Biologischen Landwirtschaft. Während des Versuches wurden auf dem Betrieb 15 Sauen gehalten, 9 davon gehören der Rasse Edelschwein an und werden zur Jungsauherzeugung genutzt. 6 F₁-Sauen werden für die Ferkelproduktion eingesetzt. Es werden Jungsaugen und Ferkelproduzenten erworben. Einige Ferkel werden als typische „Eigenverbrauchsschweinehalter“ abgegeben, größtenteils werden sie aber am Betrieb gemästet.

Der Schweinestall ist in 5 Bereiche – Wartestall inklusive Deckzentrum, Abferkelbuchten, Gruppensäugebuchten, Aufzuchtstall und Mastschweinestall – unterteilt. Die Sauen werden eine Woche vor dem errechneten Abferkeltermin in den Abferkelstall verbracht. Es wurde bis jetzt kein Produktionsrhythmus eingeführt, d. h. die Abferkelungen erfolgen kontinuierlich. In diesem Bereich befinden sich 4 FAT-Buchten. Zusätzlich gibt es in einem Stallabteil 2 Gruppenabferkelbuchten mit Platz für jeweils 2 Sauen, die aber nur bei Platzmangel bereits zum Abferkeln genutzt werden. In der Regel fungiert dieser Bereich als Gruppensäugebuchten, in die die Sauen mit den Ferkeln erst nach 14-tägigem Aufenthalt in den FAT-Buchten umgestallt werden. Beide Systeme sind in die Funktionsbereiche Ferkelnest, Liegebereich, Kotgang und Auslauf unterteilt. Die Überdachung des Auslaufes beträgt 50%. Die Fütterung der Tiere erfolgt zweimal täglich vom Bedienungsgang aus per Hand in einen Trog. Der Gruppensäugebereich ist mit verschließbaren Einzelfressständen ausgestattet. Das Futter wird trocken vorgelegt. Für die ad libitum Wasseraufnahme stehen den Sauen Tränken mit Sprühnippel zur Verfügung. Den Ferkeln wird ab der 3. Lebenswoche Ferkelbefütterung im Ferkelnest zu Beginn in einer kleinen Schale, am Ende der Säugeperiode in einem eigenen Futterautomaten angeboten. Das Absetzen erfolgt durchschnittlich am 42. Lebenstag.

Auf dem Betrieb werden die unterschiedlichen Rationen für tragende und säugende Sauen selbst gemischt, die Komponenten dazu werden überwiegend zugekauft.

In Tabelle 7 erfolgt eine Darstellung der Rationen vor und nach der Umstellung auf 100% Biokomponenten mit Nährstoffangaben aus der Futtermittelanalyse und Preise der jeweiligen Ration.

Tabelle 7: Zusammensetzung, Nährstoffgehalt und Preise der Rationen auf Betrieb 2

Komponenten/Nährstoffgehalte	Ration Status quo	Versuchsration
Gerste, %	23	28
Triticale, %	48,5	40
Erbse, %	--	15
Rapskuchen (konv.), %	4	--
Kartoffeleiweiß (bio), %	6	3
Kartoffeleiweiß (konv.), %	1,5	--
Sojakuchen, %	--	5
Sonnenblumenkuchen, %	--	5
Futteröl, %	1,5	1
Weizenkleie, %	8	--
Trockenschnitte (konv.), %	4,5	--
Mineralstoffergänzung, %	3	3
TM, g/kg	888	887
XP, g/kg	141	151
XL, g/kg	44	45
XF, g/kg	44	45
NfE, g/kg	609	599
XA, g/kg	50	47
Stärke, g/kg	423	466
Zucker, g/kg	41	38
ME, MJ/kg	13,1	13,7
Preis, €/kg	0,38	0,38

Die Versuchsration blieb während der gesamten Versuchsdauer unverändert.

3.2.1.3 Betrieb 3

Betrieb 3 liegt in Oberösterreich im Hausruckviertel auf 315 m Seehöhe. Klimatisch liegt dieses Gebiet günstig mit einem leicht pannonischen Einfluss. Das Temperaturjahresmittel liegt bei 7,9°C und die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge erreicht 817 l/m². Die Vegetationsperiode erstreckt sich über 226 Tage. Diese Hügellandschaft weist eine Vielzahl von Bodenformen auf, am meisten Verbreitung finden Braunerden auf dichten lehmigen Deckenschichten. Dies bedingt wechselfeuchtes, mittelwertiges Ackerland sowie hochwertiges Grünland (Bundesanstalt für Bodenkunde 1986, ZAMG 2010).

Es werden 50 ha landwirtschaftliche Nutzfläche bewirtschaftet, davon entfallen 40 ha auf Ackerland und 10 ha auf Grünland. Während des Versuches wurden Weizen, Gerste, Triticale, Roggen, Mais und Dinkel angebaut, als Eiweißpflanzen Ackerbohne, Sojabohne und ein Erbsen-Hafer-Gemenge. Der Anbau richtet sich nach der Fruchtfolge, nicht nach der Verwertbarkeit in der Schweinefütterung.

Der Betrieb wurde im Jahr 2000 auf Biologische Wirtschaftsweise umgestellt, seit 2006 werden Sauen gehalten. Der Betrieb wird in einem geschlossenen Produktionsverfahren geführt, d.h. die produzierten Ferkel werden zur Gänze am Betrieb fertig gemästet, einzig

Jungsauen werden zugekauft. Derzeit werden 18 F₁-Sauen und 2 Landrasse-Sauen gehalten. Die Abferkelungen erfolgen kontinuierlich.

Wartestall mit Deckzentrum, Abferkelstall und Maststall sind räumlich voneinander getrennt. Die Umstallung der Sauen in den Abferkelbereich erfolgt eine Woche vor dem Abferkeln. In diesem Abteil sind 8 Boxen vorhanden, 6 davon sind für das Abferkeln in Gebrauch, 2 Boxen können bei erhöhtem Platzbedarf als Gruppensäugestall verwendet werden. In den Buchten ist eine klare Trennung der Funktionsbereiche gegeben. Der Auslauf verfügt über eine 30%-ige Überdachung. Den Sauen wird zweimal täglich Trockenfutter per Hand vorgelegt. Die Wasseraufnahme ist ad libitum möglich. Den Ferkeln wird zur Gewöhnung an feste Nahrung ab dem 10. Tag Erdensferkelnest gestreut, darauf folgt ein selbstgemischtes Ferkelbeifutter. Um Ferkeldurchfällen entgegenzuwirken werden die Ferkel erst nach ca. 8 Wochen abgesetzt.

Die Rationen wurden bisher vom Betriebsleiter selbst erstellt, um die bestmögliche Ausnutzung der selbst erzeugten Futterkomponenten zu erzielen. Der Zukauf beschränkte sich auf diverse Presskuchen und Kartoffeleiweiß. Für den Versuch wurden daher Rationen erstellt, die sich nach der Verfügbarkeit der Komponenten richteten. Zu Versuchsbeginn im Juni 2009 wurden noch ein geringeres Teil an konventionellem Kartoffeleiweiß eingesetzt, da am Betrieb bis zur Ernte keine Eiweißfuttermittel wie z.B. Ackerbohne zur Verfügung standen. Die Versuchsration 3 wurde auf Wunsch des Betriebsleiters eingesetzt, da die Möglichkeit bestand Bio-Rapskuchen aus heimischer Erzeugung zu beziehen, was eine Reduktion des Sojakuchens in der Ration ermöglichte. Ein nächster Schritt des Betriebsleiters zielt darauf ab, Sojakuchen durch getoastete Sojabohne aus eigener Erzeugung zu ersetzen. In Tabelle 8 ist die schrittweise veränderte Rationsgestaltung deutlich erkennbar.

Tabelle 8: Zusammensetzung, Nährstoffgehalt und Preise der Rationen auf Betrieb 3

Komponenten/ Nährstoffgehalte	Ration Status quo	Versuchs- ration 1	Versuchs- ration 2	Versuchs- ration 3
Mais, %	20	30	--	15
Weizen, %	--	--	30	20
Gerste, %	11,83	16,67	30	20
Triticale, %	20	--	--	--
Roggen, %	20	12,99	--	--
Hafer, %	--	--	--	10
Ackerbohne, %	--	--	15	15
Rapskuchen, %	--	--	--	5
Sojakuchen, %	10	16,67	15	10
Sonnenblumenkuchen, %	--	7,67	5	--
Kürbiskernkuchen (konv.), %	4	--	--	--
Kartoffeleiweiß (konv.), %	5,84	2,5	--	--
Weizenkleie, %	5,33	8	--	--
Futteröl, %	--	2	1,3	1
Mineralstoffergänzung, %	3	3,5	3,7	4
TM, g/kg	898	908	876	879
XP, g/kg	157	165	178	160
XL, g/kg	46	65	58	61
XF, g/kg	36	55	52	51
NfE, g/kg	609	571	536	555
XA, g/kg	50	52	52	52
Stärke, g/kg	443	402	396	416
Zucker, g/kg	44	34	30	20
ME, MJ/kg	13,85	13,7	13,43	13,38
Preis, €/kg	0,45	0,47	0,39	0,37

3.2.1.4 Betrieb 4

Geographisch befindet sich der Betrieb im oberösterreichischen Zentralraum auf einer Seehöhe von 320 m. In diesem Gebiet beträgt die Jahresdurchschnittstemperatur zwischen 8 und 9°C, die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge beläuft sich auf ca. 950 l/m². Die Vegetationsperiode dauert zwischen 223 und 228 Tage. Während dieser Zeit fallen 55% der Niederschläge. Vorherrschende Bodenform in diesem Bereich ist eine kalkfreie, mit Wasser gut versorgte Lockersediment-Braunerde. Die Böden sind tiefgründig und leicht zu bearbeiten, daher als hochwertiges Ackerland einzustufen. Das Gebiet zählt zu den intensivsten Produktionsgebieten Oberösterreichs (Bundesanstalt für Bodenkunde 1986, ZAMG 2010).

Von insgesamt 24 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche entfallen 20 ha auf Ackerflächen. An Getreide wurde während des Versuches Weizen, Hafer, Triticale und Gerste angebaut, im Jahr 2009 auch Mais. An eiweißreicheren Komponenten wurde Ackerbohne, ein Erbsen-Hafer-Gemenge und im Jahr 2009 Sojabohne angebaut.

Der Betrieb wird seit 1995 nach den Richtlinien der Biologischen Landwirtschaft geführt, seit 2007 werden nach einem Stallumbau Sauen zur Ferkelproduktion gehalten. Der Stall ist auf 30 Zuchtsauen ausgelegt, derzeit ist er mit 26 F₁-Sauen belegt, die Aufstockung erfolgt kontinuierlich. Die Bestrebungen gehen in Richtung der Etablierung eines 3 - Wochen-Produktionsrhythmus, der aber derzeit noch nicht zur Gänze umgesetzt ist.

In den Stallungen sind die Bereiche Wartestall mit Deckzentrum, Abferkelstall, Aufzuchtstall und Mastbereich baulich voneinander getrennt. Die Sauen werden eine Woche vor dem Abferkeln in den Abferkelbereich umgestallt. Dieser ist mit 12 FAT-Buchten ausgestattet, die die klassische Unterteilung in die Funktionseinheiten Ferkelnest, planbefestigter Liege- bzw. Abferkelbereich, Kotgang mit Spaltenboden und teilweise überdachtem Auslauf aufweisen. Den Sauen wird das Futter zweimal täglich per Hand vorgelegt und im Trog mit Wasser vermischt. Zur Wasseraufnahme stehen den Sauen noch Tränken zur Verfügung. Die Ferkel bekommen ab der 2. Woche Ferkelbeifutter. Dieses wird in der ersten Phase am Boden des Ferkelnestes aufgestreut, später kommt ein Futterautomat in das Ferkelnest. Das Absetzen der Ferkel erfolgt im Mittel nach 43 Tagen. Um den Stress der Ferkel beim Absetzen zu minimieren, verbleiben die Ferkel noch einige Tage in der Abferkelbucht, die Sauen werden in das Deckzentrum umgestallt.

Die Rationen werden auf dem Betrieb selbst gemischt. Die Getreidekomponenten stammen aus eigener Produktion, nur ein Großteil des Mais wird zugekauft. Die in der Ration eingesetzten Presskuchen und Mineralstoffergänzung wurden ebenfalls zugekauft. Für die Versuchsration mit 100% Biokomponenten gelang es dem Betriebsleiter Kartoffeleiweiß aus biologischer Produktion zu beziehen. Tabelle 9 zeigt eine Aufstellung der in den Rationen eingesetzten Komponenten mit deren Nährstoffgehalten aus den Futtermittelanalysen und die jeweiligen Preise der Rationen.

Tabelle 9: Zusammensetzung, Nährstoffgehalt und Preise der Rationen auf Betrieb 4

Komponenten/Nährstoffgehalte	Ration Status quo	Versuchsration
Mais, %	15	15
Triticale, %	25	25
Gerste, %	30	30
Hafer, %	6,3	6,3
Kartoffeleiweiß (bio), %	--	3
Kartoffeleiweiß (konv.), %	3	--
Sojakuchen, %	--	4
Sojabohne getoastet, %	12	12
Kürbiskernkuchen (konv.), %	4	--
Mineralstoffergänzung, %	4,7	4,7
TM, g/kg	900	897
XP, g/kg	174	167
XL, g/kg	66	59
XF, g/kg	40	38
NfE, g/kg	561	577
XA, g/kg	59	56
Stärke, g/kg	409	423
Zucker, g/kg	45	43
ME, MJ/kg	13,1	13,7
Preis, €/kg	0,36	0,44

Die Versuchsration wurde während des gesamten Versuchszeitraumes keiner Veränderung unterzogen.

3.2.2 Versuchsdesign

Zu Versuchsbeginn wurde auf den Betrieben mittels Fragebogen der Status quo in Bezug auf das Fütterungsmanagement erhoben. Danach wurden den BetriebsleiterInnen Optimierungsvorschläge unterbreitet, die auf der Basis von Futtermittelanalysen, Rationsberechnungen und den Ergebnissen aus dem Exaktversuch beruhten. Bei den Optimierungsvorschlägen wurde strikt darauf geachtet, dass sie für die betreffenden LandwirtInnen auch praktikabel waren. So wurden Futterkomponenten nur nach Vorgabe der LandwirtInnen für die Rationsberechnung herangezogen, da es für die LandwirtInnen in den Jahren 2008/2009 eine Herausforderung darstellte, passende und preiswürdige Eiweißfuttermittel am Markt zu erhalten. Es wurde daher versucht, mit den LandwirtInnen gemeinsam auf die regionale Marktlage zu reagieren und diese entsprechend Rationen für die Betriebe zu konzipieren.

Auf den Betrieben wurden im Versuch für eine genauere Analyse nachstehende Parameter miteinbezogen.

3.2.2.1 Futterwert und Futtermittelpreise

Bei den ersten Betriebsbesuchen wurden von den bis zu diesem Zeitpunkt eingesetzten Rationen Proben gezogen. Nach der neuen Rationsgestaltung mit Komponenten aus 100 % biologischer Erzeugung wurden ebenfalls Proben der Ration für eine Analyse

genommen. Die Proben wurden an das Futtermittellabor Rosenau der NÖ Landeslandwirtschaftskammer zur Bestimmung der Futtermittelinhaltsstoffe nach der erweiterten Weender-Analyse geschickt. Bei Umstellung der Ration während des Versuchszeitraums z.B. wegen nicht Verfügbarkeit einzelner Komponenten erfolgte nach neuerlicher Rationsberechnung eine weitere Beprobung.

Um einen wirtschaftlichen Vergleich zwischen den beiden Rationen erstellen zu können, wurden von den LandwirtInnen Preise für die jeweiligen Futterkomponenten erfragt. Wenn die LandwirtInnen dazu keine Angaben machen konnten, wurden Preise nach Auskunft von Bio Austria eingesetzt.

3.2.2.2 Body Condition Score (BCS)

Beim Umstallen der Sauen in die Abferkelbucht – dies geschah auf allen Betrieben ca. eine Woche vor dem Abferkeln – und zum Zeitpunkt des Absetzens wurde eine Körperkonditionsbeurteilung der Sauen mittels BCS (MAFF 1998) durchgeführt. Mit Hilfe des BCS wurden die Sauen visuell, hauptsächlich aber durch Ertasten der Fettauflage an Hüftbeinhöcker und Sitzbeinhöcker beurteilt. Es wurden Konditionsklassen von 1 – 5 vergeben, wobei Klasse 1 für sehr magere, extrem unterkonditionierte Sauen und Klasse 5 für sehr fette, überkonditionierte Sauen stehen. Die Beurteilung wurde von Mitarbeiterinnen der Universität für Bodenkultur Wien durchgeführt. Dabei wurde darauf geachtet, dass immer die gleichen Personen den BCS durchführten, um einen BeobachterInneneffekt zu vermeiden und die Vergleichbarkeit der Bewertungen zu gewährleisten.

3.2.2.3 Wurfgröße

Von den BetriebsleiterInnen wurden bei jedem Wurf die Anzahl geborener, tot- und lebend geborener Ferkel aufgezeichnet. Zusätzlich wurden alle Ferkelausfälle während der Laktation mit der Ausfallsursache vermerkt.

3.2.2.4 Wurfmasse

Kurz nach der Geburt erfolgte durch die LandwirtInnen die Wiegung des gesamten Wurfes. Gewogen wurden nur die lebend geborenen Ferkel, die toten geborenen Ferkel wurden nicht berücksichtigt.

3.2.2.5 Lebendmasse der Ferkel beim Absetzen

Beim Absetzen der Ferkel wurde eine Einzeltierwiegung durch Mitarbeiterinnen der Universität für Bodenkultur Wien durchgeführt, auf einem Betrieb erfolgte dies durch den Betriebsleiter.

3.2.2.6 Sonstige Aufzeichnungen

Unter dieser Rubrik wurden Besamungen, Umräuschen, aufgetretene Krankheiten, Ausfälle bei Sauen und Ferkeln und deren Ursachen angeführt.

Abschließend wurde mit den BetriebsleiterInnen ein Interview geführt, um deren Erfahrungen aus dem Praxisversuch sowie ihre Einschätzungen zur Umsetzung der 100 % Bio-Fütterung zu erheben.

Die Zusammenarbeit mit den Betrieben begann Ende März 2009 und endete im April 2010.

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisse Exaktversuch

Insgesamt wurden die Daten von 34 Sauen in die Auswertung aufgenommen, von diesen Sauen wurden 118 Würfe ausgewertet. Abbildung 5 zeigt die Anzahl der Durchgänge, die von den Sauen durchlaufen wurden. 2 Sauen wurden nach 2 Durchgängen ausgeschieden, von denen eine Sau zu Beginn ihres 3. Durchganges kein lebendes Ferkel zur Welt brachte, obwohl sie klinisch gesund erschien. Das 2. Tier wurde nach zweimaliger erfolgloser Besamung auf Grund des hohen Alters – 7. Wurf zu Versuchsbeginn – ausgeschieden. Dass Sauen im Versuch nur 3 Durchgänge mitmachten, ergab sich aus folgenden Gründen: durch das Aufstocken des Sauenbestandes im Sommer 2008 – es handelte sich um 11 Sauen – war für diese Tiere aus zeitlichen Gründen nur ein dreimaliger Einsatz im Versuch möglich. Eine Sau musste wegen Fruchtbarkeitsstörungen ausgeschieden werden. Bei einem Tier wurde der Durchgang 4 nicht in die Auswertung aufgenommen, da diese Sau ohne pathologische Begründung bei Beginn der Laktation die Futterraufnahme verweigerte und separiert werden musste, bei einem weiteren Tier erfolgte eine Separierung auf Grund einer Beinverletzung.

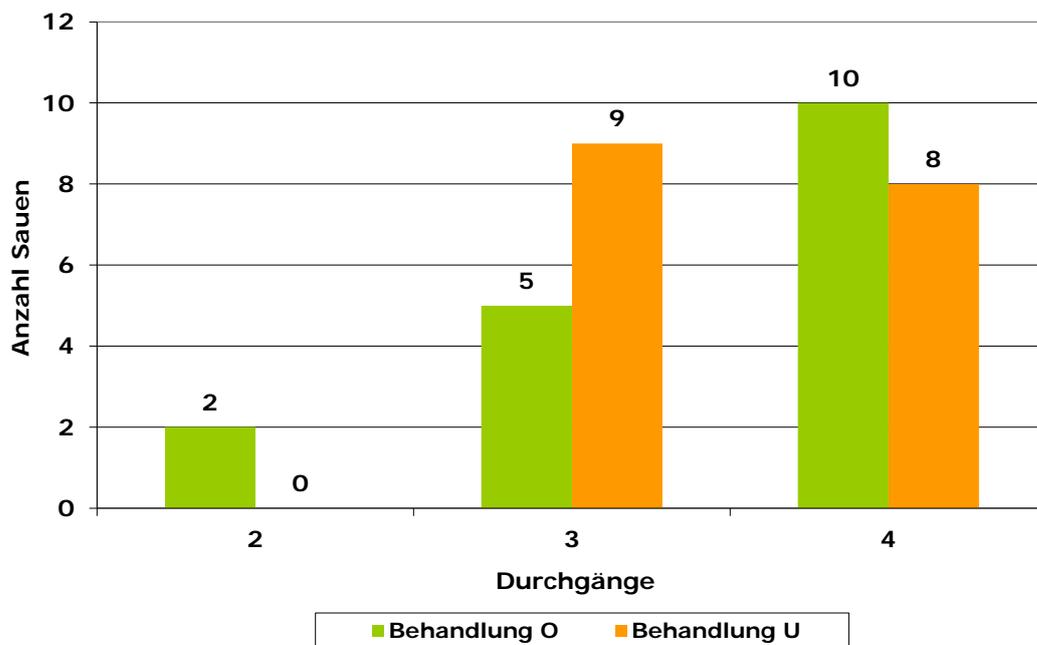


Abbildung 5: Anzahl der Durchgänge pro Sau im Versuchszeitraum

4.1.1 Sauenbezogene Parameter

4.1.1.1 Futterraufnahme

Generell konnte festgestellt werden, dass die Futterraufnahme der Sauen in beiden Behandlungen sehr hoch war. Bereits im ersten Drittel der Laktation wurde von den Sauen mehr als 6 kg Futter pro Tag verzehrt. Wie aus Abbildung 6 ersichtlich, nahmen die Sauen in der optimierten Behandlung während des gesamten Versuchszeitraumes tendenziell mehr Futter zu sich als Sauen mit unbalancierter Ration ($P=0,071$).

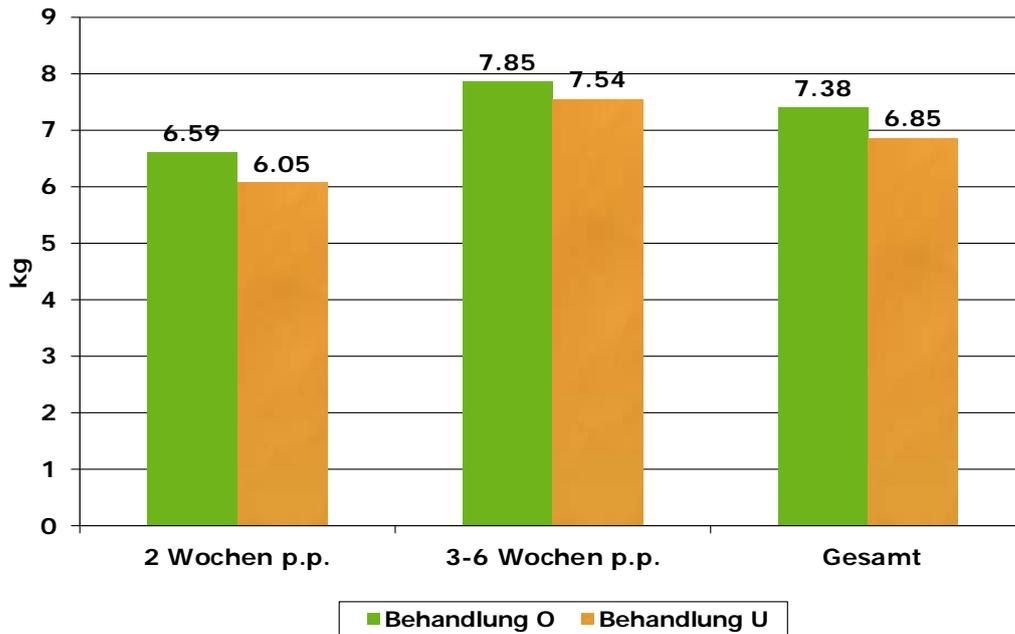
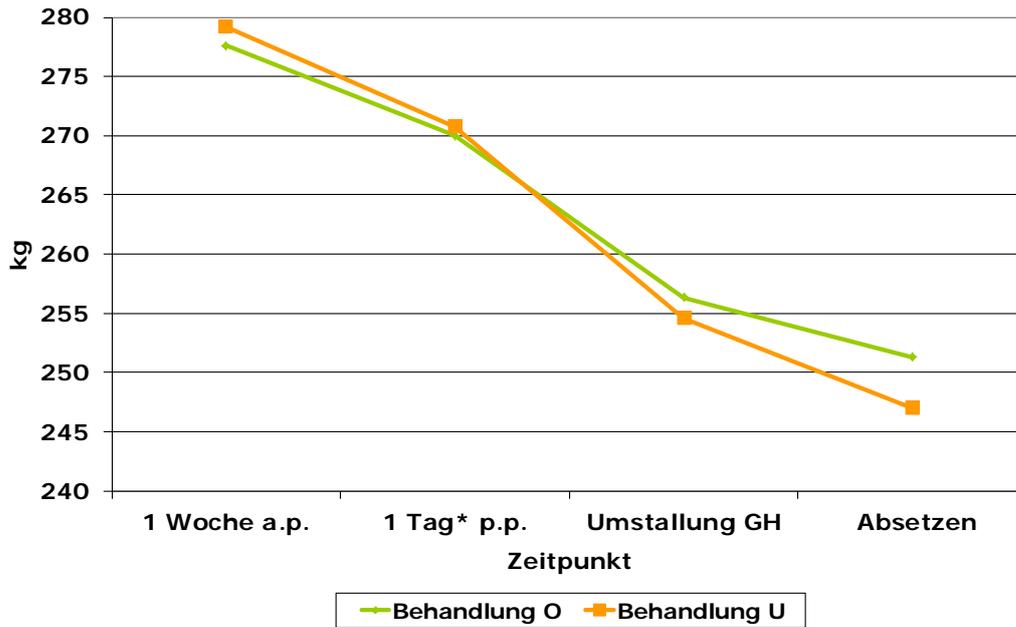


Abbildung 6: Durchschnittliche Futteraufnahme je Sau (2 Wochen post partum, 3-6 Wochen post partum bzw. gesamt)

4.1.1.2 Lebendmasse und Rückenspeckdicke

Bei der Lebendmasse der Sauen zum Zeitpunkt des Einstallens in den Abferkelbereich gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Behandlungen ($P=0,834$). Ebenso wies die Lebendmasse der Tiere beim Absetzen keinen signifikanten Unterschied auf ($P=0,602$). Der Lebendmasseverlust der Sauen in Behandlung U war mit 22,88 kg zwar numerisch höher als jener bei den Sauen in Behandlung O mit 19,41 kg, es resultierte im statistischen Test aber keine Signifikanz dieser Differenz ($P=0,446$). Korrespondierend zur Lebendmasseveränderung verringerte sich die Rückenspeckdicke ante partum von 13,6 mm in Behandlung O und 14,7 mm in Behandlung U mit nicht signifikantem Unterschied zwischen beiden Behandlungen auf $O=11,8$ mm und $U=12,7$ mm ($P=0,286$).



*Median (min Tag 0, max Tag 4)

Abbildung 7: Lebendmasse der Sauen vor der Geburt bis zum Absetzen

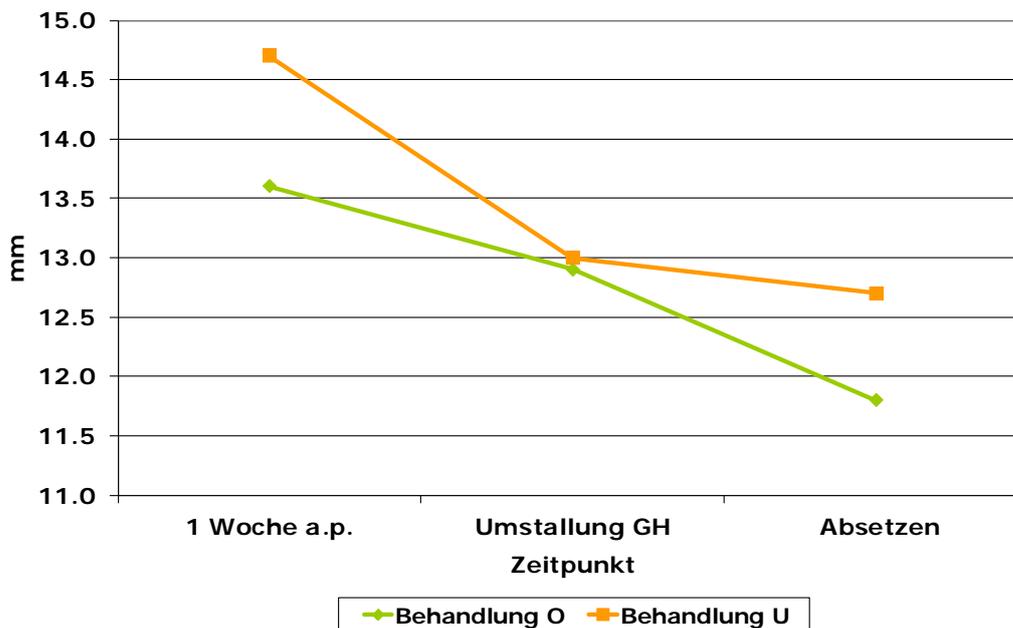


Abbildung 8: Rückenspeckdicke Sauen vor der Geburt bis zum Absetzen

4.1.1.3 Fruchtbarkeitsparameter

In der Länge der Zwischenwurfzeit ergaben sich mit 165,5 Tagen in Behandlung O und 168,6 Tagen in Behandlung U keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungen ($P=0,135$). Tendenziell konnte über die gesamte Versuchsdauer ein verlängerter Zeitraum zwischen Absetzen und erfolgreicher Belegung, den sogenannten

Leertagen, für die Sauen der Behandlung U beobachtet werden ($O=8,8$ Tage versus $U=12,7$ Tage, $P=0,099$). Mit Fortschreiten des Versuches kam es in den einzelnen Durchgängen in beiden Behandlungen zu einer Erhöhung der Anzahl der Leertage mit nicht signifikantem Unterschied ($P=0,676$) zwischen den Behandlungen (Abbildung 9).

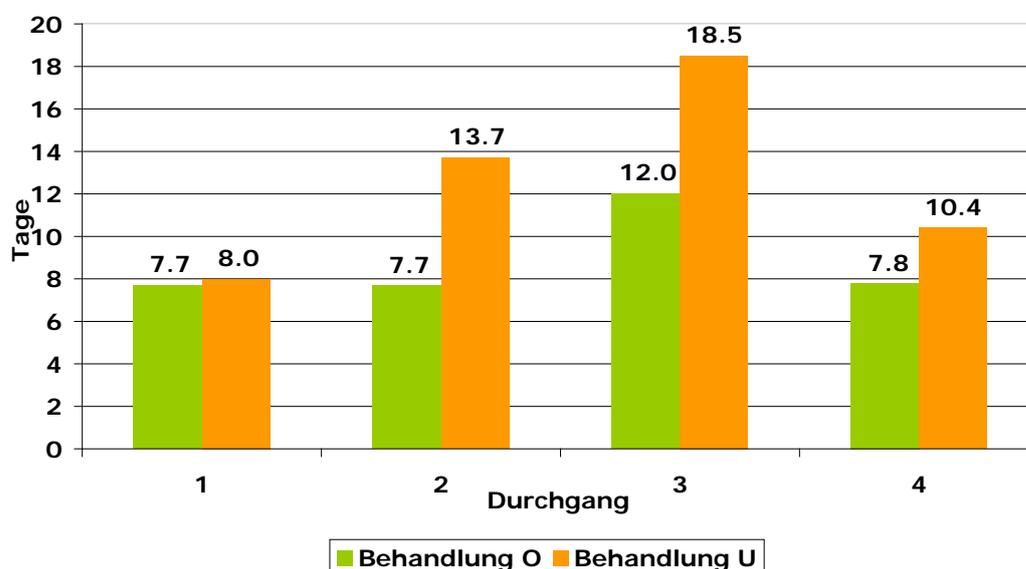


Abbildung 9: Durchschnittliche Leertage je Sau und Versuchsdurchgang

4.1.1.4 Blutparameter

Der Harnstoffgehalt im Blut unterschied sich sowohl zwischen den beiden Behandlungen als auch zwischen den einzelnen Zeitpunkten der Blutabnahme signifikant. Zusätzlich zeigte auch die Wechselwirkung zwischen Blutabnahmezeitpunkt und Behandlung einen signifikanten Effekt: während beim ersten Abnahmezeitpunkt die Behandlung U einen höheren Harnstoffgehalt aufwies, wies die Behandlung O bei der 2. und 3. Abnahme einen deutlich höheren Harnstoffgehalt im Blut auf (siehe Tabelle 10).

Tabelle 10: Harnstoffgehalt im Blutserum ante partum, 14 Tage post partum und beim Absetzen (mmol/l)

	Behandlung O	Behandlung U	Ø Abnahme	S_e	P_{Beh}	P_{Abn}	$P_{Beh*Abn}$
1 Woche ante partum	4,16	4,52	4,34	1,099	0,018	<0,001	<0,001
14 Tage post partum	5,62	4,34	4,98				
beim Absetzen	5,21	4,36	4,78				
Ø Behandlung	4,99	4,41					

Auch der Gehalt an freien Fettsäuren unterschied sich signifikant zwischen den Behandlungen. Hingegen konnten weder für den Blutabnahmezeitpunkt noch für die

Wechselwirkung Behandlung x Abnahmezeitpunkt ein signifikanter Effekt festgestellt werden (Tabelle 11).

Tabelle 11: Gehalt an FFS im Blutserum ante partum, 14 Tage post partum und beim Absetzen (mmol/l)

	Behandlung O	Behandlung U	Ø Abnahme	S _e	P _{Beh}	P _{Abn}	P _{Beh*Abn}
1 Woche ante partum	0,19	0,17	0,18	0,202	0,005	0,119	0,223
14 Tage post partum	0,29	0,18	0,23				
beim Absetzen	0,26	0,18	0,22				
Ø Behandlung	0,25	0,18					

Beim Gehalt an γ -Glutamyltransferase vers.2 (γ -GT2) ergaben sich keine signifikanten Unterschiede in den Behandlungen und dem Zeitpunkt der Blutabnahme, sehr wohl zeigte aber die Wechselwirkung Behandlung x Abnahmezeitpunkt einen signifikanten Effekt: zu den späteren Abnahmezeitpunkten unterschieden sich die Behandlungen stärker als bei der ersten Blutabnahme (Tabelle 12).

Tabelle 12: Gehalt an γ -GT2 im Blutserum ante partum, 14 Tage post partum und beim Absetzen (U/l)

	Behandlung O	Behandlung U	Ø Abnahme	S _e	P _{Beh}	P _{Abn}	P _{Beh*Abn}
1 Woche ante partum	27,00	25,34	26,17	6,997	0,166	0,343	0,0324
14 Tage post partum	27,57	23,14	25,36				
beim Absetzen	29,87	23,42	26,70				
Ø Behandlung	28,18	23,97					

4.1.1.5 Hormongehalt in der Sauenmilch

Die Analyse von ca. 850 Milchproben auf ihren Gehalt an 17 β -Estradiol und Progesteron führte nur bei 16 Proben zu einem interpretierbaren Ergebnis, d.h. dass bei 16 Sauen wahrscheinlich eine sog. Laktationsrausche auftrat. Diese waren über beide Behandlungen praktisch gleich verteilt (9 Sauen Behandlung O, 7 Sauen Behandlung U), es wurde daher aufgrund des geringen Datenumfangs von einer weiteren statistische Auswertung Abstand genommen.

4.1.2 Ferkelbezogene Parameter

Die Sauen beider Behandlungen unterschieden sich nicht signifikant in der Anzahl lebend geborener und abgesetzter Ferkel. Auch bei den Ferkelverlusten war zwischen den Behandlungen kein signifikanter Unterschied festzustellen. Tendenziell lagen die prozentuellen Ferkelverluste in Behandlung O höher als in Behandlung U (siehe Tabelle 13).

Tabelle 13: Wurfgröße, Ferkelanzahl und Ferkelverluste

	Behandlung		S _e	P
	optimiert	unbalanciert		
Ferkel lebendgeboren, Stk	10,6	11,1	2,80	0,475
Ferkel abgesetzt, Stk	7,7	8,4	1,77	0,152
Ferkelverluste, Stk	3,4	2,9	2,03	0,372
Ferkelverluste in %	29,29	22,71	16,726	0,093

Die Ferkel der Sauen beider Behandlungen unterschieden sich weder in der Wurfmasse bei der Geburt noch beim Absetzen signifikant, auch bei den durchschnittlichen Wurfmassen pro Ferkel ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. Tendenziell war aber eine geringere Tageszunahme bei den Ferkeln aus der Behandlung U zu beobachten (Tabelle 14).

Tabelle 14: Wurfmasse, Lebendmasseveränderung und Tageszunahmen der Ferkel

	Behandlung		S _e	P
	optimiert	unbalanciert		
Wurfmasse nach der Geburt*, kg	15,2	15,7	3,64	0,484
LM/Ferkel nach der Geburt, kg	1,54	1,56	0,179	0,859
Wurfmasse beim Absetzen, kg	89,6	91,7	21,93	0,641
LM/Ferkel beim Absetzen, kg	12,02	11,32	1,634	0,112
TZ Wurf, kg	1,75	1,78	0,502	0,759
TZ Ferkel, g	247	232	37,6	0,088

*Median Tag 0 (min Tag 0, max Tag 3)

Die Lebendmasseentwicklung der Ferkel während der Laktationsperiode zeigte einen tendenziellen Unterschied zwischen den Behandlungen, es bestand darüber hinaus eine signifikante Wechselwirkung Lebenstag x Behandlung ($P < 0,001$), d.h. dass die Ferkel aus beiden Behandlungen eine signifikant unterschiedliche Lebendmasseentwicklung zeigten (Abbildung 10): Die Lebendmasse der Ferkel der Behandlung U blieb etwas hinter der der Ferkel in der Behandlung O zurück, woraus die Gruppenmittel laut Tabelle 14 resultieren.

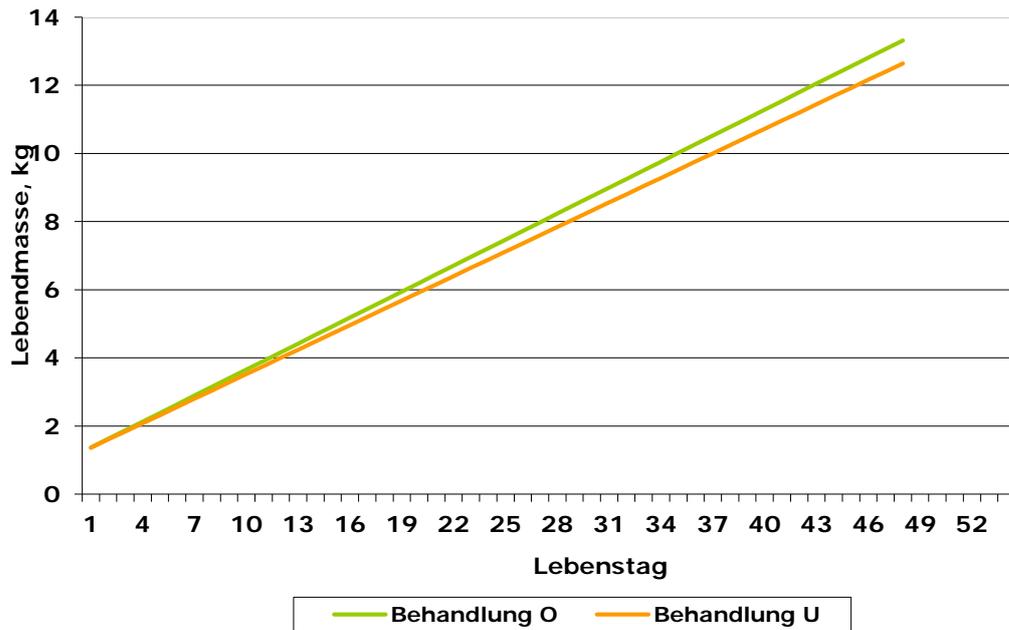


Abbildung 10: Lebendmasseentwicklung Ferkel

Der durchschnittliche Verbrauch von Ferkelbeifutter pro Sauengruppe – es konnte keine Zuordnung zu den beiden Behandlungen getroffen werden - belief sich auf ca. 36 kg (Minimum 6,09 kg, Maximum 105,56 kg). Die Anwesenheit der Ferkel aus beiden Behandlungen an der Futterstelle, an der das Ferkelbeifutter angeboten wurde, war nicht signifikant verschieden. Die Wechselwirkung zwischen Behandlung und Beobachtungstag ($P=0,065$) zeigte aber eine tendenziell zunehmend häufigere bzw. längere Präsenz der Ferkel aus Behandlung O an der Futterstelle (gemessen als relativer Zeitanteil, an denen die Ferkel an der Futterstelle anwesend waren).

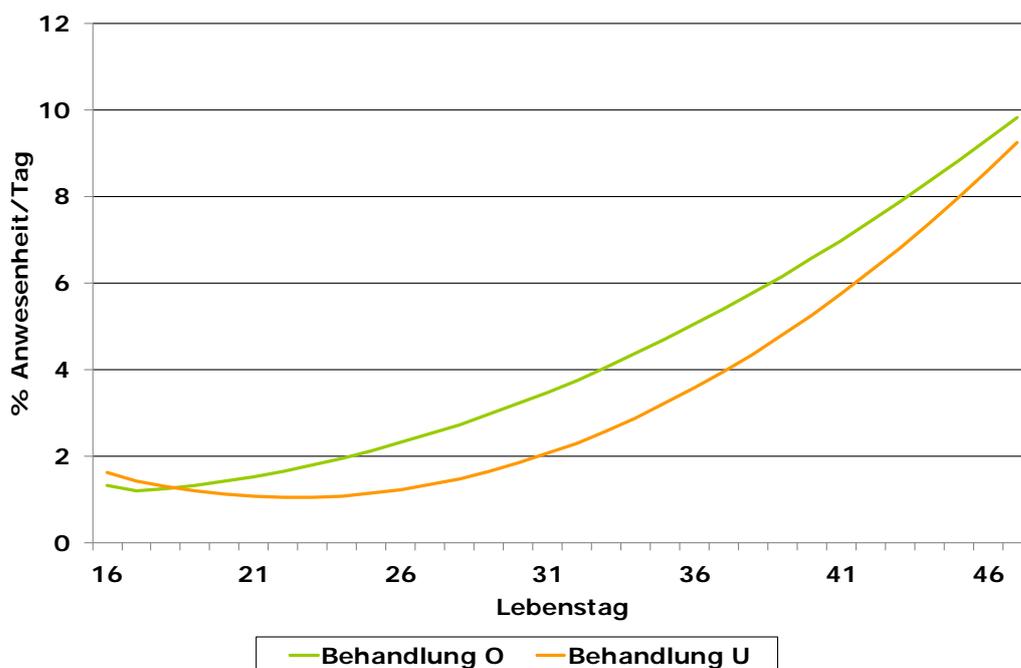


Abbildung 11: Relative Ferkelanwesenheit an der Futterstelle

4.1.3 Ausgewählte Parameter von Würfen mit mindestens 10 abgesetzten Ferkeln

Aus den bereits angeführten Ergebnissen (siehe Tabelle 13) ist erkennbar, dass die Leistungen der Sauen im Versuch doch deutlich unter ihrem genetischen Potenzial liegen dürften und die Anzahl der aufgezogenen Ferkel im unteren Bereich üblicher Leistungsdaten moderner Sauenlinien angesiedelt ist. Um die Auswirkungen einer Aminosäuren-Minderversorgung auf Sauen mit einer stärkeren physiologischen Beanspruchung auf Grund höherer Ferkelzahlen zu evaluieren, wurde aus den vorliegenden Daten eine eigene Auswertung für Sauen, die mindestens 10 abgesetzte Ferkel aufwiesen, durchgeführt.

Insgesamt konnten 34 Würfe von 22 Sauen ausgewertet werden, die dieses Kriterium erfüllten. Abbildung 12 veranschaulicht die Zahl der Sauen innerhalb beider Behandlungen und der dazugehörigen Anzahl von Würfen.

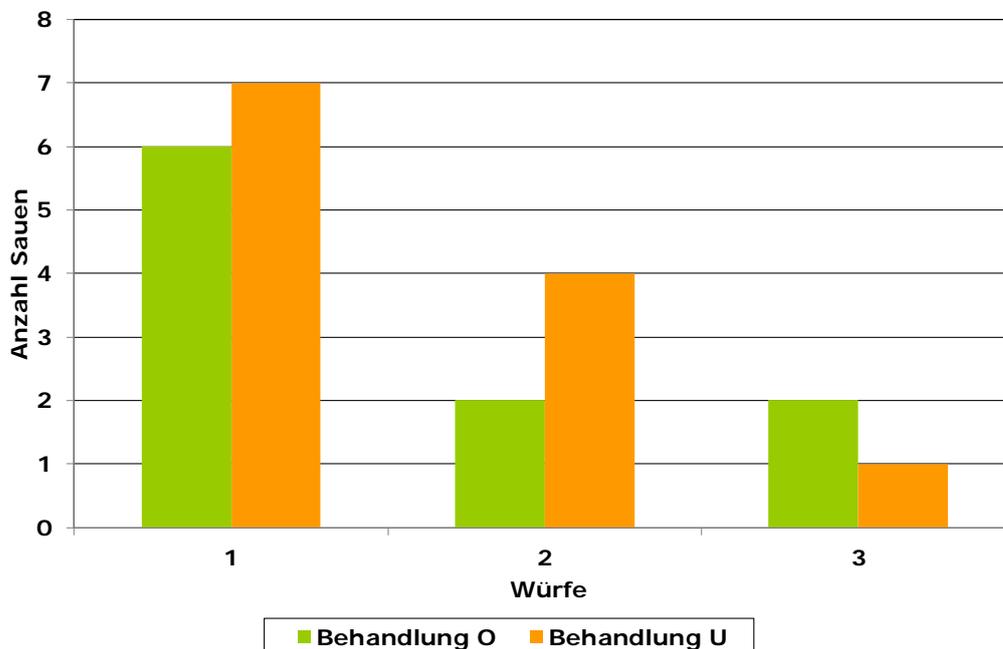


Abbildung 12: Anzahl der Würfe derjenigen Sauen, die mindestens 10 Ferkel absetzten

Während des Aufenthaltes in den Abferkelbuchten konnte für die Sauen aus Behandlung U ein signifikant niedrigerer Futterverbrauch als für Sauen aus Behandlung O beobachtet werden ($P=0,005$), wobei die Menge des verbrauchten Futters über die gesamte Laktation nur mehr tendenzielle Unterschiede zeigte ($P=0,069$; siehe Abbildung 13).

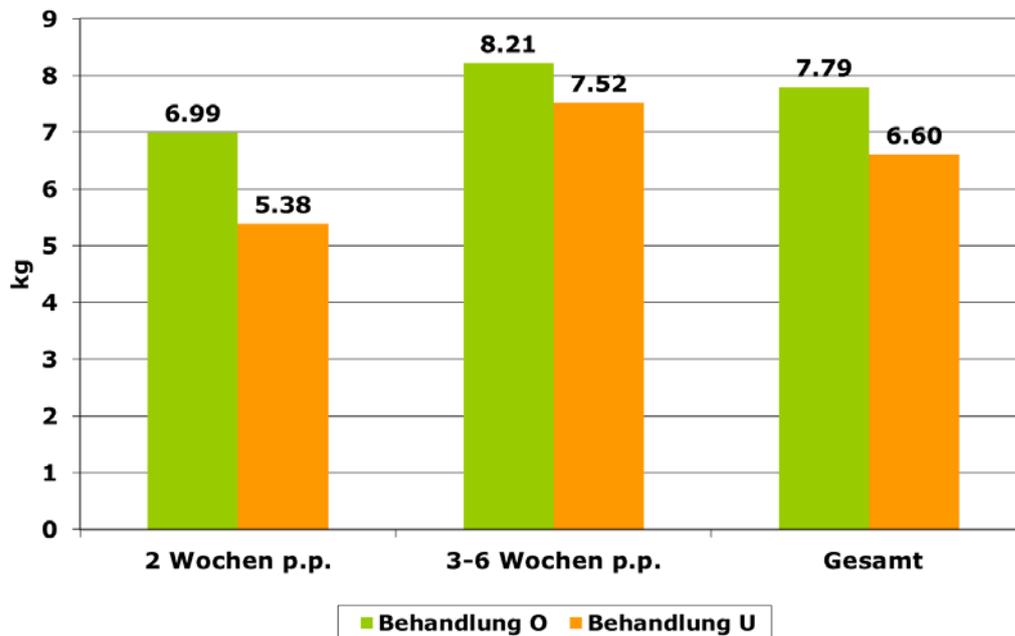
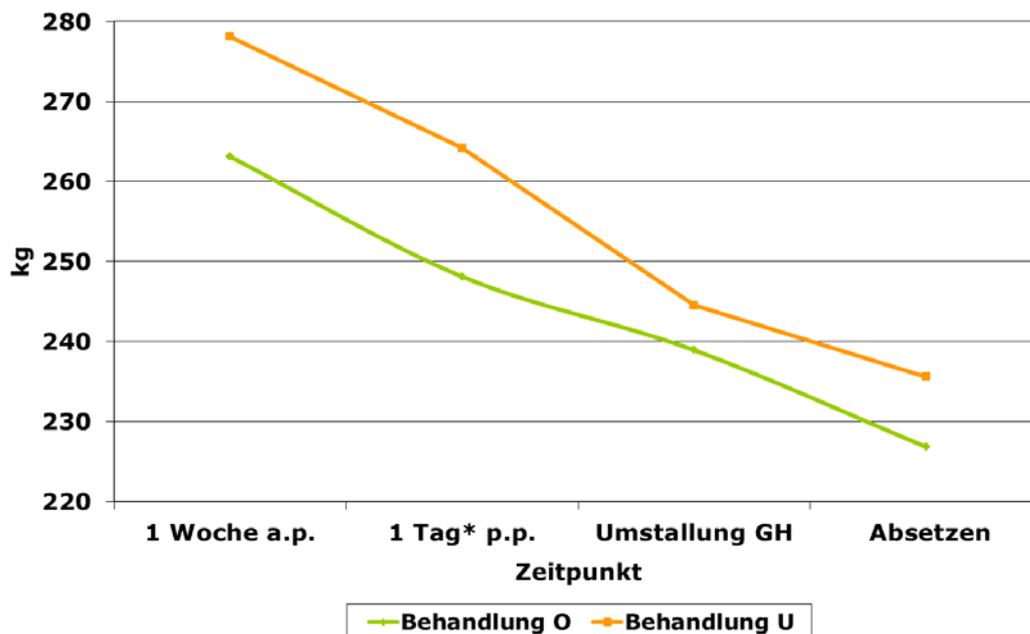


Abbildung 13: Durchschnittliche Futteraufnahme je Sau (2 Wochen post partum, 3-6 Wochen post partum bzw. gesamt)

Wie aus Abbildung 14 ersichtlich, wiesen die Sauen aus Behandlung U mit 278,05 kg eine deutlich höhere Lebendmasse zum Zeitpunkt des Einstallens in den Abferkelbereich auf als Sauen aus der Behandlung O mit 263,11 kg, wobei sich dieser Unterschied nur numerisch ausdrückte, im statistischen Test aber keine Signifikanz zeigte ($P=0,242$). Ebenso konnte bei den weiteren Wiegungen nach der Geburt, 2 Wochen post partum und beim Absetzen kein signifikanter Unterschied in den Lebendmassen der Sauen beider Behandlungen festgestellt werden. Ein differenzierteres Bild ergab sich bei der Analyse des Merkmales Lebendmasseverlust. Im Zeitraum vom Abferkeln bis 2 Wochen p.p. verloren Sauen aus Behandlung O 12,76 kg an Lebendmasse, wohingegen Sauen aus der Behandlung U mit 22,59 kg doch einen signifikant höheren Lebendmasseverlust aufwiesen ($P=0,0268$). Über die gesamte Laktation war in beiden Gruppen ein hoher Lebendmasseverlust zu verzeichnen (O=24,44 kg, U= 30,05 kg), der Unterschied zwischen den Gruppen zeigte aber keine statistische Signifikanz.



* Median (min Tag 0, max Tag 4)

Abbildung 14: Lebendmasse der Sauen vor der Geburt bis zum Absetzen

Korrespondierend zur Lebendmasse wiesen Sauen aus der Behandlung U an allen 3 Messzeitpunkten zwar eine numerisch stärkere Rückenspeckdicke auf als Sauen aus der Behandlung O (Abbildung 15), statistisch konnte aber kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden. Es verringerte sich die Rückenspeckdicke ante partum von 13,23 mm in Behandlung O und 13,51 mm in Behandlung U auf O=9,33 mm und U=10,73 mm beim Absetzen.

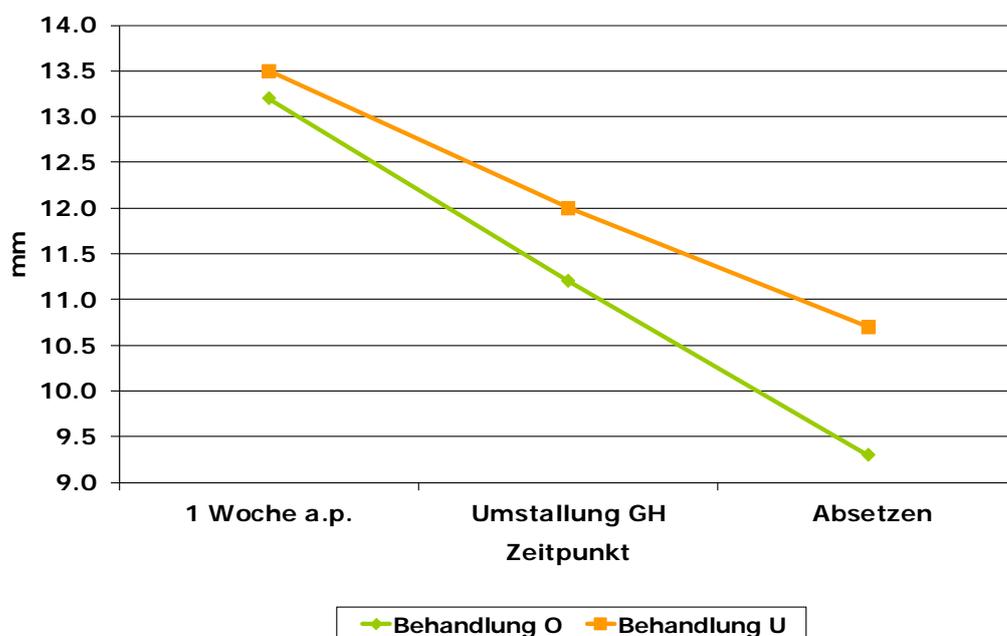


Abbildung 15: Rückenspeckdicke der Sauen vor der Geburt bis zum Absetzen

Im Hinblick auf die Zwischenwurfzeit war mit 171,3 Tagen in Behandlung O und 184,8 Tagen in Behandlung U kein signifikanter Unterschied ($P=0,154$) erkennbar. Ebenso ergab sich für das Merkmal Leertage zwischen beiden Behandlung ein numerischer Unterschied ($O=15,9$; $U=25,4$), der sich aber statistisch nicht signifikant ($P=0,362$) belegen lässt. Im Vergleich zur Gesamtauswertung aller Sauen für beide Merkmale ist aber ersichtlich, dass es sowohl zu einer Verlängerung der Zwischenwurfzeit als auch zu einer Erhöhung der Leertage für Sauen mit höheren Ferkelzahlen kam (vergleiche Abbildung 9 und Abbildung 16).

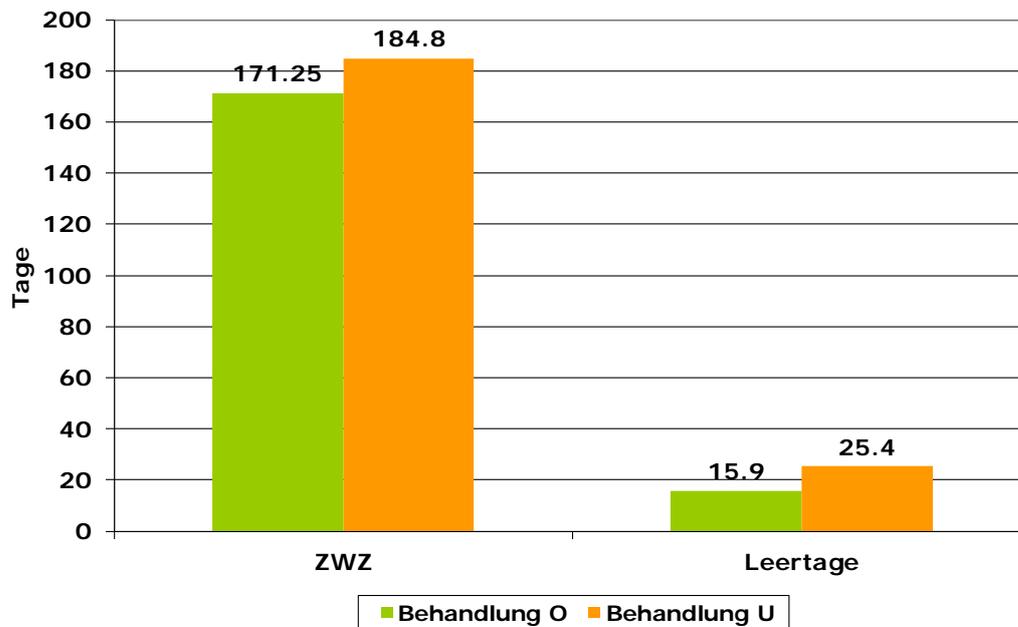


Abbildung 16: Durchschnittliche Zwischenwurfzeit und Leertage je Sau

Bei der Anzahl lebendgeborener und abgesetzter Ferkel unterschieden sich die Sauen beider Behandlungen nicht signifikant (siehe Tabelle 15). Ebenso ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungen bei den Ferkelverlusten, numerisch lagen bei den prozentuellen Ferkelverlusten Sauen aus der optimierten Behandlung allerdings höher.

Tabelle 15: Wurfgröße, Ferkelanzahl und Ferkelverluste

	Behandlung		S _e	P
	optimiert	unbalanciert		
Ferkel lebendgeboren, Stk	13,9	13,6	1,54	0,688
Ferkel abgesetzt, Stk	10,4	10,6	0,85	0,462
Ferkelverluste, Stk	3,2	3,1	1,49	0,836
Ferkelverluste in %	21,92	20,79	10,128	0,810

Dem Trend der vorangehenden Ergebnisse folgend, konnte weder bei der Wurfmasse bei der Geburt noch beim Absetzen ein signifikanter Unterschied zwischen den Ferkeln der Sauen beider Behandlungen festgestellt werden. In gleicher Weise verhielten sich die Wurfmassen auf das einzelne Ferkel bezogen. Die Tageszunahmen der Ferkel waren zwar

bei den Ferkeln aus Behandlung O numerisch höher, ohne aber eine statistische Signifikanz aufzuweisen (Tabelle 16).

Tabelle 16: Wurfmasse, Lebendmasse beim Absetzen und Tageszunahmen der Ferkel

	Behandlung		S _e	P
	optimiert	unbalanciert		
Wurfmasse nach der Geburt*, kg	18,0	18,2	1,78	0,905
LM/Ferkel nach der Geburt, kg	1,46	1,47	0,086	0,933
Wurfmasse beim Absetzen, kg	111,8	110,5	17,59	0,862
LM/Ferkel beim Absetzen, kg	11,02	10,43	1,254	0,375
TZ Wurf, kg	2,29	2,23	0,362	0,720
TZ Ferkel, g	232	215	27,7	0,287

*Median Tag 0 (min Tag 0, max Tag 3)

4.2 Ergebnisse Praxisversuch

Während der gesamten Versuchsdauer konnten Daten von 186 Würfen erfasst werden. Die Auswertung erfolgte deskriptiv, die folgenden Ausführungen und Darstellungen beziehen sich auf Mittelwerte in den jeweiligen Betrieben. Um die Variabilität innerhalb der Betriebe aufzuzeigen, wurden im Text die Variationskoeffizienten (=VK) der einzelnen Betriebe (VK_{b1} , VK_{b2} , VK_{b3} und VK_{b4}) zu den einzelnen Merkmalen angeführt. Aus Abbildung 17 ist die Aufteilung der Würfe auf die einzelnen Betriebe ersichtlich.

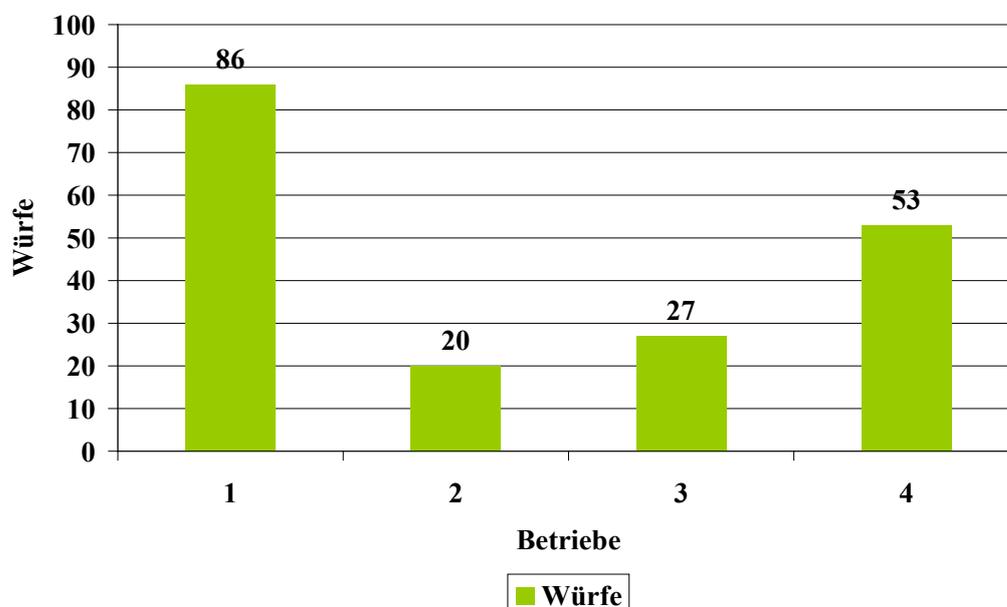


Abbildung 17: Anzahl ausgewerteter Würfe pro Betrieb

Laut gängigen Empfehlungen (LFL 2007, MAFF 1998) für die Beurteilung der Körperkondition der Sauen mittels BCS sollten beim Umstallen in die Abferkelbuchten die

Sauen Noten von 3,0 bis 4,0 erreichen, hingegen sollte die Note 2,5 beim Absetzen nicht unterschritten werden. Wie aus Abbildung 18 ersichtlich entsprechen die Benotungen auf allen 4 Betrieben ($VK_{b1}=0,14$ und $0,15$; $VK_{b3}=0,11$ und $0,20$; $VK_{b4}=0,09$ und $0,16$) den Empfehlungen, der Betrieb 2 ($VK_{b2}=0,11$ und $0,15$) liegt aber bereits zu beiden Zeitpunkten an der Untergrenze.

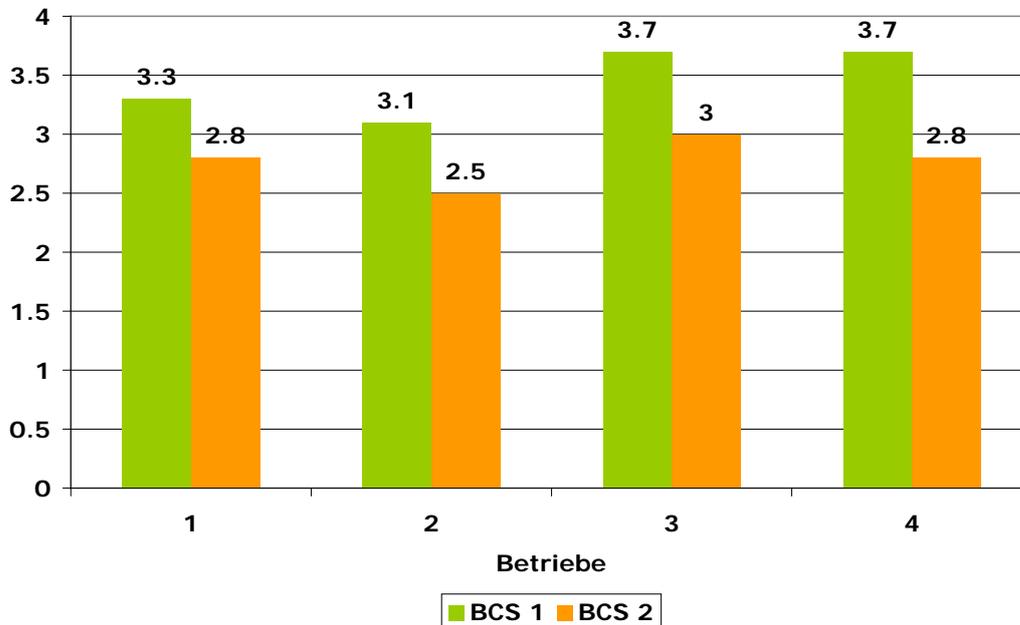


Abbildung 18: Durchschnittliche Körperkondition der Sauen vor der Geburt (BCS 1) und beim Absetzen (BCS 2) pro Betrieb

Bei den Parametern Zwischenwurfzeit (ZWZ) und Leertage konnten, wie in Abbildung 19 zu sehen, auf 3 Betrieben ($VK_{b1}=0,58$ und $1,26$; $VK_{b2}=0,09$ und $0,12$; $VK_{b4}=0,04$ und $0,97$) sehr gute Ergebnisse erzielt werden. Nur Betrieb 3 ($VK_{b3}=0,12$ und $0,95$) weist bei beiden Parametern relativ hohe Werte auf, wobei die lange Zwischenwurfzeit zum Teil in der auf diesem Betrieb auf 8 Wochen verlängerten Säugezeit begründet ist. Nichtsdestotrotz ist das Absetz-Belege-Intervall mit 21 Tagen erhöht und auch die Differenz in der Zwischenwurfzeit zu den anderen Betrieben wird nicht nur durch die um ca. 2 Wochen längere Säugedauer verursacht.

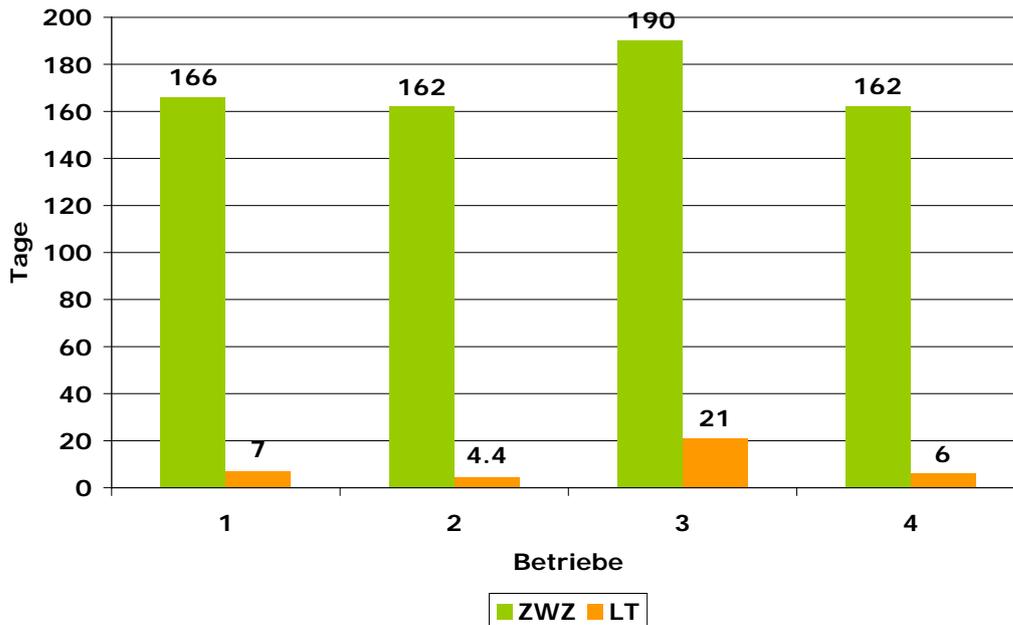


Abbildung 19: Durchschnittliche Zwischenwurfzeit (ZWZ) und Leertage (LT) pro Betrieb

In Tabelle 17 sind die Parameter der Wurf- und Aufzuchtleistung angeführt. Daraus ist ersichtlich, dass die Anzahl der geborenen Ferkel zumindest auf 3 Betrieben ($VK_{b1}=0,28$; $VK_{b2}=0,23$; $VK_{b3}=0,31$; $VK_{b4}=0,18$) relativ hoch ist, was von den Betriebsleitern zum Teil sogar als problematisch eingeschätzt wird, da sich aus ihrer Sicht dadurch die Ferkelverluste wegen Erdrückens erhöhen. Bei der Höhe der Ferkelverluste zeichnen sich größere Unterschiede zwischen den einzelnen Betrieben ($VK_{b1}=0,86$; $VK_{b2}=0,97$; $VK_{b3}=0,79$; $VK_{b4}=0,76$) ab, was darauf hindeutet, dass die Verluste sehr stark vom Management abhängig sind. Die Wiegungen der Ferkel ergaben ein durchaus zufriedenstellendes Ergebnis bei Wurfmasse, Lebendmasse beim Absetzen und bei den Tageszunahmen (Tabelle 17). Die hohe Lebendmasse beim Absetzen auf Betrieb 3 ist mit der verlängerten Säugezeit erklärbar, die Tageszunahmen für diesen Betrieb sind jedoch auch überdurchschnittlich.

Tabelle 17: Durchschnittliche Wurf- und Aufzuchtleistung auf den 4 Betrieben

Merkmal	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 4
Ferkelanzahl gesamt	12,14	13,75	13,96	15,85
lebend geborene Ferkel	10,27	12,50	12,19	13,88
abgesetzte Ferkel	7,60	9,10	8,15	10,42
Ferkelausfälle	2,78	3,15	3,89	3,15
Ferkelausfälle in %	25,44	23,67	28,53	21,60
Wurfmasse, kg	16,23	18,85	17,53	18,16
Ø Wurfmasse/Ferkel, kg	1,61	1,55	1,49	1,30
LM/Ferkel beim Absetzen, l	11,72	10,68	16,27	12,41
Tageszunahme pro Ferkel, g	229	215	271	260

Am Ende des Versuches wurden die LandwirtInnen über ihre Einschätzungen zur auf ihrem Betrieb durchgeführten Untersuchung sowie zu den Aspekten der Umsetzung einer "100% Bio-Fütterung" befragt. Dabei gaben alle Beteiligten eine positive Rückmeldung zu den verwendeten Rationen ab. Die Sauen zeigten keinerlei Auffälligkeiten und auf keinem Betrieb wurde eine Minderung der Leistung gegenüber dem bisherigen Niveau festgestellt. Ebenso traten keine starken Lebendmasseverluste bei den Sauen auf, das Bild der „abgesäugten Sau“ blieb aus. Alle BetriebsleiterInnen waren davon überzeugt, dass Rationen mit 100 % Biokomponenten in Zukunft ohne Benachteiligung der Sauen umzusetzen sind. Als kritische Punkte werden von den Beteiligten allerdings die Beschaffung der Futtermittel und deren Preisgestaltung gesehen. So waren zwar alle LandwirtInnen von der Versuchsration überzeugt, dennoch war keiner der BetriebsleiterInnen bereit, die 100% Bio-Ration weiterhin einzusetzen. Alle wollen die Übergangsregelung mit dem erlaubten Anteil von 5% konventioneller Komponenten in der Ration bis Ende 2014 nutzen, auf 3 Betrieben aus rein ökonomischen Gründen, Betrieb 3 will weiterhin Kartoffeleiweiß einsetzen, da die Ferkel mit der Sau mitfressen und kein eigener Ferkelstarter angeboten wird.

5 Diskussion

5.1 Exaktversuch

Die vorrangige Zielsetzung dieses Fütterungsversuchs war die Analyse von zu erwartenden Szenarien bei einer vollständigen Umsetzung der EU-VO 889/2008 in der Praxis. Auf Grund dieser Herangehensweise war ein ceteris paribus Design nicht möglich, was beim Vergleich mit anderen wissenschaftlichen Untersuchungen zu beachten ist.

5.1.1 Sauenbezogene Parameter

5.1.1.1 Futteraufnahme

Aus den vorliegenden Daten ist ersichtlich, dass die Futteraufnahme über die gesamte Laktation höhere Werte erreichte als in einigen Literaturstellen angegeben (siehe Abbildung 6, Jeroch et al. 2008, Van der Peet-Schwing et al. 1998). Dadurch liegt die Energieversorgung mit durchschnittlich 96,09 MJ ME (O) und 87,95 MJ ME (U) im Bereich der Empfehlungen der GfE (2006). Die hohe Futteraufnahme könnte durch das durchschnittlich höhere Alter der Sauen erklärbar sein (siehe Abbildung 3), da sich die Futteraufnahme bis zur 6. Laktation steigert (O'Grady et al. 1985) und ältere Sauen, d.h. Sauen mit höheren Wurfanzahlen, mehr Futter verzehren als Sauen mit niedriger Wurfanzahl (Koketsu et al. 1996). Eine weitere Begründung für die hohe Futteraufnahme könnte in der täglichen Futtervorlage, die während des Versuchszeitraumes semi-ad libitum (siehe Unterkapitel Haltungs- und Fütterungssystem) durchgeführt wurde, liegen. Dies findet in anderen Untersuchungen Bestätigung, in denen ähnlich hohe Futteraufnahmen erzielt werden konnten, vor allem bei viermaliger Futtervorlage pro Tag im Gegensatz zu zweimaliger Fütterung Wehenbrink et al. (2006) bzw. bei ad libitum Fütterung ab dem Zeitpunkt der Geburt (Neil 1996). Der Versuch von Wehenbrink et al. (2006) bestätigte auch, dass die Futteraufnahme bei Sauen mit höheren Wurfanzahlen über jenen von jüngeren Sauen lag. Demgegenüber stehen die Ergebnisse aus der Untersuchung von Kruse et al. (2011), in der Sauen beim ersten und zweiten Wurf eine höhere Futteraufnahme aufwiesen als ältere Sauen. Die Futteraufnahme unterschied sich auch nicht signifikant zwischen den beiden Behandlungen. Dies bestätigt Untersuchungen von McNamara und Pettigrew (2002) sowie Wehenbrink et al. (2006), die bei Rationen mit verschiedenen Proteinniveaus keinen Unterschied in der Futteraufnahme feststellen konnten. Allerdings wäre aufgrund des um 0,7 bis 1,4 % niedrigeren Futter-ME-Gehaltes in der Behandlung U eine geringfügig höhere Futteraufnahme in dieser Behandlung zu erwarten gewesen. Die ungünstigere Aminosäurezusammensetzung des Futterproteins in der Behandlung U würde diesem Effekt allerdings entgegengewirkt haben, wodurch die in Abbildung 6 dargestellte tendenziell höhere Futteraufnahme der Behandlung O zu erklären ist. Dieses Ergebnis wird auch von einer Untersuchung von Revell et al. (1998a) untermauert, in der Sauen mit höherer Proteinversorgung ab der 3. Laktationswoche signifikant mehr Futter aufnahmen als Sauen mit niedrigerer Proteinversorgung. In einer Forschungsarbeit von Dos Santos et al. (2006) wurde ebenfalls festgestellt, dass im Gegensatz zu den Erwartungen Sauen aus Behandlungen mit höherem Energieniveau mehr Futter aufnahmen als Sauen mit niedrigerem Energieniveau, wobei in beiden Behandlungen die Futteraufnahme als sehr niedrig anzusehen war. Begründet wurde dieses Paradoxon mit der geringeren Staubbelastung durch Zusatz von Futteröl in der Ration mit höherem Energiegehalt und einer besseren Schmackhaftigkeit dieser Ration. Versuche von Mosnier et al. (2009) zeigten, dass die Futteraufnahme in der 2. und

3. Laktationswoche ein Plateau erreicht, was sich im vorliegenden Versuch auch in den Differenzen zwischen der Futteraufnahme in den ersten 14 Laktationstagen (Zeit in der Abferkelbucht) und der Futteraufnahme während des Gruppensäugens (siehe Abbildung 6) manifestiert. Diese Ergebnisse werden auch in anderen Untersuchungen bestätigt (Kruse et al. 2011, Wehenbrink et al. 2006, Neil 1996) in denen eine maximale Futteraufnahme erst 10 bis 12 Tage nach der Geburt erreicht wurde.

5.1.1.2 Lebendmasse und Rückenspeckdicke

Die Sauen wiesen in der vorliegenden Untersuchung in beiden Behandlungen eine deutlich höhere Lebendmasse (O=277,6 kg; U=279,2 kg) beim Umstallen in die Abferkelbuchten, d.h. ca. 1 Woche vor dem Geburtstermin, auf als für verschiedene andere Versuche beschrieben (Silva et al. 2009, Garcia Vilela Nunes et al. 2006, Yang et al. 2000, Touchette et al. 1998). Die Begründung für diese hohen Lebendmassen könnte an der generellen Großrahmigkeit der Versuchstiere liegen, die aufgrund der Einkreuzung von Landrasse im österreichischen ÖHYB-Programm als typisch für diese F₁-Sauen angesehen werden kann (VÖS 2013). Weiters hatten zwei Drittel der Sauen zu Versuchsbeginn bereits mehr als drei Würfe hinter sich (siehe Abbildung 3) und somit die Wachstumsphase bereits vor Versuchsbeginn abgeschlossen. Diese hohen Lebendmassen am Ende der Trächtigkeit implizieren aber auch, dass die Sauen in sehr guter Kondition in die Phase der Laktation gehen konnten, was sich laut einigen Studien (Panzardi et al. 2011, Zhang et al. 2011, Beyga und Rekiel 2010) positiv auf das Geburtsgewicht der Ferkel und der Lebendmasseentwicklung der Ferkel auswirkt. Demgegenüber ergaben sich in einer Untersuchung von Revell et al. (1998b) beim Geburtsgewicht der Ferkel keine Unterschiede zwischen sehr gut und schlechter konditionierten Sauen. In der Untersuchung von Beyga und Rekiel (2010) wurde aber auch eine geringere Futteraufnahme bei schwereren Sauen festgestellt, welche aber trotzdem zu einem erhöhten Lebendmasseverlust bei den Sauen führte. Eine eingeschränkte Futteraufnahme konnte im vorliegenden Versuch nicht beobachtet werden, wobei in beiden Behandlungsgruppen der Lebendmasseverlust bis zum Absetzen nichtsdestotrotz relativ hoch ausfiel. Aktuelle Praxisempfehlungen (LfL 2011) gehen von einem tolerierbaren Lebendmasseverlust während der Säugezeit von 7,5-10 % aus. Diese Empfehlungen wurden weder bei den Sauen in Behandlung O mit 7 % Lebendmasseverlust noch in Behandlung U mit 8 % Lebendmasseverlust überschritten, einzig bei Sauen in Behandlung U mit mehr als 10 abgesetzten Ferkeln erhöhte sich der Lebendmasseverlust auf ca. 11 %. Dieser Zusammenhang zwischen der Anzahl abgesetzter Ferkel und höherem Lebendmasseverlust wurde auch in einer Untersuchung von Wehenbrink et al. (2006) beobachtet. Jeroch et al. (2008) und Roth (2011) setzen die Richtwerte für tolerierbare Lebendmasseverluste bei höchstens 20 kg an. Während die Sauen aus Behandlung O mit 19,41 kg Lebendmasseverlust während der gesamten Laktation noch knapp unterhalb dieser angegebenen Obergrenzen waren, überschritten die Sauen aus Behandlung U diese Richtwerte mit 22,88 kg um etwa 14 %, wobei zwischen den Behandlungen jedoch kein signifikanter Unterschied zu erkennen war. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Resultaten aus Untersuchungen, in denen Relationen mit unterschiedlichen Proteinkonzentrationen an Sauen getestet wurden (Dourmad et al. 1998, King et al. 1993), wohingegen bei anderen Versuchen (Clowes et al. 2003, McNamara und Pettigrew 2002, Jones und Stahly 1999, Kusina et al. 1999, Touchette et al. 1998, Richert et al. 1997) – ebenfalls mit verschiedenen Proteingehalten – Sauen, die mehr Protein aufnahmen, signifikant weniger an Lebendmasse verloren. Die Ergebnisse der Rückenspeckdicke (Abbildung 8) weisen eher niedrige Werte auf (Bergsma et al. 2009),

wobei bei der Messung der Rückenspeckdicke beim Absetzen ähnliche Ergebnisse erzielt wurden wie in der Studie von Kongsted und Hermansen (2009), die auf 8 biologisch bewirtschafteten Betrieben in Dänemark durchgeführt wurde. Die Vergleichbarkeit der absoluten Ergebnisse mit denen aus anderen Studien ist aber nur sehr bedingt möglich, da unterschiedliche Messgeräte und vor allem Messmethoden zu abweichenden Resultaten führen. Die Ergebnisse der Rückenspeckmessung (siehe Abbildung 8) legen die Vermutung nahe, dass die Sauen mit schlechterer Aminosäurenversorgung während der ersten zwei Laktationswochen durch eine höhere Mobilisierung der Körperreserven, mitbegründet durch eine tendenziell geringere Futtermittelaufnahme der Sauen aus der Behandlung U, mehr an Rückenspeckdicke verlieren als Sauen mit optimaler Versorgung. Diese Vermutung wurde im statistischen Test nicht untermauert, da sich die Behandlungen nicht signifikant voneinander unterscheiden. Dies deckt sich mit den Ergebnissen aus anderen Studien (García-Vilela Nunes et al. 2006, McNamara und Pettigrew 2002, Cooper et al. 2001a, Touchette et al. 1998), in denen keine Auswirkung des Lysin-Niveaus auf die Rückenspeckdicke bzw. die Abnahme der Rückenspeckdicke während der Laktation festgestellt wurde. Im Gegenzug dazu konnten Everts und Decker (1995) und King et al. (1993) in ihren Untersuchungen beobachten, dass Sauen mit höherer Proteinversorgung höhere Einbußen an Rückenspeckdicke während der Laktation zeigten als Sauen mit niedrigerer Proteinaufnahme. Dies wurde damit begründet, dass die besser versorgten Sauen einen höheren Energiebedarf durch die Milchbildung aus dem Nahrungsprotein verbrauchen als aus der Mobilisation des Körperproteins.

5.1.1.3 Fruchtbarkeitsparameter

Ökonomisch wichtige Indikatoren der Fruchtbarkeitsleistung sind Zwischenwurfzeit und Leertage. Als Zielgröße wird in der biologischen Ferkelerzeugung eine Zwischenwurfzeit von 175 Tagen angestrebt (Löser und Bussemas 2006). Die Sauen beider Behandlungen unterschritten diese Kennzahl um 5,4 % (Behandlung O mit 165,5 Tagen) bzw. 3,7 % (Behandlung U mit 168,6 Tagen). Dies, obwohl die Anzahl der Leertage (siehe Abbildung 9) in beiden Behandlungen über Ergebnissen aus publizierten Studien (Bergsma et al. 2009, Kongsted und Hermansen 2009) lag. Diese scheinbare Diskrepanz zwischen einem vergleichsweise günstigeren Abschneiden der im vorliegenden Versuch stehenden Sauen bezüglich Zwischenwurfzeit bei gleichzeitig relativ höherer Zahl an Leertagen ist durch eine unterschiedlich lange Säugezeit in den hier zitierten Arbeiten (Löser und Bussemas 2006, Bergsma et al., 2009, Kongsted und Hermansen 2009) erklärbar. In der vorliegenden Untersuchung konnte kein signifikanter Einfluss der Lysinversorgung auf die Anzahl der Leertage festgestellt werden. Dieses Ergebnis findet auch in anderen Studien Bestätigung (Dos Santos et al. 2006, Yang et al. 2000, Touchette et al. 1998, Richert et al. 1997). Demgegenüber stehen Ergebnisse aus mehreren Untersuchungen, in denen die Höhe der Lysingabe einen signifikanten Effekt auf die Anzahl der Leertage hatte (Yang et al. 2008, Heo et al. 2007, Jones und Stahly 1999). Ein Erklärungsansatz für diese divergenten Ergebnisse könnte in der Altersverteilung der im vorliegenden Versuch teilnehmenden Sauen liegen, da ein Großteil der Sauen bei Versuchsbeginn bereits drei und mehr Laktationen hinter sich hatten und ältere Sauen elastischer auf Fütterungsdefizite reagieren als Jungsau (Yang et al. 2009). Ebenfalls könnte die gute körperliche Kondition der Sauen eine Rolle spielen, da laut einer Übersichtsstudie von Dourmad et al. (1994) die Anzahl der Leertage zwar linear von der Proteinversorgung der Sauen beeinflusst wird, dies aber sehr stark vom Körperproteinverlust abhängig ist. Die Abhängigkeit der Anzahl der Leertage von den Proteinreserven der Sauen bei der Geburt, d.h. einer guten Körperkondition, wird auch in einer Untersuchung von Quesnel et al.

(2005) hervorgehoben. Des Weiteren kam es mit zunehmender Versuchsdauer zu einer Erhöhung der Anzahl der Leertage, die tendenziell (nicht signifikant) insbesondere für die Sauen der Behandlung U zutraf (siehe Abbildung 9). Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass eine nicht bedarfsgerechte Aminosäurenversorgung der Sauen über einen längeren Zeitraum zu einer Verschlechterung der Fruchtbarkeitsleistung führt. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Leertage im 4. und letzten Durchgang gegenüber dem 3. Durchgang für beide Behandlungen wieder sanken (relativ stärker für die Behandlung U), was gegen diesen postulierten "Langzeit-Effekt" spricht. Die Schwankungen könnten auch durch andere Umweltfaktoren (Management im Deckzentrum, Temperatur etc.) verursacht worden sein, die in der vorliegenden Untersuchung nicht erhoben wurden.

5.1.1.4 Blutparameter

Die Gehalte an freien Fettsäuren im Blut wiesen in der Behandlung U signifikant niedrigere Werte auf als in Behandlung O. Die Konzentration der freien Fettsäuren im Blut steht in Zusammenhang mit der Mobilisierung von Körperfett zur Bereitstellung von Energie für die erhöhten Ansprüche während der Laktation. Beim Einsatz von Rationen mit niedrigem Lysingehalt wirkt aber Lysin als limitierender Faktor für die Milchbildung, daher müssen die Sauen nicht Fettreserven zur Milchbildung mobilisieren, was niedrigere Gehalte an freien Fettsäuren im Serum hervorruft (Tokach et al. 1992). Dieser Ansatz würde für die vorliegende Untersuchung die niedrigeren Werte in Behandlung U erklären, da die Energiezufuhr bei Sauen aus dieser Behandlung gängigen Empfehlungen entsprach, die Aminosäurenausstattung der Ration aber unter diesen lag. Demgegenüber stehen die Ergebnisse einer Untersuchung von Mejia-Guadarrama et al. (2002), in der zwischen einer Ration mit niedrigem Protein- bzw. Lysingehalt und einer Ration mit angemessener Protein-/Lysinversorgung kein signifikanter Unterschied bei den – in beiden Behandlungen hohen – Gehalten an freien Fettsäuren im Blut feststellbar war. Die hohen Werte in beiden Behandlungen können aber als ein Indiz stärkerer Fettmobilisation auf Grund einer negativen Energiebilanz von rund 30 % angesehen werden, da die Sauen in diesem Versuch während der gesamten Laktation restriktiv gefüttert wurden. Gemessen an den relativ hohen Lebendmasseveränderungen während der Laktation liegt der Gehalt an freien Fettsäuren im Blut (Tabelle 11) dennoch in beiden Behandlungen niedriger als in einer älteren Untersuchung angegeben (Rojkittikhun et al. 1993). Dies könnte ein Indiz dafür sein, dass durch die im vorliegenden Versuch erreichte hohe Futteraufnahme eine ausreichend hohe Versorgung der Sauen mit Nährstoffen gegeben war (Neil 1996). In einer Studie von Valros et al. (2003), in welcher der Zusammenhang von Milchproduktion und metabolischem Status von Sauen untersucht wurde, wurden ähnliche Konzentrationen von freien Fettsäuren und Harnstoff im Serum nachgewiesen wie in der vorliegenden Untersuchung. Insbesondere der Anstieg der Werte vom ersten zum zweiten Abnahmezeitpunkt in Behandlung O, d.h. von einer Woche vor dem Abferkeln bis 14 Tage nach der Geburt, entspricht den Ergebnissen von Valros et al. (2003), da während dieser Phase die Milchsyntheserate ansteigt, die Futteraufnahme aber noch nicht den Maximalwert erreicht hat und die Sauen daher eher in Gefahr laufen in eine katabole Stoffwechsellage zu geraten. Bis zum Absetzen sinken die Werte wieder, da während dieser Zeit die Milchproduktion ein Plateau erreicht hat oder sogar wieder absinkt und der Nährstoffbedarf durch die Fütterung gedeckt werden kann, wie es die Werte der freien Fettsäuren im Blut in einer Untersuchung von Revell et al. (1998a) bestätigen. In der Behandlung U waren diese Konzentrationsverläufe nicht zu beobachten (siehe Tabelle 10 und Tabelle 11), da einerseits wie bereits angeführt in dieser Ration wahrscheinlich der Lysingehalt den limitierenden Faktor für die Milchbildung darstellt und

andererseits die geringere Proteinmenge in der Ration den Harnstoffgehalt absenkt. Es konnte auch keine Erhöhung der Harnstoffkonzentration im Blut durch das unbalancierte Aminosäurenmuster in Behandlung U beobachtet werden. Laut Eggum (1970) müssten bei einer zu geringen Verabreichung einer limitierenden Aminosäure und der dadurch eingeschränkten Proteinsynthese überschüssige Aminosäuren desaminiert werden und als Harnstoff ins Blut abgegeben werden. Dieser Mechanismus scheint im vorliegenden Versuch nicht eingetreten zu sein. Die Begründung dafür könnte in der hohen Futteraufnahme der Sauen in Behandlung U liegen, da die Tiere trotz unbalancierter Ration den Tagesbedarf an essenziellen Aminosäuren zum überwiegenden Teil decken konnten (Pampuch et al. 2006, Kirchgessner et al. 1998, Libal et al. 1997, Kirchgessner et al. 1993). Der Harnstoffgehalt im Blut liegt in beiden Behandlungen im Bereich etablierter Referenzwerte (Verheyen et al. 2007, Kraft und Dürr 1995, Waldmann und Wendt 2001), was die Vermutung nahelegt, dass weder Sauen aus der Behandlung O noch Sauen aus der Behandlung U für die Anforderungen einer adäquaten Milchbildung verstärkt Körperprotein abbauen mussten, da ein erhöhter Proteinabbau erst ab einem Blutharnstoffgehalt von mehr als 10 mmol/l erkennbar wäre (Kraetzl et al. 1998). Die signifikanten Unterschiede im Blutharnstoffgehalt zwischen beiden Behandlungen sind daher für die Praxis nicht aussagekräftig, da die Werte in beiden Behandlungen deutlich unter diesem Grenzwert liegen (siehe Tabelle 10). Der höhere Wert in Behandlung O könnte mit der um rund 15 g täglich höheren Proteinaufnahme dieser Gruppe erklärt werden, da die Sauen dieser Behandlung deutlich mehr Futter aufnahmen und der Proteingehalt je kg Futter um 28 bis 33 g/kg höher war als für die Behandlung U (siehe Tabelle 10 und Abbildung 6, Neil 1996, Yang et al. 2008, Mosnier et al. 2010, Mejia-Guadarrama et al. 2002, Cooper et al. 2001b). Demgegenüber stehen die Ergebnisse aus einem Versuch von Coma et al. (1996), in dem die Auswirkungen verschiedener Lysinhalte in der Ration auf den Harnstoffstickstoffgehalt im Plasma zur Bestimmung des Lysinbedarfs von laktierenden Sauen untersucht wurden. Dabei konnte festgestellt werden, dass der Harnstoffstickstoffgehalt mit zunehmender Lysinversorgung sinkt. Der niedrigste Harnstoffstickstoffwert konnte bei einer Lysinaufnahme von 55 g/d beobachtet werden. Dies könnte die niedrigeren Harnstoffwerte in Behandlung U erklären, da die Sauen in Behandlung U durchschnittlich täglich 53,16 g Lysin aufnahmen. Ebenso zeigen die Werte von γ -GT2 keine Abweichungen zu Referenzwerten (Verheyen et al. 2007, Dubreuil und Lapierre 1997), was auf einen nicht beeinträchtigten Gesundheitsstatus der Sauen und insbesondere auf das Fehlen von Störungen des Leberstoffwechsels schließen lässt. Der in Tabelle 11 bzw. Tabelle 12 für den Gehalt an freien Fettsäuren bzw. γ -GT2 dokumentierte signifikante Behandlungseffekt bzw. die Wechselwirkung zwischen Behandlung und Zeitpunkt der Blutprobenahme sind praktisch ohne Relevanz, da nur sehr gravierende Veränderungen dieser Parameter eine Veränderung im Gesundheits- bzw. Stoffwechselstatus von Schweinen anzeigen (Verheyen et al. 2007), was aber in der vorliegenden Untersuchung nicht der Fall war.

5.1.2 Ferkelbezogene Parameter

5.1.2.1 Lebendmasse, Tageszunahme

Die Lebendmasse der Ferkel bei der Geburt liegt mit mehr als 1,5 kg im Bereich gängiger Empfehlungen und den Ergebnissen aus anderen Versuchen mit verschiedenen Proteinniveaus (Lfl 2011, Jeroch et al. 2008, Roth 2011, Revell et al. 1998b, Pfeffer et al. 1997). Bei der Geburtslebendmasse ergaben sich erwartungsgemäß keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungen, da an die Sauen aus beiden

Behandlungen während der gesamten Trächtigkeit eine identische, den Bedarfsnormen entsprechende Ration v erfüllt wurde. Aber auch bei einem Fütterungsversuch von Cooper et al. (2001a), in dem Sauen bereits während der Trächtigkeit mit Rationen mit unterschiedlichen Lysingehalten versorgt wurden, ergaben sich keine signifikanten Unterschiede der Lebendmasse der Ferkel bei der Geburt auf Grund der Lysinversorgung während der Trächtigkeit, sehr wohl hatte aber die Wurffanzahl einen signifikanten Einfluss auf die Geburtslebendmasse der Ferkel. Dem gegenüber stehen Untersuchungsergebnisse, in denen Ferkel, deren Mütter bereits während der Trächtigkeit mit höheren Lysingehalten in der Ration versorgt wurden, signifikant höhere Lebendmassen bei der Geburt aufwiesen (Yang et al. 2008, Yang et al. 2009). Die tendenziell ($P=0,088$) höheren Tageszunahmen der Ferkel der Behandlung O (Tabelle 14) werden durch einen signifikant ($P<0,001$) verschiedenen Verlauf der Lebendmasse-Entwicklung der Ferkel der beiden Behandlungen bestätigt (Abbildung 10): Die leicht unterschiedliche Wachstumsrate resultiert im Alter von 42 Tagen in einer um 592 g höheren Lebendmasse der Ferkel der Behandlung O gegenüber jener der Behandlung U. Dieses Ergebnis deckt sich mit anderen Untersuchungen (Dos Santos et al. 2006, McNamara und Pettigrew 2002, Mejia-Guadarrama et al. 2002, Revell et al. 1998b). Die höheren Absetzgewichte und die tendenziell höheren Tageszunahmen der Ferkel in der optimierten Gruppe müssen aber auch in Zusammenhang mit der geringeren Ferkelzahl pro Wurf in dieser Behandlung gesehen werden, wie dies auch durch Untersuchungen von Auld et al. (1998) und Revell et al. (1998b) untermauert wird. In der Studie von Auld et al. (1998) mit verschieden großen Würfen, nahm die tägliche Wurffzunahme signifikant mit höherer Ferkelzahl pro Wurf ab. Ebenso stellte sich in einer Untersuchung von Richert et al. (1997) heraus, dass bei einer Anzahl von weniger als 10 Ferkeln pro Sau niedrigere Lysingehalte in der Ration keinen Einfluss auf die Tageszunahmen und Anzahl der abgesetzten Ferkel haben, sich diese Minderversorgung aber sehr wohl bei größeren Würfen auswirkt. Dieses Ergebnis kann mit der vorliegenden Untersuchung nicht bestätigt werden, da auch bei einer Auswertung der Sauen mit mehr als 10 abgesetzten Ferkeln kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungen vorlag (siehe Tabelle 16 und Tabelle 13). Nichtsdestotrotz weisen die Ergebnisse aus einer Vielzahl von Versuchen mit unterschiedlichen Lysiniveaus in den Rationen darauf hin, dass Ferkel von Sauen, die mit höheren Lysingehalten im Futter versorgt wurden, höhere Tageszunahmen und damit auch höhere Lebendmassen beim Absetzen aufwiesen (Yang et al. 2009, Yang et al. 2008, Bojčukova et al. 2006, Clowes et al. 2003, Jones und Stahly 1999, Kusina et al. 1999, King et al. 1993).

5.1.2.2 Ferkelanzahl, Ferkelverluste

Die Anzahl lebend geborener Ferkel deckt sich mit Erhebungen von Leeb (2001) auf österreichischen Biobetrieben und liegt geringfügig unter den Untersuchungsergebnissen von Dietze et al. (2007) auf deutschen Ökobetrieben, die Ferkelverluste (siehe Tabelle 7) übersteigen die in diesen Untersuchungen erhobenen Werte jedoch beträchtlich. Auch Ergebnisse aus weiteren Studien in freier Abferkelsystemen, die sowohl in der ökologischen Landwirtschaft als auch in der konventionellen Landwirtschaft durchgeführt wurden, weisen deutlich geringere Ferkelverluste auf (Wallenbeck et al. 2009, Weber et al. 2009, Anderson et al. 2009). Hingegen verzeichneten Marchant et al. (2000) bei einem Vergleich verschiedener freier Abferkelsysteme ebenfalls Ferkelverluste von 29,6%, was noch über dem Mittelwert aus beiden Behandlungen in der vorliegenden Studie liegt. Eine Kausalität der Aminosäure-Versorgung zu den hohen Ferkelverlusten ist jedenfalls nicht ableitbar, da die Verlustrate bei Sauen, die mit der optimierten Ration

versorgt wurden, sogar tendenziell höher war als bei den Sauen in der Behandlung U (Tabelle 7). Dass die Fütterung der Sauen keinen signifikanten Einfluss auf die Sterblichkeitsrate der Ferkel hat, wurde auch in einer Untersuchung von Sulabo et al. (2010) festgestellt, in der die Sauen ad libitum bzw. restriktiv gefüttert wurden. Des Weiteren erfolgten die Ausfälle größtenteils in den ersten 4 Lebensstagen durch Erdrücken. Dies deckt sich mit Untersuchungen von Marchant et al. (2000) und Anderson et al. (2009). Demgegenüber stehen die Ergebnisse einer Untersuchung von Wallenbeck et al. (2009) auf schwedischen Biobetrieben, in der die Ferkelverluste bis zu einem Alter von 10,6 Tagen auftraten. In der vorliegenden Untersuchung wies ein Großteil der Sauen zu Versuchsbeginn mehr als 3 Würfe auf. Da das Alter der Sau sich aber signifikant auf die Höhe der Ferkelverluste auswirkt (Li et al. 2010, Weber et al. 2009), ist dies als ein Faktor für die generell relativ hohen Verluste anzusehen. Dies lässt sich auch durch Daten aus dem gegenständlichen Versuch belegen: Sauen mit mehr als 3 Würfen hatten eine Verlustrate von 28,6 %, wohingegen Sauen mit weniger als 3 Würfen nur 18,4 % der Ferkel verloren. Eine weitere Begründung für hohe Ferkelverluste liegt auch in Umwelteinflüssen und im Management: So wurde auf Betrieben, die routinemäßig Geburtsüberwachung mit Hilfestellung für die Ferkel zur Aufnahme von Kolostrum und Auffindung des Ferkelnestes durchführten, eine deutlich geringere Ferkelsterblichkeit festgestellt (Andersen et al. 2007). Dies bestätigte sich auch in der vorliegenden Untersuchung, in der nach einer Verbesserung der Geburtsüberwachung durch Videobeobachtung die Ferkelverluste um einige Prozentpunkte gesenkt werden konnten. Die in diesem Versuch gewonnenen Erkenntnisse decken sich mit einer Aussage von Edwards (2002), die darauf hinweist, dass eine erfolgreiche Ferkelaufzucht stark von der Interaktion von Sau, Ferkel und Umwelt abhängig ist und diese daher mehrfaktoriell betrachtet werden müssen. Somit ist es äußerst schwierig einzelne Faktoren für hohe Ferkelverluste auszumachen.

5.1.2.3 Ferkelbeifütterung

Eine für die Behandlungen getrennte Erhebung des Verzehrs von Saugferkelbeifutter war im vorliegenden Versuch aus technischen Gründen (Gruppenhaltung säugender Sauen) nicht möglich. Es wurde jedoch versucht über die Beobachtung von Aufenthaltshäufigkeit bzw. -dauer der Ferkel am Ort, an dem das Saugferkelbeifutter angeboten wurde, einen Indikator für mögliche Differenzen in diesem Merkmal abzuleiten. Wie in Abbildung 11 dargestellt, verbrachten die Ferkel der Behandlung O einen tendenziell größeren Anteil ihres Zeitbudgets an der Futterstelle, was die Annahme einer – mit dem etwas günstigeren Wachstumsverlauf gut korrespondierenden – höheren Futteraufnahme plausibel erscheinen lässt. Aus einer Arbeit mit Daten aus dem vorliegenden Versuch (Wanz 2011) ist ersichtlich, dass sich die Häufigkeit der Anwesenheit der Ferkel mit zunehmendem Alter verändert: Zu Beginn der Ferkelbeifütterung, d.h. in der dritten Lebenswoche, verbrachten die Ferkel nur 1% ihrer Zeit an der Fressstelle; dies steigerte sich bis zur 7. Lebenswoche auf 9 % Anwesenheitshäufigkeit pro Tag. Diese Ergebnisse decken sich mit Untersuchungen von Sulabo et al. (2010), Wattanakul et al. (2005) und Bøe und Jensen (1995).

5.2 Praxisversuch

Bei der Betrachtung der deskriptiven Auswertung der Betriebe konnte eine erhebliche Inhomogenität sowohl in der Fütterung als auch bei den Leistungsparametern zwischen den einzelnen Betrieben festgestellt werden, die vor allem auf das unterschiedliche

Herdenmanagement auf den Betrieben zurückzuführen ist. Diese Beobachtung wurde in einer Untersuchung von Früh et al. (2008) bestätigt, in die Daten aus 31 ferkelproduzierende Betriebe in Deutschland, der Schweiz und Österreich einfließen. Früh et al. (2008) kamen zu dem Ergebnis, dass ein größerer Unterschied zwischen den Betrieben vorzufinden war als zwischen den Ländern.

Die beprobten betriebsüblichen Rationen wiesen gegenüber Fütterungsempfehlungen Abweichungen auf, obwohl die Rationen auf Grund von Optimierungsrechnungen formuliert wurden, die entweder von den LandwirtInnen selbst bzw. von BeraterInnen aus der Futtermittelindustrie durchgeführt wurden. Diese Ergebnisse decken sich mit einer Untersuchung auf deutschen Biobetrieben von Dietze et al. (2007). Dies unterstreicht die Bedeutung regelmäßiger Futtermittelanalysen, um bei unterschiedlichen Nährstoffgehalten der biologisch erzeugten Futterkomponenten eine Anpassung der Rationen an den Nährstoffbedarf zu ermöglichen. Nichtsdestotrotz erfolgten auf den Projektbetrieben nur sporadisch Futtermitteluntersuchungen und auch in anderen Untersuchungen (Dietze et al. 2008) wurde auf dieses Defizit hingewiesen.

Aufgrund des Nährstoffdefizites durch nicht bedarfsgerechte Rationen wäre eine Unterkonditionierung der Sauen beim Absetzen zu erwarten gewesen. Diese wurde aber weder in der vorliegenden Arbeit noch in anderen Untersuchungen (Leeb et al. 2010, Früh et al. 2008, Leeb 2001) bestätigt. Ein Erklärungsansatz dafür könnte in der guten Körperkondition der Sauen vor dem Abferkeln liegen, wodurch sie gewisse Nährstoffdefizite während der Laktation ausgleichen konnten, ohne zu viel an Körpermasse einzubüßen (siehe Abbildung 18). Bei der Beurteilung mittels Body Condition Score lagen nur die Sauen in Betrieb 2 mit einem durchschnittlichen BCS von 2,5 beim Absetzen an der unteren Grenze der geforderten Körperkondition. Diese Sauen wiesen aber auch schon beim Umstallen in die Abferkelbucht den geringsten BCS aller Betriebe auf (siehe Abbildung 18), was die voranstehende Annahme bestätigen könnte.

Die erzielten Ergebnisse bei den Leistungsparametern Wurfmasse, Tageszunahme und Lebendmasse der Ferkel zum Zeitpunkt des Absetzens waren durchaus zufriedenstellend und deckten sich mit Angaben aus der Literatur (Löser und Bussemas 2006, Stalljohann 2006), womit Leistungseinbrüche durch eine 100 % Bio-Ration nicht feststellbar waren. Die Anzahl der abgesetzten Ferkel lag am Betrieb 2 und Betrieb 4 im Bereich anderer Untersuchungen auf Biobetrieben (Prunier et al. 2011, Früh et al. 2008, Stalljohann 2006, Leeb 2001), wohingegen auf Betrieb 1 und 3 die Anzahl abgesetzter Ferkel dieses Niveau unterschritten (siehe Tabelle 17). Die prozentuellen Ferkelverluste variierten auf den Versuchsbetrieben zwischen 21,60 % und 28,53 % und lagen somit auf einem sehr hohen Niveau, das über den Ergebnissen aus anderen Studien (Leeb et al. 2010, Dietze et al. 2008, Löser und Bussemas 2006, Stalljohann 2006, Leeb 2001) auf Biobetrieben lag. Ein ähnliches Ergebnis wurde von Werner et al. (2008) mit 22,5 % Ferkelverlusten auf deutschen Biobetrieben beschrieben, wobei in dieser Studie auf die hohe Variation zwischen den Betrieben hingewiesen wird. Diese hohe Variabilität zwischen den Betrieben wurde auch in einer Untersuchung von Prunier et al. (2011) festgestellt, in der die Ferkelverluste zwischen 13 und 25 % lagen. Diese hohe Variabilität sowohl zwischen den Betrieben in der vorliegenden Untersuchung als auch die Literaturdaten lassen den Schluss zu, dass kein zwingender Zusammenhang zwischen der hohen Rate an Ferkelverlusten und Rationen bestehend aus 100 % Bio-Komponenten besteht, da die Höhe der Ferkelverluste ein mehrfaktorielles Problem darstellt. So gibt Prunier et al. (2011) als Begründung für erhöhte Ferkelverluste die Wurfgröße, Alter der Sauen, zu

geringe Anzahl funktionstüchtiger Zitzen und inadäquate Haltungssysteme an. In der vorliegenden Untersuchung wurde eine relativ hohe Anzahl geborener Ferkel bezüglich Ferkelsterblichkeit von den BetriebsleiterInnen als problematisch angesehen, da dadurch die Wahrscheinlichkeit ansteigt, dass Ferkel eine geringe Lebendmasse aufweisen, wodurch die Vitalität der Ferkel oftmals leidet.

Die Landwirte sahen insgesamt somit nur relativ geringe biologische Probleme darin, Sauen mit 100% Biorationen zu versorgen; die wesentlichen Erfolgsfaktoren sind aus ihrer Sicht Futtermittelverfügbarkeit bzw. -kosten. Die auf den begleiteten Praxisbetrieben erzielten Absolutleistungen bzw. fehlende Hinweise auf Leistungseinbrüche bei der Verfütterung von Rationen, die zu (nahezu) 100 % aus Bio-Futterkomponenten bestanden, unterstützen diese Einschätzung.

Kritischer als die Sauenfütterung sehen die BetriebsleiterInnen die Herausforderung der Rationsgestaltung für Aufzuchtferkel und teilweise auch die Beifütterung der Saugferkel. Diesbezüglich bestehen große Bedenken, Rationen ausschließlich aus biologisch erzeugten Komponenten für die Ferkelaufzucht einzusetzen, da dieser Bereich bereits in der jetzigen Situation – mit der Möglichkeit des begrenzten Zukaufs konventioneller Futterkomponenten gemäß EG-Verordnung – zu den sensibelsten in der Schweineproduktion zählt. Die konkreten Bedenken der LandwirtInnen hinsichtlich 100 % Biorationen in der Saugferkelbeifütterung und Ferkelaufzucht reichen von gesundheitlichen Aspekten – etwa dem Beitrag ernährungsphysiologisch besonders hochwertige Rationen zur Vermeidung von Ferkeldurchfall beim Absetzen – bis zur Verfügbarkeit und Preiswürdigkeit geeigneter Futterkomponenten, die als Ersatz für konventionelles Kartoffeleiweiß eingesetzt werden könnten. In diesem Bereich sehen sie einen hohen Forschungsbedarf.

6 Schlussfolgerungen

Im Folgenden werden die Schlussfolgerungen, die sich aus den vorliegenden Daten dieser Untersuchung und unter Berücksichtigung von Literaturbefunden für die Praxis ziehen lassen, dargestellt.

6.1 Exaktversuch

Aus den vorliegenden Daten lässt sich ableiten, dass Sauen von Rationen mit unbalanciertem Aminosäuremuster weniger verzehren. Trotz der durch geringere Futtermittelaufnahme und der schlechteren Aminosäureausstattung dieser Ration verursachten reduzierten Aufnahme an essenziellen Aminosäuren erleiden sie aber keine gravierenden Nachteile in Hinblick auf Leistung und Tiergesundheit. Sauen können Minderversorgungen durch Rationen, die unter den empfohlenen Gehalten für die Energie- und die Aminosäureausstattung liegen, weitgehend durch eine hohe Futtermittelaufnahme ausgleichen. Dies setzt allerdings ein professionelles Fütterungsmanagement voraus und gilt für Abweichungen von den Empfehlungen wie in der vorliegenden Untersuchung. Eine optimierte Fütterungstechnik, die Sauen mit hoher genetischer Veranlagung ausreichende Futtermengenvorlagen und Fresszeiten einräumt, ist gerade bei Verfütterung von Rationen aus 100 % biologischen Futterkomponenten von größter Bedeutung. Dies besitzt in der Praxis jedoch gegenwärtig häufig keine hohe Priorität.

Während der Durchführung des Projektes kamen die Sauen in guter Kondition aus der Trächtigkeitsphase zum Abferkeln. Dies dürfte mit ein entscheidender Faktor gewesen sein, den Sauen die Kompensation einer Minderversorgung durch die unbalancierte Ration zu ermöglichen. In der Praxis sollte daher bereits im Wartestall großes Augenmerk auf eine gute Körperkondition der Sauen gerichtet werden, wie sie in derzeitigen Empfehlungen vorliegen.

Bei den Fruchtbarkeitsleistungen ist bei einer länger (d.h. über mehrere Produktionszyklen) andauernden Unterversorgung mit essenziellen Aminosäuren eine Verschlechterung dieser Merkmale nicht auszuschließen. Eine deutliche Beeinträchtigung der Fruchtbarkeit der Sauen durch eine Unterversorgung mit essenziellen Aminosäuren während der Laktation ist unter Verhältnissen, wie sie in den vorliegenden Versuchen bestanden, nicht zu erwarten. In der vorliegenden Arbeit ergaben sich zwar tendenzielle Hinweise auf eine Verschlechterung der Fruchtbarkeit, die aber nicht eindeutig auf die Rationsgestaltung zurückgeführt werden konnten. Dieser tendenzielle Rückgang der Fruchtbarkeit in der unbalancierten Gruppe des Exaktversuchs lässt aber doch vermuten, dass hier die Untergrenze für eine gerade noch akzeptable Versorgungssituation erreicht wurde. Zur Minimierung der Gefahr, dass diese Grenzen noch weiter unterschritten werden, ist die Kenntnis des Nährstoffgehalts der Ration entscheidend, da in der vorliegenden Untersuchung erhebliche Schwankungen des Nährstoffgehaltes in den Futtermitteln festgestellt wurden. Für Beratung und Praxis lässt sich daraus die Empfehlung ableiten, dass strategisch geplante Futtermittelanalysen für Betriebe, die ihre laktierenden Sauen in Hinkunft (nach Auslaufen der Übergangsfrist laut EG-Verordnung Ende 2014) bewusst mit diesen knapp formulierten Rationen füttern wollen, ein wichtiger Bestandteil des Fütterungsmanagement sein müssen. Da der Aufwand einer Aminosäureanalyse für den einzelnen Landwirt zu hoch wäre, erscheint es sinnvoller hofeigene Futtermittel nach der Ernte einer Rohnährstoffanalyse zu unterziehen, damit

aus diesen Ergebnissen mit Hilfe der Beratung eine Abschätzung der Aminosäurezusammensetzung der Ration durch Berechnungen aus Futterwerttabellen durchgeführt werden kann. Eine einmalige Überprüfung des Ernährungsgutes bzw. der Futtermittel im Jahresverlauf würde bereits eine deutliche Verbesserung der derzeit unbefriedigenden Informationslage bedeuten und wäre vom Aufwand vertretbar. Beim Zukauf von Eiweißkonzentraten hat der Erzeuger die entsprechenden Informationen bereitzustellen bzw. sollte der Landwirt diese vom Hersteller einfordern.

Die bei niedriger bzw. unbalancierter Aminosäureversorgung der Sauen nicht auszuschließende verminderte Lebendmasse-Entwicklung der Ferkel ist aus der Sicht der Praxis von großer Bedeutung. Dies ist deshalb besonders relevant, da die Formulierung geeigneter Saugferkel-Beifutter und Ferkelaufzuchtfutter unter den Bedingungen einer 100 % Bio-Fütterung von den BetriebsleiterInnen als besondere Herausforderung angesehen wird. Aus den vorliegenden Ergebnissen lässt sich kein gravierender Effekt einer unbalancierten Aminosäure-Ausstattung von Rationen, die sich zur Gänze aus biologisch erzeugten Komponenten zusammensetzen, auf die Lebendmasse-Entwicklung der Ferkel ableiten. Der Trend zu etwas reduzierten Lebendmassen der Ferkel, deren Mütter mit Rationen mit niedriger bzw. unbalancierter Aminosäureausstattung versorgt wurden, ist auch in Zusammenhang mit den etwas größeren Würfen dieser Sauen im gegenständlichen Versuch zu sehen.

Bei der Höhe der Ferkelverluste ist ebenso kein kausaler Zusammenhang mit der Aminosäure-Versorgung der Sauen zu erwarten.

Diese Erkenntnisse gelten jedenfalls für Situationen, in denen die Sauen relativ große Futtermengen aufnehmen. Daher ist eine optimierte Fütterungstechnik, die Sauen mit hoher genetischer Veranlagung ausreichende Futtermengenvorlagen und Fresszeiten einräumt, gerade bei Verfütterung von Rationen aus 100 % biologischen Futterkomponenten von größter Bedeutung.

6.2 Praxisversuch

Die Abweichungen der betriebsüblichen Rationen von Fütterungsempfehlungen und die Variabilität in den Leistungsparametern weisen auf einen immer noch vorhandenen, erheblichen Spielraum für die Optimierung des Herden- und Fütterungsmanagements hin.

Die in den Betriebsbeschreibungen dokumentierten Unterschiede in Standortbedingungen und damit der unterschiedlichen Verfügbarkeit hochwertiger Futtermittel für die Sauenfütterung unterstreichen die Bedeutung betriebsindividueller Optimierungskonzepte. Praktische Beratungshinweise sind in dieser Situation offensichtlich wenig erfolgversprechend.

7 Literatur

- Agroscope Liebefeld-Posieux (2004): Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Schweine. LmZ, Zollikofen, S.194-197.
- ALVA (1983), Arbeitsgemeinschaft Landwirtschaftlicher Versuchsanstalten in Österreich: Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Eigenverlag, Wien.
- Anderson, I.L., I.A. Haukvik and K.E. Bøe (2009): Drying and warming immediately after birth may reduce piglet mortality in loose-housed sows. *Animal* 3:4, S. 592-597.
- Anderson, I.L., G.M. Tajet, I.A. Haukvik, S. Konsgrud and K.E. BØE (2007): Relationship between postnatal piglet mortality, environmental factors and management around farrowing in herds with loose-housed, lactating sows. *Acta Agric. Scand. Sect. A.* 57, S. 38-45.
- Auldust, D. E., D. Carlson, L. Morrish, C. M. Wakeford and R. H. King (2000): The influence of suckling interval on milk production of sows. *J. Anim. Sci.* 78, S. 2026-2031.
- Auldust, D. E., L. Morrish, P. Eason and R. H. King (1998): The influence of litter size on milk production of sows. *Animal Science* 67, S. 333-337.
- Ball, R. O., R. S. Samuel and S. Moehn (2008): Nutrient Requirements of Prolific Sows. *Advances in Pork Production* Vol. 19, S. 223-236.
- Baumgartner, J. (2001): Zur Situation der Bio-Schweinehaltung in Österreich. Tagungsband zur 8. Freiland-Tagung: Tierische Lebensmittel – Qualität beginnt im Stall, Wien.
- Bergsma, R., E. Kanis, M. W. A. Verstegen, and E. F. Knol. (2008). Genetic parameters and predicted selection results for maternal traits related to lactation efficiency in sows. *J. Anim. Sci.* 86, S. 1067-1080.
- Bergsma, R., E. Kanis, M. W. A. Verstegen, C. M. C. van der Peet-Schwering, and E. F. Knol. (2009): Lactation efficiency as a result of body composition dynamics and feed intake in sows. *Livestock Science* 125, S. 208-222.
- Beyga, K. and A. Rekiel (2010): The effect of the body condition of late pregnant sows on fat reserves at farrowing and weaning and on litter performance. *Archiv Tierzucht* 53, S. 50-64.
- Bio-Austria (2013): Marktdaten-Bio-Schweine in Stück. http://www.bio-austria.at/partner/markt__1/marktdaten_von_bio_austria. (Abruf 18.11.2013).
- Blair, R. (2007): Nutrition and Feeding of organic pigs. CABI, Wallingford, S. 30-32.
- BMLFUW (2013): Grüner Bericht 2013 – Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. – Tabelle 2.4.1., Tabelle 2.4.4. Hrsg: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, S. 36, S. 192, S. 193.

- Bøe, K. and P. Jensen (1995): Individual differences in suckling and solid food intake by piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 42, S. 183-192.
- Bojčuková, J. and F. Krátký (2006): Influence of various lysine and threonine levels in feed mixtures for lactating sows on milk quality and piglet growth. *Czech J. Anim. Sci.* 51 (1), S. 24-30.
- Boyd, D. R. and R. S. Kensinger (1998): Metabolic precursors for milk synthesis. In: Verstegen, M.W.A., P.J. Moughan and J.W.Schrama (ed.): *The Lactating Sow*. Wageningen Pers., Wageningen, S. 71-91.
- Boyd, D. R., R. S. Kensinger, R. J. Harrell and D E. Bauman (1995): Nutrient uptake and Endocrine Regulation of Milk Synthesis by Mammary Tissue of Lactating Sows. *J. Anim. Sci.* 73, S. 36-56.
- Boyd, D. R., B. D. Moser, E. R. Peo Jr. and P. J. Cunningham (1978): Effect of Energy Source Prior to Parturition and during Lactation on Piglet Survival and Growth and on Milk Lipids. *J. Anim. Sci.* 47, S. 883-892.
- Bundesanstalt für Bodenkunde (1986): Erläuterungen zur Bodenkarte 1:25000 für die Kartierungsbereiche Eferding, Neuhofen an der Krems, Tulln, Zwettl. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien.
- Coma, J., D.R. Zimmermann and D. Carrion (1996): Lysine requirement of the lactating sow determined by using plasma urea nitrogen as rapid response criterion. *J. Anim. Sci.* 74, S. 1056-1062.
- Close, W.H. and D.J.A. Cole (2000): *Nutrition of Sows and Boars*. Nottingham University Press, Nottingham, S. 1-7, S.71-96, S. 181-190.
- Clowes, E.J., F.X. Aherne, G.R. Foxcroft and V.E. Baracos (2003): Selective protein loss in lactating sows is associated with reduced litter growth and ovarian function. *J. Anim. Sci.* 81, S. 753-764.
- Cole, D. J. A. (1990): Nutritional strategies to optimize reproduction in pigs. *J. Reprod. Fert., Suppl.* 40, S. 67-82.
- Cooper, D.R., J.F. Patience, R.T. Zijlstra and M. Rademacher (2001a): Effect of energy and lysine intake in gestation on sow performance. *J. Anim. Sci.* 79, S. 2367-2377.
- Cooper, D.R., J.F. Patience, R.T. Zijlstra and M. Rademacher (2001b): Effect of nutrient intake in lactation on sow performance: Determining the threonine requirement of the high-producing lactating sow. *J. Anim. Sci.* 79, S. 2378-2387.
- Darragh, A. J. and P. J. Moughan (1998): The Composition of Colostrum and Milk. In: Verstegen, M.W.A., P.J. Moughan and J.W.Schrama (ed.): *The Lactating Sow*. Wageningen Pers., Wageningen, S. 3-21.
- Daza, A., J. Rióperes and C. Centeno (2004): Short communication. Changes in the composition of sows' milk between days 5 to 26 of lactation. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2(3), S. 333-336.

- Dietze, K., C. Werner and A. Sundrum (2007): Status quo of animal health of sows and piglets in organic farming. In: Niggli U., Leifert c., Alföldi Th., Lück L., Willer H. (Hrsg): Improving Sustainability in Organic and Low Input Food Production Systems, die Werkstatt, Göttingen. Proceeding of the 3rd International Congress of the European Integrated Project Quality Low Input Food (QLIF). March 20-23, 2007, University of Hohenheim, Germany.
- Dietze, K., C. Werner und A. Sundrum (2008): Umsetzung eines Tiergesundheitsplanes unter Berücksichtigung sozio-ökonomischer Gesichtspunkte auf ökologisch wirtschaftenden Ferkelerzeugerbetrieben. Schlussbericht Projekt 05OE019, Bundesprogramm ökologischer Landbau.
- Dubreuil, P. and H. Lapierre (1997): Biochemistry Reference Values for Quebec Lactating Dairy Cows, Nursing Sows, Growing Pigs and Calves. Can. J. Vet. Res 61, S. 235-239.
- Dourmad, J.Y., M. Etienne, A. Prunier and J. Noblet (1994): The effect of energy and protein intake of sows on their longevity: a review. Livestock Production Science 40, S. 87-97).
- Dourmad, J.Y., J. Noblet and M. Etienne (1998): Effect of Protein and Lysine Supply on Performance, Nitrogen Balance and Body Composition Changes of Sows during Lactation. J. Anim. Sci. 76, S. 542-550.
- Dos Santos, J.M.G., I. Moreira and E.N. Martins (2006): Lysine and Metabolizable Energy Requirements of Lactating Sows for Subsequent Reproductive Performance. Brazilian Archives of Biology and Technology Vol. 49 n. 4, S. 575-581.
- Edwards, S.A. (2002): Perinatal mortality in the pig: environmental or physiological solutions?. Livestock Production Science 78, S. 3-12.
- Eggum, B.O. (1970): Blood urea measurement as a technique for assessing protein quality. Br. J. Nutr. 24, S. 983.
- Eissen, J. J., E. J. Apeldoorn, E. Kanis, M. W. A. Verstegen and K. H. de Greef (2003): The importance of a high feed intake during lactation of primiparous sows nursing large litters. J. Anim. Sci. 81, S. 594-603.
- Everts, H. and R. A. Decker (1995): Effect of protein supply during pregnancy and lactation on body composition of sows during three reproductive cycles. Livestock Production Science 43, S. 137-147.
- Früh, B., W. Hagmüller, E. Aubel, C. Simantke, P. Schwarz and J. Baumgartner (2008): Group suckling in organic sow units. 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy, June 16-20. <http://orgprints.org/view/projects/int-conf-owc-2008-research-03-2.html> (Abruf 13.5.2013).
- Garcia Vilela Nunes, Chr., R.F. Miranda de Oliveira, J. Lopes Donzele, W. Pereira de Oliveira, B.A. Nunes Silva and M. Lobão Teixeira de Abreu (2006): Lysine levels in diets for lactating sows. Revista Brasileira de Zootecnia v.35, S. 1744-1751.

- GfE (2006): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main, S. 36-38.
- Grandhi, R. R. (1997): Effects of selection for lower backfat, and increased dietary lysine level to digestible energy with supplemental threonine and methionine on lactation performance of Yorkshire and Hampshire sows. *Can. J. Anim. Sci.* 77, S. 479-485.
- Gürtler, H. und F. J. Schweigert (2000): Physiologie der Laktation. In: v. Engelhardt W. und G. B. Reves (Hrsg.): *Physiologie der Haustiere*. Hippokrates Verlag GmbH, Stuttgart, S. 572-593.
- Hansen, A. V., A. B. Strathe, E. Kebreab, J. France and P. K. Theil (2012): Predicting milk yield and composition in lactating sows: A Bayesian approach. *J. Anim. Sci.* 90, S. 2285-2298.
- Heo, S., Y.X. Yang, Z. Jin, M.S. Park, B.K. Yang and B.J. Chae (2008): Effects of dietary energy and lysine intake during late gestation and lactation on blood metabolites, hormones, milk composition and reproductive performance in primiparous sows. *Canadian Journal of Animal Science* 88 (2), S. 247-255.
- Hermesch, S., R. Jones and K. Bunter (2008): Feed intake of sows during lactation has genetic relationships with growth and lifetime performance of sows. *AGBU Pig Genetics Workshop*, S. 55-66.
- Huss, H. (2010): Das Übel schlummert im Boden weiter. *Der Pflanzenarzt* 4, S. 23-25.
- Ingensand, T., M. Molter and J. Hagner (2005): 100 % Biofütterung bei Schweinen. In: *Tagungsbericht zur österreichischen Fachtagung für biologische Landwirtschaft*, HBFL Raumberg-Gumpenstein, Irnding, S. 53-59.
- Jeroch, H., W. Drochner and O. Simon (2008): *Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere*. 2 ed. Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart, S. 319-362.
- Jezierny, D., R. Mosenthin und E. Bauer (2010): The use of grain legumes as a protein source in pig nutrition: A review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 157, S. 118-128.
- Jones, D.B. and T.S. Stahly (1999): Impact of amino acid nutrition during lactation on luteinizing hormone secretion and return to estrus in primiparous sows. *J. Anim. Sci.* 77, S. 1523-1531.
- Kemp, B. (1998): Lactational effects on the endocrinology of reproduction. In: Verstegen, M.W.A., P.J. Moughan and J.W. Schrama (ed.): *The Lactating Sow*. Wageningen Pers., Wageningen, S. 241-257.
- Kim, S. W., W. L. Hurley, I. K. Han, H. H. Stein and R. A. Easter (1999a): Effect of nutrient intake on mammary gland growth in lactating sows. *J. Anim. Sci.* 77, S. 3304-3315.
- Kim, S. W., I. Osaka, W. L. Hurley and R. A. Easter (1999b): Mammary Gland Growth as Influenced by Litter Size in Lactating Sows: Impact on Lysine Requirement. *J. Anim. Sci.* 77, S. 3316-3321.

- Kim, S. W., W. L. Hurley, G. Wu and F. Ji (2009): Ideal amino acid balance for sows during gestation and lactation. *J. Anim. Sci.* 87, S. E123-E132.
- Kim, S. W., A. C. Weaver, Y. B. Shen and Y. Zhao (2013): Improving efficiency of sow productivity: nutrition and health. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 4:26, S. 1-8.
- King, R.H., M.S. Toner, H. Dove, C.S. Atwood and W.G. Brown (1993): The Response of First-Litter Sows to Dietary Protein Level During Lactation. *J. Anim. Sci.* 71, S. 2457-2463.
- Kirchgessner, M., R. Schneider, B. R. Paulicks und F.J. Schwarz (1993): Aminosäuren- und Harnstoffgehalte im Blutplasma laktierender Sauen bei unterschiedlicher Methioninzufuhr. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 69, S. 194-202.
- Kirchgessner, M, B.R. Paulicks und C. Westermeier (1998): Konzentrationen an freien Aminosäuren und Harnstoff im Blutplasma laktierender Sauen in Abhängigkeit von der Threoninversorgung. 3 Mitteilung zum Threoninbedarf laktierender Sauen. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 80, S. 31-39.
- Knap, P. W. (2009): Voluntary feed intake and pig breeding. In: In: Torrallardona D. and E. Roura (ed.): *Voluntary feed intake in pigs*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, S. 13-35.
- Koketsu, Y., G.D. Dial, J.E. Pettigrew, W.E. Marsh, and V.L. King (1996a): Characterization of Feed Intake Patterns during Lactation in Commercial Swine Herds. *J. Anim. Sci.* 74, S.1202-1210.
- Kommission der Europäischen Gemeinschaft (2007): Verordnung (EG) Nr. 834/2007 der Kommission vom 28.Juni 2007 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91. <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:189:0001:0023:DE:PDF> (Abruf 23.6.2010).
- Kommission der Europäischen Gemeinschaft (2008): Verordnung (EG) Nr. 889/2008 der Kommission vom 5. September 2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle. <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:250:0001:0084:DE:PDF> (Abruf 23.6.2010).
- Kommission der Europäischen Gemeinschaft (2012): Durchführungsverordnung (EG) Nr. 505/2012 der Kommission vom 14.Juni 2012 zur Änderung und Berichtigung der Verordnung (EG) Nr. 889/2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle. <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:050:0001:0001:DE:PDF> (Abruf 23.6.2010).

lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:154:0012:0019:DE:PDF
(Abruf 30.3..2013).

- Kongsted, A.G. and J.E. Hermansen (2009): Sow body condition at weaning and reproduction performance in organic piglet production. *Acta Agric. Scand. Sect. A Anim. Sci.* 59, S.93-103.
- Kraetzl, W.D., C. Zimmer, D. Schneider and D. Schams (1998): Secretion pattern of growth hormone, prolactin, insulin and insulin-like growth factor-1 in the periparturient sow depending on the metabolic state during lactation. *Animal Science* 67, S. 339-347.
- Kraft, W und U. Dürr (1995): *Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin*. 3. Auflage. Schattauer Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart.
- Kruse, S., I. Traulsen und J. Krieter (2011): Analysis of water, feed intake and performance of lactating sows. *Livestock Science* 135, S. 177-183
- Kusina, J., J.E. Pettigrew, A.F. Sower, M.E. White, B.A. Crooker and M.R. Hathaway (1999): Effect of Protein Intake During Gestation and Lactation on the Lactational Performance of Primiparous Sows. *J. Anim. Sci.* 77, S. 931-941.
- Leeb, C., F. Bernardi und C. Winckler (2010): Einführung und Monitoring von 'BetriebsentwicklungsPlänen (BEP) Tiergesundheit und Wohlbefinden' in österreichischen Bioschweinebetrieben. Endbericht zum Forschungsprojekt 100188. Eigenverlag, Wien, S. 69.
- Leeb, Th. (2001): Aufstallung, Hygiene, Management und Gesundheit von Zuchtsauen und Ferkeln in biologisch bewirtschafteten Betrieben. Dissertation, Institut für Tierhaltung und Tierschutz der VMU Wien.
- Lewis, C. R. G. and K. L. Bunter (2011): Body development in sows, feed intake and maternal capacity. Part 2 : gilt body condition before and after lactation, reproductive performance and correlations with lactation feed intake. *Animal* 5:12, S. 1855-1867.
- LfL (2007): *Futterberechnung für Schweine*. 15. Auflage. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan.
- LfL (2011): *Futterberechnung für Schweine*. 18. Auflage. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan.
- Li, Y., L. Johnston and A. Hilbrands (2010): Pre-weaning mortality of piglets in a bedded group-farrowing system. *Journal of Swine Health and Production* 18, S. 75-80.
- Libal, G.W., D.J. Uttecht and C.R. Hamilton (1997): Tryptophan needs of lactating sows fed diets supplemented with crystalline lysine. *J. Anim. Sci.* 75, S. 417-422.
- Löser, R. and R. Bussemas (2006): Nur die Guten haben Chancen. *dlz-Agrarmagazin*. http://www.soel.de/beratung/downloads/loeser_bussemas_2_006_d_lz.pdf (Abruf 3.7.2010).

- Mackenzie, D. D. S. and D. K. Revell (1998): Genetic influences on milk quantity. In: Verstegen, M.W.A., P.J. Moughan and J.W.Schrama (ed.): The Lactating Sow. Wageningen Pers., Wageningen, S. 97-110.
- Maff (1998): Condition Scoring of Pigs. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Publications PB 3480, London.
- Marchant, J.N., A.R. Ruud, M.T. Mendl, D.M. Broom, M.J. Meredith, S. Corning and P.H. Simmins (2000): Timing and causes of piglet mortality in alternative and conventional farrowing systems. *The Veterinary Record* 147, S. 209-214.
- McNamara, J.P. and J.E. Pettigrew (2002): Protein and fat utilization in lactating sows: I. Effects on milk production and body composition. *J. Anim. Sci.* 80, S. 2442-2451.
- Mejia-Guadarrama, C.A., A. Pasquier, J.Y. Dourmad, A. Prunier and H. Quesnel (2002): Protein (lysine) restriction in primiparous lactating sows: Effects on metabolic state, somatotropic axis, and reproductive performance after weaning. *J. Animal Sci.* 80, S. 3286-3300.
- Mosnier, E., J.-Y. Dourmad, M. Etienne, N. Le Floch, M.-C. Pere, P. Ramaekers, B. Seve, J. Van Milgen and M.-C. Meunier-Salaün (2009): Feed intake in the multiparous lactating sow: Its relationship with reactivity during gestation and tryptophan status. *J. Anim. Sci.* 87, S. 1282-1291.
- Mosnier, E., M. Etienne, P. Ramaekers and M.C. Père (2010): The metabolic status during the peri partum period affects the voluntary feed intake and the metabolism of the lactating multiparous sow. *Livestock Science* 127, S. 127-136.
- NRC – National Research Council (1998): Nutrient requirements of swine. 10th revised ed., National Academy Press, Washington, S. 16-30.
- Neil, M. (1996): Ad libitum lactation feeding of sows introduced immediately before, at, or after farrowing. *Animal Science* 63, S. 497-505.
- Neil, M., B. Ogle and K. Annér (1996): A two-diet system and ad libitum lactation feeding of sow 1. Sow performance. *Animal Science* 62, S. 337-347.
- Nielsen, T. T., N. L. Trottier, H. H. Stein, C. Bellaver and R. A. Easter (2002): The effect of litter size and day of lactation on amino acid uptake by the porcine mammary glands. *J. Anim. Sci.* 80, S. 2402-2411.
- Noblet, J., M. Etienne and J. Y. Dourmad (1998): Energetic efficiency of milk production. In: Verstegen, M.W.A., P.J. Moughan and J.W.Schrama (ed.): The Lactating Sow. Wageningen Pers., Wageningen, S. 113-130.
- O'Dowd, S., S. Hoste, J. T. Mercer, v. R. Fowler and S. A. Edwards (1997): Nutritional modification of body composition and the consequences for reproductive performance and longevity in genetically lean sows. *Livestock Production Science* 52, S. 155-165.
- O'Grady, J. F., P. B. Lynch and P. A. Kearny (1985): Voluntary feed intake by lactating sows. *Livestock Production Science* 12, S. 355-365.

- Pampuch, F.G., B.R. Paulicks and D.A. Roth-Maier (2006): Studies in the tryptophan requirement of lactating sows. Part 2: Estimation of the tryptophan requirement by physiological criteria. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 90, S. 482-486.
- Panzardi, A., A.P. G. Mellagi, T. Bierhals, N.B. Gheller, M.L. Bernardi, F.P. Bortolozzo and I. Wentz (2011): Weight gain of pregnant sows associated with their behavior in pens and to the uniformity of piglets. *Pesq., agropec. Bras., Brasilia*, v.46, n.11, S. 1562-1569.
- Pfeffer, E., H. Spiekers und M. Wiemann (1997): Begrenzung des Rohproteingehaltes und Einsatz freier Aminosäuren im Futter für säugende Sauen zur Vermeidung von Nährstoff-Überschüssen in der Ferkelerzeugung. *Züchtungskunde* 69 (3), S. 218-230.
- Pietsch, G., W. Starz, H. Wagenristl und B. Freyer (2006): Optimierung von Körner- und Futtererbsenanbau und -verwertung unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus im pannonischen Klimagebiet. *Ländlicher Raum – Online-Fachzeitschrift des BMLFUW*, S. 1-16.
- Pluske, J. R. and G. Z. Dong (1998): Factors influencing the utilisation of colostrum and milk. In: Verstegen, M.W.A., P.J. Moughan and J.W.Schrama (ed.): *The Lactating Sow*. Wageningen Pers., Wageningen, S. 45-70.
- Pollmann, D. S., D. M. Danielson, M. A. Crenshaw and E. R. Peo, Jr. (1980): Long-term effects of dietary additions of Alfalfa and Tallow on sow reproductive performance. *J. Anim. Sci.* 51, S. 294-299.
- Prunier, A., S. Edwards, S. Lubac, H. Mejer and A. Roepsdorff (2011): Animal health, welfare and production problems in organic suckling piglets. In: Edwards, S. (ed.): *Knowledge synthesis: Animal health and welfare in organic pig production*. Final report CORE Organic project number: 1904. <http://www.icrofs.org/Pages/Publications/orgprints.html> (Abruf 13.5.2013).
- Prunier, A., C. A. Mejia Guadarrama, J. Mourot and H. Quesnel (2001): Influence of feed intake during pregnancy and lactation on fat body reserve mobilization, plasma leptin and reproductive function of primiparous lactating sows. *Reprod. Nutr. Dev.* 41, S. 333-347.
- Quesnel, H., C.A. Mejia-Guadarrama, A. Pasquier, J.-Y. Dourmad and A. Prunier (2005): Dietary protein restriction during lactation in primiparous sows with different live weights at farrowing: I. Consequences on reproductive performance and interactions with metabolic status. *Reprod. Nutr. Dev.* 45, S. 57-68.
- Revell, D .K., I.H. Williams, B .P. Mullan, J .L. R anford and R .J. S mits (1998a): Body Composition at Farrowing and Nutrition During Lactation Affect the Performance of Primiparous Sows: I. Voluntary Feed Intake, Weight Loss, and Plasma Metabolites. *J. Anim. Sci.* 76, S. 1729-1737.
- Revell, D .K., I .H. Williams, B .P. Mullan, J .L. R anford and R .J. S mits (1998b): Body Composition at Farrowing and Nutrition During Lactation Affect the Performance of

- Primiparous Sows: II. Milk Composition, Milk, and Pig Growth.. J. Anim. Sci. 76, S. 1738-1743.
- Richert, B.T., M.D. Tokach, R.D. Goodband, J.L. Nelssen, R.G. Campbell and S. Kershaw (1997): The effect of dietary lysine and valine fed during lactation on sow and litter performance. J. Anim. Sci. 75, S. 1853-1860.
- Rojkittikhun, T., S. Einarsson, K. Uvnasmoberg, and L.E. Edqvist. (1993): Body-Weight Loss During Lactation in Relation to Energy and Protein-Metabolism in Standard-Fed Primiparous Sows. Journal of Veterinary Medicine Series A-Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe A-Physiology Pathology Clinical Medicine 40, S. 249-257.
- Rook, J. A. F. and P. C. Thomas (1983): Milk secretion and its nutritional regulation. In: Rook J. A. F. and P. C. Thomas (ed.): Nutritional Physiology of Farm Animals. Longman Inc, New York, S. 314-368.
- Roth, F.X. (2011): Schweinefütterung. In: Roth, F. X., F. J. Schwarz und G. I. Stangl (Hrsg.): Kirchgeßner Tierernährung – Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. 13 ed. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt/Main, S. 239-272.
- Roth, F. X. und M. Rodehutschord (2006): Die neuen Empfehlungen der GfE (2006) zur Versorgung von Sauen mit Energie und Aminosäuren. In: M. Rodehutschord (Hrsg.): 9. Tagung Schweine- und Geflügelernährung. 28.-30. November 2006. Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften. Universität Halle-Wittenberg, S.31-36.
- SAS (2002): SAS Release 9.1. SAS Inc., Cary, NC, USA.
- Sauber, T. E., T. S. Stahly, N. H. Williams and R. C. Ewan (1998): Effect of lean growth genotype and dietary amino acid regimen on the lactational performance of sows. J. Anim. Sci. 76, S. 1098-1111.
- Schinkel A. P., PAS, C. R. Schwab, V. M. Duttlinger and M. E. Einstein (2010): Analyses of feed and energy intakes during lactation for three breeds of sows. The Professional Animal Scientist 26, S. 35-50.
- Schweinezuchtverband & Besamung Oberösterreich: Fachinfos Zucht:wohin geht die Reise?.<http://www.szv.at/fachinfos/zucht/> (Abruf 13.11.2013).
- Silva, B.A.N, J.Noblet, J.L. Donzele, R.F.M. Oliveira, Y. Primot, J.L. Gourdiere and D. Renaudeau (2009): Effects of dietary protein level and amino acid supplementation on performance of mixed parity lactating sows in a tropical humid climate. J. Anim. Sci. 87, S. 4003-4012.
- Spinka, M., G. Illmann, B. Algers and Z. Stétkova (1997): The role of nursing frequency in milk production in domestic pigs. J. Anim. Sci 75, S. 1223-1228.
- Stalljohann, G. (2006): Untersuchung zu Fütterungsstrategien für eine erfolgreiche Aufzucht ökologisch gehaltenen Ferkel. Dissertation, Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilian-Universität, München.

- Stögermayr, E. (2006): B ringen S chweine S cheine? B io Schwein A ustria Erzeugergemeinschaft. <http://www.bioschweinaustria.at/stoegermayr-ewald.html> (Abruf 28.9.2006).
- Sulabo, R.C, J.Y. Jacela, M.D. Tokach, S.S. Dritz, R.D. Goodband, J.M. De Rouchev and J.L. Nelssen (2010): Effects of lactation feed intake and creep feeding on sow and piglet performance. *J. Anim. Sci.* 88, S. 3145-3153.
- Sundrum, A., K. Schneider und U. Richter (2005): Possibilities and limitations of protein supply in organic and pig production. Report of Project no. SSPE-CT-2004-502397: Research to support revision of EU Regulation on organic agriculture, S. 19.
- Thingnes, S. L., A. S. Ekker, A. H. Gaustad and T. Framstad (2012): Ad libitum versus step-up feeding during late lactation: The effect on feed consumption, body composition and production performance in dry fed loose housed sows. *Livestock Science* 149, S. 250-259.
- Tokach, M .D., J .E. Pettigrew, B .A. Crooker, G.D. Dial and A .F. Sower (1992): Quantitative Influence of Lysine and Energy Intake on Yield of Milk Components in the Primiparous Sow. *J. Anim. Sci.* 70, S. 1864-1872.
- Touchette, K.J., G.L. Allee, M.D. Newcomb and R.D. Boyd (1998): The lysine requirement of lactating primiparous sows. *J. Anim. Sci.* 76, S. 1091-1097.
- Trottier, N. L. (1997): Nutritional control of amino acid supply to the mammary gland during lactation in the pig. *Proceedings of the Nutrition Society* 56, S. 581-591.
- Valros, A. E., M. Rundgren, M. Spinka, H. Saloniemi, L. Rydhmer and B. Algers (2002): Nursing behaviour of sows during 5 weeks lactation and effects on piglet growth. *Applied Animal Behaviour Science* 76, S. 93-104.
- Valros, A., M. Rundgren, M. Špinková, H. Saloniemi, L. Rydhmer, F. Hultén, K. Uvnäs-Moberg, M. Tománek, P. Krejčí and B. Algers (2003): Metabolic state of the sow, nursing behaviour and milk production. *Livestock Production Science* 79, S. 155-167.
- Van der Peet-Schwering, C.M.C., J.W.G.M. Swinkels and L.A. den Hartog (1998): Nutritional strategy and reproduction. In: Verstegen, M.W.A., P.J. Moughan and J.W.Schrama (ed.): *The Lactating Sow*. Wageningen Pers., Wageningen, S. 221-240.
- Verheyen, A.J.M., D.G.D. Maes, B. Mateusen, P. Deprez, G.P.J. Janssens, L. d. Lange, and G. Counotte (2007): Serum biochemical reference values for gestating and lactating sows. *The Veterinary Journal* 174, S. 92-98.
- VÖS (2013): <http://www.schweine.at/index.php?id=zuchtprogramm> (Abruf 2.5.2013).
- Waldmann, K.-H. und M. Wendt (2001): *Lehrbuch der Schweinekrankheiten – Begründet von Hans Plonait und Klaus Bickhardt*. 3. Auflage. Parey Buchverlag im Blackwell Wissenschaftsverlag GmbH, Berlin.

- Wallenbeck, A., G. Gustafson and L. Rydhmer (2009): Sow performance and maternal behaviour in organic and conventional herds. *Acta Agriculturae Scand Section A* 59, S.181-191.
- Wanz, J. (2011): Beeinflussung der Beifutteraufnahme und der Leistung von Saugferkeln durch Laktationsfutter mit unterschiedlicher Aminosäureausstattung bei Zuchtsauen in der biologischen Landwirtschaft. Masterarbeit, Karl-Franzens-Universität Graz.
- Wattanakul, W., C.A. Bulman, H.L. Edge and S.A. Edwards (2005): The effect of creep feed presentation, method on feeding behaviour, intake and performance of suckling piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 92, S. 27-36.
- Wähner, M., H. Scholz und B. Kämmerer (2001): Beziehungen zwischen Futteraufnahme, Seitenspeckdicke und ausgewählten Merkmalen der Aufzuchtleistung laktierender Sauen. *Arch. Tierz., Dummerdorf* 44, S. 639-648.
- Weber, R., N.M. Keil, M. Fehr and R. Horat (2009): Factors affecting piglet mortality in loose farrowing systems on commercial farms. *Livestock Science* 124, S. 216-222.
- Wehenbrink, T., G. Lentföhr, K.H. Tölle und J. Krieter (2006): Proteinreduzierte Fütterung und Fütterungsfrequenz bei laktierenden Sauen. *Züchtungskunde* 78 (4), S. 281-290.
- Werner, Chr., R. Löser, K. Kempkens und A. Sundrum (2008): Leitlinien zur Sicherung der Tiergesundheit in der ökologischen Schweineerzeugung. In: Rahmann, G. und U. Schumacher (Hrsg.); *Praxis trifft Forschung – Neues aus der Ökologischen Tierhaltung 2008*. Landbauforschung VTI, Braunschweig, S. 99-107.
- Whittemore, C.T. (1996): Nutrition reproduction interactions in primiparous sows. *Livestock Production Science* 46, S. 65-83.
- Whittemore, C.T. (1998): Influence of pregnancy feeding on lactation performance. In: Verstegen, M.W.A., P.J. Moughan and J.W.Schrama (ed.): *The Lactating Sow*. Wageningen Pers., Wageningen, S. 183-200.
- Williams, I. H. (1998): Nutritional effects during lactation and during the interval from weaning to oestrus. In: Verstegen, M.W.A., P.J. Moughan and J.W.Schrama (ed.): *The lactating Sow*. Wageningen Pers., Wageningen, S. 159-182.
- Yang, H., J.E. Pettigrew, L.J. Johnston, G.C. Shurson and R.D. Walker (2000): Lactational and subsequent reproductive responses of lactating sows to dietary lysine (protein) concentration. *J. Anim. Sci.* 78, S. 348-357.
- Yang, Y., S. Heo, Z. Jin, J. Yun, P. Shinde, J. Choi, B. Yang and B. Chae (2008): Effects of dietary energy and lysine intake during late gestation and lactation on blood metabolites, hormones, milk composition and reproductive performance in multiparous sows. *Archives of Animal Nutrition* Vol. 62, No. 1, S. 10-21.
- Yang, Y.X., S. Heo, Z. Jin, J.H. Yun, J.Y. Choi, S.Y. Yoon, M.S. Park, B.K. Yang and B.J. Chae (2009): Effects of dietary energy and lysine intake during late gestation and

lactation on blood metabolites, hormones, milk composition and reproductive performance in primiparous and multiparous sows. *Animal Reproduction Science* 112, S. 199-214.

ZAMG (2010): Klimadaten von Österreich 1971-2000
http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten_oesterreich_1971_frame1.htm (Abruf 1.7.2010).

Zhang, R.F., Q. Hu, P.F. Li, L.F. Xue, X.S. Piao and D.F. Li (2011): Effects of Lysine Intake during Middle to Late Gestation (Day 30 to 110) on Reproductive Performance, Colostrum Composition, Blood Metabolites and Hormones of Multiparous Sows. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* Vol. 24, No. 8, S. 1142-1147.

Zollitsch, W., S. Wlcek, T. Leeb and J. Baumgartner (2000): Aspekte der Schweine- und Geflügelfütterung im biologisch wirtschaftenden Betrieb. Tagungsband zur 27. Viehwirtschaftlichen Fachtagung, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, S. 155-162.

Zollitsch, W., T. Kristensen, Ch. Krutzinna, F. Macnaeihde and D. Younie (2004): Feeding for Health and Welfare: the Challenge of Formulating Well-balanced Rations in Organic Livestock Production. In: *Animal Health and Welfare in Organic Agriculture*, CABI Publishing, Wollingford, S. 329-349.

8 Anhang

8.1 Anhang 1: Fragebogen

Fragebogen für telefonische Befragung der Betriebsleiter sauenhaltender Betriebe:

Fragenkatalog zur Fütterung

Wie viele Sauen

Ø Nutzungsdauer

Abgesetzte Ferkel/Sau/Jahr

Selbstmischer

Welche Komponenten

Welche Eiweißkomponenten

Zukauf

Ca. wie viel konventionell

Phasenfütterung

Warum diese Ration (Beratung, Eigeninitiative...)

Fütterungssystem (Brei/Trocken)

Ferkelbeifutter, welches

Ab wann Ferkelbeifutter

Überlegung für die Zukunft

8.2 Anhang 2: Pläne für Ställe

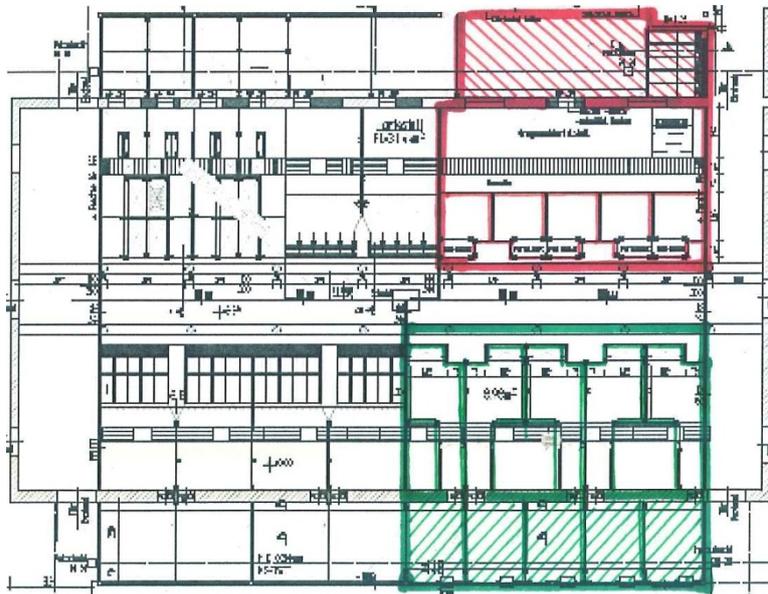


Abbildung 20: Abferkelbuchten mit Einzeltierhaltung (grün) und Gruppenabferkelbereich (rot) inklusive Ausläufe

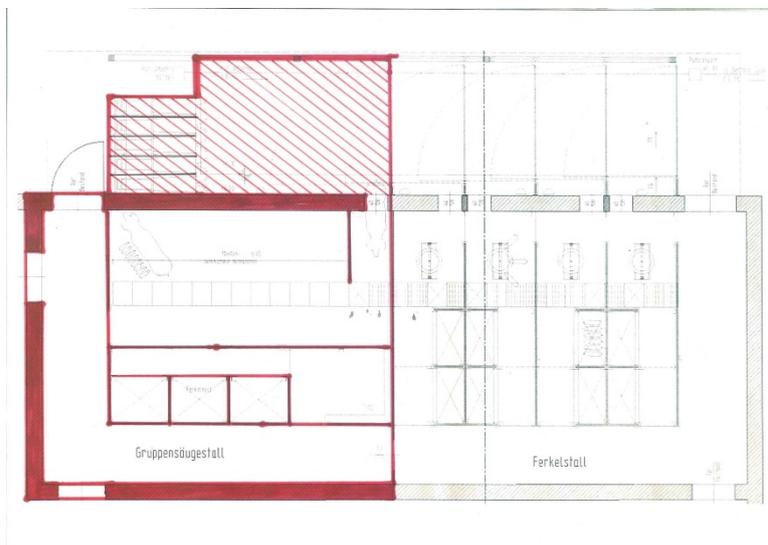


Abbildung 21: Gruppenhaltungsbereich (rot) inklusive Auslauf