

Erstlingssauen zur kombinierten Erzeugung von Ferkeln und Qualitätsfleisch

ABHANDLUNG

Zur Erlangung des Titels
DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von
Peter Zbinden
Dipl. Ing. Agr. ETH
geboren am 21. Oktober 1966
von Rüschegg (BE)

Angenommen auf Antrag von:
Prof. Dr. N. Künzi, Referent
Prof. Dr. C. Wenk, Korreferent
Dr. A. Hofer, Korreferent

Zürich 1998

DANK

Herrn Prof. Dr. N. Künzi danke ich bestens für die Überlassung des Themas, für die grosszügige Unterstützung während der Ausführung der vorliegenden Arbeit sowie für die Übernahme des Referates.

Herrn Dr. A. Hofer danke ich herzlich für die wertvollen Diskussionen und Anregungen während der Ausführung der vorliegenden Arbeit, für die sorgfältige Durchsicht des Manuskriptes sowie für die Übernahme des Korreferates.

Herrn Prof. Dr. C. Wenk danke ich bestens für die fachliche Unterstützung und für die Übernahme des Korreferates.

Ferner danke ich herzlich:

- Herrn Dr. C. Gerwig und Herrn Dr. A. Kaufmann für die Erarbeitung der Versuchsidee sowie für die Planung des Versuches
- Herrn Dr. P. Affentranger und Herrn A. Kalt für die gewissenhafte Betreuung einzelner Versuchsabschnitte sowie für die umfassende Einführung in meine Versuchstätigkeit
- Herrn N. Lokmic für die zuverlässige Betreuung der Versuchstiere
- Herrn Dr. H. Leuenberger für das Bereitstellen der Infrastruktur der Chamau
- Herrn J. Stirnimann und Mitarbeiter der Schweizerischen Mast- und Schlachtleistungsprüfanstalt Sempach für die einwandfreie Zerlegung der Schlachtkörper
- Herrn Dr. D. Schwörer für die fachliche Unterstützung und für die Analyse der Fleischbeschaffenheit
- Herrn Prof. Dr. A.L. Prabucki, Frau Dr. G. Sewer und Herrn J. Stalder für die fachliche Unterstützung sowie für die Analyse der Fleisch- und Fettzusammensetzung
- der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Nutztiere in Posieux für die Analyse der Futtermittelproben

- **Herrn Prof. Dr. H.P. Pfirter für die fachliche Unterstützung**
- **Frau Dr. C. Marguerat für die Durchsicht von Teilen des Manuskriptes**
- **allen ehemaligen und jetzigen Kolleginnen und Kollegen der Gruppe für Tierzucht für die wertvollen und anregenden Diskussionen**
- **sowie den Verantwortlichen des Laur-Fonds der ETH Zürich für den bewilligten Beitrag an die Druckkosten.**

Ganz herzlich danke ich meiner Ehefrau Andrea für die motivierende Unterstützung und für die Durchsicht des Manuskriptes sowie meinen Eltern, dass sie mich während der Ausbildung vielseitig unterstützt haben.

Dieses Projekt wurde durch einen ETH Forschungskredit finanziert.

INHALTSVERZEICHNIS

SUMMARY	3
RESUME	5
ZUSAMMENFASSUNG	9
1. EINLEITUNG	11
2. SCHLACHTKÖRPERQUALITÄT VON ERSTLINGSSAUEN	13
2.1. Einleitung	13
2.2. Material und Methoden	14
2.2.1. Versuchsplan und Herdenmanagement	14
2.2.2. Tierhaltung und -gesundheit	16
2.2.3. Fütterung	17
2.2.4. Datenerhebung an lebenden Tieren	19
2.2.5. Schlachtung und Zerlegung	20
2.2.6. Erhebung der Fleisch- und Fettqualität	20
2.2.7. Statistische Auswertungen	22
2.3. Ergebnisse und Diskussion	23
2.3.1. Mastleistung und Ultraschallmessungen bei Mastende	23
2.3.2. Fleischigkeit und Fleischqualität	24
2.3.3. Fettqualität	33
2.3.4. Zusammenhang zwischen Reproduktions- und Schlachtleistung	40
2.4. Zusammenfassung und Folgerungen	45
3. WIRTSCHAFTLICHKEIT UNTERSCHIEDLICHER PRODUKTIONS- SYSTEME	47
3.1. Einleitung	47
3.2. Material und Methoden	48
3.2.1. Biologisch - technische und wirtschaftliche Grundgrößen	48
3.2.2. Herdenmanagement	52
3.2.3. Berechnung der Bruttomarge	55
3.2.4. Bewertung des Produktionsfaktors 'Stall'	55
3.2.5. Bewertung des Produktionsfaktors 'Arbeit'	57
3.2.6. Betriebstypen	58
3.2.7. Berechnungen im Überblick	59

3.3. Ergebnisse	60
3.3.1. Bruttomarge und Gewinn	60
3.3.2. Sensitivitätsanalyse	62
3.4. Diskussion	64
3.4.1. Bruttomarge und Gewinn	64
3.4.2. Sensitivitätsanalyse	66
3.4.3. Zyklische Preisschwankungen	67
3.5. Zusammenfassung und Folgerungen	68
4. SELEKTIONSERFOLG UNTERSCHIEDLICHER PRODUKTIONS- SYSTEME	69
4.1. Einleitung	69
4.2. Material und Methoden	70
4.2.1. Theoretische Grundlagen zur Berechnung des Selektionserfolges	70
4.2.2. Berechnungen zur züchterischen Beurteilung des Erstlingssauen- systems	72
4.3. Ergebnisse	75
4.4. Diskussion	77
4.5. Zusammenfassung und Folgerungen	79
5. DISKUSSION ALLGEMEINER ASPEKTE	81
5.1. Fütterung und Futtermittelverwertung	81
5.2. Gesundheit und Verhalten der Tiere	82
5.3. Herdenumtrieb	83
5.4. Schlachterlös für Erstlingssauen	84
6. SCHLUSSFOLGERUNGEN	85
7. LITERATURVERZEICHNIS	87
8. ANHANG	91

SUMMARY

by Peter Zbinden

The aim of this work was

- to investigate carcass quality of primiparous sows, non pregnant gilts and fattening pigs,
- to calculate economic results of a production system with only primiparous sows and
- to calculate genetic improvement of a herd with only primiparous sows.

Gilts have finished their first cycle of reproduction before reaching the adult weight. Carcass value of primiparous sows should be closer to fattening pigs than to old sows. An experiment to investigate the combined production of piglets and pork was carried out between 1991 and 1994 on the experimental farm 'Chamau' of the Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, with Swiss Large White Pigs. The gradual slaughtering allowed to compare 40 fattening pigs, 36 non pregnant gilts and 122 primiparous sows. The results of fattening, reproduction and slaughter performance were used to calculate economic results and expected genetic improvement in a system with only primiparous sows.

Carcasses of primiparous sows were fatter than carcasses of fattening pigs but leaner than carcasses of gilts (54.9 %, 57.0 % and 53.5 % premium cuts respectively). Meat of primiparous sows was darker, had a higher ultimate pH and a higher waterholding capacity than meat of fattening pigs. No difference was found in the content of intramuscular fat between primiparous sows, gilts and fattening pigs.

Dry matter in adipose tissues of fattening pigs was between 82 % and 86 %. Dry matter of adipose tissues of gilts was 2 to 6 points of percents higher than of fattening pigs. Dry matter of backfat of primiparous sows was 3 points of percents higher than of fattening pigs and gilts, but dry matter of ham and shoulder fat of primiparous sows was equal to fattening pigs. The influence of nutrition on backfat fatty acid composition should be higher than the differences between fattening pigs,

gilts and primiparous sows found in the experiment. A positive correlation was found between 'litter weight at weaning' and 'premium cuts' ($r = 0.48$) but a negative correlation was found between 'litter weight at weaning' and 'content of dry matter in back fat' ($r = -0.47$).

Calculation of gross margin gave different results depending on herd types while calculation of profit was not depending on herd types. Net gain per sow and year in a herd with only primiparous sows was sFr. 700.- lower than in a conventional herd. In order to get the same net gain in both systems, slaughter price of primiparous sows should be similar to fattening pigs. Reduction of mating age improves the economic result of the system with primiparous sows.

The system with primiparous sows had a lower selection response per year than an optimal conventional system but a higher selection response than a suboptimal conventional system where pigs were selected among progeny of third or higher parity sows. The system with primiparous sows had a selection response per year of 95 % of the optimal conventional system for fattening performance, 91 % for slaughter performance and 84 % for reproduction performance.

It was concluded that

- primiparous sows which weaned eight or nine piglets had a good meat quality,
- the system with only primiparous sows could become an economical alternative to the conventional system if the slaughter price of primiparous sows would be similar to fattening pigs and
- a system with only primiparous sows realizes a lower selection response than an optimal conventional system.

RESUME

de Peter Zbinden

Ce travail était réalisé dans le but

- d' examiner la qualité de la carcasse des truies primipares, des jeunes truies non portantes et des porcs d'engraissement,
- d'estimer le rendement économique d'un système de truies primipares et
- d'estimer l'amélioration génétique d'un système de truies primipares.

Les truies terminent leur premier cycle de reproduction avant d'atteindre leur poids adulte. La valeur charcutière des truies primipares devrait être plus proche de celle des porcs d'engraissement que de celle des vieilles truies. Entre 1991 et 1994, un essai a été réalisé à la station de recherche Chamau, EPF Zurich dans le but d'évaluer la possibilité de combiner la production de porcelets et de viande. Un système de production avec des truies primipares a été pratiqué avec la race du porc amélioré. Les abattages, répartis sur une période prolongée, ont permis de comparer 122 truies primipares avec 40 porcs d'engraissement et 36 jeunes truies non portantes. Les résultats de la performance d'engraissement, de reproduction et d'abattage étaient utilisés pour calculer le rendement économique et pour calculer l'amélioration génétique d'un système de truies primipares.

Les carcasses des truies primipares sont plus grasses que celles des porcs d'engraissement et plus charnues que celles des jeunes truies (parts de morceaux nobles: 54.9 %, 57.0 % et 53.5 % respectivement). La viande des truies primipares est plus foncée, elle présente un pH final plus élevé et dispose d'un meilleur pouvoir de rétention d'eau que celle des porcs d'engraissement. Aucune différence significative n'a été mise en évidence pour la teneur en matière grasse intramusculaire entre les porcs d'engraissement, les jeunes truies et les truies primipares.

Chez les porcs d'engraissement, les tissus adipeux contiennent de 82 % à 86 % de matière sèche. Chez les jeunes truies, la teneur en matière sèche des tissus adipeux est plus élevée (2 à 6 points de pourcentage) que chez les porc d'engraissement. Chez les truies primipares, la teneur en matière sèche du lard dorsal est plus élevée (3 points de pourcentage) que chez les porc d'engraissement tandis que les teneurs en matière sèche du lard du jambon et de l'épaule sont similaires à celles des porcs d'engraissement et des jeunes truies. L'influence de l'alimentation sur la composition des acides gras du lard dorsal semble être plus importante que les différences pour ce même paramètre entre les porcs d'engraissement, les jeunes truies et les truies primipares. Une corrélation positive a été mise en évidence entre le 'poids de la portée au sevrage' et la 'part de morceaux nobles des truies primipares' ($r = 0.48$) tandis que la corrélation entre le 'poids de la portée au sevrage' et la 'teneur en matière sèche du lard dorsal' est négative ($r = -0.47$).

Le calcul de la marge brute donne différents résultats selon le type d'exploitation. Indépendant du type d'exploitation, le rendement net du système avec des truies primipares est inférieur de Fr. 700.- (par truie et par année) au système conventionnel. Pour que les deux systèmes atteignent le même rendement net, les truies primipares doivent être vendues pour le prix des porc d'engraissement. La réduction de l'âge à la première saillie influence positivement le système avec des truies primipares.

Le système avec des truies primipares apporte une réponse à la sélection par année inférieure au système conventionnel optimal mais supérieure au système conventionnel qui n'est pas optimal. Pour la performance d'engraissement, le système avec des truies primipares donne 95 % de la réponse annuelle à la sélection du système conventionnel optimal - pour la performance d'abattage 91 % et pour la performance de reproduction 84 %.

En conclusion,

- les truies primipares produisent une carcasse de bonne qualité quand elles ont sevré huit à neuf porcelets,
- au point vue rendement économique, le système avec des truies primipares n'est une alternative au système conventionnel que si on reçoit le prix des porcs d'engraissement pour les truies primipares et
- le système avec des truies primipares apporte une réponse à la sélection inférieure au système conventionnel optimal.

Leer - Vide - Empty

ZUSAMMENFASSUNG

Die Arbeit hatte zum Ziel

- die Schlachtkörperqualität von Erstlingssauen im Vergleich zu Jungsauen und Mastschweinen zu erfassen,
- die Wirtschaftlichkeit eines Erstlingssauensystems sowie
- die züchterische Bedeutung eines Erstlingssauensystem zu beurteilen.

Auf dem ETH-Versuchsgut Chamau wurde in den Jahren 1991-1994 mit Schweinen der Rasse Schweizer Edelschwein ein Erstlingssauensystem betrieben. Nach dem Prinzip der Stufenschlachtung wurden Versuchstiere entweder als Mastschweine, als nichtträchtige Jungsauen oder als abgésäugte Erstlingssauen geschlachtet. Über sechs Serien konnten insgesamt 40 Mastschweine, 36 Jungsauen und 122 Erstlingssauen in die Versuche miteinbezogen werden. Die Resultate der Mast-, Reproduktions- und Schlachtleistung dienten als Grundlage der Wirtschaftlichkeitsberechnungen sowie der Berechnungen des zu erwartenden Selektionserfolges.

Die Mastschweine wiesen den grössten (57.0%) und die Jungsauen den geringsten Anteil an wertvollen Fleischstücken (53.5%) auf, während die Erstlingssauen eine Mittelstellung einnahmen (54.9%). Die Erstlingssauen wiesen einen um 0.16 Einheiten höheren End-pH-Wert im Hals und eine dunkleres Fleisch mit einem stärkeren Safthaltevermögen auf als die Mastschweine und Jungsauen. Im Gehalt an intramuskulärem Fett wurden zwischen den drei Tierkategorien keine signifikanten Unterschiede festgestellt.

Die Auflagefettgewebe der Mastschweine enthielten 82 % bis 86 % Trockenmasse, während diejenigen der Jungsauen um 2 bis 6 Prozentpunkte höheren Gehalte an Trockenmasse aufwiesen. Der Rückenspeck der Erstlingssauen nahm mit einem um 3 Prozentpunkte höheren Gehalt an Trockenmasse als derjenige der Mastschweine eine Mittelstellung ein. Die Gehalte an Trockenmasse der Schinken- und

Schulterauflagen der Erstlingssauen entsprachen denjenigen der Mastschweine. Die Unterschiede zwischen den Tierkategorien im Fettsäuremuster der Rückenspeck-Aussenschicht waren im Vergleich zum Einfluss der Fütterung unbedeutend. Die Merkmale 'Wurfgewicht beim Absetzen' und 'Anteil an wertvollen Fleischstücken' korrelierten positiv ($r = 0.48$), während die Merkmale 'Wurfgewicht beim Absetzen' und 'Gehalt an Trockenmasse im Rückenspeck' negativ korrelierten ($r = -0.47$).

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen ergaben auf Stufe Bruttomarge je nach Betriebstyp unterschiedliche Resultate, während auf Stufe Gewinn für alle Betriebstypen rund dieselben Resultate berechnet wurden. Auf Stufe Gewinn führte das Erstlingssauensystem zu einem um Fr. 700.- je Muttersau und Jahr ungünstigeren Resultat als das konventionelle System. Damit beide Systeme dasselbe wirtschaftliche Ergebnis erzielen würden, muss für Erstlingssauen rund derselbe Preis wie für Mastschweine gelöst werden. Eine Reduktion des Erstbelegealters beeinflusste die Konkurrenzsituation der beiden Systeme zugunsten des Erstlingssauensystems.

Die züchterischen Berechnungen ergaben für das Erstlingssauensystem einen geringeren jährlichen erwarteten Selektionserfolg als für ein optimales konventionelles System, hingegen einen höheren jährlichen Selektionserfolg als mit einem suboptimalen konventionellen System. Das Erstlingssauensystem erreichte bei Merkmalen der Mast-, Schlacht- und Reproduktionsleistung einen jährlichen Selektionserfolg von 95 %, 91 % beziehungsweise 84 % des jährlichen Selektionserfolges des konventionellen Systems mit Selektion aus allen Nachkommen.

Es wurde gefolgert, dass

- Erstlingssauen, welche acht bis neun Ferkel gesäugt haben, Schlachtkörper guter Qualität liefern,
- Erstlingssauen zum Preis von Mastschweinen vermarktet werden müssten, damit das reine Erstlingssauensystem aus wirtschaftlicher Sicht eine Alternative zum konventionellen System darstellt und
- das Erstlingssauensystem gegenüber optimalen konventionellen Systemen keine züchterischen Vorteile aufweist.

1. EINLEITUNG

In der Schweinehaltung werden die Tiere entweder zur Mast oder zur Zucht verwendet. Die Mastschweine erreichen die Schlachtreife im Alter von ungefähr sechs Monaten, wobei sie biologisch betrachtet im Jugendstadium sind. In der Zucht werden die Jungsauen im Alter von sieben bis acht Monaten belegt und haben ihren ersten Reproduktionszyklus abgeschlossen bevor sie ausgewachsen sind. Werden die abgésäugten Erstlingssauen geschlachtet, sollte ihr Schlachtkörperwert eher dem von Mastschweinen als dem von Altsauen entsprechen. Je nach Schlachtkörperqualität und erzielbarem Schlachterlös könnte es wirtschaftlich sein, mit Erstlingssauen gleichzeitig Ferkel und Fleisch zu produzieren (Fowler, 1986; Hovell et al., 1977).

In einem praxisorientierten Versuch wurde ein Erstlingssauensystem betrieben und auf die Durchführbarkeit erprobt. Anhand der Resultate der Mast-, Reproduktions- und Schlachtleistung wurde beurteilt, ob die abgésäugte Erstlingssau ein marktgerechtes und kostendeckendes Schlachtschwein ist. Einerseits wurden die Schlachtkörper der Erstlingssauen auf ihre Fleisch- und Fettqualität untersucht. Andererseits wurde das Erstlingssauensystem wirtschaftlich und züchterisch mit einem konventionellen System verglichen.

Die Arbeit hatte zum Ziel

- die Schlachtkörperqualität von Erstlingssauen im Vergleich zu Jungsauen und Mastschweinen zu erfassen sowie
- die Wirtschaftlichkeit eines Erstlingssauensystems und
- die züchterische Bedeutung eines Erstlingssauensystems zu beurteilen.

Im folgenden wurden die Begriffe 'Mastschweine', 'Jungsauen' und 'Erstlingssauen' in Anlehnung an Friend et al. (1979) verwendet. Bis zum Lebendgewicht von 110 kg, solange die Tiere als Mastschweine geschlachtet werden können, wird von Mastschweinen gesprochen. Die Mastschweine werden zu Jungsauen, wenn ihr Lebendgewicht 110 kg überschreitet. Die Jungsauen werden durch das erstmalige Abferkeln zu Erstlingssauen.

2. SCHLACHTKÖRPERQUALITÄT VON ERSTLINGSSAUEN

2.1. EINLEITUNG

Sauen haben ihren ersten Reproduktionszyklus abgeschlossen bevor sie ausgewachsen sind. Werden Erstlingssauen geschlachtet, sollten ihre Schlachtkörper eine Qualität aufweisen, die eher derjenigen von Mastschweinen als von Altsauen entspricht. Bei einer Schlachtkörperqualität ähnlich derjenigen von Mastschweinen könnten Erstlingssauen gleichzeitig zur Ferkel- und Fleischproduktion genutzt werden (Fowler, 1986; Hovell et al., 1977). Gemäss Brooks (1982) lieferten Erstlingssauen, welche bei Eintritt der Geschlechtsreife im Alter von ungefähr sechs Monaten belegt worden sind, rund 90 kg schwere Schlachtkörper, wobei Mängel in der Fleisch- und Fettqualität aufgetreten sind. Nach Fowler (1986) können von Erstlingssauen, die im Alter von sieben bis acht Monaten belegt und nicht zurückhaltend gefüttert worden sind, Schlachtkörper guter Qualität erwartet werden.

In einem eigenen Versuch wurde das Erstlingssauensystem praktisch betrieben. Die Entwicklung der lebenden Sauen während der Trächtigkeit und der Säugezeit wurde erfasst. Das Prinzip der Stufenschlachtung nach Alterskategorien erlaubte, Tiere der Kategorien 'Mastschweine', 'Jungsaugen' und 'Erstlingssauen' miteinander zu vergleichen. Anhand von Parametern der Fleischigkeit sowie der Fleisch- und Fettqualität wurden die Schlachtkörper der Erstlingssauen beurteilt.

Der Versuch hatte zum Ziel

- die Schlachtkörperqualität von Mastschweinen, Jungsaugen und Erstlingssauen zu erfassen und miteinander zu vergleichen sowie
- bei den Erstlingssauen den Einfluss der Reproduktionsleistung auf die Schlachtkörperqualität zu beurteilen.

2.2. MATERIAL UND METHODEN

2.2.1. Versuchsplan und Herdenmanagement

Der vorliegende Versuch wurde auf dem ETH-Versuchsgut Chamau durchgeführt. Der Versuch begann mit dem Zukauf der Tiere im Herbst 1991 und wurde im Herbst 1994 mit der Schlachtung der letzten Versuchstiere abgeschlossen. Aus sieben Hochzuchtbetrieben wurden 47 trächtige Jungsauen und drei Jungeber der Rasse 'Schweizer Edelschwein' zugekauft. Zur optimalen Auslastung der Abferkelställe wurden die Jungsauen in zwei Gruppen zugekauft, wobei das Abferkeln zeitlich um 105 Tage verschoben war. Dieselbe Stafflung ergab sich während des ganzen Versuchs. Die Ferkel der zugekauften Sauen bildeten die erste Generation von Versuchstieren. Der Versuch wurde über drei Generationen durchgeführt, was mit der zeitlichen Stafflung der zwei Gruppen insgesamt sechs Serien ergab (Tab. 2.1).

Tab. 2.1. Anzahl Versuchstiere sowie Anzahl während des Versuchs ausgeschiedene Tiere

	Serie 1	Serie 2	Serie 3	Serie 4	Serie 5	Serie 6	Total
Versuchstiere bei Mastbeginn	40	40	40	40	40	40	240
Versuchstiere geschlachtet als:							
- Mastschweine	7	10	7	5	6	5	40
- Jungsauen	4	5	6	8	10	3	36
- Erstlingssauen	20	12	21	20	19	30	122
Im Versuch ausgeschiedene Tiere:							
im Gewichtsbereich von 25 kg - 103 kg	2	6	3	5		1	17
nach dem Mastende und vor dem Abferkeltermin	3	4	2	1			10
nicht abgeferkelt	1	1		1	1		4
weniger als 5 Ferkel, Ferkel umverteilt	2	2			4	1	9
während der Säuagezeit aus gesundheitlichen Gründen ausgeschlossen	1		1				2

Bei einem Lebendgewicht von 16 kg - 20 kg wurden weibliche Ferkel zur Aufzucht ausgewählt, möglichst immer zwei Tiere aus demselben Wurf. Die ausgewählten Tiere mussten eine gute Gesäuageanlage und ein durchschnittliches Wachstum aufweisen.

Pro Serie wurden 40 weibliche Ferkel aufgezogen, wovon acht Tiere als Mast Schweine, sechs nichtträchtige Tiere als Jungsaunen und 24 Tiere als Erstlingssaunen geschlachtet werden sollten. Über die sechs Serien konnten insgesamt 40 Mast Schweine, 36 Jungsaunen und 122 Erstlingssaunen in die Auswertungen miteinbezogen werden (Tab. 2.1). Bei Mastende wurde das Fundament der Schweine beurteilt. Tiere mit mangelhaftem Fundament wurden zur Schlachtung als Mast Schweine bestimmt. Die Trächtigkeitsdiagnose vier Wochen nach dem Belegen entschied, welche Tiere als Jungsaunen geschlachtet wurden. Die trächtigen Tiere ferkelten ab, säugten ihren Wurf vier Wochen lang und wurden zwei Wochen nach dem Absetzen als Erstlingssaunen geschlachtet.

Zwei Wochen vor Beginn der Deckperiode bis zum Ende der Deckperiode besetzten drei Alteber die frei gewordenen Buchten des Jungsaunenstalles, um die Brunst der Jungsaunen zu stimulieren. Zusätzlich wurde täglich mindestens ein Körperkontakt zwischen Jungsaunen und Ebern ermöglicht. Auf eine Injektion hormoneller Brunststimulanzien wurde verzichtet. Die Jungsaunen wurden im Alter von durchschnittlich 218 Tagen belegt. Bei der Belegung der Jungsaunen dienten Strohballen als Hilfsmittel, damit auch ältere, für Jungsaunen zu schwere Eber eingesetzt werden konnten. Wann immer möglich fand eine Doppelbelegung statt. Alle Saunen wurden mit den zu Beginn zugekauften oder selbst remontierten Ebern belegt. Die Deckperiode und demzufolge die Abferkelperiode einer Serie dauerte drei Wochen. Um Inzuchtdepressionen zu verhindern, wurden Paarungen, die bei den Nachkommen einen Inzuchtgrad grösser als 3 % ergeben würden, ausgeschlossen. Ein durchschnittlicher Bestand von acht Ebern war erforderlich, um pro Tag mehrere Saunen belegen zu können.

Das Abferkeln wurde überwacht. Einige Erstlingssaunen zeigten gegenüber ihren Ferkeln ein aggressives Verhalten. Den aggressiven Saunen wurden Beruhigungsmittel verabreicht und für einige Stunden ein Mundgurt angeschnallt. Die Saunen mit weniger als fünf lebend geborenen Ferkel schieden als Versuchstiere aus und deren Ferkel wurden auf andere Würfe umverteilt. Insgesamt neun Saunen brachten weniger als fünf Ferkel lebend zur Welt (Tab. 2.1). Die Ferkel wurden nach der Geburt individuell gekennzeichnet.

2.2.2. Tierhaltung und -gesundheit

Während der Aufzucht bis zur dreizehnten Trächtigkeitswoche wurden die Tiere zu zweit in 3.2 m² grosse Zweiflächenbuchten gehalten. Danach kamen die Sauen einzeln in 3.2 m² grosse Abferkelbuchten, wobei 0.8 m² für das Ferkelnest benötigt wurde. In der Abferkelbucht konnten sich die Sauen frei bewegen. Nach dem Absetzen wurden die Sauen einzeln in Aufzuchtbuchten umgestellt, während die Ferkel bis zu Mastbeginn in den Abferkelbuchten verblieben. Alle Buchten wiesen feste Böden auf.

Die Klimaanlage gewährleistete im Aufzuchtstall Raumtemperaturen von 19°C - 23°C und im Abferkelstall 22°C - 23°C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 60 % - 80 %. Mit einer Wärmelampe wurde das Ferkelnest bei der Geburt bis 32 °C geheizt, anschliessend wurde die Temperatur den Bedürfnissen der Ferkel angepasst.

Bei Serienwechseln wurden die Ställe gereinigt und desinfiziert (TEGO[®] 51, Th. Goldschmidt AG, Essen, Deutschland). Zwei Wochen vor dem Abferkeln wurden die Jungsauen gegen Ekto- und Endoparasiten behandelt (ivomec[®] Injektionslösung, Merck & Co., Inc., Rahway, USA). Weil in der ersten Generation mehrere Fälle von Parvovirose auftraten, wurden die Jungsauen der folgenden Generationen gegen Parvovirose immunisiert (parvovax[®], Rhône mérieux, Lyon, Frankreich).

Den Ferkeln wurde am ersten Lebenstag ein landesübliches Eisenpräparat verabreicht und die Spitzen der Eckzähne abgeschnitten. Die männlichen Ferkel wurden in der dritten Lebenswoche kastriert. In der fünften Serie verursachten auftretende Coli - Enterotoxämien Ausfälle bei ca. 25 kg Lebendgewicht. Die Lücken konnten mit Reservetieren geschlossen werden. Hingegen musste sowohl mit medizinischen Massnahmen als auch durch Einschränkung der Futtermengen reagiert werden. Als Folge wurden die Tiere der letzten Serie im Bereich von 25 kg bis 103 kg Lebendgewicht weniger intensiv gefüttert als geplant.

Der Versuchsstall wies, bedingt durch die vielen Besucher, keinen offiziellen Status einer Schweinegesundheitsorganisation auf. Bei den Schlachtungen wurden von

den insgesamt 198 Versuchstieren 3 Lungen konfisziert, was auf geringe Probleme mit Atemwegserkrankungen hinweist.

2.2.3. Fütterung

Die Fütterung erfolgte zweimal täglich. Weil die Futterrationen abgewogen werden mussten, wurde ausschliesslich pelletiertes Alleinfutter eingesetzt. Bis zu einem Lebendgewicht von 65 kg wurde Jagerfutter verabreicht (Tab. 2.2 und Tab. 2.3), danach bis in die dreizehnte Trächtigkeitswoche Ausmastfutter, anschliessend Muttersauenfutter und nach dem Absetzen bis zum Schlachten wiederum Ausmastfutter.

Von jeder Futterlieferung wurde eine Probe entnommen und von der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Nutztiere in Posieux analysiert. Die Resultate (Tab. 2.2) entsprachen den zuvor aus der Rezeptur berechneten Werten, ausgenommen der hohe Gehalt an Rohprotein beim Jager- und Muttersauenfutter sowie der durchwegs hohe Gehalt an Polyensäuren. In den drei Futtermischungen wurden durchschnittlich 1 g Polyensäuren pro MJ Verdauliche Energie Schwein (VES) analysiert, wobei beim Ausmast- und Muttersauenfutter grosse Schwankungen zwischen den einzelnen Lieferungen auftraten (Standardabweichung: 0.22 g / MJ VES). Mit der Analyse der Polyensäuren in den Futtermischungen wurde begonnen, nachdem die ersten Schlachtungen einen hohen Gehalt an Polyensäuren im Rückenspeck ergaben.

Gemäss ursprünglichem Versuchsplan war vorgesehen, Aufzuchttiere von 25 kg bis 65 kg Lebendgewicht ad libitum zu füttern und anschliessend bis zur dreizehnten Trächtigkeitswoche Tagesrationen von 2.5 kg Futter je Tier zu verabreichen. Die zwei ersten Serien wurden nach dem ursprünglichen Rationenplan gefüttert. Weil häufig Beinschwächen auftraten, wurde beschlossen, die Fütterungsintensität zu reduzieren und die Serien drei bis sechs nach dem Rationenplan der Tab. 2.3 zu füttern.

Tab. 2.2. Zusammensetzung und Nährstoffgehalt der eingesetzten Alleinfutter

Angaben in g je kg Frischsubstanz	Jäger- futter	Ausmast- futter	Muttersauen- futter
Futterrezepturen:			
Gerste (mehr als 67 kg pro Hektoliter)	400	440	475
Hafer			140
Weizen	208	300	125
Weizenkleie	50	50	
Sajaextraktionsschrot 43 %	160	100	100
Trockengras			50
Kartoffelflocken	50		
Kartoffelprotein	60	50	
Schweinefett B	30	30	
Knochenfett			10
Fischmehl			45
Trockenhefe			25
Mineralsalze, Vitamine, Zusatzstoffe	42 ¹⁾	30	30
Aus der Rezeptur berechneter Nährstoffgehalt:			
Rohprotein	195	172	172
Rohfaser	36	34	56
VES ²⁾ (MJ / kg Frischsubstanz)	13.6	13.7	12.5
Polyensäuren (g / MJ VES ²⁾)	0.87	0.89	0.92
Nährstoffanalysen (Mittelwert und Standardabweichung):			
Anzahl Lieferungen (= Anzahl Analysen)	11	16	16
Trockenmasse	889 ± 13.3	886 ± 9.5	892 ± 5.9
Rohasche	58 ± 6.5	51 ± 2.7	68 ± 3.8
Rohprotein	201 ± 5.6	178 ± 4.8	195 ± 13.3
Rohfaser	37 ± 2.6	36 ± 3.9	55 ± 2.8
Rohfett	49 ± 6.9	46 ± 1.5	29 ± 4.8
VES ²⁾ (MJ / kg Frischsubstanz)	13.7 ± 0.28	13.7 ± 0.22	12.6 ± 0.19
Anzahl Analysen ³⁾	5	8	10
Linolsäure (C 18:2)	11.72 ± 0.65	12.04 ± 2.63	10.61 ± 2.42
Linolensäure (C 18:3)	1.34 ± 0.21	1.39 ± 0.18	1.65 ± 0.31
Polyensäuren (g / MJ VES ²⁾)	1.00 ± 0.06	1.02 ± 0.22	1.04 ± 0.22

¹⁾ inklusive 100 mg Furazolidon

²⁾ VES = Verdauliche Energie Schwein

³⁾ Analysen des Fettsäuremusters erst nach den ersten Schlachtungen

Tab. 2.3. Rationenplan (J = Jagerfutter, A = Ausmastfutter, M = Muttersauenfutter)

Aufzucht und Trächtigkeit	Futtermengen in kg Frischsubstanz pro Tier und Tag			
25 kg Lebendgewicht ¹⁾		1.0 kg J		
65 kg Lebendgewicht ¹⁾		2.2 kg J/A ²⁾		
ab 75 kg Lebendgewicht		2.5 kg A		
Mastende bis zur Deckperiode		2.2 kg A		
Während der Deckperiode		2.5 kg A		
Ende Deckperiode bis 13. Trächtigkeitswoche		2.2 kg A		
14. Trächtigkeitswoche		2.5 kg M		
15.-16. Trächtigkeitswoche		2.8 kg M		
Säugezeit	Sauen mit:	weniger als 7 Ferkel	7 bis 11 Ferkel	mehr als 11 Ferkel
1. Woche		3.0 kg M	3.5 kg M	3.5 kg M
2. Woche		3.5 kg M	4.0 kg M	4.5 kg M
3. Woche		4.0 kg M	5.0 kg M	5.5 kg M
4. Woche		3.5 kg M	3.5 kg M	3.5 kg M
Absetzen bis Schlachten			2.5 kg A	

¹⁾ wöchentliche Anpassung der Futtermenge linear zur Gewichtsentwicklung (bei 25 kg Lebendgewicht 1 kg Futter pro Tier und Tag, pro 1 kg Lebendgewichtszunahme wurde die Futtermenge um 30 g pro Tier und Tag gesteigert)

²⁾ Umstellung von Jager- auf Ausmastfutter

2.2.4. Datenerhebung an lebenden Tieren

Die Ferkel wurden bei Geburt und bis zum Absetzen wöchentlich gewogen. Während der Aufzucht wurde das Lebendgewicht der Tiere vierzehntägig erfasst. Ab dem Lebendgewicht von 95 kg wurden die Sauen anlässlich der Ultraschallmessungen gewogen. Die Ultraschallmessungen wurden bei ca. 95 kg Lebendgewicht, zwei Tage nach dem Belegen, drei bis fünf Wochen vor dem Abferkeln, am Tage nach dem Abferkeln, beim Absetzen sowie zwei Tage vor dem Schlachten vorgenommen. Dazu stand ein Ultraschall - Scanner zur Verfügung (Aloka SSD-630, Aloka Co., Ltd., Tokyo, Japan), der sowohl Distanz- als auch Flächenmessungen erlaubte. Die Messungen erfolgten an der linken Körperseite auf der Höhe der letzten Rippe. Ab der wirbelseitigen Muskelhülle des langen Rückenmuskels (Musculus longissimus dorsi) wurde ein 10 cm breites und 12 cm tiefes Schnittbild

angefertigt. Die Schnittbilder wurden auf Video aufgezeichnet und anschliessend ausgemessen. Die Rückenspeckdicke wurde inklusive dritte Fettschicht erfasst. Der Wert für die Rückenspeckdicke entsprach dem Durchschnitt dreier Stellen (Mitte des Schnittbildes sowie je 3 cm links und rechts der Mitte). Der erfasste, 10 cm breite Teil des langen Rückenmuskels bildete die Muskelfläche.

2.2.5. Schlachtung und Zerlegung

Die Tiere erhielten 24 Stunden vor der Schlachtung ihre letzte Futterration. Mit betriebseigenen Fahrzeugen wurden die Tiere in den 30 km entfernten Schlachthof der Stadt Luzern geführt. Während des halbstündigen Transports und der einstündigen Wartezeit im Schlachthof wurden die Tiere in Gruppen gehalten. Die Betäubung der Tiere erfolgte mittels elektrischem Strom (Hochvoltbetäubung).

Nach der Schlachtung wurde das Gewicht des warmen Schlachtkörpers sowie des Teilstücks 'Kopf' erhoben. Die Schlachtkörper hingen anschliessend bis zur Zerlegung rund 24 Stunden im Kühlraum bei einer Temperatur von 2 ° C und 90 % relativer Luftfeuchtigkeit. Die Körperlänge wurde vor der Zerlegung an der liegenden Schlachthälfte als Strecke zwischen cranialem Ende der Schambeinfuge und innerstem Punkt der cranialen Gelenkpfanne des ersten Halswirbels gemessen. Die Fachleute der Schweizerischen Mast- und Schlachtleistungsprüfanstalt in Sempach zerlegten die linke Schlachtkörperhälfte nach der Schnittführung von Gerwig (1966) in die Teilstücke Schmer, Hals, Bauch, Füsse, Schulterfett, Schulter, Schinkenfett, Schinken, Rückenspeck und Karree. Die Teilstücke Schulter, Schinken und Karree bilden die wertvollen Fleischstücke.

2.2.6. Erhebung der Fleisch- und Fettqualität

Die Erhebung der Merkmale zur Charakterisierung der Fleischqualität erfolgte in Anlehnung an die routinemässigen Erhebungen der Schweizerischen Mast- und Schlachtleistungsprüfanstalt in Sempach (Schwörer, 1982). Der Säuregrad des Fleisches wurde durch eine Doppelmessung des pH - Wertes erfasst. Im langen Rückenmuskel wurde auf der Höhe der zehnten Rippe der pH - Wert sowohl

45 Minuten post mortem als auch 24 Stunden post mortem erfasst. Am cranialen Ende des Karrees wurde der pH - Wert 24 Stunden post mortem gemessen. Als Mass für die Festigkeit des Muskels diente der 45 Minuten post mortem gemessene Rigorwert. Die Doppelmessung erfolgte am Musculus semimembranaceus mit einem Gegendruck - Apparat (Rigormeter). Die Skala reicht von 1 bis 15 mm, wobei hohe Werte auf einen überstürzten Eintritt der Totenstarre hinweisen (Schwörer, 1982). Die Farbhellickeit (in Unigalvo, EEL Unigalvo 200 Galvanometer, Diffusion Systems Ltd., London) wurde 24 Stunden post mortem an der Querschnittfläche des langen Rückenmuskels auf der Höhe der zehnten Rippe gemessen. Als Mass der Farbhellickeit wird das reflektierte Licht im Verhältnis des ausgestrahlten Lichts gemessen. Niedrige Werte entsprechen dunklem, hohe Werte hellem Fleisch.

Für weitere Untersuchungen wurden vom Karree auf der Höhe der zehnten Rippe ein Rippenstück und ein Zwischenrippenstück entnommen. Das Zwischenrippenstück wurde im Labor der Schweizerischen Mast- und Schlachtleistungsprüfanstalt in Sempach mittels Kapillarovolumetermethode auf das Saffthaltevermögen untersucht. Der auf das frisch angeschnittene Fleisch gelegte Gipskörper sog extrazelluläre Flüssigkeit auf. Nach zwei Minuten wurde der Flüssigkeitsstand in der Steigsäule registriert. Werte um 60 μ l - 75 μ l gelten für normales Fleisch. Werte über 100 μ l deuten auf nasses Fleisch hin.

Das entnommene Rippenstück wurde im Labor der Gruppe für Ernährungsbiologie der ETH Zürich analysiert. Die von Sewer (1993) beschriebenen Methoden dienten zur Bestimmung des Gehaltes an Trockenmasse, Rohasche, Stickstoff und intramuskulärem Fett. Als intramuskuläres Fett wurde die Summe der Fraktionen von Neutral- und Komplexlipiden gemessen. Vom intramuskulären Fett wurden je Fraktion das Fettsäuremuster und daraus der Doppelbindungsindex und das Oxidationspotential bestimmt.

Während der Schlachtkörperzerlegung wurden je ein Längsstück vom Rückenspeck, vom Schinken- und Schulteraufgefett sowie ein Querstück vom Schmer herausgeschnitten. Die Proben wurden im Labor der Gruppe für Ernährungsbiologie der ETH Zürich auf den Gehalt an Trockenmasse untersucht. Der Rückenspeck wurde in eine

äußere und eine innere Schicht unterteilt. Von der äußeren Schicht des Rückenspecks wurde das Fettsäuremuster bestimmt und daraus der Doppelbindungsindex, das Oxidationspotential sowie die Fettzahl berechnet (Sewer, 1993).

2.2.7. Statistische Auswertungen

Die Daten wurden nach dem linearen Modell mit den fixen Faktoren Tierkategorie k (Mastschweine, Jungsauen, Erstlingssauen) und Serie s ($y = \mu + k + s + \text{Rest}$) ausgewertet (SAS, 1988). Mittels F-Test wurden die Merkmale auf signifikante Tierkategorie - Effekte geprüft. Die LSQ - Mittelwerte der drei Tierkategorien k wurden mittels t-Test auf signifikante Unterschiede geprüft. Gesicherte Unterschiede zwischen den LSQ - Mittelwerten traten nur bei signifikanten Tierkategorie - Effekten auf (F-Test), weshalb nur die Resultate des t-Tests aufgeführt werden. Als Maß für die Streuung innerhalb eines Merkmals wurde die Reststandardabweichung (Quadratwurzel des 'Mean Square Errors') berechnet. Die Korrelation zwischen zwei Merkmalen wurde getrennt für jede Tierkategorie k aus den Residuen des Modells ' $y = \mu + s + \text{Rest}$ ' berechnet und auf signifikante Unterschiede zu Null geprüft.

Bei den Merkmalen mit signifikanten 'Tierkategorie * Serie' - Interaktionen wurden Fussnoten angefügt, um auf die Interaktionen hinzuweisen. Für alle Merkmale wurden die Resultate des Modells ohne Interaktionen aufgeführt, da zwischen den Modellen mit und ohne Interaktionen ($y = \mu + k + s + k * s + \text{Rest}$ und $y = \mu + k + s + \text{Rest}$) nur kleine Unterschiede in den LSQ - Mittelwerten zu verzeichnen waren (Anhang 2).

2.3. ERGEBNISSE UND DISKUSSION

2.3.1. Mastleistung und Ultraschallmessungen bei Mastende

Ergebnisse

Bei den Merkmalen 'Lebenstageszunahme', 'Masttageszunahme', 'Rückenspeckdicke_{95kg}' und 'Rückenmuskelfläche_{95kg}' wurden zwischen den später als Mastschweine, Jungsaugen und Erstlings-saugen eingeteilten Tiere keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen (Tab. 2.4). Die erste Ultraschallmessung sollte bei Tieren mit einem Lebendgewicht von ca. 95 kg erfolgen. Die Mastschweine und Erstlings-saugen wogen durchschnittlich je 96.4 kg, während die Jungsaugen mit durchschnittlich 94.5 kg Lebendgewicht signifikant leichter waren.

Tab. 2.4. Ultraschall- und Lebendgewichtsmessungen der drei Tierkategorien (LSQ - Mittelwerte und Reststandardabweichung)

	Mast- schweine	Jungsaugen	Erstlings- saugen	Reststandard- abweichung
Anzahl Tiere	40	36	122	198
Lebenstageszunahme, g ¹⁾	598 -	597 -	596 -	35
Masttageszunahme, g ¹⁾	841 -	829 -	833 -	60
Messungen bei 95 kg Lebendgewicht				
Lebendgewicht, kg	96.4 b	94.5 a	96.4 b	3.20
Rückenspeckdicke, mm	11.7 -	11.7 -	12.2 -	2.04
Rückenmuskelfläche, cm ²	34.0 -	33.8 -	33.8 -	2.50
Messungen 2 Tage vor dem Schlachten				
Alter, Tage (Durchschnitt)	174	254	372	
Lebendgewicht, kg	101.3 a	148.2 b	167.1 c	11.04
Rückenspeckdicke, mm	11.7 a	17.5 b	17.0 b	3.88
Rückenmuskelfläche, cm ² ¹⁾	33.9 a	37.4 b	33.0 a	3.17

Unterschiedliche Buchstaben in einer Linie bedeuten statistisch gesicherte Unterschiede ($p < 0.05$)

¹⁾ signifikante Tierkategorie*Serie - Interaktionen vorhanden

Diskussion

Eine Ausgeglichenheit zwischen den drei Tierkategorien ist von grosser Bedeutung, da die Tiere erst im Verlauf des Versuchs in die entsprechende Kategorie eingeteilt wurden (Kapitel 2.2.1). Die Ultraschallmessung bei ca. 95 kg Lebendgewicht brachte zwischen den drei Tierkategorien keine signifikanten Unterschiede in den Merkmalen 'Lebenstageszunahme', 'Masttageszunahme', 'Rückenspeckdicke' und 'Rückenmuskelfläche' hervor, was bezüglich Gewichtszuwachs und mittels Ultraschall ermittelte Körperzusammensetzung auf eine zufällige Auswahl der Tiere schliessen lässt. Bei den Merkmalen 'Lebenstageszunahme' und 'Masttageszunahme' wurden signifikante Tierkategorie * Serie - Interaktionen vorgefunden. Der Grund dürfte in den Änderungen der Fütterungsintensitäten im Verlauf des Versuches liegen (Kapitel 2.2.2 und 2.2.3). Zudem waren die Kategorien der Mastschweine und Jungsaunen in einzelnen Serien schwach besetzt (Tab. 2.1).

Zum Zeitpunkt der ersten Ultraschallmessungen waren die Jungsaunen leichter als die Mastschweine und Erstlingssaunen. Leichtere Tiere wiesen weniger häufig Fundamentmängel auf als schwerere Tiere (Wallstra 1980), weshalb leichtere Tiere nicht als Mastschweine geschlachtet wurden. Die leichteren Tiere dürften während der zeitlich vorgegebenen Belegperiode weniger häufig trächtig geworden sein. Nichtträchtige Tiere wurden als Jungsaunen geschlachtet.

2.3.2. Fleischigkeit und Fleischqualität

Ergebnisse

Schlachtkörpergewicht und Schlachtausbeute

In den Merkmalen 'Schlachtkörpergewicht' und 'Schlachtkörperlänge' unterschieden sich die drei Tierkategorien signifikant voneinander (Tab. 2.5). Die kalten Schlachtkörper der Mastschweine wogen 78.2 kg und massen in der Länge 95.0 cm, diejenigen der Jungsaunen 117.1 kg und 106.0 cm sowie diejenigen der Erstlingssaunen 128.2 kg und 115.1 cm. Die Erstlingssaunen wiesen mit 76.6 % eine signifikant geringere Ausbeute auf als die Mastschweine (81.8 %) und die Jungsaunen (81.0 %).

Fleischigkeit

Die Schlachtkörper der Mastschweine wiesen mit 57.0 % den höchsten und diejenigen der Jungsaunen mit 53.5 % den kleinsten Anteil an wertvollen Fleischstücken auf, während die Erstlingssaunen mit 54.9 % eine Mittelstellung einnahmen (Tab. 2.5). Dieselben Unterschiede waren bei den Teilstücken 'Schinken' und 'Karree' anzutreffen. Im Unterschied zu den wertvollen Fleischstücken nahm das Teilstück 'Schulter' bei den Erstlingssaunen einen grösseren Anteil ein als bei den Mastschweinen und Jungsaunen. In umgekehrtem Verhältnis zu den wertvollen Fleischstücken waren die Anteile an Auflagefett. Die Jungsaunen wiesen den höchsten und die Mastschweine den kleinsten Anteil an Auflagefett auf. Das Teilstück 'Bauch' nahm bei den Erstlingssaunen den kleinsten Anteil ein.

Fleischbeschaffenheit

Die pH - Messungen 45 Minuten post mortem ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Tierkategorien (Tab. 2.5). Demgegenüber ergaben die pH-Messungen 24 Stunden post mortem höhere Werte für die Erstlingssaunen als für die Mastschweine und Jungsaunen. Die Unterschiede zwischen Erstlingssaunen und Mastschweinen betragen im Kotelett auf der Höhe der 10. Rippe ($\text{pH}_{2(10.\text{Rippe})}$) 0.04 Einheiten und im Hals ($\text{pH}_{2(\text{Hals})}$) 0.16 Einheiten. Weitere signifikanten Unterschiede zwischen den Tierkategorien wurden in der Farbhelligkeit und im Saffthaltevermögen nachgewiesen. Das Fleisch der Erstlingssaunen war dunkler als dasjenige der Mastschweine und der Jungsaunen und wies ein stärkeres Saffthaltevermögen auf als dasjenige der Mastschweine. Bei den Schlachtkörpern der Erstlingssaunen korrelierte der $\text{pH}_{2(10.\text{Rippe})}$ - Wert mit der Farbhelligkeit und mit dem Saffthaltevermögen negativ, was bedeutet, dass mit höherem $\text{pH}_{2(10.\text{Rippe})}$ - Wert das Fleisch dunkler war und ein stärkeres Saffthaltevermögen vorlag (Tab. 2.6). Zwischen dem End-pH-Wert und dem Gehalt an Trockenmasse sowie dem Gehalt an Stickstoff wurden negative Korrelationen gefunden ($r_{\text{TM, pH}_{2(10.\text{Rippe})}} = -0.27$, $r_{\text{N, pH}_{2(10.\text{Rippe})}} = -0.20$).

Tab. 2.5. Fleischigkeit und Fleischqualität der drei Tierkategorien (LSQ - Mittelwerte und Reststandardabweichung)

	Mast- schweine	Jungsauen	Erstlings- sauen	Reststandard- abweichung
Anzahl Tiere	40	36	122	198
Schlachtausbeute, % ¹⁾	81.8 b	81.0 b	76.6 a	4.3
Schlachtkörpergewicht (kalt), kg	78.2 a	117.1 b	128.2 c	9.3
Schlachtkörperlänge, cm	95.0 a	106.0 b	115.1 c	3.1
Anteile in % des Schlachtkörpergewichtes (kalt, Sempacher Schnitt):				
Wertvolle Fleischstücke	57.0 c	53.5 a	54.9 b	2.3
Schulter	12.1 a	11.9 a	12.5 b	0.7
Schinken	19.7 b	17.9 a	18.0 a	1.1
Karree	25.2 c	23.6 a	24.4 b	1.2
Auflagefett ²⁾	11.9 a	14.4 b	13.8 b	1.9
Bauch	18.3 b	19.3 c	17.5 a	0.9
Korrelationen zwischen dem Anteil wertvoller Fleischstücke und:				
Ultraschall-Rückenspeckdicke	- 0.88 ***	- 0.62 ***	- 0.87 ***	
Ultraschall-Rückenmuskelfläche	+ 0.09 -	+ 0.11 -	- 0.12 -	
Merkmale der Fleischqualität				
- Fleischbeschaffenheit:				
pH1 (10. Rippe)	6.11 -	6.15 -	6.17 -	0.19
pH2 (10. Rippe) ¹⁾	5.49 a	5.46 a	5.53 b	0.10
pH2 (Hals)	5.65 a	5.73 b	5.81 c	0.16
Farbhelligkeit (Univalvo)	30.07 b	29.40 b	27.54 a	3.86
Safthaltevermögen, µl	60.93 b	53.49 ab	48.06 a	18.28
- Fleischzusammensetzung (in Anteil der Frischsubstanz):				
Trockenmasse, % ¹⁾	25.76 b	26.30 c	25.16 a	0.86
Stickstoff, % ¹⁾	3.69 b	3.73 b	3.58 a	0.11
Intramuskuläres Fett, %	1.76 -	1.63 -	1.80 -	0.57

Unterschiedliche Buchstaben in einer Linie bedeuten statistisch gesicherte Unterschiede ($p < 0.05$)

*** = $p < 0.001$; ** = $p < 0.01$; * = $p < 0.05$; - = $p \geq 0.05$

¹⁾ signifikante Tierkategorie * Serie - Interaktionen vorhanden

²⁾ Summe der Teilstücke Rückenspeck, Schinken- und Schulterauflagefett

Tab. 2.6. Korrelationskoeffizienten zwischen Parametern der Schlachtleistung von Erstlingssauen

n = 122 Erstlingssauen korrigiert um Serieneffekte	pH1 mld	pH2 mld	pH2 Hals	Uni- galvo	SHV	TM	N	ImF	RSA
pH1(10.Rippe mld)									
pH2(10.Rippe mld)	0.18								
pH2(Hals)	0.10	0.36							
Farbhelligkeit (Unigalvo)	-0.43	-0.47	-0.15						
Safthaltevermögen (SHV)	-0.41	-0.31	0.04	0.46					
Gehalt an Trockenmasse im Kotelett (TM)	-0.07	-0.27	-0.16	0.19	0.19				
Gehalt an Stickstoff (N)	-0.02	-0.20	0.01	-0.05	0.25	0.60			
Gehalt an intramuskulärem Fett (ImF)	-0.15	-0.15	-0.15	0.25	0.04	0.62	-0.02		
Gehalt an Trockenmasse in der Aus- senschicht des Rückenspecks (RSA)	-0.02	-0.12	-0.09	-0.12	0.17	0.45	0.40	0.28	
Anteil wertvolle Fleischstücke	0.04	0.14	0.01	0.03	-0.21	-0.51	-0.50	-0.28	-0.70

Fette Korrelationskoeffizienten sind signifikant verschieden von Null ($p < 0.05$)
mld = musculus longissimus dorsi

Fleischzusammensetzung

Das Fleisch der Erstlingssauen wies den tiefsten, dasjenige der Jungsaunen den höchsten Gehalt an Trockenmasse und Stickstoff auf (Tab. 2.5). Bei den Erstlingssauen lag zwischen dem Gehalt an Trockenmasse und Stickstoff eine Korrelation von $r_{TM, N} = +0.60$ vor (Tab. 2.6). Im Gehalt an intramuskulärem Fett gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Tierkategorien. Beim Fleisch der Erstlingssauen korrelierte der Gehalt an intramuskulärem Fett signifikant positiv mit dem Gehalt an Trockenmasse ($r_{ImF, TM} = 0.62$). Zwischen dem Gehalt an intramuskulärem Fett und dem Gehalt an Stickstoff gab es keine signifikante Korrelation.

Bei den Erstlingssauen gab es zwischen den Merkmalen der Fleischzusammensetzung, der Fleischbeschaffenheit und der Zusammensetzung der Fettgewebe einige Korrelationen, welche signifikant von Null verschieden waren. Fleisch mit einem höheren Gehalt an intramuskulärem Fett war heller ($r_{ImF, Unigalvo} = +0.25$). Erstlingssauen mit einem höheren Anteil an wertvollen Fleischstücken wiesen Fleisch mit

tieferem Gehalt an Trockenmasse, Stickstoff und intramsukulärem Fett ($r_{AWF, TM} = -0.51$; $r_{AWF, N} = -0.50$; $r_{AWF, IMF} = -0.28$) sowie Rückenspeck mit tieferem Gehalt an Trockenmasse auf ($r_{AWF, RSA} = -0.70$) als Erstlingssauen mit geringerem Anteil an wertvollen Fleischstücken.

Diskussion

Schlachtkörpergewicht

Bei der Klassierung der Schlachtkörper war sowohl der Gewichtsunterschied zwischen Erstlingssauen und Mastschweinen von 49 kg als auch der Unterschied in der Schlachtkörperlänge von 20 cm von grosser Bedeutung. Die Schlachtkörperlänge der Erstlingssauen bewirkte, dass die Erstlingssauen nicht mit den Mastschweinen sondern mit den Altsauen geschlachtet wurden, nachdem die Schlachtkette für Altsauen eingerichtet worden war. Die Schlachtkörper der Jungsauen waren 29 kg schwerer und 11 cm länger als diejenigen der Mastschweine. Die Erstlingssauen wurden grösstenteils mit den Altsauen geschlachtet und mit dem Preis von Altsauen entgolten. Bedingt durch die Organisation der Schlachtkette dürften sowohl Erstlingssauen als auch Jungsauen eher als Altsauen denn als Mastschweine eingeteilt werden.

Zwischen Brooks et al. (1973, 1975, 1977) und dem vorliegenden Versuch bestanden unterschiedliche Ausgangslagen. Brooks et al. (1973, 1975, 1977) gingen davon aus, Erstlingssauen früh zu belegen und als schwere Mastschweine (bis 112 kg Mastendgewicht) auf den Markt zu bringen. Der vorliegende Versuch hatte zum Ziel, das Wachstum der Jungsauen nach Mastende zu nutzen, was zu schwereren Schlachttieren führte. Die im vorliegenden Versuch produzierten Schlachtkörper von Erstlingssauen müssten daher in einer speziellen Kategorie vermarktet werden. In der Schweiz bestand ein Markt für mittelschwere (120 kg - 150 kg Lebendgewicht) und schwere (über 150 kg Lebendgewicht) Schlachtschweine. In die Kategorie der mittelschweren und schweren Mastschweine wurden hauptsächlich Jungsauen eingeteilt, die nie abgeferkelt hatten. In den letzten Jahren haben die Kategorien der mittelschweren und schweren Schlachtschweine an Bedeutung verloren und sind bis

auf spezielle Nischen vom Markt verschwunden (GSF, 1995; Schurtenberger, 1995). Damit fehlt heute die Möglichkeit, abgehende Erstlingssauen als mittelschwere oder schwere Mastschweine auf den Markt zu bringen. Ein Produktionssystem mit Erstlingssauen kann daher nicht auf bestehende Marktstrukturen zurückgreifen, sondern muss Marktnischen oder neue Märkte erschliessen.

Fleischigkeit

Die Schlachtkörper der Erstlingssauen wiesen im Vergleich zu denjenigen der Jungsauen einen höheren Anteil an wertvollen Fleischstücken und einen geringeren Anteil an Fettgeweben auf, was mit Resultaten von Brooks et al. (1975) übereinstimmt. Der hohe Anteil an wertvollen Fleischstücken der Erstlingssauen wird dadurch erklärt, dass für die Milchproduktion Fettgewebe im Verhältnis zu Muskelgeweben bevorzugt abgebaut wurde (Beyer et al., 1993; Versteegen et al., 1985). Bei Erstlingssauen stellt ein hoher Anteil an wertvollen Fleischstücken nicht unbedingt ein positives Qualitätskriterium dar. Nach Brooks et al. (1975) weisen Erstlingssauen einen höheren Anteil an Knochen auf als Jungsauen, weshalb bei Erstlingsauen mit einem hohen Anteil an wertvollen Fleischstücken nicht unbedingt auf muskulöse Schlachtkörper geschlossen werden kann. Unter Berücksichtigung des Körperreservereabbaus während der Säugezeit der Erstlingssauen (Kap. 2.3.4) dürften die Erstlingssauen ein höheres Fleisch-Knochen-Verhältnis aufgewiesen haben als die Jungsauen. Zur umfassenden Beurteilung der Fleischigkeit der Erstlingssauen müsste das Gewicht der Knochen und daraus das Fleisch - Knochen - Verhältnis erfasst werden. Die Resultate der Ultraschallmessungen ergaben bei den Jungsauen grössere Rückenmuskelflächen als bei den Erstlingssauen (Tab. 2.4). Aus technischen Gründen konnte nur ein 10 cm breites Stück des langen Rückenmuskels erfasst werden (Kapitel 2.2.4), was sich für grosse Tiere mit breiten Muskeln vorallem für Erstlingssauen nachteilig auswirkte.

Der Anteil des Teilstücks 'Bauch' war bei den Erstlingssauen am kleinsten und bei den Jungsauen am grössten. Den Schlachtkörpern der Erstlingssauen wurde das Gesäuge weggeschnitten, während denjenigen der Jungsauen und Mastschweinen die Gesäugeanlage belassen wurde. Das Stück, das den Erstlingssauen

im Unterschied zu den Mastschweinen und Jungsauen zuviel weggeschnitten wurde, dürfte einen geringen Gewichtsanteil aufgewiesen haben. Dies sollte die Vergleichbarkeit über die drei Tierkategorien nicht beeinträchtigen. Die Unterschiede zwischen den drei Tierkategorien können dadurch erklärt werden, dass während der Laktation aus dem Teilstück 'Bauch' Körperreserven abgebaut wurden.

Bei den Mastschweinen war der Anteil an wertvollen Fleischstücken grösser und der Anteil an Fettgeweben kleiner als bei den Jungsauen. Die Ergebnisse entsprechen den Untersuchungen über das relative Wachstum verschiedener Körpergewebe (Fewson et al., 1990; Krieter et al., 1989), wonach bei zunehmendem Körpergewicht die Fettgewebe im Verhältnis zu den Muskelgeweben stärker wachsen.

In der herkömmlichen Schweinefleischproduktion ist vor allem der Lebensabschnitt bis gegen 110 kg Lebendgewicht von Bedeutung. Spätreife Rassen weisen gegenüber frühreifen Rassen Vorteile im Wachstum von 100 kg - 150 kg Lebendgewicht auf. Kreuzungen mit Duroc weisen im Mastbereich von 100 kg - 150 kg Lebendgewicht ein grösseres Wachstum und eine günstigere Futtermittelverwertung auf als Kreuzungen mit Piétrain, Edelschweine und Landschweine (Bellof und Burgstaller, 1992). Damit ist die Frage nach der optimalen Rasse in einem Erstlingssauensystem aufgeworfen, wobei aus der Sicht der Mastleistung nach einer spätreifen und aus der Sicht der Reproduktionsleistung nach einer frühreifen Rasse verlangt wird.

Fleischbeschaffenheit

Das Fleisch der Erstlingssauen wies leicht höhere End-pH-Werte, eine dunklere Farbe und ein stärkeres Saffthaltevermögen auf als dasjenige der Mastschweine. Das Fleisch mit einem erhöhten End-pH-Wert war dunkler und wies ein stärkeres Saffthaltevermögen auf. Tendenzmässig wies das Fleisch der Erstlingssauen in Richtung DFD hin. DFD (= dark, firm, dry) ist ein Fleischfehler und steht für dunkles, festes und trockenes Fleisch. Verursacht wird DFD - Fleisch hauptsächlich durch Stress vor dem Schlachten zum Beispiel infolge der Belastung durch den Transport oder während der Wartezeit im Schlachthaus. Sind in den Muskeln wenig Energie-reserven (= Glykogen) verfügbar, wird nach der Schlachtung wenig Glykogen zu Milchsäure abgebaut und der End - pH - Wert liegt zu hoch, wobei die Halsmuskula-

tur stärker reagiert als die Rückenmuskulatur (End-pH-Wert grösser als 6.2; Hofmann, 1986). Inwieweit das dunklere Fleisch der Erstlingssauen durch das Alter oder durch die Entwicklung während der Trächtigkeit und der Säugezeit bedingt ist, kann anhand des vorliegenden Versuchsdesigns nicht beurteilt werden. Schwerere Schlachtkörper (Aziz und Ball, 1995) oder ein höheres Alter (Schwörer et al., 1995c) führten in anderen Versuchen zu dunklerem Fleisch, was die Unterschiede zwischen Mastschweinen und Erstlingssauen erklären kann. Die Versuchstiere wurden 24 Stunden vor der Schlachtung zum letzten Mal gefüttert, was gemäss Fischer et al. (1986) keinen Einfluss auf den End-pH-Wert hatte. Die Erstlingssauen wurden ab dem Einstellen in die Abferkelbuchten einzeln gehalten und kamen erst für den Transport ins Schlachthaus wieder in Kleingruppen zusammen. Es wurden Rankämpfe zwischen den Tieren beobachtet, was als Stresssituation eingestuft werden kann und zu erhöhten End-pH-Werten vorallem in der Halsmuskulatur geführt haben könnte. Um Rankämpfe kurz vor der Schlachtung zu verhindern, bietet sich die Gruppenhaltung an. Nach dem Absetzen sollten diejenigen Sauen zu einer Gruppe zusammengefasst werden, welche miteinander geschlachtet werden.

Fleischzusammensetzung

Gemäss Lawrie (1974) steigt mit zunehmendem Alter der Gehalt an intramuskulärem Fett an, was in Widerspruch zu den Versuchsergebnissen steht. Dass die Jungsaunen nicht einen höheren Gehalt an intramuskulärem Fett aufwiesen als die Mastschweine, dürfte durch die rationierte Fütterung bedingt sein, da sich eine Futterrestriktion ungünstig auf den Gehalt an intramuskulärem Fett auswirkt (Affentranger, 1994). Im Gehalt an intramuskulärem Fett waren die Erstlingssauen den Mastschweinen und Jungsaunen ebenbürtig. Die Frage, ob sich der Gehalt an intramuskulärem Fett im Verlauf des Lebens der Erstlingssauen veränderte, kann mit dem vorliegenden Versuchsplan nicht beantwortet werden.

Das Fleisch der Jungsaunen enthielt einen höheren Gehalt an Trockenmasse als dasjenige der Mastschweine. Der Unterschied stimmt mit den Aussagen von Lawrie (1974) überein, wonach der Gehalt an Trockenmasse mit steigendem Alter zunimmt.

Das Fleisch der Erstlingssauen wies den tiefsten Gehalt an Trockenmasse auf, was auf die Entwicklung während der Trächtigkeit und Säugezeit zurückgeführt und hauptsächlich mit dem Körperreserveabbau während der Säugezeit erklärt werden kann (Brendemuhl et al., 1989; Mullan, 1991; Kap. 2.3.4).

Bei den Schlachtkörpern der Erstlingssauen bestanden zwischen dem Anteil an wertvollen Fleischstücken und dem Saffthaltevermögen eine positive, zwischen dem Anteil an wertvollen Fleischstücken und dem $\text{pH}_{2(10.\text{Rippe})}$ - Wert eine, wenn auch nicht signifikant positive sowie zwischen dem $\text{pH}_{2(10.\text{Rippe})}$ - Wert und dem Gehalt an Trockenmasse im Kotelett eine negative Korrelation. Dies könnte darauf hinweisen, dass Tiere mit grossem Körperreserveabbau einer erhöhten DFD - Tendenz unterworfen sind. Zwischen dem Anteil an wertvollen Fleischstücken einerseits und dem Gehalt an Trockenmasse und an intramuskulärem Fett im Kotelett andererseits wurden bei den Erstlingssauen signifikant negative Korrelationen vorgefunden, was von Mastschweinen bekannt ist (Sewer, 1993). Zwischen dem Anteil an wertvollen Fleischstücken und dem Gehalt an Stickstoff im Kotelett fand Sewer (1993) keine Beziehung. Dass bei den Erstlingssauen der Anteil an wertvollen Fleischstücken eng negativ mit dem Gehalt an Stickstoff korrelierte, wird auf den Körperreserveabbau während der Säugezeit zurückgeführt (Brendemuhl et al., 1989; Mullan, 1991).

Zwischen den Merkmalen der Fleischbeschaffenheit und der Fleischzusammensetzung bestanden bei den Erstlingssauen schwach signifikante Korrelationen. Das Fleisch mit einem hohen Gehalt an intramuskulärem Fett war heller als dasjenige mit einem tiefen Gehalt an intramuskulärem Fett, was durch eine stärkere Marmorierung erklärt wird (Schwörer et al., 1988).

2.3.3. Fettqualität

Ergebnisse

Gehalt an Trockenmasse in den Fettgeweben

Die Auflagefettgewebe der Mastschweine enthielten 82 % bis 86 % Trockenmasse (Tab. 2.7). Die Auflagefettgewebe der Jungsauen wiesen mit 88 % bis 92 % den höchsten Gehalt an Trockenmasse auf und übertrafen diejenigen der Mastschweine um 5 bis 6 Prozentpunkte. Der Rückenspeck der Erstlings-sauen nahm mit 86 % und 88 % und der Schmer mit 89 % eine Mittelstellung ein, während die Schinken- und die Schulterauflage mit 82 % beziehungsweise 83 % einen ähnlichen Gehalt an Trockenmasse aufwiesen wie diejenige der Mastschweine.

Tab. 2.7. Qualität der Fettgewebe der drei Tierkategorien (LSQ-Mittelwerte und Reststandardabweichung)

	Mast- schweine	Jungsauen	Erstlings- sauen	Reststandard- abweichung
Anzahl Tiere	40	36	122	198
Gehalt an Trockenmasse, Angaben in % der Frischsubstanz:				
Rückenspeck, aussen ¹⁾	83.0 a	88.5 c	86.3 b	3.63
Rückenspeck, innen	85.2 a	91.2 c	87.7 b	3.54
Schmer	86.3 a	92.1 c	89.0 b	3.89
Schinkenauflage	82.0 a	88.5 b	82.8 a	5.34
Schulterauflage	82.4 a	88.1 b	82.4 a	4.08
Fettsäuretypenmuster der Rückenspeck-Aussenschicht, Angaben in Mol-%:				
Gesättigte Fettsäuren	36.2 b	35.6 b	35.0 a	1.50
Monoensäuren	48.3 a	49.6 b	49.6 b	1.77
Polyensäuren	15.5 b	14.8 a	15.4 b	1.32
Kennzahlen der Fettqualität der Rückenspeck-Aussenschicht:				
Doppelbindungsindex	82.3 ab	81.5 a	82.8 b	2.49
Oxidationspotential	64.0 ab	63.4 a	64.4 b	1.91
Fettzahl	63.8 ab	63.2 a	64.1 b	1.81

Unterschiedliche Buchstaben in einer Linie bedeuten statistisch gesicherte Unterschiede ($p < 0.05$)

¹⁾ signifikante Tierkategorie*Serie - Interaktionen vorhanden

Fettsäuretypenmuster des Rückenspecks

Die Rückenspeck-Aussenschicht der Mastschweine enthielt 36.2 % gesättigte Fettsäuren, 48.3 % Monoensäuren und 15.5 % Polyensäuren (Tab. 2.7). Die Rückenspeck-Aussenschicht der Jungsaunen wies einen um 0.7 Prozentpunkte tieferen Anteil an Polyensäuren und einen um 1.3 Prozentpunkte höheren Anteil an Monoensäuren auf als diejenige der Mastschweine, während bei den gesättigten Fettsäuren kein Unterschied zu verzeichnen war. Bei den Erstlingssaunen war der Anteil an gesättigten Fettsäuren um 1.2 Prozentpunkte kleiner und der Anteil an Monoensäuren um 1.3 Prozentpunkte grösser als bei den Mastschweinen, während bei den Polyensäuren kein Unterschied zu verzeichnen war. Die Unterschiede ergaben sich aus den anteilmässig wichtigen Fettsäuren, der Palmitin-, Stearin-, Oel- und Linolensäure (Anhang 1). Das Oxidationspotential war zwischen Erstlingssaunen und Mastschweinen sowie zwischen Jungsaunen und Mastschweinen nicht signifikant verschieden, während die Erstlingssaunen ein um eine Einheit signifikant höheres Oxidationspotential aufwiesen als die Jungsaunen und Mastschweine.

Intramuskuläres Fett

Innerhalb Tierkategorie stellten die Komplexlipide unabhängig des gesamten Gehaltes an intramuskulärem Fett einen konstanten Anteil dar. Bei den Erstlingssaunen betrug der Anteil an Komplexlipiden 0.27 % (Tab. 2.8, Abb. 2.1). Die Mastschweine wiesen einen geringfügig aber signifikant höheren Gehalt an Komplexlipiden auf als die Jung- und Erstlingssaunen. Der Gehalt an Neutrallipiden variierte und bestimmte den gesamten Gehalt an intramuskulärem Fett. Im Gehalt an Neutrallipiden bestand zwischen den drei Tierkategorien kein signifikanter Unterschied. Das intramuskuläre Fett der Mastschweine enthielt 37.3 % gesättigte Fettsäuren, 46.3 % Monoensäuren und 16.4 % Polyensäuren. Das intramuskuläre Fett der Jungsaunen wies einen um 2.0 Prozentpunkte tieferen Anteil an gesättigten Fettsäuren und einen um 1.7 Prozentpunkte höheren Anteil an Monoensäuren auf als dasjenige der Mastschweine, während für die Polyensäuren ähnliche Werte vorlagen. Bei den Erstlingssaunen war der Anteil an gesättigten Fettsäuren um 1.8 Prozentpunkte und der Anteil an Polyensäuren um 1.5 Prozentpunkte tiefer sowie der Anteil an Monoensäuren um 3.3 Prozentpunkte höher als bei den Mastschweinen. Da der Anteil der

Komplexlipiden im Gesamtfett gering ist, sind die Resultate auf die Unterschiede bei den Neutrallipiden zurückzuführen.

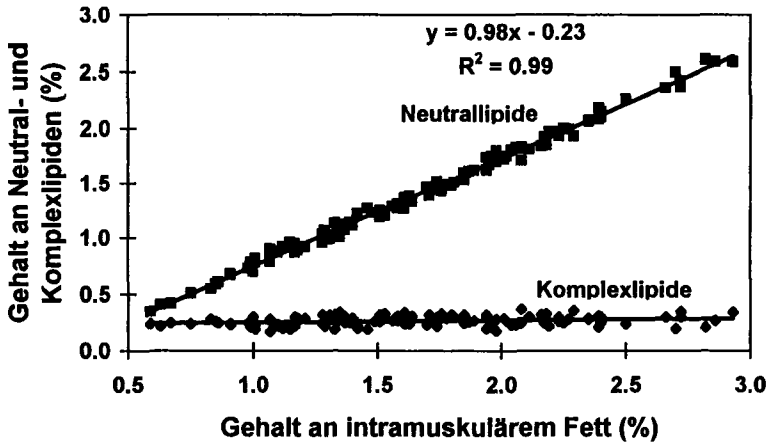
Tab. 2.8. Qualität des intramuskulären Fettes der drei Tierkategorien gemessen im langen Rückenmuskel auf der Höhe der zehnten Rippe (LSQ-Mittelwerte und Reststandardabweichung)

	Mastschweine	Jungsauen	Erstlingsauen	Reststandard- abweichung
Anzahl Tiere	40	36	122	198
Gehalt an intramuskulärem Fett im Kotelett (in % der Frischsubstanz):				
Neutrallipide	1.44 -	1.34 -	1.53 -	0.50
Komplexlipide	0.32 b	0.28 a	0.27 a	0.04
Gesamtlipide	1.76 -	1.62 -	1.80 -	0.57
Fettsäuretypenmuster (Angaben in Mol-%)				
- Neutrallipide im Kotelett:				
Gesättigte Fettsäuren	38.8 b	36.9 a	37.3 a	2.45
Monoensäuren	53.4 a	55.6 b	55.8 b	2.60
Polyensäuren ¹⁾	7.8 b	7.5 b	6.8 a	1.44
- Komplexlipide im Kotelett:				
Gesättigte Fettsäuren ¹⁾	30.8 c	28.3 b	26.4 a	1.20
Monoensäuren ¹⁾	18.7 b	16.8 a	19.0 b	1.80
Polyensäuren ¹⁾	50.4 a	54.8 b	54.6 b	3.91
- alle Lipide im Kotelett:				
Gesättigte Fettsäuren	37.3 b	35.3 a	35.5 a	2.09
Monoensäuren ¹⁾	46.3 a	48.0 b	49.6 c	3.51
Polyensäuren ¹⁾	16.4 b	16.6 b	14.9 a	3.71
Kennzahlen der Fettqualität				
- Neutrallipide im Kotelett:				
Doppelbindungsindex	72.3 ab	73.3 b	71.3 a	3.86
Oxidationspotential	56.4 -	57.0 -	55.1 -	4.80
- Komplexlipide im Kotelett:				
Doppelbindungsindex	161.4 a	170.2 b	174.1 c	6.3
Oxidationspotential	97.3 a	102.3 b	103.8 b	8.4
- alle Lipide im Kotelett:				
Doppelbindungsindex ¹⁾	90.3 ab	91.8 b	88.7 a	7.9
Oxidationspotential ¹⁾	64.5 ab	65.7 b	63.9 a	4.3

Unterschiedliche Buchstaben in einer Linie bedeuten statistisch gesicherte Unterschiede ($p < 0.05$)

¹⁾ signifikante Tierkategorie*Serie - Interaktionen vorhanden

Abb. 2.1. Fettfraktionen im langen Rückenmuskel von Erstlings-sauen in Abhängigkeit des Gehaltes an intramuskulärem Fett



Diskussion

Gehalt an Trockenmasse in den Fettgeweben

Prabucki (1991) forderte, dass die zur Verarbeitung bestimmten Fettgewebe 84 % - 90 % Fett enthalten sollten. Rund 2 % - 3 % der Trockenmasse besteht nicht aus Fett (Wood et al., 1989). Somit sollte das Fettgewebe zu 86 % - 92 % aus Trockenmasse bestehen. Die Fettgewebe der Mastschweine enthielten 82 % - 86 % Trockenmasse und erfüllten somit die Anforderung an die Fettqualität nicht (Prabucki, 1991), während die Fettgewebe der Jungsauen mit 88 % - 92 % Trockenmasse die Anforderung erfüllten. Die Fettgewebe der Erstlings-sauen nahmen eine Zwischenstellung ein. Rückenspeck und Schmer erfüllten die Anforderungen an die Fettqualität, die Schinken- und Schulteraufgaben hingegen nicht. Der Rückenspeck stellt für die Verarbeitung sowohl qualitativ als auch quantitativ das wichtigste Fettgewebe dar. Für die Vermarktung von Erstlings-sauen dürfte wichtig sein, dass der Rückenspeck die Anforderung an den Gehalt an Trockenmasse erfüllte, während die mangelnde Qualität der Schinken- und Schulteraufgaben zweit-rangig sein dürfte.

Im vorliegenden Versuch wurden die Erstlingssauen mit weiblichen Mastschweinen verglichen, welche rationiert gefüttert wurden. Sowohl in konventionellen Systemen als auch in Erstlingssauensystemen sind rund die Hälfte der Mastschweine kastrierte männliche Tiere. Gemäss Sewer (1993) war der Gehalt an Trockenmasse des Rückenspecks rationiert gefütterter Kastraten um 0.9 - 1.6 Prozentpunkte und von ad libitum gefütterter Kastraten um 2.3 - 3.1 Prozentpunkte höher als von rationiert gefütterten weiblichen Tieren. Im vorliegenden Versuch wies der Rückenspeck rationiert gefütterter Erstlingssauen einen um 2.5 - 3.3 Prozentpunkte höheren Gehalt an Trockenmasse auf als derjenige rationiert gefütterter weiblicher Mastschweine. Der Rückenspeck rationiert gefütterter Erstlingssauen dürfte somit vergleichbare Werte aufweisen wie derjenige von ad libitum gefütterten, kastrierten männlichen Mastschweinen.

Fettsäuretypenmuster des Rückenspecks

Eine gute Fettkonsistenz wird erreicht, wenn der Anteil ungesättigter Fettsäuren unter 59 % liegt (Häuser und Prabucki, 1990). Um zu gewährleisten, dass das Schweinefett eine genügende Oxidationsstabilität aufweist, soll der Doppelbindungsindex kleiner als 80 beziehungsweise die Fettzahl kleiner als 62 sein (Häuser und Prabucki, 1990). Diese Anforderungen wurden im vorliegenden Versuch mit keiner Tierkategorie erreicht. Unterschiede zwischen den Tierkategorien sind statistisch gesichert und betragen bei den einzelnen Fettsäuretypen maximal 1.6 Mol-% oder in der Fettzahl eine Einheit. Die Unterschiede zwischen den Tierkategorien sind in Anbetracht des möglichen Einflusses durch unterschiedlichen Gehalt an Polyensäuren im Futter (Bee, 1993; Perdrix und Stoll, 1995; Vogg, 1989) gering. In Versuchen von Vogg (1989) wurden Futtermittel mit 8.8 g, 14.0 g beziehungsweise 18.5 g Polyensäuren pro kg Futter eingesetzt. Es resultierten Anteile an Polyensäuren in der Rückenspeck-Aussenschicht von 10.2, 13.6 beziehungsweise 16.6 Mol-%, welche voneinander signifikant verschieden waren. Die Fettgewebe der Erstlingssauen dürften bei geeigneter Fütterung Fettsäuretypenmuster aufweisen, die den Anforderungen der Verarbeitung entsprechen und von vergleichbaren weiblichen Mastschweinen nicht wesentlich abweichen. In der Rückenspeck-Aussenschicht der

rationiert gefütterten weiblichen Tieren fand Sewer (1993) einen um 1.7 Mol-Prozentpunkte höheren Gehalt an Polyensäuren als bei ad libitum gefütterten Kastraten. Im vorliegenden Versuch wurden keine Unterschiede zwischen Mastschweinen und Erstlingssauen gefunden. Daher dürfte das Fettsäuretypenmuster rationiert gefütterter Erstlingssauen die geringere Qualität aufweisen als das Fettsäuretypenmuster von ad libitum gefütterten, kastrierten männlichen Mastschweinen.

Das Teilstück 'Bauch' gewinnt zunehmend an Bedeutung, wenn es einen hohen Fleischanteil aufweist (Schwörer et al., 1995a). Bei Mastschweinen nimmt das Oxidationspotential des Teilstücks 'Bauch' eine Mittelstellung zwischen dem hohen Oxidationspotential der Rückenspeck-Aussenschicht und dem tiefen Oxidationspotential des Schmers ein (Schwörer et al., 1995b). Die Erstlingssauen dürften während der Säugetzeit Körperreserven aus dem Bauch abgebaut haben (Kapitel 2.3.2), was den Fleischanteil im Teilstück 'Bauch' erhöht und das Fettsäuremuster und damit das Oxidationspotential beeinflusst haben dürfte. Um für Erstlingssauen genaue Aussagen vornehmen zu können, müsste das Teilstück 'Bauch' eingehender untersucht werden. In den Versuchen von Brooks und Smith (1977) wies das Teilstück 'Bauch' von Erstlingssauen eine unbefriedigende Qualität auf.

Intramuskuläres Fett

Im intramuskulären Fett kann zwischen Depotfett, hauptsächlich aus Neutrallipiden bestehend, und Strukturfett, hauptsächlich aus Komplexlipiden bestehend, unterschieden werden (Häuser, 1991). Die Komplexlipide sind am Aufbau der Zellen beteiligt. Sie sind in ihrer Zusammensetzung und in der Menge konstant. Die Neutrallipide hingegen sind Umwelteinflüssen ausgesetzt (Häuser, 1991; Kammerer, 1991). Bei den Erstlingssauen korrelierte der Gehalt an intramuskulärem Fett mit dem Gehalt an Neutrallipiden sehr eng ($r = 0.99$), während zwischen dem Gehalt an intramuskulärem Fett und dem Gehalt an Komplexlipiden keine gesicherte Beziehung bestand ($r = 0.12$). Die Fraktion der Neutrallipide war für die Variation im Gehalt an intramuskulärem Fett verantwortlich.

Das intramuskuläre Fett beeinflusst Haltbarkeit und Festigkeit der Fleischprodukte. Die Erstlingssauen wiesen mit dem etwas geringeren Oxidationspotential des

intramuskulären Fett ein leichtes Vorteil gegenüber den Mastschweinen und Jungsauen auf. Die Genussqualität nimmt gemäss Cameron und Enser (1991) zu, wenn der Anteil an Monoensäuren steigt und der Anteil an Polyensäuren abnimmt. Der tiefere Anteil an Polyensäuren sowie der höhere Anteil an Monoensäuren bei den Erstlingssauen gegenüber den Jungsauen und Mastschweinen dürfte bei den Erstlingssauen zu Vorteilen in der Genussqualität geführt haben. Friend et al. (1979) beurteilten Bratenstücke der Lende, des Schinkens und des Bauches von Mastschweinen, Jungsauen und Erstlingssauen auf die sensorischen Merkmale 'Geschmack', 'Saftigkeit' und 'Zartheit'. Im Geschmack und in der Saftigkeit bestanden zwischen den Tierkategorien keine wesentlichen Unterschiede. Die drei Bratenstücke der Erstlingssauen waren weniger zart als diejenigen der Mastschweine und Jungsauen. Rhim et al. (1987) untersuchten Schweine im Alter von 120 bis 320 Tagen und zeigten auf, dass das Alter keinen Einfluss auf die Saftigkeit und die Zartheit ausübte, während die älteren Tiere schmackhafteres Fleisch aufwiesen.

Zur Herstellung von luftgetrockneten Dauerfleischwaren, zum Beispiel Rohwurstspezialitäten, verwendeten Bellof und Burgstaller (1992) ausschliesslich kastrierte männliche Tiere. Weibliche Tiere waren ungeeignet (Bellof und Burgstaller, 1992), da ihr Fleisch eine ungünstige Fleischbeschaffenheit aufweist und die Fermentation ungünstig beeinflusst wird, falls sie zum Zeitpunkt der Rausche geschlachtet werden (v. Lengerken et al., 1980). Die landläufige Meinung, dass das Fett der zum Zeitpunkt der Rausche geschlachteten weiblichen Tiere Geschmacksfehler aufweist, wurde von Lundström et al. (1993) nicht bestätigt. Lundström et al. (1993) stellten bei weiblichen Tieren unabhängig der Rausche geringe Frequenzen von Geschmacksfehlern fest. Im vorliegenden Versuch wurden die Erstlingssauen zwei Wochen nach dem Absetzen geschlachtet, womit die meisten Tiere die erste Rausche nach dem Absetzen bereits hinter sich hatten. Für ein reines Erstlingssauensystem ist bei weiblichen Tieren der Einfluss des Reproduktionszyklus auf die Fleischqualität von besonderem Interesse, wozu weiterführende Versuche unternommen werden müssten.

2.3.4. Zusammenhang zwischen Reproduktions- und Schlachtleistung

Ergebnisse

Bis zum Messzeitpunkt drei bis fünf Wochen vor dem Abferkeln legten die Sauen an Lebendgewicht, Rückenspeckdicke und Rückenmuskelfläche zu (Abb. 2.2). In den letzten Wochen vor dem Abferkeln veränderte sich das Wachstum. Obwohl die Sauen weiter an Gewicht zulegten, blieb die Rückenspeckdicke gleich und die Rückenmuskelfläche nahm sogar leicht ab. Während der Säugezeit fand ein Gewebeabbau statt. Durchschnittliche Abnahmen des Lebendgewichts von 20.4 kg, der Rückenspeckdicke von 5.9 mm und der Rückenmuskelfläche von 5.4 cm² wurden verzeichnet. In der Zeit nach dem Absetzen bis zum Schlachten verminderte sich das Lebendgewicht um weitere 2 kg, die Rückenspeckdicke blieb gleich, während die Muskelfläche um 2 cm² zunahm.

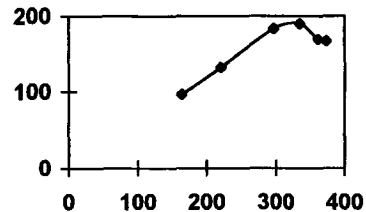
Abb. 2.2. Entwicklung von Lebendgewicht und Rückenspeckdicke und -fläche bei den Erstlingsausen (n = 122)

x-Achse: Alter in Tagen

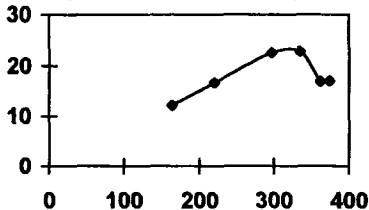
Messzeitpunkte:

1. bei 95 kg Lebendgewicht
2. beim Belegen
3. ca. 4 Wochen vor dem Abferkeln
4. kurz nach dem Abferkeln
5. beim Absetzen
6. vor dem Schlachten

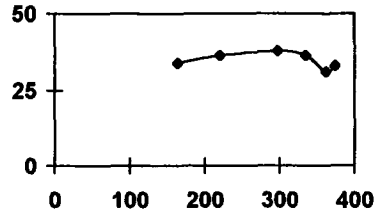
a) Lebendgewicht (kg)



b) Rückenspeckdicke (mm) ¹⁾



c) Rückenmuskelfläche (cm²) ^{1) 2)}



¹⁾ Die Rückenspeckdicke und die Rückenmuskelfläche wurden mittels Ultraschall auf der linken Körperseite auf der Höhe der letzten Rippe gemessen.

²⁾ Nur Teil des langen Rückenmuskels gemessen

Tab. 2.9. Reproduktionsleistung der Erstlingssauen sowie Korrelationskoeffizienten zwischen Parametern der Reproduktions- und der Schlachtleistung

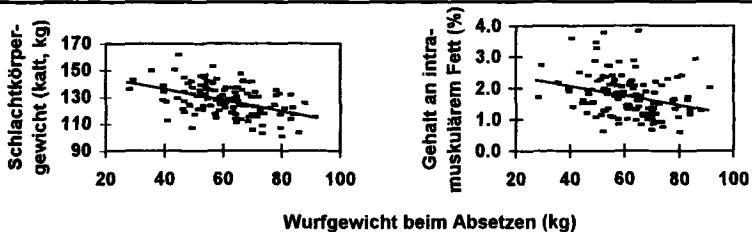
n = 122 Erstlingssauen korrigiert um Serieneffekte	Gewichts- verlust in der Lak- tation	Anzahl lebend geborene Ferkel	Wurf- gewicht bei Ge- burt	Anzahl abgesetzte Ferkel	Wurf- gewicht beim Ab- setzen
Resultate der Reproduktionsleistung					
Mittelwert	20.4 kg	9.1	13.7 kg	8.3	60.3 kg
Standardabweichung	8.9 kg	2.7	3.9 kg	2.1	12.4 kg
Korrelationskoeffizienten					
Schlachtkörpergewicht (kalt)	-0.55	-0.18	-0.26	-0.31	-0.47
- Fleischbeschaffenheit:					
pH ₁ (10.Rippe)	0.07	0.03	0.07	0.04	0.10
pH ₂ (10.Rippe)	0.10	0.09	0.13	0.08	0.11
pH ₂ (Hals)	0.05	-0.13	-0.08	-0.09	-0.04
Farbhelligkeit (Unigalvo)	-0.01	0.03	0.03	0.02	-0.01
Safthaltevermögen	-0.16	-0.07	-0.07	-0.08	-0.14
- Fleischzusammensetzung:					
Gehalt an Trockenmasse	-0.48	-0.17	-0.24	-0.26	-0.48
Gehalt an Stickstoff	-0.39	-0.19	-0.28	-0.38	-0.43
Gehalt an intramuskulärem Fett	-0.31	-0.16	-0.20	-0.12	-0.30
- Schlachtkörperzusammensetzung:					
Anteil an wertvollen Fleischstücken	0.47	0.11	0.25	0.23	0.48
Anteil des Teilstücks Bauch	-0.22	0.00	-0.11	-0.09	-0.22
- Rückenspeck - Aussenschicht:					
Gehalt an Trockenmasse	-0.49	-0.20	-0.28	-0.26	-0.47
Anteil an gesättigten Fettsäuren	0.15	0.13	0.20	0.07	0.09
Anteil an Monoensäuren	-0.34	-0.19	-0.29	-0.11	-0.24
Anteil an Polyensäuren	0.28	0.12	0.17	0.07	0.21
- Neutrallipide des intramuskulären Fettes:					
Anteil an gesättigten Fettsäuren	0.17	0.05	0.12	0.03	0.17
Anteil an Monoensäuren	-0.31	-0.17	-0.27	-0.10	-0.25
Anteil an Polyensäuren	0.33	0.25	0.32	0.15	0.22
- Komplexlipide des intramuskulären Fettes:					
Anteil an gesättigten Fettsäuren	0.27	-0.20	-0.09	-0.16	-0.13
Anteil an Monoensäuren	-0.14	0.18	0.16	0.14	0.05
Anteil an Polyensäuren	-0.04	-0.04	-0.09	-0.03	0.03

Fette Korrelationskoeffizienten sind signifikant verschieden von Null ($p < 0.05$)

Die Erstlingsauenwürfe zählten bei Geburt 9.1 Ferkel (± 2.7 Ferkel) und beim Absetzen 8.3 Ferkel (± 2.1 Ferkel; Tab. 2.9) und wogen bei Geburt 13.7 kg (± 3.9 kg) und beim Absetzen 60 kg (± 12 kg). Während der Säugezeit nahmen die Erstlingsauen 20.5 kg (± 8.9 kg) an Körpergewicht ab. Erstlingsauen mit einer hohen Reproduktionsleistung wiesen leichtere Schlachtkörper auf als solche mit einer geringen Reproduktionsleistung (Tab. 2.9, Abb. 2.3). Die Merkmale der Schlachtkörperzusammensetzung korrelierten signifikant mit den Merkmalen der Reproduktionsleistung. Eine hohe Reproduktionsleistung ging einher mit einem höheren Anteil an wertvollen Fleischstücken und mit einem tieferen Gehalt an Trockenmasse, Stickstoff und Fett im Kotelett. Bei einer hohen Reproduktionsleistung enthielten die Fettgewebe tiefere Anteile an Trockenmasse. Der Gehalt an Polyensäuren der Rückenspeck-Aussenschicht und der Gehalt an Neutrallipiden des intramuskulären Fettes korrelierten negativ und der Gehalt an Monoensäuren derselben Gewebe positiv mit den Merkmalen der Reproduktionsleistung. Zwischen den Merkmalen der Fleischbeschaffenheit und der Reproduktionsleistung bestanden keine signifikanten Korrelationen.

Von den Merkmalen der Reproduktionsleistung wies das Merkmal 'Wurfgewicht beim Absetzen' betragsmässig die grössten Korrelationen auf. Korrelationen in demselben Bereich wies das Merkmal 'Gewichtverlust während der Laktation' auf.

Abb. 2.3. Beziehung zwischen Merkmalen der Schlacht- und der Reproduktionsleistung der Erstlingsauen (n = 122)



Diskussion

Beyer et al. (1994) quantifizierten das Wachstum während der Trächtigkeit. Ab dem 84. Trächtigkeitstag bis zur Geburt wurden 70 % - 75 % der gesamten Mengen an Trockenmasse, Protein und Fett der Konzeptionsprodukte angelegt. Auch im vorliegenden Versuch dürfte das foetale Wachstum hauptsächlich im letzten Viertel der Trächtigkeit stattgefunden haben, da das Gewicht der Erstlingssauen kurz nach dem Abferkeln ungefähr ihrem Gewicht vier Wochen vor dem Abferkeln entsprach (Abb. 2.2).

Im vorliegenden Versuch bauten die Erstlingssauen während der Säugezeit durchschnittlich 20.5 kg Körperreserven ab. Liegt ein Proteinedefizit vor, werden hauptsächlich Muskelgewebe abgebaut, während bei einem Energiedefizit hauptsächlich Fettgewebe abgebaut werden (Brendemuhl et al., 1989; Mullan, 1991). Im vorliegenden Versuch waren gemäss Ultraschallmessungen sowohl Fett- als auch Muskelgewebe vom Körperreserveabbau betroffen. Während der Säugezeit reduzierte sich die Rückenspeckdicke um 25 % und die Rückenmuskelfläche um 15 % (Abb. 2.2). Der bedeutende Abbau an Körperreserven warf die Frage nach den Auswirkungen auf die Schlachtleistung auf. Die Merkmale der Fleischbeschaffenheit korrelierten mit den Merkmalen der Reproduktionsleistung nicht, was bedeutet, dass von einer hohen Reproduktionsleistung kaum negative Auswirkungen auf die Fleischbeschaffenheit zu erwarten sind. Demgegenüber wirkte sich eine hohe Reproduktionsleistung positiv auf den Anteil an wertvollen Fleischstücken und negativ auf das Schlachtgewicht, die Fleisch- und die Fettzusammensetzung aus. Am engsten korrelierte das Reproduktionsmerkmal 'Wurfgewicht beim Absetzen' mit den Merkmalen der Schlachtkörperzusammensetzung. Die Zusammenhänge sollen anhand eines Beispiels verdeutlicht werden: Setzte eine Erstlingssau einen um 10 kg schwereren Wurf ab, war ihr Schlachtkörper um durchschnittlich 5 kg leichter und das Kotelett enthielt durchschnittlich 0.15 Prozentpunkte weniger intramuskuläres Fett (Abb. 2.3). Die Resultate zeigen einen Antagonismus zwischen Reproduktionsleistung und Schlachtkörperqualität auf.

Im vorliegenden Versuch setzten die Erstlingssauen im Durchschnitt 8.3 Ferkel ab und lieferten Schlachtkörper, welche denjenigen der Mastschweine ebenbürtig waren (Tab. 2.5). Demzufolge ist wichtig, die Würfe bezüglich Anzahl Ferkel ausgleichen zu können, um Erstlingssauenschlachtkörper von einheitlicher Qualität zu erreichen. Eine Steigerung der Reproduktionsleistung birgt die Gefahr von Schlachtkörpern mit schlechter Qualität.

Laktierende Erstlingssauen, welche sieben bis elf Ferkel säugten, erhielten gemäss Rationenplan (Tab. 2.3) und Gehaltswerten des Muttersauenfutters (Tab. 2.2) pro Tag durchschnittlich 50 MJ Verdauliche Energie Schwein (VES) und 688 g Rohprotein (Maximum in der dritten Laktationswoche mit 63 MJ VES und 860 g Rohprotein pro Tag). Boltshauser et al. (1993) empfehlen für Sauen mit acht Ferkeln täglich 65 MJ VES und 780 g Rohprotein sowie für Sauen mit elf Ferkeln 83 MJ VES und 996 g Rohprotein. Die zugeführten Nährstoffmengen waren sowohl in der Energie als auch im Rohprotein unterhalb den Bedarfswerten für Sauen mit acht Ferkeln, was zum Abbau von Fett- und Muskelgeweben führte. Das Futteraufnahmevermögen der Erstlingssauen ist kleiner als dasjenige von Altsauen und beträgt während der Laktation gemäss Fehse et al. (1992) maximal 5 kg lufttrockenes Alleinfutter pro Tier und Tag. Im vorliegenden Versuch wurde das Futteraufnahmevermögen ausser in der dritten Laktationswoche nicht ausgeschöpft. Mit einem energiereichen Futter, welches pro kg Frischsubstanz 13.8 MJ VES enthält, können Sauen, welche täglich 5 kg Futter fressen, ihrem Körper 69 MJ VES zuführen, womit acht bis neun Ferkel gesäugt werden können. Erstlingssauen mit acht bis neun Ferkeln sollten bedarfsgerecht gefüttert werden können (Fehse et al., 1992), womit ein bedeutender Körperreserveabbau vermieden werden kann.

2.4. ZUSAMMENFASSUNG UND FOLGERUNGEN

Auf dem ETH-Versuchsgut Chamau wurde zur Beurteilung der Schlachtkörperqualität abgesäugter Erstlingssauen ein Versuch durchgeführt. Nach dem Prinzip der Stufenschlachtung wurden von 40 weiblichen Mastschweinen, 36 nichtträchtigen Jungsauen und 122 abgesäugten Erstlingssauen die Schlachtkörperqualität erfasst. Die Schlachtkörper der Erstlingssauen waren um 50 kg schwerer und um 20 cm länger als diejenigen der Mastschweine. Die Schlachtkörper der Mastschweine wiesen mit 57.0 % den höchsten und diejenigen der Jungsauen mit 53.5 % den geringsten Anteil an wertvollen Fleischstücken auf. Die Schlachtkörper der Erstlingssauen nahmen mit 54.9 % eine Mittelstellung ein. Das Karree der Erstlingssauen wies einen leicht höheren End - pH - Wert, eine dunklere Farbe und ein höheres Safthaltevermögen auf, als dasjenige der Mastschweine. Im Gehalt an intramuskulären Fett bestanden zwischen den drei Tierkategorien keine signifikanten Unterschiede. Bei den Jungsauen enthielt die Aussenschicht des Rückenspecks mit 88.4 % am meisten Trockenmasse, während diejenige der Erstlingssauen um 2 Prozentpunkte und diejenige der Mastschweine um 5 Prozentpunkte tiefere Werte aufwiesen. Die Reproduktionsleistung hatte keinen Einfluss auf die Fleischbeschaffenheit. Sie beeinflusste hingegen den Anteil wertvoller Fleischstücke positiv und die Fleisch- und Fettzusammensetzung negativ.

Es wurde gefolgert, dass

- Erstlingssauen unter den verwendeten Versuchsbedingungen qualitativ gute Schlachtkörper liefern, welche den vergleichbaren weiblichen Mastschweinen ebenbürtig sind,
- Erstlingssauen wegen dem Schlachtkörpergewicht als eigene Kategorie zu betrachten sind und
- sich eine zu hohe Reproduktionsleistung ungünstig auf die Fleisch- und Fettzusammensetzung auswirkt, weshalb die zur Schlachtung bestimmten Erstlingssauen nicht mehr als acht bis neun Ferkel säugen sollten.

Leer - Vide - Empty

3. WIRTSCHAFTLICHKEIT UNTERSCHIEDLICHER PRODUKTIONSSYSTEME

3.1. EINLEITUNG

Produktionsalternativen können sich nur durchsetzen, wenn der Ertrag die Kosten abzugelten vermag. In der Schweinehaltung stellen die Remontierungskosten einen beachtlichen Anteil der gesamten Kosten dar. In konventionellen Systemen ferkeln die Sauen durchschnittlich 3.8 mal ab (Grob, 1988). In einem Erstlingssauensystem ferkeln die Sauen einmal ab und werden anschliessend geschlachtet, um die Sauen kombiniert zur Fleisch- und Ferkelproduktion zu nutzen. Ein wichtiger Unterschied besteht darin, dass in einem Erstlingssauensystem mehr Jungsaunen remontiert werden müssen als in einem konventionellen System, wodurch höhere Remontierungskosten entstehen (Kaufmann, 1990).

Um die Wirtschaftlichkeit der beiden Systeme zu vergleichen, wurden Modellrechnungen durchgeführt. Dazu wurden biologische, technische und wirtschaftliche Grundgrössen berücksichtigt. Versuchsergebnisse lieferten für Erstlingssauen Werte der Mast-, Schlacht- und Reproduktionsleistung.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen hatten zum Ziel

- Bruttomarge und Gewinn der beiden Systeme abzuschätzen,
- den für abgehende Erstlingssauen anzustrebenden Schlachterlös zu ermitteln, bei welchem beide Systeme dasselbe wirtschaftliche Ergebnis liefern und
- die Auswirkungen wichtiger Faktoren auf das wirtschaftliche Ergebnis mittels Sensitivitätsanalyse zu untersuchen.

3.2. MATERIAL UND METHODEN

3.2.1. Biologisch - technische und wirtschaftliche Grundgrößen

Die biologisch - technischen und wirtschaftlichen Grundgrößen sind in Tab. 3.1 festgehalten. Der Herdenumtrieb entspricht grundsätzlich dem Modell von Jalvingh et al. (1992). Um schweizerischen Verhältnissen Rechnung zu tragen, wurden Resultate von Grob (1988) bezüglich Abgangsraten und Reproduktionsleistung der Sauen verwendet. Für Erstlingssauen wurden soweit als möglich eigene Versuchsergebnisse eingesetzt.

Tab. 3.1. Biologische, technische und wirtschaftliche Grundgrößen

Parameter	Werte der Basisvariante	Quelle
Sauen		
Abgangsraten, Wurfnr. 1 bis 10	20 / 10 / 10 / 10 / 20 / 30 / 40 / 50 / 50 / 100 %	in Anlehnung an Grob (1988)
Altersstruktur, Wurfnr. 1 bis 10	20 / 16 / 15 / 13 / 12 / 10 / 7 / 4 / 2 / 1 %	ergibt sich aus den Abgangs- raten
Schlachtgewicht, Wurfnr. 1 bis 10	128 / 139 / 147 / 152 / ab 5. Wurf 154 kg	1.Wurf: Versuch; restliche: in Anlehnung an Jalvingh et al. (1992)
Ø Schlachtgewicht (gewichtet)	144.6 kg	
Reproduktion		
Brunsterkennungsrate (erst- / bzw. umrauschende Sauen)	0.98 / 0.9	Jalvingh et al. (1992)
Abferkelrate (erst- / bzw. umrau- schende Sauen)	0.85 / 0.65	Jalvingh et al. (1992)
Erstbelegealter	218 Tage	Versuch
häufigste Zeit vom Absetzen bis zur Brunst	5 Tage	ten Napel et al. (1995)
Ø Zeit vom Absetzen bis zur erfolgreichen Belegung	13 Tage	berechnet aus de Vries (1989) sowie Jalvingh et al. (1992)
Trächtigkeitsdauer	114 Tage	
trächtig im Abferkelstall	6 Tage	
Säugezeit	28 Tage	Versuch
Ø Zwischenferkelzeit	155 Tage (= 114 + 28 + 13)	

Tab. 3.1. Fortsetzung

Wurfgrösse beim Absetzen, Wurfnr. 1 bis 10	8.3 / 9.8 / 10.2 / 10.2 / 10.2 / 10.1 / 10.0 / 9.8 / 9.8 / 9.5	1. Wurf: Versuch; übrige: Grob (1988) (lebend ge- borene Ferkel minus Aufzucht- verluste, gesetzt auf das Niveau des 1. Wurfs)
∅ Wurfgrösse beim Absetzen (gewichtet), Wurfnr. 1 - 10	9.69	
∅ Wurfgrösse beim Absetzen (gewichtet), Wurfnr. 2 - 10	10.04	

Wachstum

Ferkelgewicht beim Absetzen = Beginn Ferkelaufzucht	6.2 kg	in Anlehnung an Kaufmann (1990)
Dauer der Ferkelaufzucht	40 Tage	berechnet
Ferkelverluste während der Fer- kelaufzucht	4 %	LBL (1995)
Tageszunahme während der Ferkelaufzucht	420 g	Kaufmann (1990)
Tiergewicht bei Ende der Ferkel- aufzucht = Mastbeginn	23 kg	Versuch
Tiergewicht bei Mastende	103 kg	MLP (1996)
Lebenstageszunahme	590 g	KVZ (1996)
Mastdauer	107 Tage	berechnet
Tierverluste während der Mast	2 %	LBL (1995)

Fütterung: Futterverzehr je Tier

Sauen (in den drei Phasen 'Absetzen bis Brunst' / Trächtigkeit / Säugezeit)		
Erstlingssauen	116 / 260 / 102 kg	Versuch
ältere Sauen (Wurfnr. 2 - 10)	15 - 36 / 271 / 147 - 156 kg	Boltshauser et al. (1993)
Ferkel (Ferkelaufzucht)	30 kg (Futterverwertung = 1.79 kg /kg)	Kaufmann (1990)
Mast	224 kg (Futterverwertung = 2.8 kg /kg)	Versuch
Eber	2.9 kg / Tag	Boltshauser et al. (1993)

Marktpreise für Schweine, Mastschweinepreis = Schweineleitpreis

Mastschweine (pro kg SG)	5.00 Fr.	SBV (1995)
Erstlingssauen (pro kg SG)	Ist-Situation: Altsauenpreis Soll-Situation: variable Grösse	
Altsauen (pro kg SG)	0.57 x 5.00 Fr. = 2.85 Fr.	SBV (1995)
Ferkel bei 23 kg (pro Tier)	28.4 x 5.00 Fr. = 142 Fr.	SBV (1995)
Zuchtsauen bei 103 kg (pro Tier)	Mastschweinepreis + Zuchtprämie (80 kg x 5.00 Fr./kg) + 10 Fr. = 410 Fr.	

Tab. 3.1. Fortsetzung

Futtermittelpreise, Mastfutterpreis = Futtermittelpreis, Nettopreise bei Bezugsmengen von 100 t / Jahr und 4 t / Lieferung, lose geliefert, Rothenbühler (1995):

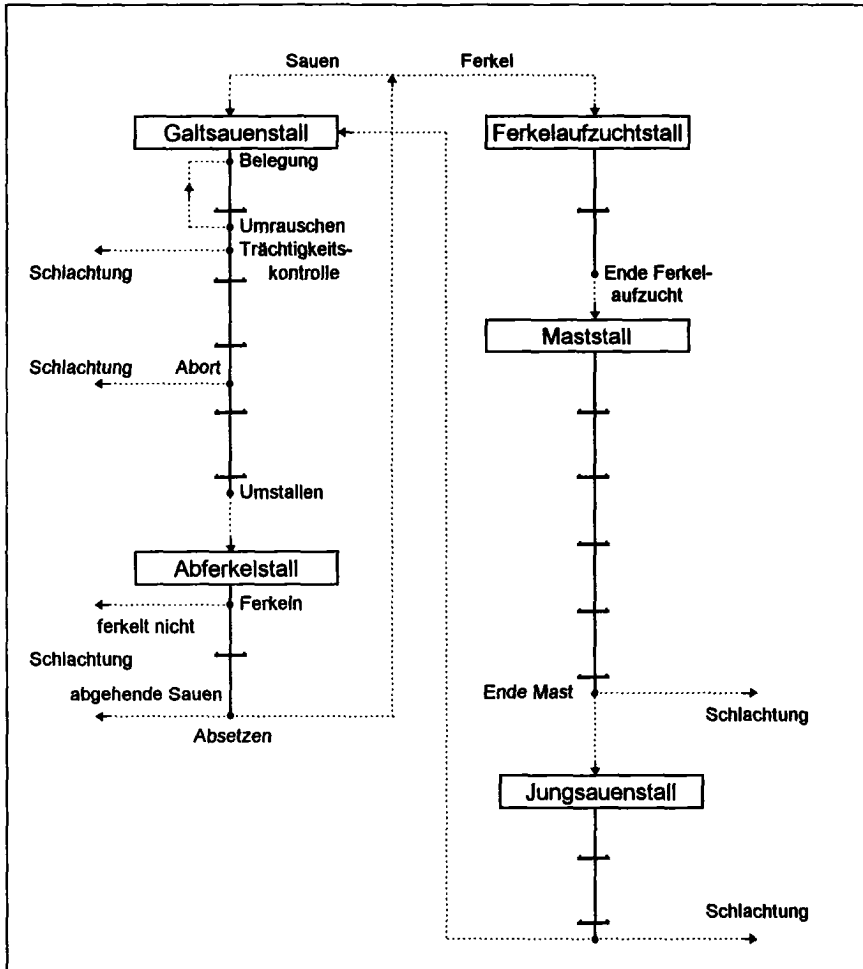
Mastfutter	0.85 Fr./kg
Futter für: trächtige Sauen, Eber	0.94 x 0.85 Fr. = 0.80 Fr./kg
Futter in: Leerzeit, Säugezeit	1.00 x 0.85 Fr. = 0.85 Fr./kg
Ferkelaufzuchtfutter	1.10 x 0.85 Fr. = 0.94 Fr./kg

Züchterische Rahmenbedingungen

Ersteinsatz der Eber	7 Monate
Nutzungsdauer der Eber	12 Monate
Ø Generationsintervall der Eber	17 Monate
Anzahl jährliche Würfe pro Eber	50
Geschlechtsreife: Merzung von unfruchtbaren weibl. Tieren	0.02
Geschlechtsreife: Merzung von unfruchtbaren männl. Tieren	0.05

Unter Verwendung der biologisch - technischen Grundgrößen (Tab. 3.1) wurde für Sauen, Ferkel und Masttiere der Tierfluss im Herdenumtrieb berechnet (Abb. 3.1, Tab. 3.2). Das Modell von Jalvingh et al. (1992) wurde insoweit vereinfacht, dass eine Sau maximal an zwei Belegungsperioden teilnimmt, ansonsten sie aus der Herde scheidet. Die Modellannahmen führen im konventionellen System zu 8.9 Mastschweinen und 0.2 Sauen und im Erstlingssauensystem zu 6.7 Mastschweinen und 1.1 Sauen, die pro Wurf geschlachtet werden.

Abb. 3.1. Umtrieb der Sauen, Ferkel und Masttiere der modellierten Herde



Legende:

- Gruppe belegt Stallplätze des entsprechenden Stalls, ist zugleich Zeitachse
- Tiere wechseln den Stall
- Wichtiges Ereignis in der Herde
- auf die Zeitachsen eingetragener Absetzrhythmus von drei Wochen mit $t = 0$ beim Einstellen (die maximale Anzahl Gruppen im Stall der Tierkategorie k kann abgelesen werden (Kapitel 3.3, Tab. 3.3))

Tab. 3.2. Tierfluss in der modellierten Herde (ausgehend von 10 gemeinsam abferkelnden Sauen)

	je Gruppe		Zeitachse
	ESS	KS	in Tagen
Anzahl Sauen			
Sauen zum Belegen	12.50	12.50	t=0: Belegen
Umrauschen, Brunst nicht bemerkt → nächste Gruppe	1.65	1.65	21
nicht trächtig → Schlachtung	0.64	0.64	28
Abort → Schlachtung	0.15	0.15	70
ferkelt nicht ab → Schlachtung	0.06	0.06	122
ferkeln ab → absetzen	10.00	10.00	142
			t=0: Absetzen
Schlachtung nach dem Absetzen	10.00	1.37	14
Zur Wiederbelegung nach dem Absetzen	-	8.63	5
aus letzte Gruppe: Umrauschen, Brunst nicht bemerkt	1.65	1.65	
Jungsauen zum Belegen	10.85	2.22	
Anzahl Nachkommen			
			t=0: Geburt
Absetzen	83.40	96.88	28
Mastbeginn	80.06	93.01	68
Mastende	78.46	91.15	175
Schlachtung als Mastschweine	67.39	88.88	175
Mastende: Selektion von Jungsauen als Muttersauen	11.07	2.27	175
Belegung: ausscheidende Jungsauen → Schlachtung	0.22	0.05	218
Jungsauen zum Belegen	10.85	2.22	218

ESS = Erstlingssauensystem; KS = konventionelles System

3.2.2. Herdenmanagement

Bei den Modellberechnungen wurde von einer Gruppenabferkelung ausgegangen. Sauen, welche im weiteren Herdengeschehen eine Gruppe bilden sollen, werden miteinander von ihren Ferkeln abgesetzt. Bei einer gegebenen Herdengrösse bestimmt der Absetzrhythmus die Anzahl Sauengruppen sowie die Anzahl Sauen in einer Gruppe (Lücker, 1994). Der dreiwöchige Absetzrhythmus führt gegenüber ein- oder zweiwöchigen Absetzrhythmen zu grösseren Sauen- und Ferkelgruppen. Bei

der Gruppenbildung schränken kleine Bestände die Planungsmöglichkeiten ein. Um schweizerischen Verhältnissen mit kleinen Betrieben gerecht zu werden, wurde der dreiwöchige Absatzrhythmus ausgewählt. Die Zwischenferkelzeit kann mittels Herdenmanagement hauptsächlich durch die Säugezeit verändert werden, weil die Zeitspanne vom Absetzen bis zur ersten Brunst sowie die Trächtigkeitsdauer biologisch vorgegeben sind. Wird eine Säugezeit gewählt, welche eine ganzzahlige Anzahl Sauengruppen zur Folge hat, sind die Zeitabstände zwischen den einzelnen Umtrieben konstant, was eine gleichmässige Auslastung der Ställe ergibt.

In den vorliegenden Berechnungen wurde die Säugezeit auf 28 Tage festgelegt, was bei einer Zeitspanne vom Absetzen bis zur ersten Brunst von fünf Tagen sowie einer Trächtigkeitsdauer von 114 Tagen (Tab. 3.1) zu einer Zwischenferkelzeit von 147 Tagen führte. Die Anzahl Sauengruppen wird berechnet, indem die Zwischenferkelzeit durch den Absatzrhythmus geteilt wird (Lücker, 1994), was im vorliegenden Fall sieben Sauengruppen ergab. Anhand des Absatzrhythmus, der Zwischenferkelzeit, des Tierflusses (Tab. 3.2) sowie der Bestandesgrösse wurde der durchschnittliche Tierbestand je Tierkategorie k und daraus der Stallbedarf berechnet (Tab. 3.3).

Durchschnittlicher Tierbestand je Tierkategorie k :

$$\text{Durchschnittlicher Tierbestand}_k = \text{Gruppengrösse}_k \cdot \frac{\text{Stallbelegungsdauer}_k}{\text{Absatzrhythmus}}$$

(Lücker, 1994)

wobei bei wachsenden Tieren (Ferkelaufzucht, Mast):

$$\text{Stallbelegungsdauer}_k = \frac{\Delta LG_k}{TZ_k}$$

k = Tierkategorie

TZ = täglicher Gewichtszuwachs der Tiere in Kategorie k

ΔLG = Gewichtsveränderung der Tiere in der Zeit, in welcher sie der Kategorie k angehören

Bei der Gruppenabferkelung müssen für die maximale Anzahl Tiere jeder Tierkategorie genügend Stallplätze vorhanden sein. Wird der Quotient zwischen dem Tierbestand k und der Gruppengrösse k auf eine ganze Zahl aufgerundet, so erhält man die maximale Anzahl Gruppen der Tierkategorie k (Tab. 3.3). Die Gruppengrösse k multipliziert mit der maximalen Anzahl Gruppen k ergibt den Bedarf an

Stallplätzen für die Tierkategorie k . Der Stallbedarf k beinhaltet eine Reserve (Nachzügler, Stallreinigung). Die Stallreserve k berechnet sich wie folgt:

Stallreserve der Tierkategorie k (in Tagen):

$$\text{Stallreserve}_k = (\text{Maximale Anzahl Gruppen}_k \cdot \text{Absetzrhythmus}) - \text{Belegungsdauer}_k$$

Um den Arbeitsaufwand pro Muttersau und Jahr zu berechnen (Kap. 3.2.5), wird im weiteren die Anzahl jährlicher Umtriebe benötigt.

Jährliche Umtriebe eines Stallplatzes der Tierkategorie k :

$$\text{Jährliche Umtriebe}_k = 365 / (\text{Maximale Anzahl Gruppen}_k \cdot \text{Absetzrhythmus})$$

Tab. 3.3. Kenngrößen der Stallbelegung des Modellbetriebes (10 miteinander abferkelnde Sauen / Betrieb von 75 Muttersauen ¹⁾)

Tierkategorie k	Gruppen- größe Tab. 3.2	Stallbe- legungs- dauer einer Grup- pe in Tagen Tab. 3.1	Ø Tier- bestand	Maximale Anzahl Gruppen im Stall k	Stall- bedarf (Tier- plätze)	Stall- reserve pro Um- trieb (Tage)	Jährliche Umtriebe eines Stall- platzes
Konventionelles System							
Jungsauen	2.27	44	4.8	3	7	19	5.8
Galtsauen	10.85	113	58.4	6	65	13	2.9
säugende Sauen	10.00	34	16.2	2	20	8	8.7
abgehende Sauen	1.38	14	0.9	1	1.4	7	17.4
Ferkel in Aufzucht	93.01	40	177.2	2	186	2	8.7
Mastschweine	91.15	107	464.4	6	547	19	2.9
Erstlingsauensystem							
Jungsauen	11.07	44	23.2	3	33	19	5.8
Galtsauen	10.85	113	58.4	6	65	13	2.9
säugende Sauen	10.00	34	16.2	2	20	8	8.7
abgehende Sauen	10.00	14	6.7	1	10	7	17.4
Ferkel in Aufzucht	80.06	40	153.5	2	160	2	8.7
Mastschweine	78.46	107	399.8	6	471	19	2.9

¹⁾ 75 Muttersauen = durchschnittlicher Bestand an Galtsauen und säugenden Sauen

3.2.3. Berechnung der Bruttomarge

In einem ersten Schritt wurden dem Tiererlös die Tier- und Futterkosten gegenübergestellt und als Resultat die Bruttomarge berechnet.

Bruttomarge je Muttersau und Jahr

$$\begin{aligned}
 &= \text{Anzahl Abferkelungen je Muttersau und Jahr} \cdot \\
 &\left\{ pFe \cdot (1 - rF) \cdot \left(\sum_{w=1}^n \text{Wurfgrösse}_w \cdot a_w \right) + \left(\sum_{w=1}^n a_w \cdot rS_w \cdot (g_w \cdot pS_w - pZS) \right) \right. \\
 &\left. - \left(\sum_{w=1}^n a_w \cdot \left(\sum_j \text{FVZ}_{jw} \cdot pFu_{jw} \right) \right) - \text{FVZ}_{\text{Absetzen bis Schlachten}} \cdot pFu_{\text{Mast}} \cdot \left(\sum_{w=1}^n a_w \cdot rS_w \right) - \frac{\text{FVZ}_{\text{pro Eber und Jahr}} \cdot pFu_{\text{Eber}}}{\text{Anzahl Würfe}_{\text{pro Eber und Jahr}}} \right\}
 \end{aligned}$$

a = Anteil der Sauen in Wurfnummerklasse *w*

FVZ = Futterverzehr

g = Schlachtgewicht abgehender Sauen

j = Fütterungsperioden (Leerzeit, Trächtigkeit, Säugezeit, Ferkelaufzucht)

p... = Preis für: *Fu* = Futtermittel; *ZS* = Zuchtsauen; *S* = abgehende Sauen; *Fe* = Ferkel

r... = Abgangsrate: *S* = Verkauf von Sauen zum Schlachten; *F* = Ferkelverlust

w = Wurfnummer(klasse) der Sauen mit *n* = 1 im Erstlingsauensystem und *n* = 10 im konventionellen System

Wurfgrösse = *Wurfgrösse* beim Absetzen

Von der Bruttomarge müssen weitere Direktkosten sowie die Strukturkosten abgezogen werden, um den Gewinn berechnen zu können. Die Tierarztkosten, die Abschreibung für Eber, der Kostenanteil für künstliche Besamung, die Kosten für Verkehrsscheine und die Energie- und die Wasserkosten stammen aus dem Deckungsbeitragskatalog der Landwirtschaftlichen Beratungszentrale Lindau (LBL, 1995). Die Bewertung der Produktionsfaktoren 'Stall' und 'Arbeit' wird in den Kapiteln 3.2.4 und 3.2.5 beschrieben.

3.2.4. Bewertung des Produktionsfaktors 'Stall'

Der Investitionsbedarf des Produktionsfaktors 'Stall' lässt sich in den Investitionsbedarf für die Baukonstruktion, für die Betriebseinrichtungen und für die Stalleinrichtungen aufgliedern (Hilty, 1994). Für Stalleinrichtungen wurde eine der Betriebsgrösse von 75 Muttersauen entsprechende Lösung im FAT-Preisbaukasten (Hilty, 1994) ausgewählt (Tab. 3.4). Der Investitionsbedarf für die Baukonstruktion und die Betriebseinrichtungen wurde vom vollständig durchgerechneten Maststall

des FAT-Preisbaukastens (Hilty, 1994) abgeleitet (Anhang 3, Tab. 3.4). Entsprechend des Flächenbedarfs je Tierplatz wurden die Kostenanteile der Baukonstruktion und der Betriebseinrichtungen dem Tierplatz zugerechnet. Der gesamte Investitionsbedarf für einen Tierplatz der Tierkategorie k ergab sich aus der Summe des Investitionsbedarfs für Stalleinrichtungen, für Betriebseinrichtungen und für die Baukonstruktion. Der gesamte Investitionsbedarf je Tierplatz der Tierkategorie k wurde anschliessend gemäss den Jahreskostenansätzen auf den Betrag in Fr. je Tier und Tag umgerechnet.

Stallkosten je Tierplatz der Tierkategorie k und je Tag:

$$\text{Stallkosten}/(\text{Tierplatz}_k \cdot \text{Tag}) = \frac{\sum_m (\text{Inv.bedarf}/\text{Tierplatz}_k)_m \cdot (A_m + Z_m + R_m + V_m)}{365}$$

m = Kategorien des Investitionsbedarfs:

BK	= Baukonstruktion	Beispiel, FAT (1994)
Allg. BE	= Allgemeine Betriebseinrichtungen	Beispiel, FAT (1994)
Spez. BE	= Spezielle Betriebseinrichtungen	Beispiel, FAT (1994)
SE	= Stalleinrichtungen	Tabellen, FAT (1994)

Jahreskostenansätze (Hilty, 1994):

	BK	Allg. BE	Spez. BE	SE
A = Abschreibung	2.0 %	2.55 %	6.7 %	5.0 %
Z = durchschnittlicher Zinsanspruch	4.3 %	4.19 %	3.6 %	3.7 %
R = Reperaturen	0.4 %	0.60 %	2.5 %	1.0 %
V = Gebäudeversicherung	0.1 %	0.04 %	0.2 %	0.1 %

Da für Jungsauen ab Mastende bis zum Belegen keine geeignete Bucht im FAT-Preisbaukasten (Hilty, 1994) vorhanden war, wurde eine Jungsauenbucht definiert (Tab. 3.4). Es wurde davon ausgegangen, dass die Jungsauen nach Mastende in Gruppen gehalten, aber einzeln gefüttert werden. Für die Stalleinrichtung einer Jungsauenbucht wurde der Investitionsbedarf für Galtsauenbuchten verwendet. Zur Berechnung der Kostenanteile der Baukonstruktion und der Betriebseinrichtungen (Anhang 3) wurde der für Jungsauen definierte Flächenbedarf (Tab. 3.4) verwendet.

Die jährlichen Stallkosten des Modellbetriebes ergaben sich aus dem über alle Tierkategorien k summierten Produkten von Stallbedarf (Tab. 3.3) und Stallkosten pro Tierplatz und Jahr.

Tab. 3.4 Ausgewählte Aufstallungssysteme der einzelnen Tierkategorien (FAT-Preisbaukasten; Hilty, 1994)

Element Nr.	Bezeichnung der Elemente	Tiere je Bucht	Fläche je Tierplatz, ohne Stallgang, in m ²	Investitionsbedarf je Tierplatz, in Fr.	Stallkosten je Tierplatz und Tag, in Fr.
2.413	Abferkelbucht 2-reihig, Treibgang, seitliches Ferkelnest	1	5.00	12162	2.98
2.452	Ferkelaufzucht: Teilrostboden, Flat-Deck, 2-reihig	10	0.34	836	0.21
2.587	Vormast: Quertrog, Teilspaltenboden, 2-reihig	10	0.67	1137	0.28
2.647	Ausmast: Quertrog, Teilspaltenboden, 2-reihig	10	0.99	1555	0.38
2.512	Galtsauen: Liegefläche, Einzelfressstände, Lochboden, 2-reihig	4	2.86	4708	1.14
2.53	Eberbucht: Teilspaltenboden, 1-reihig	1	10.35	9323	2.37
¹⁾	Jungsauenbucht: Liegefläche, Einzelfressstände, Lochboden, 2-reihig	8 ¹⁾	2.00 ¹⁾	3676 ²⁾	0.91

¹⁾ eigene Definition ²⁾ Investitionsbedarf für Stalleinrichtungen gleich wie für Galtsauen

3.2.5. Bewertung des Produktionsfaktors 'Arbeit'

Als arbeitswirtschaftliche Grundlage dienten Daten der FAT (Schick, 1995). Es wurden Werte der mittleren oder mittleren bis hohen Rationalisierungsstufe und der Betriebsgrösse von 75 Muttersauen mit entsprechenden Mastplätzen gewählt (Anhang 4). Aus den Angaben für 'Tägliche Arbeiten' (Füttern, Misten, Kontrollen,...) und 'Sonderarbeiten' (Trächtigkeitskontrollen, Umstellen, Stallreinigung,...) wurde der durchschnittliche tägliche Arbeitszeitbedarf berechnet (Anhang 4). Für das Belegen von Jungsauen wurde die doppelte Arbeitszeit wie für das Belegen von Altsauen eingesetzt, weil bei Jungsauen im Gegensatz zu frisch abgesetzten Sauen nicht bekannt ist, wann die Brunst eintreten sollte und eine über längere Zeit dauernde Brunstkontrolle vorgenommen werden muss.

Für jede Tierkategorie k wurde die jährliche Arbeitszeit je Muttersau berechnet, indem die tägliche Arbeitszeit pro Tier mit der Stallbelegung einer Gruppe, mit dem

durchschnittlichen Tierbestand und der Anzahl Muttersauenumtriebe pro Jahr multipliziert wurde. Eine Arbeitsstunde wurde zu Fr. 20.- entlohnt.

Tab. 3.5. Arbeitszeitbedarf basierend auf FAT - Erhebungen (Schick, 1995)

Tierkategorie k	je Tier und Tag, in Minuten		je Muttersau und Jahr, in Stunden	
	ESS	KS	ESS	KS
Sau in Abferkelbucht (mit Ferkeln)	7.14	7.14	9.4	9.4
Abgesetzte Ferkel	0.49	0.48	6.3	7.3
Mast	0.41	0.41	14.9	17.3
Galtsauen	2.95	2.86	16.3	15.0
Jungsauen (Mastende - Belegen) ¹⁾	1.19	1.46	2.2	0.6
Eber	4.85	4.85	1.4	1.4
Total			50.4	50.8

¹⁾ Für 'Tägliche Arbeiten' wurden Daten der Kategorie 'Mast2' verwendet.

3.2.6. Betriebstypen

In der Praxis sind verschiedene Organisationsformen anzutreffen, welche die Produktionsfaktoren unterschiedlich beanspruchen. Um den Vergleich zwischen Erstlingssauensystem und konventionellem System breit abzustützen, wurden das Erstlingssauensystem und das konventionelle System bei folgenden drei Typen von Schweinebetrieben verglichen:

- **Zuchtbetrieb ohne Eigenremontierung:** keine eigene Remontierung; Verkauf aller Ferkel; Zukauf von 103 kg schweren Jungsauen zum Mastschweinepreis plus Zuchtprämie von Fr. 10.- pro Tier.
- **Zuchtbetrieb mit Eigenremontierung:** Aufzucht der doppelten Anzahl der zur Bestandesremontierung benötigten Tiere; Verkauf der übrigen Ferkel; Selektion bei 103 kg Lebendgewicht: die eine Hälfte der Tiere wird zur Zucht verwendet, die andere Hälfte der Tiere wird geschlachtet.
- **Kombinierter Zucht- und Mastbetrieb:** Ausmast aller Nachkommen, das heisst Verkauf der Tiere ausschliesslich als Mastschweine und als abgehende Sauen.

Die Grösse der Modellbetriebe wurde mit 20 Abferkelbuchten festgelegt. Im konventionellen System wies der Zuchtbetrieb 75 Muttersauen, der Zuchtbetrieb mit Eigenremontierung 75 Muttersauen und 23 Mastschweine sowie der kombinierte Zucht- und Mastbetrieb 75 Muttersauen und 465 Mastschweine auf. Im Erstlingssauensystem wies der Zuchtbetrieb 75 Muttersauen, der Zuchtbetrieb mit Eigenremontierung 75 Muttersauen und 113 Mastschweine sowie der kombinierte Zucht- und Mastbetrieb 75 Muttersauen und 400 Mastschweine auf.

3.2.7. Berechnungen im Überblick

In einem ersten Schritt wurden sowohl mit dem Erstlingssauensystem als auch mit dem konventionellen System für alle drei Betriebstypen die Bruttomarge und der Gewinn berechnet. Als Alternative zum Gewinn wurde die Entlohnung der Arbeitsstunde ausgewiesen. In einem weiteren Schritt wurde der Preis für Erstlingssauen als variable Grösse gesetzt und derjenige Preis für Erstlingssauen berechnet, unter welchem beide Systeme dasselbe wirtschaftliche Ergebnis liefern. Unter ceteris paribus - Bedingungen wurden im Zuchtbetrieb ohne Eigenremontierung ausgewählte Parameter um fixe Anteile variiert (=Sensitivitätsanalyse), um die Auswirkung auf das wirtschaftliche Ergebnis zu untersuchen. Der Zuchtbetrieb ohne Eigenremontierung wurde ausgewählt, weil damit die Auswirkungen auf die Ferkelproduktion unabhängig der Schweinemast aufgezeigt werden können.

3.3. ERGEBNISSE

3.3.1. Bruttomarge und Gewinn

Die Ergebnisse wurden in Fr. je Muttersau und Jahr festgehalten. Der Erlös der Zuchtbetriebe mit sowie ohne Eigenremontierung war mit dem Erstlingssauensystem grösser als mit dem konventionellen System (Tab. 3.6). Demgegenüber war der Erlös des kombinierten Zucht- und Mastbetriebes mit dem Erstlingssauensystem kleiner als mit dem konventionellen System. Die Kosten für den Futter- und Tierzukauf waren im Erstlingssauensystem grösser als im konventionellen System. Die Stall- und Arbeitskosten der Zuchtbetriebe waren mit dem Erstlingssauensystem grösser als mit dem konventionellen System, während die Stall- und Arbeitskosten des kombinierten Zucht- und Mastbetriebes mit beiden Systemen ungefähr gleich gross waren.

Das Erstlingssauensystem führte zu tieferen Bruttomargen und zu tieferen Gewinnen beziehungsweise zu höheren Verlusten als das konventionelle System. Die Bruttomargendifferenzen zwischen dem Erstlingssauensystem und dem konventionellen System waren je nach Betriebstyp unterschiedlich. Im Zuchtbetrieb mit Eigenremontierung betrug die Differenz Fr. 260.-, im Zuchtbetrieb ohne Eigenremontierung Fr. 536.- und im kombinierten Zucht- und Mastbetrieb Fr. 701.-. Auf Stufe Gewinn waren die Differenzen zwischen Erstlingssauensystem und konventionellem System im Bereich von Fr. 676.- bis Fr. 713.- Die Differenzen streuten auf Stufe Bruttomarge stärker als auf Stufe Gewinn. Entsprechend variierte der für Erstlingssauen notwendige Preis zwischen den Betriebstypen auf Stufe Bruttomarge stark und auf Stufe Gewinn wenig, da per Definition der für Erstlingssauen notwendige Preis die Differenz zwischen Erstlingssauensystem und konventionellem System aufhebt. Auf Stufe Bruttomarge war für Erstlingssauen je nach Betriebstyp ein Preis von 74 % - 102 % des Mastschweinepreises notwendig. Auf Stufe Gewinn war je nach Betriebstyp zwischen 100 % - 103 % des Mastschweinepreises notwendig.

Die Arbeitsstunde wurde im konventionellen System je nach Betriebstyp zwischen Fr. 10.14 bis Fr. 11.22 entlohnt. Im Erstlingssauensystem wurde für alle Betriebstypen ein Minusbetrag berechnet. Der für Erstlingssauen notwendige Preis, damit in

beiden Systemen die Arbeit zum gleichen Stundenansatz entlohnt wird, betrug zwischen 99 % - 102 % des Mastschweinepreises.

Tab. 3.6. Vollkostenrechnung der Ist-Variante (in Fr.) und notwendiger Preis für Erstlings-sauen (in Relation zum Mastschweinepreis), bei welchem das Erstlings-sauensystem und das konventionelle System dasselbe wirtschaftliche Ergebnis liefern

ES(-S)=Erstlings-sauen(-System) KS =Konventionelles System	Zuchtbetrieb ohne Eigenremontierung, je Muttersau und Jahr		Zuchtbetrieb mit Eigenremontierung, je Muttersau und Jahr		Kombinierter Zucht- und Mastbetrieb, je Muttersau und Jahr	
	ESS	KS	ESS	KS	ESS	KS
Ferkelerlös	2635	3061	1891	2908		
Mastschweineerlös			1026	211	6247	8238
Sauenerlös	926	201	926	201	926	201
Erlös Total	3561	3262	3843	3320	7173	8439
Futter-, Tierzukauf	2807	1772	2541	1758	5052	5618
Bruttomarge	954	1490	1302	1562	2121	2822
notwendiger Preis für ES, damit die Bruttomarge gleich ist	0.914		0.737		1.020	
Tierarzt, Wasser, ...	226	226	282	238	425	460
Stallkosten	1065	928	1242	964	1810	1794
Arbeitskosten	710	670	793	687	1008	1016
Gewinn	-1047	-334	-1015	-327	-1125	-449
notwendiger Preis für ES, damit der Gewinn gleich ist	1.028		1.012		1.004	
Arbeitszeit in Stunden	35.5	33.5	39.6	34.4	50.4	50.8
Entlohnung der Arbeitsstunde	-9.47	10.05	-5.62	10.49	-2.32	11.17
notwendiger Preis für ES, damit die Entlohnung gleich ist	1.016		0.983		1.006	

3.3.2. Sensitivitätsanalyse

Im Zuchtbetrieb ohne Eigenremontierung wurden ausgewählte Parameter unter *ceteris paribus* - Bedingungen um + 10 %, - 10 % und - 30 % verändert. Untersucht wurden die Auswirkungen auf den gesamten Erlös und auf die gesamten Kosten (Tab. 3.7.a) sowie auf den für Erstlingssauen notwendigen Preis, damit das Erstlingssauensystem und das konventionelle System denselben Gewinn aufweisen (Tab. 3.7.b).

Veränderungen des Schweineleitpreises wirkten sich direkt auf den Erlös und in abgeschwächter Form auf die Kosten aus. Sank der Schweineleitpreis zum Beispiel um 10 %, sanken alle Schweinepreise um 10 %, was bewirkte, dass im Erstlingssauensystem der Erlös um 10 % und die Kosten um 2.3 % sanken. Dabei stieg der für Erstlingssauen notwendige Preis von 102.8 % auf 104.6 % des Mastschweinepreises an.

Veränderungen des Futtermittelpreises beeinflussten die Kosten, nicht aber den Erlös und den für Erstlingssauen notwendigen Preis. Eine 10 %-ige Reduktion aller Futtermittelpreise senkte die Kosten im Erstlingssauensystem um 3.4 % und im konventionellen System um 4.3 %.

Eine 10 %-ige Reduktion der Wurfgröße senkte den Erlös um 7.4 % und die Kosten um 1.8 %. Für Erstlingssauen würde anstatt 102.8 % neu 102.1 % des Mastschweinepreises notwendig sein. Bei einer Senkung der Stallkosten für Jung- und Erstlingssauen um 10 % wurden 1.2 % der Kosten eingespart. Die Auswirkung auf den für Erstlingssauen notwendigen Preis war gering.

Eine frühe Belegung der Jungsauen wirkte sich sowohl erlös- als auch kostensenkend aus. Wird das Erstbelegealter um 10 % gesenkt, waren für Erstlingssauen 96 % des Mastschweinepreises notwendig. Das Erstbelegealter wurde nicht um 30 % reduziert, weil eine Erstbelegung mit 153 Tagen einerseits unrealistisch erschien und andererseits ganz andere Schlachtkörper von Erstlingssauen ergeben würde.

Veränderungen der Parameter um + 10 %, - 10 % und um - 30 % zeigten auf, dass die Auswirkungen auf Erlös und Kosten linear sind.

Tab. 3.7.a) Sensitivitätsanalyse: ausgewählte Parameter wurden um fixe Anteile variiert (ceteris paribus) - Auswirkungen auf den Erlös und auf die Kosten im Zuchtbetrieb ohne Eigenremontierung

ESS = Erstlings-sauensystem KS = Konventionelles System Parameter (Angaben in %)	ESS	KS	ESS	KS	ESS	KS
	+10 %	+10 %	-10 %	-10 %	-30 %	-30 %
Schweineleitpreis						
Erlös	110.0	110.0	90.0	90.0	70.0	70.0
Kosten	102.2	100.6	97.8	99.4	93.3	98.2
Futtermittelleitpreis						
Erlös	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Kosten	103.4	104.3	96.6	95.7	89.9	87.0
Wurfgrösse						
Erlös	107.4	109.4	92.6	90.6	77.8	71.9
Kosten	101.8	103.2	98.2	96.8	94.6	90.5
Erstbelegealter						
Erlös	100.2	100.0	99.8	100.0		
Kosten	103.5	100.9	96.6	99.1		
Stallkosten der Galt- und Jungsauen						
Erlös	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Kosten	101.1	100.9	98.9	98.5	96.7	95.6

Tab. 3.7. b) Sensitivitätsanalyse: ausgewählte Parameter wurden um fixe Anteile variiert (ceteris paribus) - Auswirkungen auf den für abgehende Erstlings-sauen notwendigen Preis, damit im Zuchtbetrieb ohne Eigenremontierung beide Systeme denselben Gewinn aufweisen

Basis: 1.028 = 100 %	+ 10 %		- 10 %		- 30 %	
Parameter:						
Schweineleitpreis	1.016	= 98.9%	1.042	=101.1%	1.082	=105.3%
Futtermittelleitpreis	1.028	=100.0%	1.028	=100.0%	1.028	=100.0%
Wurfgrösse	1.035	=100.7%	1.021	= 99.3%	1.007	= 98.0%
Erstbelegealter	1.099	=106.9%	0.956	= 93.0%		
Stallkosten der Galt- und Jungsauen	1.030	=100.2%	1.026	= 99.8%	1.023	= 99.5%

3.4. DISKUSSION

3.4.1. Bruttomarge und Gewinn

Der wirtschaftliche Vergleich des Erstlingssauensystems mit dem konventionellen System führte auf Stufe Bruttomarge zu stark unterschiedlichen Resultaten, je nachdem ob der Vergleich im Zuchtbetrieb mit Eigenremontierung, im Zuchtbetrieb ohne Eigenremontierung oder im kombinierten Zucht- und Mastbetrieb vorgenommen wurde (Bruttomargendifferenz von Fr. 260.-, Fr. 536.- und Fr. 701.-). Auf Stufe Gewinn führte der Vergleich der beiden Systeme in allen Betriebstypen zu rund denselben Resultaten (Gewinndifferenz von Fr. 688.-, Fr. 713.- und Fr. 676.-). Im Vergleich zwischen Erstlingssauensystem und konventionellem System muss somit der Wahl des Betriebstyps und der Vergleichsbasis Beachtung geschenkt werden. Der Grund liegt darin, dass in Übereinstimmung mit Kaufmann (1990) das Erstlingssauensystem kleinere Würfe sowie je Muttersau mehr Remonten und weniger Mastschweine aufwies als das konventionelle System. Demzufolge unterschieden sich die beiden Systemen nicht nur im Erlös und in den Futterkosten, sondern auch in den Stall- und Arbeitskosten. Eine Beurteilung der Wirtschaftlichkeit auf der in der Schweinehaltung üblichen Stufe der Bruttomarge war nur für den kombinierten Zucht- und Mastbetrieb, nicht aber für die Zuchtbetriebe zulässig. Die Resultate zeigen auf, dass die Vollkostenrechnung notwendig ist, um einen umfassenden Vergleich zwischen Erstlingssauensystem und konventionellem System zu erhalten.

Ein für das Ausmass der Futter-, Stall- und Arbeitskosten wichtiger Faktor war die Zeitdauer, in welcher die Sau weder trächtig ist noch Ferkel säugt, in der Folge 'Leerzeit' genannt. Ein durchschnittlicher Produktionszyklus des Erstlingssauensystems wies eine Leerzeit von 57 Tagen auf, das heisst 43 Tage von Mastende bis zum Belegen und 14 Tage nach dem Absetzen bis zum Schlachten. In einem durchschnittlichen Produktionszyklus des konventionellen Systems betrug die Leerzeit 22 Tage (13 Tage für 80 % der in der Herde verbleibenden Sauen und 57 Tage für den Remontierungsanteil von 20 %). Je grösser die Leerzeit des Erstlingssauensystems im Vergleich zum konventionellen System wird, desto mehr verliert das

Erstlingssauensystem an Konkurrenzfähigkeit gegenüber dem konventionellen System.

Die hohen Remontierungsraten des Erstlingssauensystems verursachten in den Zuchtbetrieben je Muttersau und Jahr nicht nur hohe Futterkosten, sondern auch hohe Stall- und Arbeitskosten. Es wurde davon ausgegangen, dass Jungsaunen ab Mastende einzeln gefüttert werden und entsprechende Stall- und Arbeitskosten verursachen. Die Einzeltierfütterung ist notwendig, wenn Jungsaunen eine einheitliche Zuchtkondition aufweisen sollen.

Im kombinierten Zucht- und Mastbetrieb wurden für beide Systeme rund dieselben Stall- und Arbeitskosten je Muttersau und Jahr berechnet. Einerseits bewirkte die Leerzeit der Jungsaunen im Erstlingssauensystem erhöhte Stall- und Arbeitskosten. Andererseits waren im konventionellen System je Muttersau und Jahr mehr Nachkommen vorhanden als mit dem Erstlingssauensystem, was zu höheren Stall- und Arbeitskosten führte. Die gegenläufigen Faktoren glichen sich aus, was für beide Systeme zu denselben Stall- und Arbeitskosten je Muttersau und Jahr führte. Im kombinierten Zucht- und Mastbetrieb führte daher der Vergleich sowohl auf Stufe Bruttomarge als auch auf Stufe Gewinn zu demselben Resultat.

Für abgehende Erstlingssauen wurde der Altsauenpreis eingesetzt, welcher 57 % des Mastschweinepreises beträgt. Für Erstlingssauen müsste ein Preis von 99 % - 103 % des Mastschweinepreises gelöst werden, damit beide Systeme denselben Gewinn abwerfen. Im Durchschnitt der Jahre 1977 - 1993 erzielten schwere Schlachtschweine 95 % des Mastschweinepreises (GSF, 1995). In die Kategorie der schweren Schlachtschweine wurden vor allem Jungsaunen eingeteilt, die nie geferkelt haben. Wenn Erstlingssauen als schwere Schlachtschweine vermarktet würden, kann ein Erlös erzielt werden, bei welchem das Erstlingssauensystem wirtschaftlich interessant wird. Die Preise für schwere Schlachtschweine werden seit 1994 nicht mehr erhoben (GSF, 1995; Schurtenberger, 1995), weil diese Kategorie keine Bedeutung mehr hat. Unter aktuellen schweizerischen Marktbedingungen ist es daher unrealistisch, für Erstlingssauen einen Preis im Bereich des Mastschweine-

preises zu erwarten. Das Erstlingssauensystem wird daher kaum als Alternative zum konventionellen System betrieben werden können.

3.4.2. Sensitivitätsanalyse

Es konnte gezeigt werden, dass Änderungen der untersuchten Parameter im Bereich von + 10 % bis - 30 % mit Ausnahme des Erstbelegealters einen geringen Einfluss auf den notwendigen Preis für Erstlingssauen haben. Eine Veränderung des Futtermittelpreises beeinflusste die Konkurrenzsituation zwischen den zwei Systemen nicht. Aussagen über die Konkurrenzfähigkeit des Erstlingssauensystems sind somit unabhängig von Preisschwankungen auf dem Futtermittelmarkt. Eine Veränderung des Schweineleitpreises beeinflusste die Konkurrenzsituation zwischen den zwei Systemen geringfügig. Sank der Schweineleitpreis um 10 % ab, das heisst, für alle Tierkategorien sanken die Preise um 10 %, stieg der für Erstlingssauen notwendige Preis (auf Stufe Gewinn) von 102.8 % auf 104.2 % des Mastschweinepreises an. Ein sinkender Schweineleitpreis wirkte sich in geringem Ausmass ungünstig auf das Erstlingssauensystem aus. Bei den Stallkosten musste davon ausgegangen werden, dass Einsparungen sowohl im Erstlingssauensystem als auch im konventionellen System vorgenommen würden. Nur wenn im Erstlingssauensystem grössere Einsparungen möglich sind als im konventionellen System, könnte das Erstlingssauensystem an Konkurrenzfähigkeit gewinnen.

Eine Reduktion des Erstbelegealters begünstigte die Konkurrenzfähigkeit des Erstlingssauensystems stark. Die Reduktion des Erstbelegealters um 10 % führte zu einer Erstbelegung im Alter von 196 Tagen, was eine um einen Brunstzyklus früheren Belegung entspricht. Der für Erstlingssauen notwendige Preis reduzierte sich von 103 % auf 96 % des Mastschweinepreises. Gemäss Bigler et al. (1995) und Brooks (1982) kann eine Erstbelegung mit 184 Tagen ohne wesentliche Einbussen der Reproduktionsleistung angestrebt werden. Eine frühe Erstbelegung dürfte Nachteile in der Schlachtkörperqualität der Erstlingssauen nach sich ziehen. In Versuchen von Brooks et al. (1975, 1977) wiesen die 90 kg schweren Schlachtkörper von Erstlingssauen beachtliche Qualitätsmängel auf.

3.4.3. Zyklische Preisschwankungen

Wenn ein Tier als Erstlingssau geschlachtet wird, wird es sechs Monate später zur Schlachtbank geführt als wenn es als Mastschwein geschlachtet worden wäre. Monatliche Erhebungen zeigen auf, dass innerhalb von 6 Monaten der Schweineleitpreis stark schwanken kann (SBV 1995). Unter der Voraussetzung, dass die Produktionsfaktoren 'Stall' und 'Arbeit' keine limitierenden Faktoren darstellen, wurden folgende Überlegungen durchgeführt. Bei schlechter Marktlage (Schweineleitpreis: - 20%) würde mit einem weiblichen Mastschwein Fr. 4.00 pro kg Schlachtgewicht (SG) erzielt. Das weibliche Mastschwein wird nicht geschlachtet sondern belegt, um für einen Zyklus in der Reproduktion eingesetzt zu werden. Sechs Monate später, bei guter Marktlage (Schweineleitpreis: + 20%), wird die Erstlingssau geschlachtet. Bei guter Marktlage erzielen die Mastschweine Fr. 6.00 pro kg SG und Altsauen Fr. 3.42 pro kg SG. Bei guter Marktlage ist das Angebot an Schlachtschweinen knapp, was eine Preisdifferenzierung zwischen Altsauen und Erstlingssauen begünstigen dürfte. Falls bei guter Marktlage der Preis für Erstlingssauen zwischen Fr. 4.00 und Fr. 5.00 pro kg SG liegen würde, wäre dies mehr als der Preis von Fr. 4.00, welcher sechs Monate früher für dasselbe Tier als Mastschwein erzielt worden wäre.

Umgekehrt ist die Situation bei sinkenden Preisen. Da auf dem Markt ein Angebotsüberschuss an Schweinen besteht, kann nicht erwartet werden, dass für Erstlingssauen mehr gelöst wird als für Altsauen.

3.5. ZUSAMMENFASSUNG UND FOLGERUNGEN

Zur Abklärung der Fragestellung, ob die mit Erstlingssauen kombinierte Ferkel- und Fleischproduktion eine Alternative zur herkömmlichen Schweinehaltung darstellt, wurden Wirtschaftlichkeitsberechnungen unter Verwendung von Versuchsergebnissen durchgeführt. In Schweinezuchtbetrieben mit und ohne Eigenremontierung sowie im kombinierten Zucht- und Mastbetrieb wurden für das Erstlingssauensystem je Muttersau und Jahr zwischen Fr. 260.- bis Fr. 701.- geringere Bruttomargen und zwischen Fr. 676.- und Fr. 713.- geringere Gewinne beziehungsweise höhere Verluste berechnet als für das konventionelle System. Es war notwendig, den Vergleich der beiden Systemen auf Stufe Gewinn vorzunehmen. Damit beide Systeme denselben Gewinn erzielen, wäre für abgehende Erstlingssauen ungefähr der Mastschweinepreis notwendig. Eine Reduktion des Erstbelegealters wirkte sich als einziger Faktor stark positiv auf die Konkurrenzsituation zwischen Erstlingssauensystem und konventionellem System aus.

Es wurde gefolgert, dass

- nur die Stufe Gewinn zu einem umfassenden Vergleich der beiden Systeme führt,
- mit einer Reduktion des Erstbelegealters die Wirtschaftlichkeit des Erstlingssauensystems verbessert werden kann, wobei Einbussen in der Schlachtkörperqualität der Erstlingssauen zu erwarten sind und
- das Erstlingssauensystem aus wirtschaftlicher Sicht keine Alternative zum konventionellen System darstellt.

4. SELEKTIONSERFOLG UNTERSCHIEDLICHER PRODUKTIONSSYSTEME

4.1. EINLEITUNG

In der Schweinezucht trägt ein grosser Selektionserfolg wesentlich zur Effizienzsteigerung bei. Auf den jährlichen Selektionserfolg wirken sich kurze Generationsintervalle sowie hohe Selektionsintensitäten positiv aus. In Erstlingssauensystemen sind die Generationsintervalle kurz, wobei pro Wurf mindestens eine Jungsau remontiert werden muss, was die Selektionsintensität reduziert (Faust et al., 1993b). In konventionellen Systemen mit Sauen verschiedener Altersklassen sind die Generationsintervalle länger als in Erstlingssauensystemen. Demgegenüber sind in konventionellen Systemen die Remontierungsanteile kleiner als in Erstlingssauensystemen, was die Selektionsintensität und somit den Selektionserfolg erhöht.

Für ein Erstlingssauensystem und ein konventionelles System wurden biologische und technische Grundgrössen sowohl vom eigenen Versuch als auch aus der Literatur (de Vries, 1989; Jalvingh et al., 1992; Grob, 1988) verwendet, um die Selektionsintensitäten, die Generationsintervalle und die Genauigkeiten der Zuchtwertschätzung zu berechnen. Die Untersuchungen erfolgten für charakteristische Merkmale der Mast-, Schlacht- und Reproduktionsleistung.

Die züchterischen Berechnungen hatten zum Ziel,

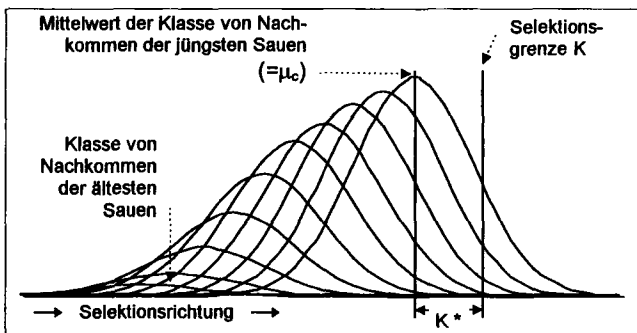
- den jährlichen Selektionserfolg sowohl für ein Erstlingssauensystem als auch für ein konventionelles System zu berechnen und miteinander zu vergleichen.

4.2. MATERIAL UND METHODEN

4.2.1. Theoretische Grundlagen zur Berechnung des Selektionserfolges

Eine konventionelle Schweineherde setzt sich aus Sauen und Ebern verschiedener Altersklassen w zusammen. In der jüngsten Altersklasse sind am meisten Tiere vorhanden, während mit zunehmendem Alter die Klassen weniger stark besetzt sind (Grob, 1988). Nachkommen von Eltern einer Altersklasse w werden in der Folge als Nachkommenklasse w bezeichnet. Die verschiedenen Nachkommenklassen w weisen unterschiedliche genetische Niveaus auf (Wegmann, 1996; Abb. 4.1). Der genetische Unterschied zwischen den Nachkommen von Sauen zweier aufeinanderfolgenden Altersklassen entspricht dem Selektionserfolg pro Altersunterschied der beiden Sauenklassen. Die Selektionsgrenze K ist für die Selektionskandidaten aller Nachkommenklassen dieselbe und wird auch als Differenz zum Mittelwert der Nachkommenklasse, welche von Sauen der jüngsten Altersklasse stammen ($= K - \mu_c = K^*$), angegeben (Ducrocq und Quaas, 1988). Die Selektionsgrenze K ergibt sich dort, wo die Anzahl selektierter Nachkommen dem Bedarf an Tieren entspricht.

Abb. 4.1. Verteilung der geschätzten Zuchtwerte von Nachkommen von Sauen verschiedener Altersklassen w (nach Wegmann, 1996)



Selektionserfolg pro Generation durch Selektion in Nachkommenklasse w auf dem Pfad p (in Einheiten der genetischen Standardabweichung):

$$\Delta g_{pw} = i_{pw} \cdot r_{pw} = \frac{\varphi\left(\frac{K^* + (\mu_c - \mu_w)}{r_{pw}}\right)}{\Phi^*\left(\frac{K^* + (\mu_c - \mu_w)}{r_{pw}}\right)} \cdot r_{pw} \quad (\text{Ducrocq und Quaas, 1988})$$

- K^* = Selektionsgrenze als Abweichung vom Mittelwert der Nachkommen der jüngsten Eltern
- Δg = Selektionserfolg pro Generation (in Einheiten der genetischen Standardabweichung)
- i = Selektionsintensität
- r = Korrelation zwischen geschätztem und wahren Zuchtwert
- p = Selektionspfad
- w = Nachkommenklasse
- μ_c = Mittelwert der Klasse von Nachkommen der jüngsten Sauen
- μ_w = Mittelwert der Nachkommenklasse w
- $\varphi(x)$ = Dichte der standardisierten Normalverteilung
- $\Phi(x)$ = kumulierte Dichtefunktion der standardisierten Normalverteilung
- $\Phi^*(x)$ = $1 - \Phi(x)$ = Remontierungsanteil

Aus Nachkommenklasse w selektierte Tiere als Anteil der auf dem Pfad p selektierten Tiere:

$$\alpha_{pw} = \frac{1}{A_p} \cdot \omega_{pw} \cdot \Phi^*\left(\frac{K^* + (\mu_c - \mu_w)}{r_{pw}}\right) \quad (\text{Ducrocq und Quaas, 1988})$$

- α_{pw} = Aus Nachkommenklasse w selektierte Tiere als Anteil der auf dem Pfad p selektierten Tiere
- A_p = Auf dem Pfad p selektierte Tiere als Anteil der Kandidaten des Pfades p
- ω_{pw} = Kandidaten aus der Nachkommenklasse w als Anteil der Kandidaten des Pfades p

Selektionserfolg pro Generation auf dem Pfad p :

$$\Delta g_p = \sum_w \alpha_{pw} \cdot \Delta g_{pw}$$

Generationsintervall auf dem Pfad p :

$$I_p = \sum_w \alpha_{pw} \cdot I_{pw}$$

I_{pw} = Generationsintervall für die Selektion aus Nachkommenklasse w auf dem Pfad p

Selektionserfolg pro Jahr:

$$\Delta g = \frac{\sum_p \Delta g_p}{\sum_p I_p} \quad (\text{Rendel und Robertson, 1950})$$

Die Selektionsgrenze K^* wurde iterativ ermittelt (Ducrocq und Quaas, 1988). In einem ersten Schritt wurde ein Anfangswert für den jährlichen Selektionserfolg eingesetzt. Es liessen sich die Verteilungen der geschätzten Zuchtwerte der verschiedenen Klassen und daraus die Selektionsgrenze K^* berechnen, bei welcher der Remontierungsbedarf gedeckt wird. Anhand der selektierten Tiere der verschiedenen Nachkommenklassen w liessen sich das Generationsintervall und der neue jährliche Selektionserfolg berechnen. Die Iteration wurde fortgesetzt, bis der neue jährliche Selektionserfolg weniger als 0.001 Einheiten von demjenigen der vorhergehenden Iterationsrunde abwich.

4.2.2. Berechnungen zur züchterischen Beurteilung des Erstlingssauensystems

Für das Erstlingssauensystem sowie das konventionelle System wurde der jährliche Selektionserfolg mit folgenden Rahmenbedingungen berechnet. Als Herdenumtriebsmodell wurde dasjenige der Wirtschaftlichkeitsberechnungen (Abb. 3.1, Tab. 3.1 und Tab. 3.2) verwendet. Der jährliche Selektionserfolg wurde unter Berücksichtigung von vier Selektionspfaden ermittelt. Im konventionellen System teilten die Wurfnummern die Sauen in Altersklassen und ihre Nachkommen in Nachkommenklassen ein. Es wurden die Wurfnummern 1 bis 10 berücksichtigt, was zu Nachkommenklassen w_1 bis w_{10} führte. Der Altersunterschied zweier aufeinanderfolgenden Altersklassen entsprach der durchschnittlichen Zwischenferkelzeit (Tab. 3.1: 155 Tage). Das konventionelle System wurde mittels dreier Varianten differenziert betrachtet. In der ersten Variante wurde aus allen Nachkommenklassen selektiert. In der zweiten Variante wurde aus den Nachkommenklassen w_2 bis w_{10} und in der dritten Variante aus den Nachkommenklassen w_3 bis w_{10} selektiert. Mit der zweiten und vorallem mit der dritten Variante wurde beabsichtigt, Betriebe zu beurteilen, die mit altbewährten Muttertieren züchten und dadurch eine konservative Zuchtstrategie verfolgen. Das Erstlingssauensystem wurde als konventionelles System mit einer einzigen Altersklasse von Sauen und entsprechend einer einzigen Nachkommenklasse w_1 behandelt. Um die Berechnungen zu vereinfachen, wurde bei den Ebern nur eine einzige Altersklasse mit einem durchschnittlichen Alter eingesetzt. Das Ziel bestand darin, zwei Systeme miteinander zu vergleichen, welche sich im Altersaufbau der Sauen unterscheiden.

Zur Vereinfachung der Berechnungen wurden die Tiere ausschliesslich bei einem Lebendgewicht von 103 kg selektiert. Das Herdenumtriebsmodell lieferte die Anzahl benötigter Remonten (Tab. 3.2). Durchschnittlich mussten pro Wurf im konventionellen System 0.227 Jungsauen sowie 0.053 Jungeber und im Erstlingssauensystem 1.107 Jungsauen sowie 0.053 Jungeber selektiert werden. Alle Eltern eines Geschlechts und einer Altersklasse w wiesen gleich viele Selektionskandidaten auf. Am Ende der Mast stand pro Wurf ein Eber als Selektionskandidat zur Verfügung und die übrigen männlichen Tiere waren in der dritten Lebenswoche kastriert worden.

Die Genauigkeit der Zuchtwertschätzung entspricht der Korrelation zwischen geschätztem und wahren Zuchtwert ($r_{\hat{a},a}$). Für drei verschiedene, einzeln berücksichtigte Merkmale wurde die Genauigkeit der geschätzten Zuchtwerte für Nachkommen von Sauen jeder Nachkommenklasse w gemäss Selektionsindextheorie berechnet (Tab. 4.1). Die Informationen, welche bei der Berechnung der Genauigkeit der Zuchtwertschätzung verwendet wurden, sind in Anhang 5 festgehalten. Auf den Pfaden Vater-Sohn und Vater-Tochter wurde als Genauigkeit der Zuchtwertschätzung der Wert der Nachkommenklasse w_1 verwendet.

Bei den Merkmalen der Reproduktionsleistung und der Schlachtleistung ist keine Eigenleistung vorhanden, weshalb alle Tiere des gleichen Wurfes denselben geschätzten Zuchtwert aufweisen. Bei den Merkmalen der Reproduktionsleistung und der Schlachtleistung wurden einzelne Würfe selektiert. Zur Vereinfachung wurde davon ausgegangen, dass pro selektiertem Wurf zwei Jungsauen und ein Jungeber zur Zucht verwendet wurden. Beim Merkmal der Mastleistung waren Eigenleistungen vorhanden, weshalb nicht Würfe, sondern einzelne Tiere selektiert wurden.

Genauigkeit der Zuchtwertschätzung:

$$r_{\hat{a},a} = \sqrt{\frac{\sigma_{\hat{a}}^2}{\sigma_a^2}} = \sqrt{\frac{\mathbf{b}'\mathbf{V}\cdot\mathbf{b}}{h^2 \cdot \sigma_p^2}} \quad \text{mit } \mathbf{b} = \mathbf{V}^{-1} \cdot \mathbf{c}$$

- V** = Varianz - Kovarianzmatrix der berücksichtigten Beobachtungswerte
c = Kovarianzvektor zwischen berücksichtigten Beobachtungswerten und dem zu schätzenden Zuchtwert
 σ_p^2 = phänotypische Varianz des Merkmals
 h^2 = Heritabilität

Tab. 4.1. Gemäss Selektionsindextheorie berechnete Genauigkeiten der Zuchtwertschätzung ($r_{\hat{a},a}$) des Erstlingssauensystems (ESS) und der Nachkommenklassen w1 bis w10 des konventionellen Systems

ESS, alle Pfade	Nachkommenklassen w1-10 des konventionellen Systems für die Pfade Mutter-Tochter und Mutter-Sohn, Nachkommenklasse w1 für die Pfade Vater-Tochter und Vater-Sohn									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Reproduktionsleistung ($h^2 = 0.1$, Wiederholbarkeit = 0.17)										
0.263	0.305	0.327	0.342	0.355	0.366	0.375	0.383	0.391	0.398	0.403
Mastleistung ($h^2 = 0.3$, $c^2 = 0.1$)										
0.887	0.688	0.694	0.700	0.704	0.707	0.710	0.713	0.715	0.717	0.718
Schlachtleistung ($h^2 = 0.5$, $c^2 = 0.05$)										
0.801	0.603	0.621	0.631	0.637	0.642	0.645	0.648	0.651	0.652	0.654

c^2 = Anteil der Varianz der Wurfumwelteffekte an der phänotypischen Varianz

4.3. ERGEBNISSE

Der erwartete jährliche Selektionserfolg war im konventionellen System mit Selektion aus allen Nachkommenklassen am grössten und im konventionellen System mit Selektion aus den Nachkommenklassen w3 bis w10 am kleinsten (Tab. 4.2). Das Erstlingssauensystem schnitt schlechter ab als das konventionelle System mit Selektion aus allen Nachkommenklassen. Hingegen schnitt das Erstlingssauensystem besser ab als das konventionelle System mit Selektion aus den Nachkommenklassen w3 bis w10. Die Rangierung des Erstlingssauensystems und des konventionellen Systems mit Selektion aus den Nachkommenklassen w2 bis w10 war je nach Merkmal unterschiedlich. In der Mast- und in der Schlachtleistung wies das Erstlingssauensystem den grösseren und in der Reproduktionsleistung das konventionelle System mit Selektion aus den Nachkommenklassen w2 bis w10 den grösseren jährlichen Selektionserfolg auf. In der Mastleistung näherte sich das Erstlingssauensystem mit 95 % am stärksten dem Selektionserfolg des konventionellen Systems mit Selektion aus allen Nachkommenklassen. In den Merkmalen der Schlacht- und Reproduktionsleistung betrug der jährliche Selektionserfolg des Erstlingssauensystems 91 % beziehungsweise 84 % des konventionellen Systems mit Selektion aus allen Nachkommenklassen.

Tab. 4.2. Erwarteter jährlicher Selektionserfolg bei drei wichtigen Merkmalen unterschiedlicher Merkmalsgruppen (Selektion bei Mastende)

	Reproduktions- leistung	Mastleistung	Schlachtleistung
Heritabilität h^2	0.1	0.3	0.5
Wurfumwelteffekt c^2	-	0.1	0.05
Wiederholbarkeit	0.17	-	-
Jährlicher Selektionserfolg in Einheiten der genetischen Standardabweichung			
Erstlingssauensystem	0.311	1.127	0.712
KS, Selektion aus w1 - w10	0.370	1.189	0.783
KS, Selektion aus w2 - w10	0.332	1.033	0.664
KS, Selektion aus w3 - w10	0.299	0.919	0.577

KS = Konventionelles System

Im Merkmal Mastleistung wurde stärker aus Nachkommenklassen mit jungen Müttern selektiert als in den Merkmalen Schlacht- und Reproduktionsleistung (Tab. 4.3). Im Merkmal Mastleistung stammten rund 60 % der selektierten Jungsaugen aus derjenigen Nachkommenklasse mit den jüngsten Müttern, während im Merkmal Reproduktionsleistung 25 % bis 29 % aus derjenigen Nachkommenklasse mit den jüngsten Müttern stammten. Entsprechend wurde im Merkmal Reproduktionsleistung stärker aus Nachkommenklassen mit Müttern höherer Wurfnummern selektiert als im Merkmal Mastleistung. Das Merkmal Schlachtleistung nahm eine Mittelstellung ein.

Tab. 4.3. Nachkommenklassen w, aus denen die selektierten Jungsaugen stammen (Angaben: Aus Nachkommenklasse w selektierte Tiere als Anteil der auf dem Pfad Mutter-Tochter selektierten Tiere)

Merkmal	Nachkommenklassen w									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Selektionsstrategie										
Reproduktionsleistung										
selektiert aus w1 bis w10	0.25	0.21	0.17	0.13	0.10	0.07	0.04	0.02	0.01	0.00
selektiert aus w2 bis w10		0.26	0.22	0.18	0.14	0.10	0.06	0.03	0.01	0.00
selektiert aus w3 bis w10			0.29	0.24	0.19	0.13	0.08	0.04	0.02	0.01
Mastleistung										
selektiert aus w1 bis w10	0.61	0.26	0.09	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
selektiert aus w2 bis w10		0.59	0.27	0.10	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
selektiert aus w3 bis w10			0.58	0.27	0.11	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00
Schlachtleistung										
selektiert aus w1 bis w10	0.45	0.26	0.15	0.08	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
selektiert aus w2 bis w10		0.40	0.27	0.16	0.10	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00
selektiert aus w3 bis w10			0.39	0.27	0.18	0.10	0.04	0.02	0.00	0.00

4.4. DISKUSSION

Je nach Definition des konventionellen Systems fiel der Vergleich zwischen Erstlingssauensystem und konventionellem System unterschiedlich aus (Tab. 4.2). Das Erstlingssauensystem wies den geringeren jährlichen Selektionserfolg auf als das konventionelle System mit Selektion aus allen Nachkommen, während das Erstlingssauensystem den grösseren jährlichen Selektionserfolg aufwies als das konventionelle System mit Selektion aus den Nachkommen von Müttern mit drei oder mehr Würfen. Daraus wird gefolgert, dass das Erstlingssauensystem gegenüber optimalen konventionellen Systemen keine Vorteile im Zuchterfolg aufweist, hingegen gegenüber suboptimalen konventionellen Systemen Vorteile im Zuchterfolg aufweisen kann.

Der genetische Unterschied zwischen zwei Nachkommenklassen beeinflusste die Selektion im konventionellen System (Tab. 4.3). War der genetische Unterschied zwischen zwei Nachkommenklassen gross, was ein grosser jährlicher Selektionserfolg bedeutet, wurden Nachkommen junger Eltern bevorzugt, während bei kleinem jährlichen Selektionserfolg vermehrt Nachkommen selektiert wurden, die von Eltern älterer Altersklassen abstammen. Im Merkmal mit dem grössten jährlichen Selektionserfolg, der Mastleistung, kam das Erstlingssauensystem dem konventionellen System mit Selektion aus allen Nachkommenklassen am nächsten.

Die vorliegenden Resultate stimmen nicht mit denjenigen von Faust et al. (1992b) überein, welche aufzeigten, dass mit dem Erstlingssauensystem der jährliche Selektionserfolg grösser ist als mit dem konventionellen System (Tab. 4.4). Faust et al. (1992a,b, 1993a,b) simulierten eine Zuchtpopulation über zehn Jahre. Die Altersstruktur der geschlossenen Herde entsprach der Praxis im US - Bundesstaat 'North - Carolina'. Die Sauen wurden, bevor sie die vorgegebene Anzahl Würfe erreichten, nur wegen Problemen der Fruchtbarkeit gemerzt. Als Remonten wurden die Tiere mit dem grössten Selektionsindex ausgewählt. Nicht alle Arbeiten stimmen mit den Resultaten von Faust et al. (1992b) überein. In der Diskussion führten Faust et al. (1992b) die Unterschiede auf voneinander abweichende Annahmen und unterschiedliche Methoden zurück.

Tab. 4.4. Selektionserfolg pro Jahr über eine Zeitspanne von 10 Jahren bei verschiedenen Zuchtsystemen (Faust et al., 1992b)

	Anzahl lebend geborene Ferkel, in $\bar{\sigma}_g$	Lebenstageszunahme, in $\bar{\sigma}_g$
Heritabilität h^2	0.07	0.38
Wurfumwelteffekt c^2	0.04	0.26
$\bar{\sigma}_g$ der Nukleuslinien	0.57	34.73
Jährlicher Selektionserfolg im Erstlingssauensystem	0.305	0.461
Jährlicher Selektionserfolg des konventionellen Systems mit Sauen der Wurfnummern 1 bis 5	0.195	0.346

Gemäss Ollivier (1974) wird der grösste jährliche Selektionserfolg mit einem System erzielt, in welchem Sauen zweimal abferkeln. In den Herdenumtriebsmodellen verschiedener Arbeiten wurden alte Sauen ersetzt, sobald genetisch bessere Jungsauen vorhanden waren (Belonsky and Kennedy, 1988; de Roo, 1988; de Vries et al., 1990; Röhe, 1991). Daraus resultierte ein optimaler Altersaufbau der Sauenherde. Bei de Roo (1988) waren Sauen der Wurfnummerklassen eins bis fünf zu 60 %, 20 %, 10 %, 6 % und 4 % vertreten. Bei Röhe (1991) betrug die Anteile der Sauen der Wurfnummerklassen eins bis drei 58 %, 28 % und 14 %. Die Sauenherde von de Vries et al. (1990) setzte sich aus 63 % Erstlingssauen mit einer durchschnittlichen Wurfnummer von 1.6 zusammen. Bei Belonsky and Kennedy (1988) betrug das durchschnittliche Generationsintervall je nach Selektionsmethode zwischen 1.1 und 1.6 Jahren. Ein System mit 100 % Erstlingssauen, ein Erstlingssauensystem also, kann maximal den jährlichen Selektionserfolg eines Systems mit optimierten Altersaufbau aufweisen. In der vorliegenden Arbeit wurde für das konventionelle System ein praxisüblicher Altersaufbau übernommen (Grob, 1988). Die Anteile der Sauen der Wurfnummerklassen eins bis zehn betrug 20 %, 16 %, 15 %, 13 %, 12 %, 10 %, 7 %, 4 %, 2 % und 1 %, was stark von den Modellen mit optimiertem Altersaufbau (Belonsky and Kennedy, 1988; de Roo, 1988; de Vries et al., 1990; Röhe, 1991) abweicht. Trotzdem wies das konventionelle System mit Selektion aus allen Nachkommenklassen den höheren jährlichen Selektionserfolg auf als das Erstlingssauensystem.

Faust et al. (1992b, 1993a,b) nahmen Wirtschaftlichkeitsberechnungen für eine in die Stufen Nukleus, Vermehrer und Ferkelproduzenten organisierte Schweinehaltung vor. In Systemen mit langen Generationsintervallen waren die wirtschaftlichen Ergebnisse vorteilhafter als in Systemen mit kurzen Generationsintervallen. Als Grund wurden die hohen Remontierungskosten der Systeme mit kurzen Generationsintervallen aufgeführt, was auch in Kapitel 3.4.1 anlässlich der Wirtschaftlichkeitsberechnungen festgehalten wurde.

4.5. ZUSAMMENFASSUNG UND FOLGERUNGEN

Um die züchterische Auswirkung der unterschiedlichen Altersstruktur zwischen einem Erstlingssauensystem und einem konventionellen System zu untersuchen, wurde der jährliche Selektionserfolg für beide Systeme berechnet und miteinander verglichen. Bei der Mast-, Schlacht- und Reproduktionsleistung wies das Erstlingssauensystem einen jährlichen Selektionserfolg von 95 %, 91 % beziehungsweise 84 % des jährlichen Selektionserfolges des konventionellen Systems mit Selektion aus den Nachkommen von Sauen aller Altersklassen auf. Gegenüber dem konventionellen System mit Selektion aus den Nachkommen von Sauen der Wurfnummernklassen drei und älter wies das Erstlingssauensystem den höheren jährlichen Selektionserfolg auf.

Es wurde gefolgert, dass

- das Erstlingssauensystem gegenüber optimalen konventionellen Systemen keine züchterischen Vorteile aufweist,
- das Erstlingssauensystem gegenüber suboptimalen konventionellen Systemen züchterische Vorteile aufweisen kann und
- dass für Merkmale mit einem hohen jährlichen Selektionserfolg das Erstlingssauensystem näher beim optimalen konventionellen System liegt als für Merkmale mit einem tiefen jährlichen Selektionserfolg.

Leer - Vide - Empty

5. DISKUSSION ALLGEMEINER ASPEKTE

5.1. FÜTTERUNG UND FUTTERVERWERTUNG

Erstlingssauen weisen ein geringeres Futteraufnahmevermögen auf als ausgewachsene Sauen. Erstlingssauen können pro Tag höchstens 5.0 kg lufttrockenes Alleinfutter aufnehmen, was zur Versorgung von acht bis neun Ferkeln reicht (Fehse et al., 1992). Für die Kombination von Ferkel- und Fleischproduktion mit Erstlingssauen wirkt erschwerend, dass eine hohe Fütterungsintensität während der Trächtigkeit einen negativen Einfluss auf die Futteraufnahme während der Säugezeit ausübt (Mullan und Williams, 1989). Werden Jungsaunen während der Trächtigkeit intensiv gefüttert, um ihr Wachstumsvermögen auszuschöpfen (Fowler, 1986), ist ihr Futteraufnahmevermögen während der Laktation eingeschränkt. Ein reduziertes Futteraufnahmevermögen während der Säugezeit schränkt die Reproduktionsleistung ein, welche ohne Abbau von Körperreserven vollbracht werden kann. Ein bedeutender Körperreserveabbau während der Säugezeit wirkte sich nachteilig auf die Schlachtkörperqualität aus (Kapitel 2). Um den Körperreserveabbau während der Säugezeit zu minimieren, ist für trächtige Jungsaunen eine mittlere und für laktierende Erstlingssauen eine maximale Fütterungsintensität zu empfehlen. Laktierende Erstlingssauen sollten ab einigen Tagen nach der Geburt ad libitum gefüttert werden. Ein weiterer Vorteil einer mittleren gegenüber einer hohen Fütterungsintensität während der Trächtigkeit liegt in der prophylaktischen Wirkung gegenüber dem 'Metritis - Mastitis - Agalaktie' - Syndrom (Sommer et al., 1991) und gegenüber Fundamentproblemen (Wallstra, 1980).

Das Erstlingssauensystem kombiniert die Ferkel- und die Fleischproduktion, womit sich der Erhaltungsbedarf der Sauen auf zwei Prozesse verteilt und das Futter gemäss Fowler (1986) effizienter verwertet wird. Im kombinierten Betrieb führte das Erstlingssauensystem zu einem Futteraufwand von Fr. 3.19 pro kg Schlachtgewicht, das konventionelle System zu einem Futteraufwand von Fr. 3.24 pro kg Schlachtgewicht (berechnet aus Tab. 2.3, Tab. 3.1 bis Tab. 3.3 und Tab. 3.6, abgehende

Zuchteber nicht miteinbezogen). In der Futtermittelverwertung ergaben beide Systeme ähnliche Werte. Bei der Berechnung der Futtermittelverwertung wurden die Schlachtkörpergewichte von Mastschweinen und Sauen ohne Berücksichtigung der unterschiedlichen Qualität addiert. Wenn zwischen der Schlachtkörperqualität von Mastschweinen und Sauen grosse Unterschiede bestehen, ist dies jedoch unzulässig. Um detaillierte Aussagen über die Futtermittelverwertung von Erstlingssauen machen zu können, müssen Versuche mit unterschiedlichen Fütterungsvarianten vorgenommen werden.

Die Anforderungen an die Fleisch- und Fettqualität (Prabucki, 1991) führten zu Fütterungsempfehlungen für die Schweinemast, wonach das Futter für Mastschweine nicht mehr als 0.8 g Polyensäuren pro MJ Verdauliche Energie Schwein enthalten soll (Boltshauser et al., 1993). Futter für laktierende Sauen weisen in der Regel höhere Gehalte an Polyensäuren auf als Mastfutter, weil damit die Vitalität der Ferkel gefördert wird und weil polyenreiche Futtermittel billiger sind. In der kombinierten Fleisch- und Ferkelproduktion müssen die Fettgewebe der Erstlingssauen die Anforderungen an die Fleisch- und Fettqualität erfüllen. Für Erstlingssauen, welche zur Erzeugung von Qualitätsfleisch geschlachtet werden, sollten die Fütterungsempfehlungen der Schweinemast eingehalten werden. Zu prüfen ist, welche Auswirkungen der Gehalt an Polyensäuren im Futter laktierender Erstlingssauen einerseits auf die Reproduktionsleistung und andererseits auf die Fettqualität der Erstlingssauen ausübt.

5.2. GESUNDHEIT UND VERHALTEN DER TIERE

Gemäss Eich (1992) sollten Jungsaugen neben Altsauen eingestallt werden, damit Jungsaugen eine Immunität gegenüber den im Bestand vorkommenden Erregern aufbauen können. Im Erstlingssauensystem der vorliegenden Arbeit kamen die Jungsaugen ausser beim Belegen nie in Kontakt zu ausgewachsenen Tieren, was den natürlichen Aufbau der Immunität stark erschwerte. Fälle von Parvovirose traten über den gesamten Versuch auf, was auf eine mangelnde Immunität zurückgeführt wird. In den zwei letzten Serien des Versuches starben Ferkel wegen Coli - Enterotoxämie. Die Ferkel dürften von der Mutter ungenügend Antikörper gegenüber Coli -

Bakterien erhalten haben, was das Auftreten von Fällen von Coli - Enterotoxämie begünstigte.

Nach dem Abferkeln besteht ein Risiko, dass die Sauen am 'Metritis - Mastitis - Agalaktie' - Syndrom erkranken (Sommer et al., 1991). Die Behandlung erfolgte mit Medikamenten, welche mittels Injektionen in Muskelgewebe verabreicht wurden. Durch die im Versuch aufgetretene Fälle von Parvovirose sowie Coli - Enterotoxämien wurden in den folgenden Serien prophylaktische Massnahmen ergriffen. Die Medikamente zur Immunisierung der Versuchstiere wurden mittels Injektionen in Muskelgewebe verabreicht. In den Schlachtkörpern einiger Erstlingssauen wurden im Bereich der Einstichstelle Muskelezeme vorgefunden, welche als Folge der Injektionen von Medikamenten erklärt werden. Solche Schlachtkörperpartien mussten grosszügig weggeschnitten werden. Obwohl nicht die besten Fleischstücke wie Karree und Schinken sondern die Halspartie betroffen war, ergaben sich finanzielle Einbussen. In Erstlingssauensystemen gilt zu beachten, dass Injektionen zur Verabreichung von Medikamenten minimiert und an Körperpartien mit zweitklassigen Fleischstücken vorgenommen werden.

Bei Erstlingssauen kommt in erhöhtem Ausmass vor, dass Sauen ihre eigene Ferkel totbeissen (van der Steen et al., 1988). Die Ausfälle können durch Überwachung des Geburtsablaufs reduziert werden, was zu einem erhöhten Aufwand bei Erstlingssauen gegenüber älteren Sauen führt und das Erstlingssauensystem im Vergleich zu konventionellen Systemen wirtschaftlich benachteiligt.

5.3. HERDENUMTRIEB

Der schweizerische Ferkelmarkt fordert für die Zukunft vermehrt grosse und ausgeglichene Ferkelgruppen. Eine Voraussetzung ist die Gruppenabferkelung (Lücker, 1994). In kleinen, selbst remontierenden Betrieben ist mit dem Erstlingssauensystem die Gruppenabferkelung schwieriger zu bewerkstelligen als mit einem konventionellen System. Altsauen werden meistens fünf bis sieben Tage nach dem Absetzen brünstig (ten Napel et al., 1995), während in einer Jungsauengruppe die natürlichen Brunsttermine über die Zeitachse gleichverteilt sein dürften. In kleinen Betrieben müsste die Brunst der Jungsauen mittels Hormonen synchronisiert werden, um eine

Abferkelung in Gruppen zu bewerkstelligen. In grösseren Betrieben kann die Gruppenbildung ohne Brunstsynchronisation funktionieren. Auch aus der Sicht der Fleischproduktion ist mit dem Erstlingssauensystem die Gruppenabferkelung notwendig. Ein Erstlingssauensystem könnte nur eine Chance besitzen, wenn eine gewisse Anzahl von gemeinsam zu schlachtenden Erstlingsauen erreicht werden kann.

Verschiedene Autoren wiesen für Jungsaueu und Erstlingssauen tiefere Trächtigkeits- und Abferkelraten auf als für ältere Saueu (Hühn und König, 1989; Hurtgen und Leman, 1980; Love et al., 1993). Tiefere Trächtigkeitsraten bei Jungsaueu ergeben für das Erstlingssauensystem finanzielle Nachteile. In den Wirtschaftlichkeitsberechnungen wurden für alle Saueu dieselbe Trächtigkeits- und Abferkelraten eingesetzt, da im vorliegenden Versuch gute Ergebnisse in den Trächtigkeits- und Abferkelraten erzielt wurden.

5.4. SCHLACHTERLÖS FÜR ERSTLINGSSAUEN

Das Erstlingssauensystem stellt aus wirtschaftlicher Sicht kein alternatives Produktionssystem dar, da Erstlingssauen zum Altsauenpreis vermarktet werden (Kapitel 2 und 3). Gemäss Praxiserhebungen (Grob, 1988) wird jede fünfte Erstlingssau geschlachtet und die Erstlingssauen stellen im Altsauenmarkt einen beachtlichen Anteil dar. Erstlingssauen liefern Schlachtkörper guter Qualität, welche denjenigen vergleichbarer weiblicher Mastschweine ebenbürtig waren (Kapitel 2). Es müssten Anstrengungen unternommen werden, Erstlingssauen nach ihrer Qualität zu bezahlen. Gemäss Röhe (1991) wird jede zweite Erstlingssau geschlachtet, wenn ein maximaler jährlicher Selektionserfolg angestrebt wird. Wenn Erstlingssauen entsprechend ihrer Schlachtkörperqualität vermarktet werden könnten, werden Schweinezüchter Erstlingssauen stärker selektieren, wodurch ein grösserer Selektionserfolg erzielt wird.

6. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Erstlingssauen, welche im Alter von sieben Monaten belegt und nicht zurückhaltend gefüttert wurden, lieferten Schlachtkörper guter Qualität, welche denjenigen vergleichbarer weiblicher Mastschweine ebenbürtig waren (Fowler, 1986; Kapitel 2). Eine hohe Reproduktionsleistung wirkte sich ungünstig auf die Fleisch- und Fettzusammensetzung aus, weshalb die zur Schlachtung bestimmten Erstlingssauen nicht mehr als acht bis neun Ferkel säugen sollten (Fehse, 1992; Kapitel 2). Gemäss Schlachtkörperqualität sollte für Erstlingssauen der Mastschweinepreis erzielt werden können. Da Erstlingssauen grössere und schwerere Schlachtkörper liefern als Mastschweine, werden sie in die Kategorie der Altsauen eingeteilt und zum Altsauenpreis vermarktet.

In Wirtschaftlichkeitsberechnungen wurde ein reines Erstlingssauensystem dem konventionellen System gegenübergestellt (Kapitel 3), wobei eine Vollkostenrechnung für einen umfassenden Vergleich notwendig war. Für Erstlingssauen müsste rund derselbe Preis wie für Mastschweine gelöst werden können, damit beide Systeme dasselbe wirtschaftliche Ergebnis liefern und das Erstlingssauensystem ein alternatives Produktionssystem darstellt. Mit der Reduktion des Erstbelegealters (*ceteris paribus*) wurde die Wirtschaftlichkeit des Erstlingssauensystems gegenüber dem konventionellen System stark verbessert, wobei Einbussen in der Qualität der Schlachtkörper von Erstlingssauen zu erwarten sind (Brooks, 1982).

Züchterische Berechnungen lassen mit dem Erstlingssauensystem einen geringeren jährlichen Selektionserfolg erwarten als mit dem optimalen konventionellen System (Kapitel 4) basierend auf Praxiserhebungen (Grob, 1988). Bei den Merkmalen mit einem grossen jährlichen Selektionserfolg kam das Erstlingssauensystem dem

konventionellen System am nächsten. Das Erstlingssauensystem kann höchstens einen jährlichen Selektionserfolg erzielen wie ein konventionelles System, in welchem der Altersaufbau der Sauenherde auf einen maximalen jährlichen Selektionserfolg hin optimiert worden ist (Röhe, 1991). Aus züchterischen Überlegungen stellt das Erstlingssauensystem gegenüber optimalen konventionellen Systemen kein alternatives Produktionssystem dar.

Obwohl die Erstlingssauen Schlachtkörper guter Qualität lieferten, bietet das Erstlingssauensystem weder wirtschaftlich noch züchterisch Vorteile gegenüber einem optimalen konventionellen Produktionssystem. Je nach Gewichtung der einzelnen Argumente wird die Beurteilung des Erstlingssauensystem beeinflusst. Die Rahmenbedingungen müssten sich stark ändern, damit das Erstlingssauensystem als Alternative in Frage käme. Mit der züchterischen Optimierung bestehender konventioneller Systeme sowie der Qualitätsbezahlung abgehender Altsauen könnten die Ziele des Erstlingssauensystems teilweise erreicht werden.

7. LITERATURVERZEICHNIS

- Affentranger P., 1994. Mast- und Schlachtleistung sowie Fleisch- und Fettqualität dreier Schweine-
typen bei unterschiedlichen Fütterungsintensitäten. Diss. ETH Nr. 10722.
- Aziz N.N. and Ball R.O., 1995. Effects of backfat thickness and carcass weight on the chemical
composition and quality of the meat from culled sows. *Can. J. Anim. Sci.* 75: 191-196.
- Bee G., 1993. Der Nährstoffgehalt und das Fettsäuretypenmuster des Gesamtkörpers von Mast-
schweinen unter Berücksichtigung der Fütterung und der Wachstumsgeschwindigkeit. Diss.
ETH Nr. 10043.
- Bellof G. und Burgstaller G., 1992. Untersuchungen zur Mast schwerer Schweine zur Dauerwursther-
stellung. 1. Mitteilung: Zum Einfluss der genetischen Herkunft. *Bayerisches Landwirtschaft-
liches Jahrbuch* 69: 477-487.
- Belovsky G.M. and Kennedy B.W., 1988. Selection on individual phenotype and best linear unbiased
predictor of breeding value in a closed swine herd. *J. Anim. Sci.* 66: 1124-1131.
- Beyer M., Jentsch W., Hoffmann L. und Schiemann R., 1993. Untersuchung zum Energie- und Stick-
stoffumsatz von graviden und laktierenden Sauen sowie von Saugferkeln: 2. Mitteilung -
Chemische Zusammensetzung und Energiegehalt der Tierkörper von graviden, güsten und
laktierenden Sauen. *Arch. Anim. Nutr.* 44: 317-338.
- Beyer M., Jentsch W., Hoffmann L., Schiemann R. und Klein M., 1994. Untersuchung zum Energie-
und Stickstoffumsatz von graviden und laktierenden Sauen sowie von Saugferkeln: 4. Mit-
teilung - Chemische Zusammensetzung und Energiegehalt der Konzeptionsprodukte, der
reproduktiven Organe und der Lebendmassezunahmen oder -abnahmen bei graviden und
laktierenden Sauen. *Arch. Anim. Nutr.* 46: 7-36.
- Bigler A., Frey M. und Hofer A., 1995. Jungsaunen früher belegen? *Der Kleinviehzüchter* 43: 1075-
1077.
- Boltshauser M., Jost M., Kessler J. und Stoll P., 1993. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen
für Schweine. Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, Zollikofen, CH.
- Brendemuhl J.H., Lewis A.J. and Peo E.R., Jr., 1989. Influence of energy and proteine intake during
lactation on body composition of primiparous sows. *J. Anim. Sci.* 67: 1478-1488.
- Brooks P.H. 1982. The guilt for breeding and for meat. In: *Control of pig reproduction*, Cole D.J.A.
and Foxcroft G.R., Butterworth Scientific, London.
- Brooks P.H. and Cole D.J.A., 1973. Meat production from pigs which have farrowed. 1. Reproduction
performance and food conversion efficiency. *Anim. Prod.* 17: 305-315.
- Brooks P.H. and Smith D.A., 1977. Meat production from pigs which have farrowed. 3. The effect of
weaning-to-slaughter interval on food utilization and carcass quality. *Anim. Prod.* 25: 247-254.
- Brooks P.H., Cole D.J.A. and Jennings W.J.N., 1975. Meat production from pigs which have
farrowed. 2. Carcass characteristics. *Anim. Prod.* 20: 123-131.
- Cameron N.D. and Enser M.B., 1991. Fatty acid composition of lipid in longissimus dorsi muscle of
duroc and british landrace pigs and its relationship with eating quality. *Meat Science* 29: 295-
307.
- de Roo G., 1988. A stochastic model to study breeding schemes in a small pig population. *Agric.
Syst.* 25: 1-25.
- de Vries A.G., 1989. A model to estimate economic values of traits in pig breeding. *Livest. Prod. Sci.*,
21:49-66.

- de Vries A.G., van der Steen H.A.M. and de Roo G., 1990. Multi-stage selection in a closed dam line of pigs. *Livest. Prod. Sci.* 24: 161-180.
- Ducrocq V. and Quaas R.L., 1988. Prediction of genetic response to truncation selection across generations. *J. Dairy Sci.* 71: 2543-2553.
- Eich K.-O., 1992. *Handbuch Schweinekrankheiten*, 3. Auflage. DLG Verlag Frankfurt (Main), Verlagsunion Agrar.
- Faust M.A., Robison O.W. and Tess M.W., 1992b. Genetic and economic analyses of female replacement rates in the dam-daughter pathway of a hierarchical swine breeding structure. *J. Anim. Sci.* 70: 2053-2064.
- Faust M.A., Robison O.W. and Tess M.W., 1993a. Genetic and economic analyses of sow replacement rates in the commercial tier of a hierarchical swine breeding structure. *J. Anim. Sci.* 71: 1400-1406.
- Faust M.A., Robison O.W. and Tess M.W., 1993b. Integrated systems analysis of sow replacement rates in a hierarchical swine breeding structure. *J. Anim. Sci.* 71: 2885-2890.
- Faust M.A., Tess M.W. and Robison O.W., 1992a. A bioeconomic simulation model for a hierarchical swine breeding structure. *J. Anim. Sci.* 70: 1760-1744.
- Fehse S., Kunz P. and Fehse R., 1992. Neue Erkenntnisse zur optimalen Muttersauenfütterung. *Der Kleinviehzüchter* 40: 101-124.
- Fewson D., Branscheid W. and Sack E., 1990. Untersuchungen über das relative Wachstum der Teilstücke und Gewebe von männlichen und weiblichen Mastschweinen verschiedener Herkünfte. *Züchtungskunde*, 62: 304-316.
- Fischer K., Augustini C. und McCormick R., 1986. Einfluss der Nüchternungsdauer vor dem Schlachten auf die Fleischbeschaffenheit beim Schwein. *Fleischwirtschaft* 66: 1659-1665.
- Fowler V.R., 1986. Biological advances towards genetic improvement in pigs. 3rd World Congr. Genetics Appl. *Livest. Prod.*, Lincoln, Vol. XI: 345-354.
- Friend D.W., Larmond E., Wolynetz M.S. and Price K.R., 1979. Piglet and pork production from gilts bred at puberty: chemical composition of the carcass and assessment of meat quality. *J. Anim. Sci.* 49: 330-341.
- Gerwig C., 1966. Reglement zur Durchführung der Mast- und Schlachtleistungsprüfungen beim Schwein. Schweizerische Mast- und Schlachtleistungsprüfanstalt in Sempach (MLP).
- Grob F., 1988. Genetisch - statistische Analyse der Fruchtbarkeit bei Schweizerischen Schweinerassen. Diss. ETH Nr. 8705.
- GSF 1995. Geschäftsbericht der Schweizerischen Genossenschaft für Schlachtvieh- und Fleischversorgung. GSF, Bern.
- Häuser A.M. und Prabucki A.L., 1990. Ergebnisse eines 'screenings' betreffend der Fettqualität bei Mastschweinen in schweizerischen Schlachthöfen. *J. Anim. Physiol. and Anim. Nutr.*, 64: 36-42.
- Häuser A.M., 1991. Einfluss von Fett und Tocopherol im Futter sowie von fleischtechnologischen Behandlungen auf die Oxidationsstabilität von Schweinefleisch-Patties. Diss. ETH Zürich Nr. 9557.
- Hilty R., 1994. Baukostensammlung für landwirtschaftliche Betriebsgebäude. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik in Tänikon (FAT).
- Hofmann K., 1986. Der pH-Wert - ein Qualitätskriterium für Fleisch. In: *Chemisch-physikalische Merkmale der Fleischqualität, Kulmbacher Reihe Band 6*, Bundesanstalt für Fleischforschung Kulmbach.
- Hovell F.D., MacPherson R.M., Crofts R.M.J. and Pennie K., 1977. The effect of energy intake and mating weight on growth, carcass yield and litter size of female pigs. *Anim. Prod.* 25: 233-245.
- Hühn U. and König I., 1989. Biotechnical control of reproduction in pigs. *Pig News and Information* 10: 173-176.

- Hurtgen J.P. and Leman A.D., 1980. Seasonal influence on the fertility of sows and gilts. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 177: 631-635.
- Jalvingh A.W., Dijkhuizen A.A. and van Arendonk J.A.M., 1992. Dynamic probabilistic modelling of reproduction and replacement management in sow herds. General aspects and model description. *Agricultural Systems* 39: 133-152.
- Kammerer D., 1991. Komplexlipide im Schweinefleisch. In: *Tagungsbericht Schweinefleischqualität - Qualitätsschweinefleisch*, Heft 5, Institut für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich.
- Kaufmann A., 1990. Einfluss der Aufzuchtintensität auf die Prüfmast und Vergleich von Prüfverfahren beim Schwein. Diss. ETH Nr. 9306.
- Krieter J., Schwerdtfeger R., Hölscher T. und Kalm E., 1989. Carcass traits, intramuscular fat and meat quality in pigs during the growing period (30kg to 120kg live weight). 40th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Dublin.
- KVZ, 1996. Jahresbericht 1995 der Schweizerischen Zentralstelle für Kleinviehzucht. *Der Kleinviehzüchter* 44: 339-377.
- Lawrie R.A., 1974. *Meat Science*, Second Edition. Pergamon International Library.
- LBL, 1995. *Deckungsbeitrags - Katalog*. Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau (LBL).
- Love R.J., Evans G. and Klupiec C., 1993. Seasonal effects on fertility in gilts and sows. *J. Reprod. Fertility Suppl.* 48: 191-206.
- Lücker H.-J., 1994. *Gruppenabferkelung: Das Geschäft mit den Gruppen*. In: *Fruchtbarkeit im Sauenstall, top agrar - Das Magazin für moderne Landwirtschaft*, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster.
- Lundström K., Hansson I. and Edqvist L.-E., 1993. Do female pigs in oestrus have increased taint in backfat? In: *Measurement and prevention of boar taint in entire male pigs*. Roskilde, Denmark, 12-14 October 1992, Ed. INRA, Paris 1993 (Les Colloques no 60).
- MLP, 1996. Tätigkeitsbericht des Schweizerischen Verbandes für Mast- und Schlachtleistungsprüfungen beim Schwein 1995. *Der Kleinviehzüchter* 44: 299-338.
- Mullan B.P. and Williams I.H., 1989. The effect of body reserves at farrowing on the reproductive performance of first litter sows. *Anim. Prod.* 48: 449-457.
- Mullan B.P., 1991. The catabolism of fat and lean by sows during lactation. *Pig News and Information* 12: 221-225.
- Ollivier L., 1974. Optimum replacement rates in animal breeding. *Anim. Prod.* 19: 257-271.
- Perdrix M.-F. und Stoll P., 1995. Wie beeinflusst das Futter die Fettzahl der Schweine? *Agrarforschung* 2 (1): 21-24.
- Prabucki A.L., 1991. *Qualitätsanforderungen an Schweinefleisch*. In: *Tagungsbericht Schweinefleischqualität - Qualitätsschweinefleisch*, Heft 5, Institut für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich.
- Rendel J.M. and Robertson A., 1950. Estimation of genetic gain in milk yield by selection in a closed herd of dairy cattle. *J. Genet.* 50: 1-8.
- Rhim T., McKeith F.K., Easter R.A. and Bechtel P.J., 1987. Composition and palatability of pork from pigs of different chronological age. *J. Anim. Sci.* (Abstract) : 285.
- Röhe R., 1991. Entwicklung optimaler Zuchtstrategien für die Anwendung des Tiermodells in der Nukleusstufe beim Schwein. Nr. 60 der Schriftenreihe des Institutes für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- Rothenbühler U., 1995. Persönliche Mitteilung.
- SAS 1988. *SAS User's Guide: Statistics*, Release 6.03. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- SBV, 1995. *Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung*. Schweizerischer Bauernverband in Brugg (SBV).

- Schick M., 1995. Arbeitszeitbedarf in der Schweinehaltung, FAT-Bericht Nr. 459. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik in Tänikon (FAT).
- Schurtenberger J., 1995. Persönliche Mitteilung.
- Schwörer D., 1982. Untersuchungen der Fleischbeschaffenheit und Stressresistenz beim Schwein anhand des Tiermaterials der MLP-Sempach. Diss. ETH Nr. 6978.
- Schwörer D., Lorenz D. und Rebsamen A., 1995b. Einfluss des Muskel- und Fettgewebeansatzes auf die Fettqualität des Rückenspecks beim Schwein. *Der Kleinviehzüchter* 43: 1233-1279.
- Schwörer D., Morel P., Prabucki A.L. and Rebsamen A., 1988. Genetic parameters of fatty acids of pork fat. 34th Internat. Congr. Meat Sci. Techn., Brisbane, Australia.
- Schwörer D., Rebsamen A. und Lorenz D., 1995a. Die Qualität des Schweinebauches und seine Bedeutung. *Der Kleinviehzüchter* 43: 653-697.
- Schwörer D., Rebsamen A. und Lorenz D., 1995c. Leistung und Fleischqualität beim Schwein. In: Tagungsbericht *Wieviel können - sollen unsere Nutztiere leisten*, Heft 14, Institut für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich.
- Sewer G. J. F., 1993. Lipide im Fettgewebe und Magerfleisch von Mastschweinen aus Kreuzungen bei unterschiedlicher Fütterung. Diss. ETH Zürich Nr. 10303.
- Sommer H., Greuel E. und Müller W., 1991. Hygiene der Rinder- und Schweineproduktion. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
- ten Napel J., Kemp B., Luiting P. and de Vries A.G., 1995. A biological approach to examine genetic variation in weaning-to-oestrus interval in first-litter sows. *Livest. Prod. Sci.* 41:81-93.
- v. Lengerken G. Pfeiffer H. und Hennebach H., 1980. Endogene und exogene Einflüsse auf die Fleischbeschaffenheit beim Schwein und Möglichkeiten der züchterischen Selektion. *Fortschrittsberichte für die Landwirtschaft und die Nahrungsgüterwirtschaft* 18, Heft 11, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik.
- van der Steen H.A.M., Schaeffer L.R., de Jong H. und de Groot P.N., 1988. Agressive behaviour of sows at parturition. *J. Anim. Sci.* 66: 271-279.
- Verstegen M.W.A., Mesu J., Van Kempen G.J.M. and Geerse C., 1985. Energy balances of lactating sows in relation to feeding level and stage of lactation. *J. Anim. Sci.*, 60: 731-740.
- Vogg-Perret D., 1989. Über die Verteilung von Polyenfettsäuren und α -Tocopherol in den Geweben des Schlachtkörpers von Mastschweinen. Diss. ETH Zürich Nr. 8876.
- Wallstra P., 1980. Growth and carcass composition from birth to maturity in relation to feeding level and sex in dutch landrace pigs. *Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen* 80-4, H. Veenman & Zonen B.V., Wageningen.
- Wegmann S., 1996. Optimale Zuchtstrategien für Rinderrassen in der Schweiz. Diss. ETH Nr. 11635.
- Wood J.D., Enser M.B., Whittington F.M. and Moncrieff C.B., 1989. The effects of fat thickness and sex on the composition of backfat in pigs. *Livestock Prod. Sci.*, 22: 351-362.

8. ANHANG

Anhang 1: Fettsäuremuster des Auflagefettes und des intramuskulären Fettes (LSQ-Mittelwerte und Reststandardabweichung)

	Mast- schweine	Jungsauen	Erstlings- sauen	Reststandard- abweichung
Anzahl Tiere:	40	36	122	198

Fettsäuremuster in der Rückenspeck-Aussenschicht, Angaben in Mol-%:

Myristinsäure, C14:0	1.4	-	1.4	-	1.4	-	0.16
Palmitinsäure, C16:0	23.2	b	22.9	ab	22.6	a	0.87
Stearinsäure, C18:0	11.0	b	10.9	b	10.5	a	1.00
Palmitoleinsäure, C16:1	2.8	b	2.6	a	2.7	a	0.32
Oelsäure, C18:1	43.9	a	45.5	b	45.1	b	1.82
Linolsäure, C18:2	12.9	b	12.3	a	12.8	b	1.14
Linolensäure, C18:3	1.2	b	1.2	a	1.1	a	0.12
restliche Fettsäuren	3.6		3.2		3.8		

Fettsäuremuster der Neutrallipide im Kotelett, Angaben in Mol-%:

Myristinsäure, C14:0	1.6	a	1.6	a	1.7	b	0.16
Palmitinsäure, C16:0	24.8	b	24.0	a	24.3	a	1.12
Stearinsäure, C18:0	11.5	b	10.7	a	10.8	a	1.13
Palmitoleinsäure, C16:1	3.9	a	4.1	b	4.4	c	0.50
Oelsäure, C18:1	48.4	a	50.1	b	50.0	b	2.04
Linolsäure, C18:2	5.9	b	5.6	ab	5.4	a	1.01
Linolensäure, C18:3	0.50	b	0.47	ab	0.44	a	0.07
Arachidonsäure, C20:4	0.56	b	0.56	b	0.37	a	0.25
restliche Fettsäuren	2.84		2.87		2.59		

Fettsäuremuster der Komplexlipide im Kotelett, Angaben in Mol-%:

Myristinsäure, C14:0	0.6	a	0.7	a	1.1	b	0.46
Palmitinsäure, C16:0	17.5	c	15.7	b	14.0	a	1.23
Stearinsäure, C18:0	12.3	c	11.4	b	11.1	a	0.84
Palmitoleinsäure, C16:1	1.4	b	1.0	a	1.1	a	0.44
Oelsäure, C18:1	15.7	b	14.2	a	16.3	c	1.31
Linolsäure, C18:2	30.2	a	32.6	c	31.5	b	1.55
Linolensäure, C18:3	0.73	a	0.84	c	0.80	b	0.09
Arachidonsäure, C20:4	10.6	a	13.1	b	15.1	c	1.70
restliche Fettsäuren	10.97		10.46		9.00		

Unterschiedliche Buchstaben in einer Linie bedeuten statistisch gesicherte Unterschiede ($p < 0.05$)

Anhang 2: LSQ - Mittelwerte und Reststandardabweichung von Merkmalen, bei denen signifikante Kategorie*Serie - Interaktionen vorhanden waren

Merkmal	Modell: $y = \mu + k + s + \text{Rest}$				Modell: $y = \mu + k + s + k*s + \text{Rest}$			
	Mast- schweine	Jung- sauen	Erstlings- sauen	¹⁾	Mast- schweine	Jung- sauen	Erstlings- sauen	¹⁾
Tabelle 2.3:								
Lebenstageszunahme in g	597.8 -	596.8 -	596.0 -	35.3	598.0 -	597.2 -	595.9 -	34.4
Masttageszunahme in g	841.1 -	829.3 -	832.8 -	59.8	843.0 -	831.4 -	833.1 -	57.5
Ultraschall - Rückenmuskeleffekte, 2 Tage vor dem Schlachten	33.9 a	37.4 b	33.0 a	3.17	34.2 a	37.3 b	33.1 a	3.02
Tabelle 2.4:								
Ausbeute	81.8 b	80.1 b	76.6 a	4.3	81.9 b	81.7 b	76.6 a	3.9
pH2 (10. Rippe)	5.49 a	5.46 a	5.53 b	0.10	5.49 a	5.47 a	5.53 b	0.09
Gehalt an Trockenmasse im Kotelett	25.78 b	26.25 c	25.15 a	0.86	25.83 b	26.30 b	25.19 a	0.79
Gehalt an Stickstoff im Kotelett	3.69 b	3.73 b	3.58 a	0.11	3.69 b	3.74 b	3.58 a	0.10
Tabelle 2.6:								
Gehalt an Trockensubstanz in der Aussenschicht des Rückenspecks	83.0 a	88.5 c	86.3 b	3.63	82.0 a	88.4 c	86.1 b	3.52
Tabelle 2.7:								
Fettsäuretypenmuster im Kotelett:								
- Polyensäuren der Neutrallipide	7.8 b	7.5 b	6.8 a	1.44	8.0 b	7.5 b	6.9 a	1.29
- Gesättigte Fettsäuren der Komplexlipide	30.8 c	28.3 b	26.4 a	1.20	30.8 c	28.4 b	26.3 a	1.04
- Monoensäuren der Komplexlipide	18.7 b	16.8 a	19.0 b	1.80	18.8 b	16.5 a	19.1 b	1.71
- Polyensäuren der Komplexlipide	50.4 a	54.8 b	54.6 b	3.91	49.5 a	55.1 b	54.6 b	3.77

¹⁾ Reststandardabweichung

Anhang 3: Herleitung des Investitionsbedarfs für Baukonstruktion und Betriebseinrichtungen

$$(\text{Investitionsbedarf} / \text{Tierplatz}_k)_m = \frac{(\text{Investitionsbedarf ganzer Stall}_{\text{FAT-Beispiel}})_m}{\left(\frac{\text{Stallfläche}_{\text{FAT-Beispiel}}}{(\text{Fläche} / \text{Tierplatz}_k)_{\text{FAT-Tabellen}}} \right)}$$

für m = Kategorien des Investitionsbedarfs:

BK = Baukonstruktion FAT - Beispiel (FAT 1994)
 Allg. BE = Allgemeine Betriebseinrichtungen FAT - Beispiel (FAT 1994)
 Spez. BE = Spezielle Betriebseinrichtungen FAT - Beispiel (FAT 1994)

k = Tierkategorie

**Anhang 4: Ausgewählte Varianten des Arbeitsaufwandes gemäss Schick (1995)
sowie Berechnung des durchschnittlichen Arbeitszeitbedarfs pro
Muttersau und Jahr in der modellierten Herde**

Tierkategorie k	Ausgewählte Variante gemäss Schick (1995)	Bestandesgrössen	
		Erstlingsauen-system	konventionelles System
Zeitbedarf für tägliche Arbeiten			
Sau in Abferkelbucht (mit Ferkeln)	Z2	10	10
Abgesetzte Ferkel	J	80	100
Mast	M3	80	90
Galtsauen	G2	60	60
Jungsauen (Mastende - Belegen)	M2	40	20
Eber	G1	5	5
Zeitbedarf für Sonderarbeiten			
Zucht- und Galtsauenhaltung	hohe Intensität		
Mast		100	100

Durchschnittlicher Arbeitszeitbedarf pro Tier und Tag

$$= (\text{Zeitbedarf für tägliche Arbeiten})_k + \left(\frac{\text{Jährlicher Zeitbedarf für Sonderarbeiten}}{365} \right)_k$$

Ø Arbeitszeitbedarf pro Muttersau und Jahr

$$= \frac{\sum_k \text{Gruppengrösse}_k \cdot \text{Stallbelegungsdauer}_k \cdot (\text{Jährliche Umtriebe})_k \cdot (\text{Ø tägl. Arbeitszeit pro Tier})_k}{\text{Ø Bestand an Muttersauen}}$$

für k = Abferkelstall, Galtsauenstall, Ferkelaufzuchtstall, Maststall,
Jungsauenstall, Stall für abgehende Sauen, Eberstall

(Kenngrössen der Stallbelegung gemäss Tab. 3.3)

Anhang 5.a): Genauigkeit der Zuchtwertschätzung gemäss Selektionsindextheorie sowie die zur Berechnung verwendeten Informationen: ein Merkmal der Reproduktionsleistung mit $h^2 = 0.1$, $r = 0.17$
 (für das Erstlingsausssystem und für die einzelnen Nachkommenklassen w des konventionellen Systems KS)

	Erstlingsausssystem		KS, w1		KS, w2		KS, w3		KS, w4		KS, w5	
	W	L	W	L	W	L	W	L	W	L	W	L
VM	-	1	-	3.74	-	3.74	-	3.74	-	3.74	-	3.74
VHG	10	1	2	1.77	2	1.77	2	1.77	2	1.77	2	1.77
VVG	1	1	1	1.77	1	1.77	1	1.77	1	1.77	1	1.77
V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MM	-	1	-	3.74	-	3.74	-	3.74	-	3.74	-	3.74
MHG	-	1	0.27	1.4	0.27	1.77	0.27	2.12	0.27	2.45	0.27	2.74
MVG	1	1	1	1.4	1	1.77	1	2.12	1	2.45	1	2.74
M	-	1	-	1.8	-	2.9	-	3.9	-	4.9	-	5.8
HG(M)	-	-	-	-	-	-	0.1	2	0.2	2	0.3	2
HG(V)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I _a	0.263		0.305		0.327		0.342		0.355		0.366	
			W	L	W	L	W	L	W	L	W	L
VM	-	-	-	3.74	-	3.74	-	3.74	-	3.74	-	3.74
VHG	2	2	2	1.77	2	1.77	2	1.77	2	1.77	2	1.77
VVG	1	1	1	1.77	1	1.77	1	1.77	1	1.77	1	1.77
V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MM	-	-	-	3.74	-	3.74	-	3.74	-	3.74	-	3.74
MHG	0.27	2	0.27	3.00	0.27	3.22	0.27	3.40	0.27	3.55	0.27	3.67
MVG	1	1	1	3.00	1	3.22	1	3.40	1	3.55	1	3.67
M	-	1	-	6.7	-	7.6	-	8.5	-	9.5	-	10
HG(M)	0.4	2	0.5	2.12	0.6	2.45	0.6	2.74	0.7	3.00	0.8	3.22
HG(V)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I _a	0.375		0.383		0.391		0.398		0.403		0.403	

Abkürzungen gemäss Anhang 5.d)

Anhang 5.b): Genauigkeit der Zuchtwertschätzung gemäss Selektionsindextheorie sowie die zur Berechnung verwendeten Informationen: ein Merkmal der Mastleistung mit $h^2 = 0.3$, $c^2 = 0.1$

(für das Erstlingsauensystem und für die einzelnen Nachkommenklassen w des konventionellen Systems KS)

Erstlingsauensystem		KS, w1		KS, w2		KS, w3		KS, w4		KS, w5	
W	T ¹⁾	W	T ¹⁾	W	T ¹⁾	W	T ¹⁾	W	T ¹⁾	W	T ¹⁾
VM	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
VHG	19	7.81	1	19	9.12	1	19	9.12	1	19	9.12
VVG	1	6.81	1	1	8.12	1	1	8.12	1	1	8.12
V	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-
MM	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-
MHG	19	7.81	1	19	9.12	1	19	9.12	1	19	9.12
MVG	1	6.81	1	1	8.12	1	1	8.12	1	1	8.12
M	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-
HG(M)	-	-	1	1	7.81	1	2	8.51	1	3	8.87
HG(V)	9	7.81	1	9	9.12	1	9	9.12	1	9	9.12
VG	1	6.81	1	1	8.22	1	1	8.60	1	1	8.60
J	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-
f _a	0.687	0.688		0.694		0.700		0.704		0.707	
		KS, w6		KS, w7		KS, w8		KS, w9		KS, w10	
W	T ¹⁾	W	T ¹⁾	W	T ¹⁾	W	T ¹⁾	W	T ¹⁾	W	T ¹⁾
VM	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
VHG	19	9.12	1	19	9.12	1	19	9.12	1	19	9.12
VVG	1	8.12	1	1	8.12	1	1	8.12	1	1	8.12
V	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-
MM	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-
MHG	19	9.12	1	19	9.12	1	19	9.12	1	19	9.12
MVG	1	8.12	1	1	8.12	1	1	8.12	1	1	8.12
M	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-
HG	5	9.16	1	6	9.22	1	7	9.25	1	8	9.24
HG(V)	9	9.12	1	9	9.12	1	9	9.12	1	9	9.12
VG	1	8.50	1	1	8.41	1	1	8.22	1	1	7.94
J	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-
f _a	0.710	0.713		0.715		0.717		0.718		0.718	

Abkürzungen gemäss Anhang 5.d)

Anhang 5.c) Genauigkeit der Zuchtwertschätzung gemäss Selektionsindextheorie sowie die zur Berechnung verwendeten Informationen: ein Merkmal der Schlachtleistung mit $h^2 = 0.5$, $c^2 = 0.05$
(für das Erstlingsausssystem und für die einzelnen Nachkommenklassen w des konventionellen Systems KS)

Erstlingsausssystem		KS, w1		KS, w2		KS, w3		KS, w4		KS, w5	
W	L	W	T ¹⁾	W	T ¹⁾	W	T	W	L	W	L
VM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VHG	19	4.81	1	19	6.12	1	19	6.12	1	19	6.12
VVG	1	4.81	1	1	6.12	1	1	6.12	1	1	6.12
V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MHG	19	4.81	1	19	6.12	1	19	6.12	1	19	6.12
MVG	1	4.81	1	1	6.12	1	1	6.12	1	1	6.12
M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HG(M)	-	-	-	1	4.81	1	2	5.51	1	3	5.87
HG(V)	9	4.81	1	9	6.12	1	9	6.12	1	9	6.12
VG	1	4.81	1	1	6.22	1	1	6.60	1	1	6.60
I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I.a.a	0.601	0.603	0.621	0.631	0.637	0.642	0.651	0.652	0.654	0.654	0.654
		KS, w6		KS, w7		KS, w8		KS, w9		KS, w10	
		W	T ¹⁾	W	L	W	L	W	L	W	L
VM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VHG	19	6.12	1	19	6.12	1	19	6.12	1	19	6.12
VVG	1	6.12	1	1	6.12	1	1	6.12	1	1	6.12
V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MHG	19	6.12	1	19	6.12	1	19	6.12	1	19	6.12
MVG	1	6.12	1	1	6.12	1	1	6.12	1	1	6.12
M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HG	5	6.16	1	6	6.22	1	7	6.25	1	8	6.24
HG(V)	9	6.12	1	9	6.12	1	9	6.12	1	9	6.12
VG	1	6.50	1	1	6.41	1	1	6.22	1	1	6.03
I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I.a.a	0.645	0.648	0.651	0.652	0.654	0.654	0.652	0.652	0.654	0.654	0.654

Abkürzungen gemäss.d)

LEBENS LAUF

Name und Vorname: Zbinden Peter
Geburtsdatum: 21. Oktober 1966
Heimatort: Rüscheegg (BE)

Grundschule: 1974 - 1982 Burgdorf, Landiswil und Biglen (BE)

Berufslehre: 1982 - 1984 Landwirtschaftliche Lehre in Mex (VD)
und Wikartswil (BE)
Abschluss: Kantonale Landwirtschaftliche Lehrlingsprüfung

Mittelschule: 1984 - 1987 Feusi Schulzentrum Bern
Abschluss: Eidgenössische Matura Typus E

Studium: 1987 - 1993 Abteilung für Landwirtschaft der ETH Zürich,
Fachrichtung Nutztierwissenschaften,
Diplomarbeit im Rahmen des Erasmus -
Mobilitätsstudiums in Wageningen,
Niederlanden
Abschluss: Diplom als Ingenieur Agronom ETH;
Lehrbefähigung für den Unterricht an
landwirtschaftlichen Schulen

Berufliche Tätigkeit: 1992 Landwirtschaftliche Beratungszentrale
Lindau (ZH)

1993 - 1997 Institut für Nutztierwissenschaften,
Gruppe Tierzucht, ETH Zürich

seit 1996 Landwirtschaftliches Bildungs- und
Beratungszentrum Bäregg (BE)