

Zeitschrift: Zeitschrift für Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie = Économie et sociologie agraires
Herausgeber: Schweizerische Gesellschaft für Agrarwirtschaft
Band: 4 (1976)
Heft: 8

Artikel: Führungsfragen in der Schweinemast aus betriebswirtschaftlicher Sicht
Autor: Lüthi, S.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-966228>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 08.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

FÜTTERUNGSFRAGEN IN DER SCHWEINEMAST AUS BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHER SICHT

Von S. Lüthi¹⁾

1. PROBLEMSTELLUNG

1.1. Allgemeines

Die Fütterung spielt für die Wirtschaftlichkeit der Schweinemast eine grosse Rolle. Mehr als die Hälfte der Produktionskosten entfallen auf die Futterkosten. Es liegt damit auf der Hand, dass sich auch der Betriebswirtschafter den Fütterungsfragen aus seiner Sicht anzunehmen hat.

In dieser Arbeit wird versucht, die wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit verschiedener Fütterungsverfahren zu bestimmen. Innerhalb eines Verfahrens soll der Wert einzelner Futtermittel geschätzt werden. Nach einer Würdigung der Ergebnisse im Hinblick auf die Schweinemast mit betriebseigenem Futter werden noch einige Bemerkungen zum wohl entscheidensten Erfolgskriterium in diesem Betriebszweig - der Futterverwertung - gemacht.

1.2. Die einzelnen Verfahren

In den Optimierungsprozess einbezogen werden vier verschiedene Fütterungsverfahren, welche sich durch die Auswahl der zur Verfügung gestellten Futtermittel und damit auch durch den Arbeitsaufwand für die Fütterung voneinander unterscheiden. Innerhalb der einzelnen Verfahren werden die wirtschaftlich optimalen Rationen bestimmt. Die Verfahren unterscheiden sich wie folgt:

¹⁾ Dipl. Ing. Agr. ETH, Assistent am Institut für landw. Betriebslehre, ETHZ

Verfahren 1: Arbeitsextensives, einfaches Mastverfahren mit einem Alleinfutter.

Verfahren 2: Getreidemast. Bei diesem Verfahren wird unterstellt, dass die einzelnen Futterkomponenten zu den in 2.2. erwähnten finanziellen Bedingungen im Auftrag gemahlen und gemischt werden.

Verfahren 3: Maiskolbenschrotsilage- oder Maiskörnersilage-mast.

Verfahren 4: Getreide-, Kartoffel-, Schottenmast. Bei diesem Verfahren wird ebenfalls unterstellt, dass die Getreidekomponenten von einem Drittbetrieb gemahlen und gemischt werden.

Die bei den einzelnen Verfahren zur Verfügung stehenden Futtermittel sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tab. 1: Bei den einzelnen Verfahren zur Verfügung stehende Futtermittel

Futtermittel \ Verfahren	Verfahren			
	1	2	3	4
Alleinfutter	ja	ja	ja	ja
Protein-, Mineralstoffmischung	nein	ja	ja	ja
Gerste	nein	ja	nein	ja
Körnermais getrocknet	nein	ja	nein	ja
Ackerbohnen	nein	ja	nein	ja
Trockengras	nein	ja	nein	ja
Maiskolbenschrotsilage	nein	nein	ja	nein
Maiskörnersilage	nein	nein	ja	nein
Schotte	nein	nein	nein	ja
Kartoffeln gedämpft	nein	nein	nein	ja
Kartoffelmehl	nein	ja	nein	ja

2. METHODE UND DATEN

2.1. Methode

Zur Lösung der gestellten Fragen wurde die Methode der Linearen Programmierung gewählt. Ueber die Methode wurden in den Landw. Monatsheften 1975¹⁾ einige allgemeine Ausführungen gemacht. Im Gegensatz zu den dort erwähnten grossen Modellen für den gesamten Landwirtschaftsbetrieb wurde hier nur ein kleines Modell für den Betriebszweig "Schweinemast" verwendet. Dies aus zwei Gründen:

- Zum einen handelt es sich bei der Schweinemast um einen vom gesamten Betrieb relativ unabhängigen Betriebszweig, so dass bei einem Betriebszweigmodell keine untolerierbaren Vernachlässigungen von Interdependenzen in Kauf genommen werden müssen.
- Zum andern weisen kleine Modelle gegenüber grossen einen eminenten Vorteil bei der Interpretation ihrer Lösungen auf: Der Gültigkeitsbereich optimaler Lösungen ist bei kleinen Modellen grösser und dadurch wird die Interpretation von Schattenpreisen²⁾ und Grenzkosten³⁾ erst praktisch sinnvoll.

2.1.2. Das lineare Modell

Das verwendete Modell besteht aus 27 Restriktionen und 32 Aktivitäten. In der Zielfunktion wird die Differenz maximiert zwischen den Deckungsbeiträgen (siehe Abschnitt 2.2.) der einzelnen Verfahren einerseits und den gesamten Futterkosten, den Kosten für den Ferkelzukauf sowie den Arbeitskosten für die Fütterung, die den einzelnen Verfahren zugeteilt wurden, anderseits.

Die Fütterungsgleichungen gewährleisten für die einzelnen Verfahren ernährungsphysiologisch sinnvolle Rationen. Innerhalb des durch die Fütterungsrestriktionen abgesteckten Bereiches wird bei der Optimierung die wirtschaftlich optimale Ration bestimmt. Die für die einzelnen Verfahren aufgestellten Fütterungsbedingungen sind in Tabelle 2 aufgeführt.

1) Schweiz. Landw. Monatshefte,
Seite 258 f und Seite 313 f

2) Oekonomischer Wert einer zusätzlichen Einheit einer voll ausgelasteten Produktionskapazität

3) Verlust bzw. Gewinn im Ergebnis, wenn eine Aktivität um eine Einheit verändert wird.

Tab. 2: Fütterungsbedingungen für die einzelnen Verfahren

Fütterungsbedingungen / Verfahren	1	2	3	4
Maximum Trockensubstanz (TS)	nein	ja	ja	ja
Min. verd. Energie	ja	ja	ja	ja
Minimum Verdauliches Protein (VP)	nein	ja	ja	ja
Maximum Trockengras	nein	ja	nein	ja
Maximum Ackerbohnen	nein	ja	nein	ja
Maximum Mais	nein	ja	ja	ja
Maximum Schotte	nein	nein	nein	ja

Die "Maximum-Trockensubstanz" -Restriktion stellt sicher, dass das physische Aufnahmevermögen der Mastschweine respektiert wird.

Die "Minimum verdauliche Energie" -Restriktion stellt die Deckung des Energiebedarfs sicher. Analoge Funktion hat die "Minimum verdauliche Protein" -Bedingung für die Eiweissversorgung.

Eine "Maximum Trockengras" -Restriktion begrenzt den Trocken-grasanteil an der Ration auf 15% der gesamten TS-Aufnahme. Grund der Beschränkung ist die Beeinträchtigung der Fettqualität.

Die Ackerbohnenaufnahme ist ebenfalls auf 15% des TS-Verzehrs begrenzt. Der Grund liegt hier bei der Schädlichkeit von Glukosiden bei zu hohem Ackerbohnenanteil.

Der maximale Maisverzehr wurde auf 60% der TS-Aufnahme begrenzt. Der Grund für die Beschränkung liegt wiederum im Interesse einer guten Fettqualität.

Eine Begrenzung der Schottenaufnahme ist wegen des physischen Aufnahmevermögens der Schweine erforderlich. Die obere Grenze wurde bei 6 Liter je Tier und Tag festgesetzt.

In der Arbeitsrestriktion werden die Arbeitszeiten für die Fütterung bei den einzelnen Verfahren aufaddiert zur Aktivität "Arbeitsstunden total". Diese Arbeitsstunden werden in der

Zielfunktion mit Kosten belastet.

Für die einzelnen Verfahren wurde pro Tier nicht ein linearer, sondern ein degressiver Arbeitsbedarf mit zunehmendem Bestand unterstellt. Methodisch wurde das Problem als sog. "Fixkostenproblem" mittels gemischt-ganzzahliger Programmierung gelöst.

In der "Ferkelbeschaffungs"- Restriktion werden die für alle Verfahren benötigten Ferkel (inkl. 5 % Verlust) zu einer Aktivität "Ferkel total" aufaddiert, die mit dem Zukaufspreis pro Ferkel belastet in der Zielfunktion erscheint.

Die Platzbeschränkung stellt sicher, dass bei den Optimierungen endliche Lösungen gefunden werden.

2.2. Daten

Viele diesen Berechnungen zugrundeliegenden Daten stammen aus Grundgesamtheiten, die z.T. erhebliche Streuungen aufweisen. Einzelne Werte festzusetzen ist deshalb sehr oft auch eine Ermessensfrage. Diese Tatsache wirkt sich auf das Resultat aus und es ist gut, sich ihrer bei der Interpretation der Ergebnisse zu erinnern.

2.2.1. Technische Daten zu den Mastverfahren

a) Zuwachs, Fütterung

Im unterstellten Mastabschnitt von 25 - 105 kg wurde ein mittlerer Tageszuwachs von 625 g angenommen. Diese Mastleistung ist für Praxisverhältnisse relativ hoch, dürfte aber bei der unterstellten Fütterungsintensität (siehe unten) durchaus erreichbar sein. Die gesamte Umtriebszeit wurde mit 148 Tagen veranschlagt, nämlich 12 Tage Anfütterungszeit im Abschnitt 20 - 25 kg, 128 Tage effektive Mastperiode und 8 Tage für Stalldesinfektion und Leerstehen.

Der Futter- und Nährstoffbedarf pro Mastschwein wurde aus dem UFA-Ratgeber 3.09 abgeleitet, wobei der dort angegebene Bedarf um 5% erhöht wurde. Mit diesen Normen ergibt sich ein Futterverbrauch (87 % TS) von 3,57 kg pro kg Zuwachs.

Die Gehaltsangaben der in Tabelle 1 aufgeführten Futtermittel gehen aus Tabelle 3 hervor.

Tab. 3: Angebotene Futtermittel mit ihrem Gehalt an TS, Rohfaser, verdaul. Energie (VE) und verdaul. Protein (VP)

Futtermittel	Einheit	TS %	Rohfaser %	VE M cal	VP kg
Alleinfutter (UFA 339)	1 q	87	6	296	13,5
Protein-Mineralstoffmischung (UFA 381)	1 q	87	5,5	272	37
Gerste	1 q	87	5	313	8,3
Körnermais	1 q	87	2	344	7,5
Ackerbohnen	1 q	87	8	320	22
Trockengras	1 q	88	22	202	8,8
Maiskolbenschrotsilage	1 q	55	5,9	187	3,7
Maiskörnersilage	1 q	60	2	234	4,6
Schotte	1 q	6	-	23	0,6
Kartoffeln gedämpft	1 q	23,5	0,7	89	1,3
Kartoffelmehl	1 q	90	2,4	337	5,0

Quellen: Landwirtschaftliches Handbüchlein zum Wirzkalender 1976. Angaben vom Institut für Tierernährung, ETHZ

b) Arbeitszeiten für die Fütterung

Es ist klar, dass die verschiedenen Fütterungsverfahren unterschiedlichen Arbeitsaufwand zur Folge haben. Diesen zu berücksichtigen, erweist sich als unumgänglich, wenn man die Verfahren miteinander vergleichen will. Berücksichtigt wird nur der Arbeitsbedarf für die Fütterung. Der übrige Arbeitsbedarf für das Misten, die Kontrollen usw. wird für alle Verfahren als gleich angenommen und braucht daher nicht berücksichtigt zu werden, da fixe Kostenanteile ohne Einfluss auf das Optimum sind.

Die Arbeitsnormen, die zu den problematischsten bei jeder Planung gehören, wurden der "Betriebswirtschaftlichen und Landtechnischen Datensammlung für die Landwirtschaftsberatung in Bayern" entnommen (Herausgegeben vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1966, München).

Wie aus den Zahlen in Tabelle 4 ersichtlich ist, handelt es sich um hochmechanisierte Fütterungsverfahren.

Tab. 4: Arbeitszeiten in AK-Min./Tag je 10 Tiere für die verschiedenen Verfahren

Verfahren \ Bestand (Pl.)					
	20	40	60	80	100
1: Alleinfutter	4.5	3.8	3.0	2.8	2.7
2: Getreidemast	6.1	5.1	4.	3.7	3.5
3: Maissilagemast	8.3	7.1	5.9	5.4	5.3
4: Getreide, Kart., Schotte	10.3	8.8	7.3	6.8	6.5

2.2.2. Wirtschaftliche Daten

Alle wirtschaftlichen Daten beziehen sich auf die Preisbasis 1975.

In der Zielfunktion (ZF) wird der Gesamtdeckungsbeitrag eines Jahres maximiert. Dieser Betrag bleibt zur Abgeltung der Arbeitskosten exkl. der Arbeitskosten für die Fütterung sowie der Kapitalkosten, soweit sie nicht den Futteraktivitäten zugeordnet wurden (siehe Abschnitt b).

a) Deckungsbeitrag der einzelnen Verfahren

Bei allen Verfahren wurde pro Sau bzw. Sauplatz derselbe Deckungsbeitrag unterstellt, nämlich:

Erlös : Fleisch 105 kg à 4.40	Fr. 462.--
Kosten: Jagerfutter Anfütterungszeit (20-25 kg)	
12 kg à -.845	10.--
Tierarzt, Verschiedenes	10.--
Total Kosten	<u>Fr. 20.--</u>
ZF - Wert pro Sau	Fr. 442.--
ZF - Wert pro Mastplatz (2.46 Umtriebe)	Fr. 1087.--

b) Futterkosten

Eine Rationenoptimierung innerhalb der einzelnen Verfahren ist nur möglich, wenn die Kosten den Futtermitteln direkt belastet werden. Jede Futtermittelaktivität wird deshalb mit ihren Kosten in der Zielfunktion belastet. Die Kosten der einzelnen

Futtermittel sind in Tabelle 5 aufgeführt. Die Angaben für die Futtermittel wurden den UFA-Preislisten, den "Brugg Informationen" des Schweiz. Bauernverbandes sowie den Planungsgrundlagen der SVBL entnommen.

Für das Mischen des Futters wurde Fr. 1.50 pro q, für das Mahlen Fr. 4.-- sowie Fr. 1.-- pro q als Lagerkosten eingesetzt.¹⁾

Für das Alleinfutter wurde ein Mengenrabatt von Fr. 6.-- pro q abgezogen. Für die Eiweiss-/Mineralstoffmischung ein solcher von Fr. 4.--, für die Verfahren 1-3 bzw. Fr. 2.-- beim Verfahren 4. Grund für den geringeren Rabatt bei Verfahren 4 ist, dass dieses Verfahren i.a. nur in kleineren Beständen in Frage kommen dürfte, so dass die Chance, günstige Abschlüsse auszuhandeln, kleiner ist.

Die Kosten für den Siloraum bei Maissilage und gedämpften Kartoffeln setzen sich zusammen aus Abschreibungen von 6,7 % und 1,2 % für Reparaturen, Versicherungen und Verschiedenes des Neuwertes von Fr. 160.-- pro m³ sowie einer Verzinsung des mittleren Anlagewertes zu 5,5 %.

Tab. 5: Futtermittelkosten pro q

Futtermittel	Futterkosten netto	Nebenkosten: Misch-, Mahlkosten, Siloraum etc.	Total Preis
Alleinfutter	76.50	--	76.50
Eiw./Mineralstoffkonz.	96.-/98.--	--	96.-/98.-
Gerste	58.--	6.50	64.50
Körnermais	60.--	6.50	66.50
Ackerbohnen	65.--	6.50	71.50
Trockengras	51.--	2.50	53.50
Maiskolbenschrotsilage	29.80	3.20 ²⁾	33.--
Maiskörnersilage	37.30	3.-- ²⁾	40.30
Schotte	2.--	--	2.--
Kartoffelmehl	55.--	2.50	57.50
Kartoffeln siliert	15.--	6.70 ³⁾	21.70

1) Angaben eines Genossenschaftsverwalters

2) Siloraumkosten plus Fr. 1.-- Transportkosten

3) Siloraumkosten plus Fr. 4.-- für Miete Dämpfkolonne

Für die Berechnung der Nettofutterkosten für Maiskolbenschrotsilage und Maiskörnersilage wurde, da für die beiden Futtermittel kaum ein Markt besteht und damit auch kein Preis bekannt ist, wie folgt vorgegangen: Nettofutterkosten für Körnermais gem. Tab. 5 abzüglich 50% der Trocknungskosten (Fr. 6.--/q), anschliessend Berechnung der Kosten pro Mcal und Umrechnung auf Silage gemäss Energiegehalt in Tab. 3. Dass der Maisverkäufer unter diesen Annahmen ~~besser~~ fährt, wenn er den Körnermais nass verkauft, steht ausser Diskussion, kommen ihm doch die halben Trocknungskosten zugute. Ob auch der Mäster auf seine Rechnung kommt, werden die Ergebnisse in Abschnitt 3 zeigen.

c) Ferkelkosten

Der Preis pro zugekauftes Ferkel wurde mit Fr. 6.80 pro kg eingesetzt, also Fr. 136.-- pro Ferkel.

d) Arbeitskosten für die Fütterung

Bei allen im folgenden Abschnitt dargestellten Berechnungen wurde die Arbeitsstunde für die Fütterung mit Fr. 15.-- in der Zielfunktion belastet. Dies hat zur Folge, dass arbeitsintensivere Verfahren gegenüber arbeitsextensiveren in ihrer Konkurrenzfähigkeit benachteiligt werden.

ERGEBNISSE

Die Ergebnisse werden in 3 Abschnitten behandelt:

1. Uebersicht über die Konkurrenzfähigkeit der einzelnen Verfahren
2. Diskussion der optimalen Rationen innerhalb der einzelnen Verfahren
3. Einige Hinweise zur ökonomischen Bedeutung der Futterverwertung

Alle Rechnungen wurden mit dem Optimierungsprogramm APEX-III für gemischt-ganzzahlige Probleme am Rechenzentrum der ETH durchgeführt.

3.1. Die Konkurrenzfähigkeit der einzelnen Verfahren

In Tabelle 6 ist der Deckungsbeitrag pro Tierplatz und pro Mastsau sowie der Arbeitsbedarf für die Fütterung je Platz bei 100 Tieren aufgeführt.

Der Deckungsbeitrag - dies sei nochmals wiederholt - dient zur Deckung der Kapital- und Arbeitskosten, soweit sie gemäss den vorangehenden Ausführungen nicht in Abzug gebracht worden sind.

Tab. 6: Deckungsbeitrag (DB) je Platz und je Mastsau sowie Arbeitsaufwand für die Fütterung je Platz

<div>Verfahren</div> <div>Kriterium</div>	1	2	3	4
DB je Platz und Jahr	173.60	262.30	242.10	276.10
DB je Tier	70.60	106.60	98.40	112.20
AKh je Platz und Jahr	1.61	2.1	3.16	3.93

Kommentar zu Tabelle 6:

- Das Niveau der Deckungsbeiträge ist entsprechend den optimistischen technischen Annahmen überdurchschnittlich.
- Vom schlechtesten Verfahren (1, Mast für Alleinfutter) zum zweitschlechtesten (3, Mast mit Maissilage) ergibt sich eine Differenz im Deckungsbeitrag von Fr. 28.-- pro Mastsau.
- Das Ergebnis von Verfahren 2 ist um rund Fr. 8.-- besser als das von Verfahren 3.
- Verfahren 4 schneidet pro Mastsau um knapp Fr. 6.-- besser ab als Verfahren 2.
- Obwohl die Arbeit für die Fütterung mit Fr. 15.-- pro Stunde gut abgegolten ist, sind die Differenzen beachtlich. Eine geringere Abgeltung der Arbeit erhöht die Konkurrenzfähigkeit arbeitsintensiver Verfahren.
- Wichtigste Schlussfolgerung aus Tabelle 6 ist wohl die, dass es betriebswirtschaftlich sinnvoll ist, das Futter selbst zu mischen bzw. mischen zu lassen, statt die Mast auf Basis eines zugekauften Alleinfutters zu betreiben (s. dazu 3.2.4).

3.2. Diskussion der optimalen Rationen innerhalb der einzelnen Verfahren

Am ergiebigsten zu diskutieren sind die Lösungen im Mastverfahren 4, weil hier am meisten Futter zur Auswahl stehen, deren Veredlungswert sich anhand der optimalen Lösungen gut abschätzen und zueinander in Beziehung setzen lässt.

Im folgenden wird die optimale Ausgangslösung vorgestellt. Anschliessend werden die Ergebnisse einiger Varianten von Verfahren 4 präsentiert, bevor auf die optimalen Lösungen bei den übrigen Verfahren eingegangen wird.

3.2.1. Die Ergebnisse innerhalb von Verfahren 4

a) Die optimale Ausgangslösung

Die optimale Ausgangslösung zeichnet sich durch einen grösstmöglichen zulässigen Lösungsbereich aus: Alle Futtermittel stehen innerhalb der durch die Restriktionen vorgeschriebenen Bedingungen für eine optimale Ration zur Verfügung: das finanzielle Ergebnis der Ausgangslösung wird also grösser sein als bei den ihr folgenden Varianten, bei welchen der Lösungsbereich durch zusätzliche Bedingungen eingeschränkt wurde.

Von den 8 Fütterungsrestriktionen (Max. TS, Max. Rohfaser, Min. verdaul. Energie, Min. VP, Max. Trockengras, Max. Ackerbohnen, Max. Mais und Max. Schotte) sind vier strikt erfüllt, d.h. dass vier Bedingungen für die Zusammensetzung der Ration begrenzend wirken. Die vier Restriktionen mit ihren Dualwerten (Schattenpreisen) sind in Tabelle 7 aufgeführt:

Tab. 7: Strikt erfüllte Restriktionen und ihre Schattenpreise

Restriktion	Einheit	Schattenpreis Wert
Min. verdaul. Energie	M cal	0.147
Min. VP	g VP	1.565
Max. Ackerbohnen	TS Ackerbohnen	- 11.60
Max. Schotte	100 l Schotte	- 2.33

Der Dualwert besagt, um wieviel sich der Zielfunktionswert verschlechtert, wenn die Restriktion um eine Einheit restriktiver gemacht wird. Beispielsweise bei der "Minimum verdauliche Energie" -Restriktion werden für ein Mastschwein mindestens 846 M cal Energie gefordert. Wird dieser Minimalbedarf auf 847 m cal festgesetzt, so sinkt der Zielfunktionswert um 0.147 Franken.

Ein um 1 kg erhöhter Eiweissbedarf pro Mastschwein von 39,57 kg VP statt der geforderten 38,57 kg senkt das finanzielle Ergebnis um 1,57 Franken. Könnte dagegen pro Mastschwein, statt wie bisher 0,37 q TS Ackerbohnen, 1,24 q TS dieses Eiweiss-trägers verfüttert werden, stiege der Zielfunktionswert um Fr. 11.60. Daraus lässt sich schliessen, dass die "Maximum Ackerbohnen"-Bedingung inbezug auf das finanzielle Ergebnis einschneidend ist oder anders gewendet, dass die Ackerbohnen wirtschaftlich interessant sind.

Als wirtschaftliches Futter unter den angenommenen Verhältnissen erweist sich auch die Schotte.

In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten Ergebnisse der optimalen Lösung von Verfahren 4 zusammengestellt.

Tab. 8: Optimale Ausgangslösung von Verfahren 4 (bezogen auf 1 Mastsau)

DB, Aktivität \ Ergebnisse	Niveau	Grenzverlust pro q in Fr.	Obere Grenze f. Gültigkeit Grenzverlust
Deckungsbeitrag	112.20 Fr	---	--
Alleinfutter	--	11.74	178,8 kg
Protein-/Mineralstoffmischung	50,5 kg	---	--
Gerste	--	5.37	139,63 kg
Körnermais	--	4.05	121,8 kg
Ackerbohnen	42,8 kg	---	--
Trockengras	--	9.95	42,36 kg
Schotte	768 lt	---	--
Kartoffeln siliert	--	6.55	442,8 kg
Kartoffelmehl	117,2 kg	---	--

Der Grenzverlust einer Aktivität gibt an, um wieviel sich der Zielfunktionswert verschlechtert, wenn eine Einheit (bei den Futtermitteln 1 q) in der Lösung erzwungen wird. Oder anders ausgedrückt: Um wieviel der Preis gesenkt werden müsste, damit das entsprechende Futter in der optimalen Ration erscheint. Die letzte Kolonne in Tabelle 8 gibt an, bis zu welcher oberen Grenze der angegebene Grenzverlust Gültigkeit hat. Würden beispielsweise mehr als 178,8 kg Alleinfutter in der Ration erzwungen, so würde sich der Grenzverlust erhöhen. In der optimalen Ration der Ausgangslösung von Verfahren 4 erweist sich das Kartoffelmehl neben der Schotte bei den unterstellten Preisrelationen als billigster Energieträger. Der Eiweissbedarf wird soweit als möglich über Ackerbohnen gedeckt, doch ist eine Ergänzung mit der Protein/Mineralstoffmischung erforderlich.

Von den Futtermitteln, welche nicht in der optimalen Ration figurieren, weisen Körnermais und Gerste die geringsten Grenzverluste auf. Die silierten Kartoffeln müssten um Fr. 6.55 verbilligt werden, damit sie in der optimalen Ration erscheinen, das Trockengras um fast Fr. 10.-- und das Alleinfutter um beinahe 12 Franken.

Die folgende Zusammenstellung gibt an, bei welchen Futterpreisen zwischen den Futtermitteln von Verfahren 4 Preisparität besteht (Preise in Tabelle 5 plus Grenzverluste).

Tab. 9: Preisparität der Futter von Verfahren 4

Futter	Preisparität je q	Senkung des Futterpreises bis zur Parität (in %)
Alleinfutter	Fr. 64.80	15.3
Eiweiss-/Mineralstoffmischung	Fr. 98.--	--
Gerste	Fr. 63.40	8.5
Körnermais	Fr. 64.04	6.4
Ackerbohnen	Fr. 65.--	--
Trockengras	Fr. 41.05	19.5
Schotte	Fr. 2.--	--
Kartoffelmehl	Fr. 55.--	--
Kartoffeln siliert	Fr. 8.45	43.7

Es versteht sich von selbst, dass die oben dargestellte Ration nicht ohne Einschränkungen in die Praxis umsetzbar ist. Schon deshalb nicht, weil nicht überall Schotte zur Verfügung steht. Auch müsste die ernährungsphysiologische Wirkung eines so hohen Anteils Kartoffelmehl an der Ration sowie die Verfügbarkeit des Kartoffelmehls auf dem Markt näher geprüft werden. In der Folge werden aber noch einige unproblematischere Varianten vorgeführt. Es muss an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen werden, dass es nicht Ziel der Arbeit ist, exakte Lösungen vorzuführen, sondern dass es primär darum geht, die Relationen zwischen Verfahren und Futtermitteln aufzuzeigen.

b) Zwei Varianten zu Verfahren 4

Es sollen nun die finanziellen und fütterungstechnischen Folgen abgeklärt werden, wenn die Verfütterung von Ackerbohnen, Kartoffelmehl und Schotte ausgeschlossen ist. Wird die Verfütterung von Schotte nicht zugelassen, so erweist sich nicht mehr Verfahren 4 als am konkurrenzfähigsten, sondern Verfahren 2 (siehe 3.2.2). Im folgenden werden die zwei Varianten von Verfahren 4 vorgestellt, bei welchen einmal die Ackerbohnenfütterung und das andere Mal die Fütterung von Kartoffelmehl unterbunden ist.

Ueber die strikt erfüllten Fütterungsbedingungen und den Dualwert der Restriktionen gibt Tabelle 10 Aufschluss.

Tab. 10: Strikt erfüllte Restriktionen und ihre Dualwerte bei Varianten von Verfahren 4

<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Restriktion</div> <div>Variante</div> </div>	Einheit	Schattenpreise	
		Verfahren 4 ohne Ackerbohnen	Verfahren 4 ohne Kartoffelmehl
Min. verdaul. Energie	1 M cal	0.147	0.161
Minimum VP	1 kg VP	1.565	1.46
Maximum Schotte	100 lt	- 2.33	- 2.59
Maximum Ackerbohnen	1 q TS	--	-14.6

Die Dualwerte bei der Variante ohne Ackerbohnen unterscheiden sich nicht von denjenigen der Ausgangslösung. Hingegen sind bei der Variante ohne Kartoffelmehl interessante Verschiebungen festzustellen. Die "Minimum VP"-Bedingung verliert durch den Verlust des ausgesprochenen Energieträgers Kartoffelmehl an Restriktivität zu Lasten der "Energie"-Bedingungen. Dass auch die Ackerbohne aufgewertet wird, ist ihrem hohen Energiegehalt (siehe Tab. 3) zuzuschreiben.

In Tabelle 11 sind die optimalen Lösungen der beiden Varianten dargestellt.

Tab. 11: Optimale Aktivitätsniveaux

Variante 1: Ohne Ackerbohnen

Variante 2: Ohne Kartoffelmehl

Ergebnisse DB, Aktivität	Niveau		Grenzverlust pro q in Fr.		ob. Gültigkeitsgrenze Grenzverlust in kg	
	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2
DB pro Sau	Fr. 107.90	107.30	--	--	--	--
Alleinfutter	--	--	11.74	8.97	213	179
Protein-/MS-mischg. kg	72,9	41,6	--	--	--	--
Gerste kg	--	--	5.37	1.83	166	139
Körnermais kg	--	121,8	4.05	--	145	--
Ackerbohnen kg	--	42,8	-10.09	--	42,8	--
Trockengras	--	--	9.95	8.02	42	42
Schotte lt	768	768	--	--	--	--
Kartoffeln siliert	--	--	6.55	5.43	528	443
Kartoffelmehl kg	139,8	--	--	-4.21	--	117

Aus Tabelle 11 geht folgendes hervor:

- Durch das Unterbinden der Ackerbohnen bzw. des Kartoffelmehls sinkt der Deckungsbeitrag je Sau um rund 5 Franken und erreicht dadurch nahezu das Niveau des Deckungsbeitrages von Verfahren 2.
- Die Ackerbohnen in der Ausgangslösung werden in der Ration von Variante 1 durch Eiweisskonzentrat und Kartoffelmehl ersetzt.

- Die Grenzverluste in Variante 1 erfahren gegenüber der Ausgangslösung (Tab. 8) keine Änderung.
- Anstelle von Kartoffelmehl tritt in der Ration von Variante 2 der Körnermais.
- Die Grenzverluste der Energieträger nehmen in Variante 2 um 2 bis 4 Franken ab.

Werden bei Verfahren 4 die Ackerbohnen und das Kartoffelmehl gleichzeitig nicht zugelassen, so erweist sich Verfahren 2 gegenüber Verfahren 4 wieder als konkurrenzfähiger.

3.2.2. Die Ergebnisse innerhalb von Verfahren 2

In diesem Abschnitt werden 3 Lösungen innerhalb von Verfahren 2 (Getreidemast mit betriebsindividueller Mischung) diskutiert, nämlich:

- die Ausgangslösung (Var. 1)
- die Ausgangslösung ohne Ackerbohnen (Var. 2)
- die Ausgangslösung ohne Kartoffelmehl (Var. 3)

Gleichzeitiger Ausschluss von Ackerbohnen und Kartoffelmehl führt zur Ueberlegenheit von Verfahren 3 (Maissilagemast).

In Tabelle 12 sind die strikt erfüllten Restriktionen und ihre Dualwerte der 3 Lösungen aufgeführt.

Tab. 12: Strikt erfüllte Restriktionen und ihre Dualwerte bei Verfahren 2

Restriktion \ Variante	Schattenpreis (Dualwert)		
	Ausgangs- lösung	ohne Acker- bohnen	ohne Kartof- felmehl
Minimum verdaul. Energie	0.148	0.148	0.163
Minimum VP	1.50	1.50	1.39
Maximum Ackerbohnen	-10.4	-	-13.05

In Tabelle 12 tauchen bereits bekannte Tendenzen auf (siehe Tab. 10!): Erhöhung der Restriktivität der "Minimum-Energie"-Bedingung zulasten der "Minimum VP"-Restriktion durch Ausschalten des Energieträgers Kartoffelmehl.

In Tabelle 13 sind die wichtigsten optimalen Ergebnisse dargestellt.

Tab. 13: Optimale Ergebnisse der Varianten innerhalb Verfahren 2

Ergebnisse DB, Aktivität	Ergebnisse (Fr. bzw. kg)			Grenzverluste pro q in Franken		
	Var.1	Var.2	Var.3	Var.1	Var.2	Var.3
DB pro Sau	106.60	102.80	99.50	--	--	--
Alleinfutter	--	--	--	12.30	12.30	9.43
Prot.-/MS-mischg.	56.5	78.9	44.1	--	--	--
Gerste	--	--	--	5.60	5.60	1.93
Körnermais	--	--	171.2	4.20	4.20	--
Ackerbohnen	42.8	--	42.8	--	-9.05	--
Trockengras	--	--	--	10.30	10.30	8.3
Kartoffelmehl	164.7	187.3	--	--	--	-4.30

In Tabelle 13 verdient folgendes Beachtung:

- Werden die Ackerbohnen nicht zur Fütterung zugelassen, sinkt das Ergebnis pro Sau um knapp 4 Franken.
- Das Unterbinden der Kartoffelmehlfütterung senkt das Ergebnis um 7 Franken.
- Die Zusammensetzung der Ration ändert sich ähnlich wie bei den vorgeführten Lösungen von Verfahren 4: Das Eiweiss wird beim Ausfall der Ackerbohnen durch die Protein-Mineralstoffmischung geliefert, Energiesubstitut für das Kartoffelmehl ist der Körnermais.

3.2.3. Die Körnermaissilagemast

Die Körnermaissilagemast kann als eine grundsätzliche Alternative zu den anderen Mastverfahren betrachtet werden. Sie ist insofern auch ein sinnvolles Verfahren, als hier die Mast auf vorwiegend inländischer Futterbasis erfolgt. Wie aus Tabelle 6 hervorgeht, ist es nicht nur für den Mäster ein interessantes Verfahren, sondern auch für den Maisproduzenten, wird doch sein Erlös um die halben Trocknungskosten höher ausfallen als

bei der üblichen Körnermaisproduktion. Dadurch gewinnt der Körnermais innerhalb der arbeitsextensiven Ackerkulturen nochmals an Attraktivität.

Eine Einschränkung muss gemacht werden: Dieses Verfahren kommt wegen der erforderlichen Mindestentnahmen im Silo nur in grösseren Beständen ab ca. 100 Schweinen in Frage¹⁾.

Im folgenden wird die optimale Lösung von Verfahren 3 vorgestellt. Nachstehende Fütterungsrestriktionen sind strikt erfüllt und weisen den folgenden Dualwert auf:

Tab. 14: Strikt erfüllte Restriktionen und ihre Schattenpreise

Restriktion	Schattenpreis Fr.	Einheit
Minimum verdaul. Energie	0.21	M cal
Minimum VP	1.04	kg VP
Maximum Mais	23.05	q TS

Zu beachten ist der hohe Dualwert der Maisbeschränkung.

Tab. 15: Wichtigste Ergebnisse der optimalen Lösung von
Verfahren 3

Ergebnisse	Niveau	Grenzverluste pro q in Franken	Ob. Grenze für Gültig- keit Grenz- verluste
DB, Aktivität			
DB pro Sau	98.40 Fr.	--	--
Alleinfutter	--	13.60	285 kg
Prot.-/MS-mischung	66.42 kg	--	--
Maiskolbenschrotsilage	--	2.39	239 kg
Maiskörnersilage	269 kg	--	--
Körnermais getr. ²⁾	--	6.20	185,7 kg

- Bei den unterstellten Preisverhältnissen erweist sich die Maiskörnersilage der Maiskolbenschrotsilage als überlegen.

¹⁾ Siehe dazu UFA-Ratgeber für erfolgreiche Nutztierhaltung 3.11

²⁾ Wurde eingeführt, um die Parität zwischen den verschiedenen Maisverwertungsarten abzuschätzen.

- Parität zwischen 3 Maisverwertungsarten besteht unter den diesen Berechnungen zugrundeliegenden Annahmen bei einem Preis pro q für:

Maiskörnersilage	von Fr. 37.30
Maiskolbenschrotsilage	von Fr. 27.40
getr. Maiskörner	von Fr. 53.80

- Der Grenzverlust von Fr. 6.20 beim Körnermais entspricht grösstenteils den zugunsten des Mästers eingesparten Trocknungskosten bei der Maiskörner- resp. Maiskolbenschrotsilage.

3.2.4. Bemerkungen zur Alleinfuttermast

In Abschnitt 3.1. wurde nachgewiesen, dass eine Mast auf Basis eines zugekauften Alleinfutters betriebswirtschaftlich nicht konkurrenzfähig ist mit den andern Verfahren. Dieses Ergebnis leuchtet ein, sind doch die Futtermühlen keine karitativen Organisationen, sondern gewinnorientierte Unternehmungen, die neben der gewerblichen Aktivität auch nicht unmittelbar einträgliche Dienstleistungen erfüllen wie z.B. die Forschung und Beratung. Gewisse Einschränkungen zulasten der Verfahren 2 und 4 und zugunsten von Verfahren 1 müssen allerdings gemacht werden: Die Schweinemast mit einem zugekauften Alleinfutter stellt an die Fähigkeiten des Mästers weit kleinere Anforderungen als die Mast mit Eigenmischungen.

Andererseits wurde in den Berechnungen Verfahren 1 mit den günstigen Rabattbedingungen gegenüber den andern Verfahren sicher nicht benachteiligt.

3.5. Würdigung der Ergebnisse im Hinblick auf die Schweinemast auf betriebseigener Futterbasis

Die vorangehenden Berechnungen lassen den Schluss zu, dass betriebseigene Futtermittel die Konkurrenzfähigkeit der Schweinemast wesentlich verbessern. Es bleibt zu prüfen, ob die Schweinemast auf betriebseigener Futterbasis eine Flächenproduktivität erbringt, die mit derjenigen der Milch- und Rindfleischproduktion vergleichbar ist. Träfe dies zu, wäre der Nachweis erbracht, dass in Ackerbaugebieten zur Rindvieh-

produktion wirtschaftliche Alternativen bestehen. Man könnte dann im Sinne einer marktgerechten Produktionslenkung zur Umstellung speziell von der Milchproduktion auf die Schweinefleischproduktion im Ackerbauggebiet raten. Soll jedoch kein Schweinefleischberg entstehen, müssten die Futtermittelimporte gesenkt werden. Damit wäre das Milchproblem gelöst und die aus globaler ernährungspolitischer Sicht problematischen Futtermittelimporte etwas reduziert. Gewiss erlitt durch die Schmälerung der Veredlungsbasis (Importreduktion) die Landwirtschaft auch Einkommenseinbussen. Man kann aber nicht alles haben:

- Uneingeschränkte Produktionsmöglichkeiten und keine Absatzschwierigkeiten
- Hohes Konsumniveau an Veredlungsprodukten in den Industrieländern und eine ausreichende Getreideversorgung in der Dritten Welt.

Bei der Variante 3 im Verfahren 2 (Tab. 13) werden zur Mast einer Sau 1,71 q Körnermais und 42,8 kg Ackerbohnen benötigt. Die Futtermittel im Eiweisskonzentrat bleiben unberücksichtigt, da sie nicht auf unserem Boden produziert werden können. Bei einem Körnermaisertrag von 65 q/ha und einem Ackerbohnenenertrag von 40 q/ha ergibt sich pro Mastschwein ein Flächenbedarf von 2,63 a bzw. 1,07 a, total 3,7 a.

Der Direktkostenfreie Ertrag pro Sau bzw. pro ha Futterfläche berechnet sich wie folgt:

	Deckungsbeitrag pro Sau (gem. Tab. 13)	Fr. 100.--
+	Futterkosten Mais 1.71 q à Fr. 60.--	Fr. 103.--
+	Futterkosten Ackerbohnen 0.428 q à Fr. 65.--	Fr. 28.--
+	Arbeitskosten Fütterung 1.6 h à Fr. 15.--	Fr. 24.--
-	Direktkosten Futterfläche	
	Mais Fr. 1700.-/ha x 0.0263	Fr. 45.--
	Ackerbohnen Fr. 1300.-/ha x 0.0107	Fr. 14.--
+	Anbauprämie Fr. 750.-/ha x 0.037	<u>Fr. 25.--</u>
	Direktkostenfreier Ertrag pro Sau	Fr. 224.--
	Direktkostenfreier Ertrag je ha	Fr. 6054.--
		=====

Dieser DfE pro ha entspricht einem Wert, der in der Milchviehhaltung und der Rindviehmast nur bei maximalen Erträgen und massiven Futterzukäufen erreicht wird. Die Schweinemast ist wirtschaftlich also durchaus eine Alternative zur Milchproduktion in Ackerbaugebieten.

3.3. Einige Hinweise zur ökonomischen Bedeutung der Futterverwertung bei konstantem Tageszuwachs

Bei den vorangegangenen Berechnungen machten die Futterkosten über die Hälfte des Gesamtertrages aus. Die Wichtigkeit einer guten Futterverwertung als physisches Leistungskriterium in der Schweinemast liegt deshalb auf der Hand. In Tabelle 16 sind für das finanziell beste und das schlechteste Mastverfahren (Verfahren 4 bzw. 1) die wirtschaftlichen Ergebnisse dargestellt bei einer Futterverwertung, die um 10% besser bzw. schlechter ist.

Tab. 16: Auswirkungen auf das finanzielle Ergebnis bei einer Steigerung bzw. Verschlechterung der Futterverwertung für die Mastverfahren 4 bzw. 1 um 10%

Verfahren DB pro Mastsau bei	4 (Getreide-/Schottemast)	1 (Alleinfuttermast)
normaler FV ¹⁾	112.20 Fr.	70.60 Fr.
um 10 % erhöhter FV	130.30 Fr.	92.50 Fr.
um 10 % tiefere FV	94.20 Fr.	48.80 Fr.

Tabelle 16 ist folgendes zu entnehmen:

- Eine 10%ige Veränderung der Futterverwertung bewirkt bei Verfahren 4 einen um ca. Fr. 18.-- höheren bzw. tieferen Deckungsbeitrag.

¹⁾ Futterverwertung: siehe dazu: A. Schneider, Züchterische Möglichkeiten einer ad libitum Fütterung beim Schwein. Diss. Nr. 5246 ETHZ
M. Jost: Unterschiedliche Fütterungsintensität bei Mastschweinen. Schriften der Schweiz. Vereinigung für Tierzucht, Nr. 46

- Bei Verfahren 1 macht die Differenz des teureren Futters wegen rund Fr. 22.-- aus.

Im allgemeinen bewirkt die ad libitum Fütterung gegenüber einem rationierten Fütterungsregime einen höheren Tageszuwachs, hat aber eine schlechtere Futterverwertung zur Folge¹⁾.

Bei einem zu restriktiven Fütterungsregime nimmt selbstverständlich die Futterverwertung wiederum ab, weil der Erhaltungsbedarf zunehmend ins Gewicht fällt. Diese Zusammenhänge führen zur Einsicht, dass es zwischen Fütterungsintensität und Tageszuwachs ein Optimum gibt, das zu bestimmen eine klassische Aufgabe für den Betriebswirtschaftler wäre. Die Beziehungen zwischen Fütterungsintensität, Futterverwertung und Tageszuwachs sind aber so kompliziert und durch interaktive Faktoren²⁾ beeinflusst, dass die Zusammenhänge durch die Fütterungsspezialisten bisher (noch) nicht quantifiziert worden sind und das aufgeworfene Optimierungsproblem (vorläufig) als nicht lösbar anzusehen ist.

4. ZUSAMMENFASSUNG

Die Optimierung von verschiedenen Fütterungsverfahren in der Schweinemast zeigt die wirtschaftliche Vorzüglichkeit der Mast auf Basis von betriebsindividuellen Futtermischungen. Als interessant gegenüber der Alleinfuttermast erweist sich ebenfalls die Mast auf Basis von Maiskörnersilage und Maiskolbenschrot mit Protein-/Mineralstoffkonzentrat als Ergänzung.

Unter den verfügbaren Futtermitteln erwiesen sich für die unterstellten Preisrelationen die Schotte, die Ackerbohnen, das Kartoffelmehl und das Eiweisskonzentrat am konkurrenzfähigsten. Relativ wenig fallen der Mais und die Gerste ab, während das Trockengras, die gedämpften Kartoffeln und das Alleinfutter massiv verbilligt werden müssten, um konkurrenz-

1) siehe Fussnote Seite 41

2) z.B. genetische Voraussetzungen bei den Tieren, Geschlecht, Futterbeschaffenheit etc.)

fähig zu sein.

Die Flächenproduktivität der Schweinemast mit betriebs-eigenen Futtermitteln (exkl. Eiweisskonzentrat) erweist sich den Ergebnissen aus der Milchviehhaltung nicht und denjenigen der Grossviehmast wenig unterlegen, so dass in Ackerbaugeländen die Schweinemast aus ökonomischer Sicht eine Alternative zu diesen Betriebszweigen darstellt.

Entscheidend als physisches Erfolgskriterium in der Schweinemast ist die Futterverwertung. In der Arbeit werden die wirtschaftlichen Auswirkungen von einer Änderung dieser Grösse untersucht.