

Renner, Swetlana

Research Report

Flexibilität in Unternehmen: Eine theoretische und empirische Analyse

Studies on the Agricultural and Food Sector in Transition Economies, No. 75

Provided in Cooperation with:

Leibniz Institute of Agricultural Development in Transition Economies (IAMO), Halle (Saale)

Suggested Citation: Renner, Swetlana (2014) : Flexibilität in Unternehmen: Eine theoretische und empirische Analyse, Studies on the Agricultural and Food Sector in Transition Economies, No. 75, ISBN 978-3-938584-79-8, Leibniz Institute of Agricultural Development in Transition Economies (IAMO), Halle (Saale), <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:3:2-31689>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/103751>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

**Studies on the Agricultural and Food Sector
in Transition Economies**

Swetlana Renner

Flexibilität von Unternehmen
Eine theoretische und empirische Analyse

iamo

Leibniz Institute of Agricultural Development
in Transition Economies

Flexibilität von Unternehmen
Eine theoretische und empirische Analyse

Studies on the Agricultural and Food Sector
in Transition Economies

Edited by
Leibniz Institute of Agricultural Development
in Transition Economies
IAMO

Volume 75

Flexibilität von Unternehmen

Eine theoretische und empirische Analyse

**von
Swetlana Renner**

IAMO

2014

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Bibliographic information published by Die Deutsche Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek lists the publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the internet at: <http://dnb.ddb.de>.

This thesis was accepted as a doctoral dissertation in fulfillment of the requirements for the degree "doctor rerum politicarum" by Faculty of Law, Economics and Business at Martin Luther University Halle-Wittenberg on 05.12.2012.

Date of oral examination:	31.01.2013
Supervisor and Reviewer:	Prof. Dr. T. Glauben
Co-Reviewer:	Prof. Dr. H. P. Galler
Co-Reviewer:	Prof. Dr. H. Hockmann

Diese Veröffentlichung kann kostenfrei im Internet unter www.iamo.de/dok/sr_vol75pdf heruntergeladen werden.

This publication can be downloaded free from the website www.iamo.de/dok/sr_vol75pdf.

© 2014

Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Transformationsökonomien (IAMO)

Theodor-Lieser-Straße 2

06120 Halle (Saale)

Tel.: 49 (345) 2928-0

Fax: 49 (345) 2928-199

e-mail: iamo@iamo.de

<http://www.iamo.de>

ISSN 1436-221X

ISBN 978-3-938584-79-8

DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich allen danken, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Besonderes möchte ich mich bei meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Thomas Glauben bedanken, der nicht nur die wissenschaftliche Betreuung meiner Arbeit übernommen und deren Fortgang durch kritische und inspirierende Diskussionen bereichert, sondern mich auch im Hinblick auf meine fachliche, berufliche und persönliche Weiterentwicklung stets gefordert hat. Sie haben mir ein sehr interessantes und anspruchsvolles Thema zur Bearbeitung überlassen, immer Zeit für Diskussionen gehabt und Sie sind stets am Fortgang der Arbeit interessiert gewesen.

Ein besonderer Dank geht aber auch an meinen Betreuer Herrn Prof. Dr. Heinrich Hockmann für seine stets offene Tür bzw. sein offenes Ohr für inhaltliche und praktische Fragen. Mit seinem fundierten Fachwissen und seinen außerordentlichen Kenntnissen hat er nicht nur zum erfolgreichen Abschluss der vorliegenden Dissertation, sondern auch zu meinem jetzigen fachlichen Können und Wissensstand entscheidend beigetragen.

Für die bereitwillige Übernahme des Zweitgutachtens bedanke ich mich herzlich bei Herrn Prof. Dr. Heinz Galler. Ein großer Dank geht auch an Frau Dr. Agata Pieniadz für ihre fachliche Betreuung, ihre wertvollen Ratschläge und ihre moralische Unterstützung in der Anfangsphase meines Dissertationsprojektes.

Des Weiteren möchte ich mich bei der Verwaltung des IAMO-Instituts und dem Institut selbst für die Ressourcenbereitstellung und die vielfältigen Möglichkeiten der beruflichen Weiterentwicklung bedanken.

Mein Dank gilt auch meinen Freunden und meinen Kolleginnen und Kollegen aus dem IAMO-Institut für ihre Hilfsbereitschaft und ein angenehmes Arbeitsklima, wertvolle – sowohl wissenschaftliche als auch private – Diskussionen, ermutigende Worte, gute Ratschläge und einfach für die schöne Zeit, die wir miteinander hatten.

Nicht zuletzt bin ich meinem Mann, meiner Familie und meinen Freunden für die moralische sowie tatkräftige Unterstützung während meines Dissertationsprojektes zu tiefstem Dank verpflichtet. Sie waren immer für mich da und haben meine innere Ausgeglichenheit und Stärke aufgebaut und gefestigt, die ich während meiner Dissertationsarbeit dringend gebraucht habe.

Über allem aber steht der Dank an Gott, der mir Fähigkeiten und Möglichkeiten gibt und mir täglich zur Seite steht und mich führt. Ihm gebührt alle Ehre.

ZUSAMMENFASSUNG

Flexibilität von Unternehmen wird vor dem Hintergrund einer sich immer schneller wandelnden Umwelt als eine der wichtigsten Voraussetzungen für ein erfolgreiches Bestehen im Markt betrachtet. Betriebe können den zunehmenden Unsicherheiten nur dann adäquat begegnen wenn sie flexible Produktionstechnologien anwenden, die ihnen eine kostengünstige Anpassung an die Änderungen der Marktbedingungen erlauben. Während große Betriebe maßgeblich von der Nutzung steigender Skalenerträgen profitieren, wird den kleinen Betrieben eine höhere Flexibilität zugeschrieben. Durch diesen dynamischen Wettbewerbsvorteil sind Kleinbetriebe in der Lage, auf turbulenten Märkten zu bestehen, selbst wenn sie über weniger effiziente Technologien im Vergleich zu den Großbetrieben verfügen. Damit kann durch Flexibilität die Koexistenz von großen und kleinen Unternehmen innerhalb eines Marktes erklärt werden.

Die vorliegende Dissertation beschäftigt sich mit verschiedenen mikroökonomischen Konzepten zur Analyse der Flexibilität und wendet diese Konzepte in einer empirischen Analyse des polnischen Agrarsektors an.

Der Schwerpunkt des theoretischen Teils der Arbeit liegt in der Messung der Flexibilität von Unternehmen. Diese kann, je nach Fragestellung oder Datenverfügbarkeit, über verschiedene Darstellungen der Produktionstechnologie erfolgen und damit verschiedene Aspekte der Anpassungsfähigkeit hervorheben. Der erste innovative Beitrag besteht in der Weiterentwicklung des existierenden Flexibilitätsmaßes für Mehrproduktunternehmen. Zum einen wird durch die Berücksichtigung der Rolle der quasi-fixen Faktoren zwischen kurz- und langfristigen Anpassungen unterschieden. Zum anderen werden mithilfe der mikroökonomischen Dualitätstheorie alternative primale Darstellungen des Flexibilitätsmaßes entwickelt.

Der zweite theoretische Beitrag zur Flexibilitätsliteratur besteht in der Verknüpfung der bekannten mikroökonomischen Konzepte der Produktionsanalyse mit Flexibilität. Die Dekomposition des Flexibilitätsmaßes liefert wertvolle Erkenntnisse über die möglichen Quellen der Anpassungsfähigkeit, vor allem durch die Untersuchung der Rolle von Größen- und Verbundeffekten für die Anpassungsfähigkeit von Unternehmen. Bei der Beurteilung der Fähigkeit von Unternehmen, sich an eine sich verändernde Nachfrage anzupassen, sollten sich Entscheidungsträger dessen bewusst sein, in welchem Maße Flexibilität durch solche Faktoren wie starke positive Skaleneffekte, fehlende Kostenkomplementarität zwischen den Outputs und dem Verlauf der Grenzkostenfunktion beeinträchtigt werden kann.

Ein weiterer Beitrag der vorliegenden Arbeit besteht außerdem in der empirischen Anwendung der entwickelten Flexibilitätskonzepte auf den Agrarsektor in Polen, um das Ausmaß und die Bestimmungsfaktoren der Anpassungsfähigkeit landwirtschaftlicher Betriebe während der Transformationsperiode zu analysieren.

Die empirische Analyse liefert neue interessante Erkenntnisse über die Determinanten der Flexibilität von polnischen Agrarbetrieben. Die wichtigste Hypothese der Arbeit, dass kleine Betriebe über eine höhere Flexibilität verfügen, wurde für den Fall des polnischen Agrarsektors empirisch bestätigt. In der Transformationszeit, die durch starke Änderungen der ökonomischen und politischen Situation gekennzeichnet war, hatten kleine Betriebe einen dynamischen Wettbewerbsvorteil gegenüber großen Betrieben, indem sie ihre Produktion kostengünstiger anpassen konnten. Damit bietet die vorliegende empirische Flexibilitätsanalyse eine der möglichen Erklärungen für die Persistenz der kleinbetrieblichen Strukturen in einigen Transformationsländern, wie beispielsweise in Polen.

Weitere Ergebnisse zeigen, dass Flexibilität durch die Wahl der Produktionstechnologie (bzw. durch die Spezialisierung auf bestimmte Produktionsrichtungen) beeinflusst wurde. Polnische Betriebe, die sich auf die Produktion tierischer Herkunft spezialisierten, verwenden Technologien, die durch eine höhere kurzfristige Flexibilität gekennzeichnet sind. Dagegen waren die Gemischtbetriebe auf lange Sicht anpassungsfähiger, insbesondere weil sie Vorteile aus der verbundenen Produktion realisieren konnten. Außerdem wurde festgestellt, dass Betriebe, die kapitalintensivere Technologien verwenden und den größeren Anteil ihrer Produktion auf den Produktmärkten verkaufen, über weniger flexible Technologien verfügen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Flexibilitätsanalyse sollen den wirtschaftlichen und politischen Entscheidungsträgern helfen, die Bedeutung verschiedener Faktoren für die Anpassungsfähigkeit besser zu verstehen und in ihren Entscheidungen zu berücksichtigen. Bei der Analyse der strukturellen Entwicklungen eines Sektors der Volkswirtschaft sollten nicht nur solche Aspekte wie Skalenerträge und Produktivität, sondern auch Flexibilität der Unternehmen berücksichtigt werden.

SUMMARY

In the context of an increasingly rapidly changing environment, flexibility can be considered one of the most important prerequisites for a firm's successful presence on the market. Firms are able to face increasing uncertainty only by utilizing flexible production technologies which enable them to make cost-efficient adjustments in response to changes in market conditions. While large firms usually benefit from increasing economies of scale, small businesses are afforded greater flexibility. Using their dynamic competitive advantage, small firms are able to survive turbulent market conditions even despite possessing less efficient technology in comparison with large firms. Thus, flexibility can explain the coexistence of large and small firms within a market.

This dissertation examines various microeconomic concepts to analyse flexibility and applies these concepts in an empirical analysis of the Polish agricultural sector.

The focus of the theoretical part of the thesis is on the measurement of firm flexibility. Depending on the research question or data availability, flexibility can be measured using different representations of the production technology and thus emphasize different aspects of adaptability. The first innovative contribution of the present work consists in the further development of existing measures of flexibility for firms with multiple products. On the one hand, a distinction is made between short- and long-term adjustments by considering the role of quasi-fixed factors. On the other hand, alternative primal representations of flexibility measures are developed using microeconomic duality theory.

The second theoretical contribution to the literature on flexibility consists in linking the well-known microeconomic concepts of production analysis with flexibility. The proposed decomposition of flexibility measures provides valuable insights into possible sources of adaptability, especially through investigating the role of economies of scale and scope in influencing the adaptability of firms. In assessing the ability of companies to adapt to changing demand, decision-makers should be aware of how greatly flexibility can be affected by such factors as positive economies of scale, the absence of cost complementarity between outputs, and the curvature of the marginal cost function.

A further contribution of this thesis consists in the empirical application of these concepts of flexibility to the agricultural sector in Poland, with the goal of analyzing the degree and determinants of adaptability of agricultural businesses during the period of transformation.

Empirical analysis provides interesting new insights into the determinants of flexibility among Polish farms. The main hypothesis of this work – that small businesses possess greater flexibility – has been empirically confirmed in the case of the Polish agricultural sector. In the transformation period, which was characterized by major changes in the economic and political situation, small farms had a dynamic competitive advantage over large farms because they could adjust their production more cost-efficiently. Thus, this empirical analysis of flexibility provides one of the possible explanations for the persistence of small-scale economic structures in some transitional economies, such as Poland.

Further results show that flexibility is influenced by the choice of production technology (for example, specialization in certain product directions). Polish farms specializing in animal production use technologies characterized by greater short-term flexibility. On the other hand, mixed farms were more flexible in the long-term, mainly because they could realize gains from coupled production. Moreover, it was found that farms which use more capital-intensive technologies and sell a larger proportion of their production on the product markets possess less flexible technologies.

The results of this analysis of flexibility should help economic and political decision-makers to better understand the importance of various factors influencing adaptability and to incorporate these considerations into decisions. By analyzing the structural developments of a sector in a national economy, economists should consider not only aspects such as economies of scale and productivity, but also flexibility of firms.

INHALTSVERZEICHNIS

Danksagung	i
Zusammenfassung	iii
Summary	v
Abbildungsverzeichnis	ix
Tabellenverzeichnis	xi
Verzeichnis der Anhänge	xiii
Variablenverzeichnis	xv
1 Einleitung	1
2 Literaturüberblick zur Flexibilität	5
2.1 Flexibilitätdefinitionen in der Literatur	5
2.2 Nutzen und Kosten der Flexibilität und Wettbewerbsvorteil kleiner Betriebe	13
2.3 Methodische Ansätze für die Berechnung der Flexibilität.....	16
2.4 Überblick empirischer Analysen der Flexibilität	20
2.5 Zwischenfazit aus dem Literaturüberblick.....	21
3 Theoretisches Konzept zur Analyse der Flexibilität	23
3.1 Ableitung des theoretischen Flexibilitätsmaßes	23
3.1.1 Duales Flexibilitätsmaß für Einproduktunternehmen.....	24
3.1.2 Duales Flexibilitätsmaß für Mehrproduktfall	27
3.1.3 Flexibilität auf kurze und lange Sicht	31
3.1.4 Primales Flexibilitätsmaß	36
3.1.5 Dekomposition und ökonomische Interpretation des Flexibilitätsmaßes	41
3.2 Theoretische Modelle zur Erklärung der Flexibilität	49
3.2.1 Flexibilitätsmodell von Mills.....	49

3.2.2	Erwartungswert-Varianz-Ansatz	55
3.2.3	Unternehmens-Haushalts-Modell	57
3.3	Hypothesenbildung zu Bestimmungsfaktoren der Flexibilität	59
3.3.1	Ökonomische Faktoren	59
3.3.2	Soziodemografische Faktoren.....	64
4	Ökonometrische Implementierung der Flexibilitätsanalyse.....	67
4.1	Ökonometrische Verfahren zur Berechnung der Flexibilität	67
4.1.1	Funktionsform und Funktionsspezifikation für die Schätzung der Produktionstechnologie	67
4.1.2	Verfahren zur Schätzung der Inputdistanzfunktion zur Berechnung des primalen Flexibilitätsmaßes.....	71
4.1.3	Berücksichtigung individueller Heterogenität im Datensatz	75
4.1.4	Berechnung des primalen Flexibilitätsmaßes basierend auf den Parametern der geschätzten Inputdistanzfunktion	79
4.2	Ökonometrisches Modell zur Erklärung der Flexibilität	83
5	Empirische Analyse.....	85
5.1	Agrarsektor in Polen	85
5.2	Datengrundlage	92
5.3	Umfang und Bedeutung der Flexibilität.....	93
5.3.1	Variablen für die Schätzung der Inputdistanzfunktion	93
5.3.2	Ergebnisse der Schätzung der kurzfristigen Inputdistanzfunktion	98
5.3.3	Berechnung der Flexibilität basierend auf der kurzfristigen Distanzfunktion.....	108
5.3.4	Vergleich mit der nach herkömmlichen Maßen berechneten Flexibilität	117
5.4	Empirische Analyse zur Erklärung der Flexibilität.....	122
5.4.1	Variablen für die Erklärung von Flexibilität.....	122
5.4.2	Ergebnisse der Regressionsanalyse zur Erklärung der Flexibilität.....	126
6	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....	139
	Literaturverzeichnis.....	145
	Anhang	157

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Flexibilität und Durchschnittskostenfunktionen	7
Abbildung 2:	Entwicklung der Flexibilitätsmaße	24
Abbildung 3:	Verlauf der variablen und gesamten Durchschnittskostenfunktionen.....	27
Abbildung 4:	Ray Average Cost-Konzept für zwei Outputs	28
Abbildung 5:	Verlauf der kurz- und langfristigen Durchschnittskostenfunktionen.....	33
Abbildung 6:	Schwache Kostenkomplementarität zwischen den Outputs y_j und y_i	43
Abbildung 7:	Krümmung der Grenzkostenfunktion in Bezug auf den Output y_j	45
Abbildung 8:	Kostenelastizität in Bezug auf den Output y_j	47
Abbildung 9:	Anzahl der Betriebe und Durchschnittsfläche	89
Abbildung 10:	Änderungen der Betriebsstruktur	90
Abbildung 11:	Struktur der polnischen Betriebe nach betriebswirtschaftlicher Ausrichtung	91
Abbildung 12:	Verteilung der Flexibilität auf kurze und lange Frist.....	109
Abbildung 13:	Verteilung der Flexibilität als Outputvariabilität (Flex_Var)	118
Abbildung 14:	Verteilung der Flexibilität als Michaeli-Stoikov-Index (Flex_MS)	119
Abbildung 15:	Verteilung der Flexibilität als Lilien-Index (Flex_Lil).....	120

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Wichtigste Indikatoren der polnischen Landwirtschaft.....	86
Tabelle 2:	Deskriptive Statistiken der Variablen für die Schätzung der kurzfristigen Inputdistanzfunktion.....	96
Tabelle 3:	Anzahl der Betriebe nach der betriebswirtschaftlichen Ausrichtung	98
Tabelle 4:	Schätzergebnisse des stochastischen Frontiermodells mit Spezialisierungs-Dummies	100
Tabelle 5:	Überprüfung der Elastizitäten der kurzfristigen Inputdistanzfunktion in Bezug auf die theoretische Konsistenz	103
Tabelle 6:	Ausgewählte Hypothesentests basierend auf Wald-Teststatistik	105
Tabelle 7:	Technische Effizienz und Skalanelastizität nach den Spezialisierungsgruppen	106
Tabelle 8:	Durchschnittliche Substitutions- und Preiselastizitäten der variablen Inputs	108
Tabelle 9:	Kurzfristige Flexibilität und ihre Komponenten nach Betriebstypen	110
Tabelle 10:	Tests auf die Unterschiede in den Mittelwerten zwischen den Betriebsgruppen (für kurzfristige Flexibilität).....	111
Tabelle 11:	Existenz der Kostenkomplementaritäten zwischen den Outputs (auf kurze Frist)	113
Tabelle 12:	Langfristige Flexibilität und ihre Komponenten nach Betriebstyp	114
Tabelle 13:	Tests auf die Unterschiede in den Mittelwerten zwischen den Betriebsgruppen (für langfristige Flexibilität).....	115
Tabelle 14:	Existenz der Kostenkomplementaritäten zwischen den Outputs (auf lange Frist).....	116
Tabelle 15:	Vergleich der Flexibilität als Krümmung der Durchschnittskostenfunktion mit den herkömmlichen Flexibilitätsmaßen ...	121
Tabelle 16:	Deskriptive Statistiken der Variablen zur Erklärung der Flexibilität	126
Tabelle 17:	Ergebnisse des Modells zur Erklärung der kurzfristigen Flexibilität	128
Tabelle 18:	Ergebnisse des Modells zur Erklärung der langfristigen Flexibilität	134
Tabelle 19:	Ergebnisse der Regressionsmodelle zur Erklärung der Flexibilität, berechnet über die herkömmlichen Flexibilitätsmaße	137

VERZEICHNIS DER ANHÄNGE

Anhang 1:	Ableitung des kurzfristigen Flexibilitätsmaßes für den Einproduktfall.....	157
Anhang 2:	Zusammenhang zwischen den Flexibilitätsmaßen, die nach RAVC und AIVC abgeleitet werden.....	158
Anhang 3:	Ableitung des langfristigen Flexibilitätsmaßes für den Einproduktfall.....	159
Anhang 4:	Ableitung des langfristigen Flexibilitätsmaßes für den Mehrproduktfall.....	161
Anhang 5:	Ableitung dualer Beziehungen zwischen der variablen Kostenfunktion und der kurzfristigen Distanzfunktion.....	163
Anhang 6:	Ableitung des primalen Flexibilitätsmaßes basierend auf der Produktionsfunktion.....	167
Anhang 7:	Ergebnisse verschiedener Modelle zur Schätzung der kurzfristigen Inputdistanzfunktion.....	170
Anhang 8:	Verteilung der Elastizitäten der kurzfristigen Inputdistanzfunktion.....	172
Anhang 9:	Verteilung der technischen Effizienz.....	173
Anhang 10:	Verteilung der Skalenelastizität.....	174
Anhang 11:	Korrelationskoeffizienten zwischen den Variablen für die Erklärung von Flexibilität.....	175

VARIABLENVERZEICHNIS

$\mathbf{y} = (y_1, \dots, y_J)$	($I \times J$)-Vektor der Outputs
$\mathbf{p} = (p_1, \dots, p_J)$	($I \times J$)-Vektor der Outputpreise
$j(i) = 1, \dots, J$	Index der Outputs
$\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_N)$	($I \times N$)-Vektor der variablen Inputs
$\mathbf{w} = (w_1, \dots, w_N)$	($I \times N$)-Vektor der Preise der variablen Inputs
$n(p) = 1, \dots, N$	Index der variablen Inputs
$\mathbf{k} = (k_1, \dots, k_M)$	($I \times M$)-Vektor der quasi-fixen Faktoren
$\mathbf{r} = (r_1, \dots, r_M)$	($I \times M$)-Vektor der Preise der quasi-fixen Faktoren
$m(n) = 1, \dots, M$	Index der quasi-fixen Faktoren
$f = 1, \dots, Z$	Index der landwirtschaftlichen Unternehmen
$t = 1, \dots, T$	Trendvariable für die Abbildung der Zeitperiode
$\mathbf{X} = (\mathbf{x}, \mathbf{k})$	Vektor aller Produktionsfaktoren (variable und quasi-fixe)
$\mathbf{W} = (\mathbf{w}, \mathbf{r})$	Vektor der Preise aller Produktionsfaktoren
$V(\mathbf{k}, \mathbf{y})$	Input-Erfordernis-Menge auf die kurze Sicht
$Q(\mathbf{y})$	Input-Erfordernis-Menge auf die lange Sicht
$VC(\mathbf{w}, \mathbf{k}, \mathbf{y})$	Variable Kosten
$TC(\mathbf{w}, \mathbf{y})$	Gesamtkosten
$f(\mathbf{x})$	Produktionsfunktion
$D(\mathbf{x}, \mathbf{k}, \mathbf{y})$	(Input-) Distanzfunktion

s_{jft}	Anteil des Outputs j der Firma f in ihrem Gesamtoutput Y_f in der Periode t
v_{nft}	Anteil der Kosten für den Input n an den Gesamtkosten in der Periode t
τ	Skalar für die Berücksichtigung proportionaler Outputänderungen
λ, ϑ	Lagrange-Multiplikatoren
$\pi(p)$	Gewinnfunktion
U	Nutzenfunktion
R	Maß der Risikoaversion
η, σ_η^2	Zufallsvariable für die Berücksichtigung der Outputpreisschwankungen und ihre Varianz
$\bar{p}, \text{Var}(p), \text{cv}_p$	Mittelwert, Varianz und Variationskoeffizient des Outputpreises
$\varepsilon_{sc}, E_{scale}$	Skalenelastizität für einen Output, Gesamtskalenelastizität für mehrere Outputs
ε_{y_j}	Produktionselastizität in Bezug auf den Output y_j
ε_{C_y}	Kostenelastizität in Bezug auf den Output y_j
ε_{k_m}	Kostenelastizität in Bezug auf den quasi-fixen Faktor k_m
E_{m_i}, E_{np}	Eigenpreiselastizität und Kreuzpreiselastizität der Faktornachfrage
AES	Allen-Substitutionselastizität
MES	Morishima-Substitutionselastizität
TE	Technische Effizienz
$d_{ft,z}$	Dummy-Variable, mit der die Zugehörigkeit zu einem Betriebstyp abgebildet wird
$d_{ft,g}$	Betriebsspezifische Dummy-Variable
$\alpha, \beta, \gamma, \varphi, \delta, \rho, \mu$	Zu schätzende Parameter der Distanzfunktion
v, υ	Störterme bei der Schätzung der Distanzfunktion

Λ	Vektor der zeitvariablen Variablen zur Erklärung der Flexibilität
Ω	Vektor der zeitinvarianten Variablen zur Erklärung der Flexibilität
$a, \mathbf{b}, \mathbf{c}$	Zu schätzende Parameter des Modells zur Erklärung der Flexibilität
ζ	Zufälliger Störterm bei der Schätzung des Modells zur Erklärung der Flexibilität

1 EINLEITUNG

Unternehmen aller Wirtschaftszweige werden mit einer sich immer dynamischer wandelnden Umwelt und ständigen Änderungen der politischen und ökonomischen Rahmenbedingungen konfrontiert. Insbesondere stehen landwirtschaftliche Betriebe angesichts der zunehmenden Preisschwankungen auf den Weltagrarmärkten, des fortschreitenden Klimawandels und agrarpolitischer Reformen unter einem kontinuierlichen Anpassungsdruck. Diese Entwicklungen werden bei einigen mittel- und osteuropäischen Staaten durch die noch nicht abgeschlossenen Transformationsprozesse (beispielsweise Unvollkommenheiten auf den Märkten) erschwert. Vor diesem Problemhintergrund hängen die Wettbewerbsfähigkeit und sogar die Existenzsicherung eines Unternehmens nicht mehr nur von seiner Produktivität und Effizienz ab, sondern auch davon, wie flexibel sie auf die Veränderungen ihrer Umfeldbedingungen reagieren können. Deshalb wird Flexibilität als eine wichtige Voraussetzung zum erfolgreichen Bestehen auf dem Markt betrachtet.

Die meisten Arbeiten, in denen die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und die Wettbewerbsfähigkeit landwirtschaftlicher Betriebe untersucht werden, beschränken sich hauptsächlich auf Produktivitäts- und Effizienzanalysen (vgl. u. a. BRÜMMER, GLAUBEN und THIJSSSEN, 2002; COELLI, 2005; KUMBHAKAR und LOVELL, 2003; PAUL, NEHRING und BANKER, 2004). CHAVAS (2008) weist darauf hin, dass die Produktivität landwirtschaftlicher Tätigkeit unter verschiedenen Aspekten analysiert werden kann. Darunter fallen u. a. solche Eigenschaften der Produktionstechnologie wie Skaleneffekte, Komplementaritätseffekte (bzw. Verbundeffekte) sowie Konvexitätseffekte. Zudem betont CHAVAS (2008) die Notwendigkeit, bei der Analyse der landwirtschaftlichen Produktion dynamische Aspekte und die Rolle der Unsicherheiten zu berücksichtigen. In ihrem Überblick der Forschungsarbeiten der letzten Jahrzehnte aus dem Bereich der Produktionsökonomik sehen CHAVAS et al. (2010, S. 370) eine der zukünftigen Herausforderungen in der Entwicklung der Konzepte für die Analyse und Erklärung der Entscheidungsprozesse, die mit den Anpassungen der Betriebe auf die Unsicherheiten auf den Märkten verbunden sind.

Im Gegensatz zu den weitgehend entwickelten und allgemein akzeptierten Methoden zur Messung und Analyse der Effizienz und Produktivität, existiert kein allgemeines, theoretisch fundiertes Flexibilitätskonzept, das für die empirischen Analysen der Anpassungsfähigkeit der Betriebe, basierend auf den einzelbetrieblichen Daten, verwendet werden kann. In den existierenden empirischen Flexibilitätsanalysen werden Indikatoren verwendet, die nur approximativ und unter speziellen Annahmen zur Messung der Flexibilität herangezogen werden können. Die meisten

dieser Arbeiten beschränken sich auf die Analyse des industriellen Sektors der Volkswirtschaft und lassen den Agrarsektor weitgehend unbeachtet. Zur Erklärung der Flexibilität wurden bisher nur einige wenige ökonomische Variablen, wie Betriebsgröße oder Kapitalstruktur, verwendet. Dabei zeigt WEISS (2001) in der einzigen empirischen Flexibilitätsanalyse von landwirtschaftlichen Unternehmen, dass auch soziodemografische Variablen eine wichtige Rolle spielen, wenn die Analyse auf den durch kleine Familienbetriebe dominierten Agrarsektor angewendet wird. Es fehlen außerdem die Ansätze, die einen theoretischen Zusammenhang zwischen Flexibilität und den von CHAVAS (2008) genannten Eigenschaften der Produktionstechnologie (Skaleneffekte, Verbundeffekte, Konkavitätseffekte) herstellen.

Die vorliegende Arbeit zielt darauf ab, einen Beitrag zur Schließung einiger oben genannter Lücken in der Flexibilitätsanalyse zu leisten. Ziel dieser Arbeit ist es, durch die Konstruktion neuer alternativer Flexibilitätsmaße zur theoretischen und methodischen Weiterentwicklung des Analysekonzepts der Flexibilität beizutragen. Mithilfe des zu entwickelnden Konzepts sollen im empirischen Teil der Arbeit Ausmaß und Bestimmungsfaktoren der Flexibilität bei polnischen Landwirtschaftsbetrieben untersucht werden.

Wenn Flexibilität als eine Eigenschaft der Produktionstechnologie analog zur Produktivität definiert werden kann, dann soll es auch möglich sein, die Anpassungsfähigkeit der Betriebe aus den alternativen Darstellungen der Produktionstechnologie abzuleiten. Im Rahmen dieser Arbeit wird ein theoretisch fundiertes allgemeines Flexibilitätsmaß sowohl für Ein- als auch für Mehrproduktunternehmen vorgeschlagen und die methodischen Ansätze entwickelt, die eine empirische Schätzung der Flexibilität basierend auf den einzelbetrieblichen Daten ermöglichen. Unter Verwendung der Dualitätstheorie werden zwei Alternativen zur Ableitung des Maßes vorgestellt: basierend auf einer Kostenfunktion oder dual über eine Inputdistanzfunktion. Um den Einfluss der quasi-fixen Faktoren auf die Anpassungsfähigkeit der Betriebe zu berücksichtigen, werden zum einen ein kurzfristiges Flexibilitätsmaß basierend auf der variablen Kostenfunktion und zum Anderen ein langfristiges Flexibilitätsmaß basierend auf der optimalen Gesamtkostenfunktion entwickelt. Diese alternativen Indizes sollen die empirische Anwendbarkeit der Flexibilitätsanalyse für verschiedene Datensätze und Fragestellungen ermöglichen. Außerdem wird eine Aufteilung des Flexibilitätsmaßes in drei Komponenten vorgenommen, um eine vertiefte Interpretation und ein besseres Verständnis über die Entstehung von Flexibilität zu ermöglichen. Durch diese Dekomposition kann ein formaler Zusammenhang zwischen Flexibilität und einigen wichtigen Eigenschaften der Produktionstechnologie nach Chavas (Skaleneffekt, Verbundeffekt und Konkavitätseffekt) hergeleitet werden. Die Weiterentwicklung und Dekomposition der Maße stellt somit eine innovative Komponente der Arbeit dar.

Ein weiterer Beitrag dieser Arbeit liegt in der empirischen Anwendung der entwickelten Flexibilitätskonzepte für die Analyse der Anpassungsfähigkeit der polnischen landwirtschaftsbetriebe. Diesbezüglich geht diese Arbeit der Frage nach,

welche ökonomischen und soziodemografischen Faktoren für die Flexibilität eines Betriebs förderlich bzw. hinderlich sind. Da eine mangelnde Anpassungsfähigkeit landwirtschaftlicher Betriebe ein Grund für die verhaltene Entwicklung im Agrarsektor sein kann, ist die Identifikation der Bestimmungsfaktoren der Flexibilität von großer Bedeutung. Zur Erklärung der Flexibilität werden diverse firmentheoretische und sozioökonomische Ansätze herangezogen und diejenigen Aspekte differenzierter betrachtet, die auf den polnischen Agrarsektor während des Transformationsprozesses besonders relevant erscheinen.

Die zentrale Forschungsfrage, die bei der empirischen Analyse gestellt wird, ist, inwieweit kleine Betriebe Flexibilitätsvorteile gegenüber den großen und möglicherweise statisch effizienteren Betrieben haben. Ein negativer Zusammenhang zwischen der Betriebsgröße und der Flexibilität kann eine der möglichen Erklärungen für die Persistenz der kleinbetrieblichen Struktur im polnischen Agrarsektor sein. Im polnischen Agrarsektor existieren neben wenigen großen landwirtschaftlichen Betrieben eine Vielzahl kleiner Familienbetriebe. Obwohl solche kleinbetrieblichen Strukturen in der Regel eine niedrige Produktivität aufweisen, ist die duale Agrarstruktur in Polen während der Transformationsjahre der 1990er Jahre und nach dem EU-Beitritt 2004 erhalten geblieben. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass diese Kleinbetriebe über flexiblere Produktionssysteme verfügen, wodurch ihre Skaleneffizienzen bzw. ihre relativ niedrige Produktivität kompensiert werden können. Vermutlich können kleine Betriebe schneller bzw. kostengünstiger auf die Veränderungen der Umweltsituation durch Änderungen ihres Produktionsprogramms (Produktionsmenge und/oder Produktzusammensetzung) reagieren. Hierdurch können die Unsicherheiten, welche mit den sich ändernden Marktbedingungen einhergehen, vermindert und somit das Einkommen auf lange Sicht stabilisiert werden.

Landwirtschaftliche Familienbetriebe stellen eine besondere Wirtschaftsform dar. Als Produzenten setzen sie verschiedene Produktionsfaktoren zur Herstellung landwirtschaftlicher Güter ein, die teils im eigenen Haushalt konsumiert und teils auf dem Markt angeboten werden. Aus dem dabei erwirtschafteten Erlös wird der Konsum des Landwirtes und seiner Familie finanziert. Damit sind die Konsumententscheidungen des landwirtschaftlichen Haushalts von seinen Produktionsentscheidungen abhängig. Darüber hinaus agieren landwirtschaftliche Haushalte als Anbieter von Familienarbeitskraft, die sowohl im Betrieb als auch außerhalb des eigenen Betriebs eingesetzt werden kann. Landwirtschaftliche Betriebe, die im Rahmen dieser Arbeit untersucht werden, sind mit den Marktunvollkommenheiten infolge des noch nicht abgeschlossenen Transformationsprozesses konfrontiert. Daher können auch die Produktionsentscheidungen nicht unabhängig von den Konsumententscheidungen getroffen werden. Diese Überlegung deutet darauf hin, dass eine Trennung zwischen landwirtschaftlichem Betrieb und Haushalt sowie den dazwischen wirkenden Faktoren schwierig ist. Deren komplexe Wechselbeziehung wird sowohl in dem theoretischen Teil diskutiert als auch im empirischen Teil berücksichtigt.

Die Arbeit gliedert sich in sechs Kapitel. Im zweiten Kapitel erfolgt ein Überblick über die in der Literatur existierenden Flexibilitätsdefinitionen und mikroökonomischen Konzepte zur Analyse der Flexibilität. Bei der Diskussion methodischer Ansätze, die bisher für die Berechnung der Flexibilität verwendet wurden, wird auf die Schwächen dieser Indizes hingewiesen. Das Kapitel schließt mit einem Überblick über die empirischen Analysen der Flexibilität und einem Zwischenfazit zum Stand der Literatur ab. Darauf basierend werden die Forschungslücken identifiziert und der Beitrag dieser Arbeit zur Weiterentwicklung der existierenden Flexibilitätsanalysen verdeutlicht.

In dem theoretischen Teil der Arbeit (Kapitel 3) werden verschiedene Flexibilitätsmaße entwickelt und diskutiert, die je nach Fragestellung oder Datenverfügbarkeit die Berechnung der Flexibilität anhand der einzelbetrieblichen Daten ermöglichen. Zuerst wird ein allgemeines, auf der klassischen Definition von Stigler basierendes, Maß für Flexibilität abgeleitet. Dieses Maß lässt sich für den Mehrproduktfall erweitern. In Abhängigkeit davon, ob die Anpassung der quasi-fixen Faktoren in der untersuchten Periode möglich ist, wird zwischen kurz- und langfristiger Flexibilität unterschieden. Anhand der Dualitätstheorie werden alternative Spezifikationen des Maßes vorgestellt. Zusätzlich zu einem dualen Flexibilitätsmaß, das auf den Krümmungseigenschaften der Kostenfunktion aufbaut, wird ein primales Maß basierend auf der Distanzfunktion entwickelt. Danach folgt eine ökonomische Interpretation des Maßes und seiner Komponenten. Außerdem werden theoretische Modelle zur Erklärung der Flexibilität dargestellt. Basierend auf diesen theoretischen Überlegungen werden Hypothesen über den Zusammenhang zwischen Flexibilität und verschiedenen ökonomischen und soziodemografischen Faktoren gebildet.

Das vierte Kapitel widmet sich der ökonometrischen Implementierung der zuvor diskutierten theoretischen Konzepte. Zuerst werden die Methoden dargestellt, die in der empirischen Analyse zur Berechnung der Flexibilität anhand des vorhandenen Datensatzes verwendet werden. Dann wird das ökonometrische Modell zur Identifizierung der Bestimmungsfaktoren der Flexibilität dargestellt.

Kapitel 5 beginnt mit der Beschreibung der Besonderheiten des polnischen Agrarsektors, auf den die empirische Analyse angewendet wird. Danach werden der vorhandene Datensatz sowie die Ergebnisse der ökonometrischen Schätzungen dargestellt und diskutiert. Die empirische Analyse wird in zwei Schritten durchgeführt. Im ersten Schritt wird die Produktionstechnologie mithilfe einer Inputdistanzfunktion geschätzt. Die geschätzten Parameter der Inputdistanzfunktion bilden eine Grundlage für die Berechnung der einzelbetrieblichen Flexibilitätsniveaus. Im zweiten Schritt werden die Bestimmungsfaktoren ermittelt, die die Flexibilität der polnischen Betriebe beeinflussen.

Abschließend werden im Kapitel 6 die wichtigsten Ergebnisse der Arbeit zusammengefasst und ein Ausblick auf den zukünftigen Forschungsbedarf gegeben.

2 LITERATURÜBERBLICK ZUR FLEXIBILITÄT

Das steigende Interesse an der Flexibilität zeigt sich in der gegenwärtig zunehmenden Anzahl von Forschungsarbeiten und Veröffentlichungen zu diesem Thema.¹ Allerdings zeichnet sich die Diskussion durch eine uneinheitliche Terminologie und eine fehlende allgemeine Definition aus.² Der folgende Literaturüberblick soll eine Übersicht über die bisherigen Forschungsarbeiten zur Flexibilität geben. Insbesondere wird hier auf die unterschiedlichen Definitionen der Flexibilität und auf die in der Literatur gängigen Methoden der Flexibilitätsmessung eingegangen. Außerdem werden in diesem Kapitel verschiedene, in Bezug auf die Flexibilität diskutierte, Forschungsfragen dargelegt. Anschließend erfolgt eine Übersicht über die bisherigen Forschungsergebnisse der empirischen Studien, die sich mit der Frage nach Flexibilität beschäftigen. Basierend auf dem Literaturüberblick werden die Forschungslücken identifiziert und der Beitrag dieser Arbeit zur Weiterentwicklung der existierenden Analysen verdeutlicht.

2.1 Flexibilitätsdefinitionen in der Literatur

Das Wort Flexibilität wird sowohl im Alltag als auch in der Wissenschaft oft in verschiedenen Kontexten gebraucht. Der Begriff der Flexibilität hat seinen Ursprung im lateinischen *flexibilis* und bedeutet biegsam bzw. elastisch.³ Ganz allgemein wird unter Flexibilität die Anpassungs- und Änderungsfähigkeit in Bezug auf die sich wandelnden Umweltbedingungen verstanden.⁴ In der *ökonomischen* Literatur existiert eine Vielzahl von Arbeiten, in denen verschiedene Aspekte der Flexibilität diskutiert werden.

Flexibilität in der Betriebswirtschaftslehre

Allein in der *Betriebswirtschaftslehre* können mehr als 70 Definitionen der Flexibilität identifiziert werden.⁵ Diese Vielfalt an Definitionen und Konzepten kann mit den unterschiedlichen Fragestellungen und Zielsetzungen der einzelnen Teilgebiete der Betriebswirtschaftslehre begründet werden. In der *Produktionswirtschaft* bezieht

¹ Vgl. dazu beispielsweise KALUZA und BLECKER (2005) und STEGER (2004). Zur Entwicklung der Flexibilitätsdiskussion in der deutschen Betriebswirtschaftslehre siehe VOIGT (2007).

² Vgl. dazu z. B. STEGER (2004), S. 14ff.

³ Vgl. KALUZA und BLECKER (2005).

⁴ Vgl. dazu z. B. STEGER (2004), S. 31 ff., SCHNEEWEIß und KÜHN (1990), S. 379.

⁵ Ein Überblick über die in der betriebswirtschaftlichen Literatur verwendeten Flexibilitätsdefinitionen ist z. B. bei GUPTA und GOYAL (1989), VOIGT (2007), SETHI und SETHI (1990) sowie SHEWCHUK und MOODIE (1998) zu finden.

sich die Flexibilität auf die technischen Eigenschaften der Anlagen, wie z. B. Produktionsmenge, Produktionsablauf, Materialfluss und Personaleinsatz, aber auch auf die Organisation der Vertriebsstrukturen und -prozesse. In der *Entscheidungs- und Investitionstheorie* werden die Investitionsentscheidungen beim Kauf der quasi-fixen Produktionsfaktoren analysiert. Diese Analysen erfolgen unter Berücksichtigung der Preisrisiken und Risikoeinstellungen der Entscheidungsträger. Hier bietet der Realloptionsansatz (engl. "real options") die Möglichkeit, die Handlungsflexibilität eines Unternehmens durch die Berücksichtigung der möglichen zukünftigen Handlungsalternativen (Realoptionen) zu bewerten. In der *Organisationstheorie* werden Organisationsformen, Entscheidungsstrukturen und Kommunikationsstrategien gesucht, die eine höhere Flexibilität bei den Management- und Produktionsentscheidungen gewährleisten. Die betriebswirtschaftliche Flexibilitätsanalyse oder besser gesagt das Flexibilitätsmanagement wird in erster Linie auf Betriebsebene durch die Betriebsleitung angewendet. Berücksichtigt werden dabei alle innerbetrieblichen Informationen, die dem Manager zur Verfügung stehen.

Flexibilitätsdefinition in der mikroökonomischen Literatur

Im Gegensatz zur betriebswirtschaftlichen Perspektive wird im Rahmen dieser Arbeit auf die Definitionen und Konzepte zurückgegriffen, die aus der neoklassischen *Mikroökonomie*, konkret aus der *Produktions- und Kostentheorie*, stammen. In der mikroökonomischen Literatur wird unter Flexibilität zumeist die Eigenschaft einer Produktionstechnologie verstanden, die eine schnelle oder kostengünstige Anpassung des Produktionsprogramms an ein verändertes betriebliches Umfeld ermöglicht.

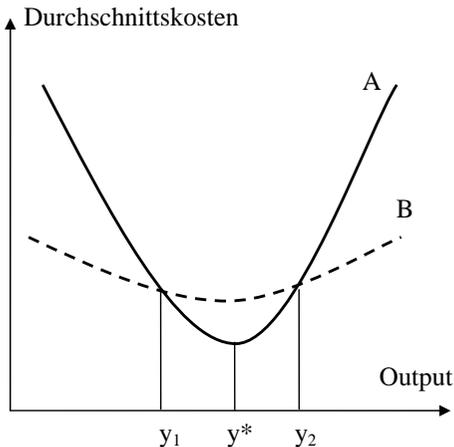
Die Produktionstechnologie ist definiert als die Gesamtheit aller Verfahren und Entscheidungen, die zur Produktion von Waren und Dienstleistungen führen. Wenn unter diesem Begriff alle betrieblichen Produktions-, Investitions-, Organisationsentscheidungen erfasst werden, beinhaltet diese mikroökonomische Definition der Flexibilität alle oben genannten betriebswirtschaftlichen Aspekte. Die Veränderungen der Umfeldsituation, die bestimmte Anpassungen des Produktionsprogramms erfordern, beziehen sich sowohl auf die Marktsituation (z. B. steigende oder sinkende Produktnachfrage oder Fluktuationen auf den Faktormärkten) als auch auf die politische Umwelt (z. B. Änderungen der Agrarpolitik). Dabei ist für die vorliegende Analyse jedoch nicht die Identifizierung dieser Schocks bzw. die Bestimmung der Ursachen für diese Produktionsänderungen von Interesse, sondern die Frage nach der potenziellen Fähigkeit eines Betriebs bzw. einer Technologie, diese Änderungen kostengünstig durchzuführen.

Die erste Definition von Flexibilität in der Mikroökonomie geht auf STIGLER (1939) zurück. Da dieser Flexibilitätsbegriff die nachfolgenden theoretischen und empirischen Analysen stark beeinflusste und die wichtigste Grundlage für die vorliegende Arbeit darstellt, wird sein Konzept im Weiteren ausführlich beschrieben. Basierend auf den klassischen produktions- und kostentheoretischen Ansätzen betrachtet

Stigler in seinem Aufsatz "Production and distribution in the short run" die kurzfristigen Anpassungen der Produktionsmenge an die Nachfrageschwankungen. Dabei charakterisiert er die Flexibilität über den Verlauf der Durchschnittskostenfunktionen. Die Fähigkeit zur kostenminimalen Anpassung der Produktion bei den nachfragebedingten Abweichungen der Produktionsmenge von ihrem kostenminimalen Optimum wird bei STIGLER (1939) als Flexibilität definiert.

Dieses Konzept wird in Abbildung 1 veranschaulicht. Nach Stigler charakterisiert die gestrichelte Kurve B eine flexiblere Technologie, da die Durchschnittskostenkurve einen flacheren Verlauf aufweist. Dagegen stellt die steilere (stetige) Kurve A insofern eine weniger flexible Technologie dar, als die Durchschnittskosten stärker um das minimale Stückkostenniveau ansteigen. Wenn die Durchschnittskosten einen U-förmigen Verlauf (wie in Abbildung 1) aufweisen, dann sind die wettbewerbsfähigen Unternehmen bestrebt, eine effiziente Outputmenge zu produzieren, bei der die Durchschnittskosten minimal sind. In dem dargestellten Beispiel ist die Outputmenge y^* mit den minimalen Stückkosten für beide Betriebe verbunden.

Abbildung 1: Flexibilität und Durchschnittskostenfunktionen



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an STIGLER (1939).

Wenn keine Veränderungen der Nachfrage in näherer Zukunft zu erwarten sind, wird die Produktionstechnologie gewählt, die die niedrigsten minimalen Durchschnittskosten aufweist. Bestehen allerdings große Unsicherheiten auf den Produktmärkten, muss ein Unternehmen in der Lage sein, seine Outputmenge an die Veränderungen der Nachfrage kurzfristig anzupassen. Diese Anpassungen sind in der Regel mit Steigerungen der Stückkosten verbunden. Will z. B. ein Unternehmen seine Outputmenge aufgrund der gestiegenen Nachfrage vom ursprünglich optimalen Niveau y^* auf y_2 erhöhen, so werden die Kosten einer solchen Anpassung bei dem flexibleren Unternehmen niedriger ausfallen. Dies ist bedingt durch den

weniger konvexen Verlauf der Durchschnittskostenfunktion. Ein Unternehmen muss aber nicht notwendigerweise eine flexible Technologie bevorzugen. Aus dem Beispiel in Abbildung 1 wird deutlich, dass in einer Situation, in der das Unternehmen nur kleinere Veränderungen der Outputmenge um das Optimum y^* vornehmen muss (innerhalb von $[y_1, y_2]$), eine inflexible Technologie A vorgezogen wird, weil der Output in diesem Bereich mit niedrigeren Durchschnittskosten produziert werden kann. Wenn die Erwartungen über die künftigen Nachfrageentwicklungen mit stärkeren Produktionsänderungen in nachfolgenden Perioden verbunden sind, ist die Verwendung der flexiblen Produktionstechnologie B von Vorteil, weil die Durchschnittskostensteigerungen in diesem Fall nicht so stark ausfallen wie im Fall einer inflexiblen Technologie.⁶

Weitere Flexibilitätskonzepte in der mikroökonomischen Literatur

Aufbauend auf diesem eher intuitiven und grafischen Flexibilitätskonzept von Stigler entwickeln MARSCHAK und NELSON (1962) die ersten formalen Ansätze zur Analyse und Messung der Flexibilität. Zugleich entwickeln sie einen umfassenderen Flexibilitätsbegriff: Eine Anfangsaktion ist dann flexibel, wenn sie die bestmögliche spätere Reaktion auf die darauffolgenden beobachteten Umweltzustände erlaubt (MARSCHAK und NELSON, 1962, S. 45).⁷ Auf das Beispiel von STIGLER (1939) angewendet, ist die Flexibilität durch die Wahl der Kostenstruktur bzw. einer bestimmten Produktionsanlage (Anfangsaktion) determiniert und kann mittels der Krümmung der Durchschnittskostenfunktion gemessen werden. Dabei schlagen die Autoren vor, die zweite Ableitung der Durchschnittskostenfunktion als einen Indikator der Flexibilität zu nutzen. Für den speziellen Fall einer quadratischen Kostenfunktion haben MARSCHAK und NELSON (1962) formal gezeigt, dass die Nachfrage nach Flexibilität mit der zunehmenden Produktpreisvariabilität ansteigt.⁸

Den meisten der nachfolgenden Arbeiten zur Flexibilitätsanalyse wird ein formales Modell zugrunde gelegt, das von MILLS (1984) sowie MILLS und SCHUMANN (1985) unter den neoklassischen Annahmen für Einproduktunternehmen formuliert wurde.⁹ Im Vordergrund dieser Analysen steht die Frage, ob kleinere Betriebe einen Wettbewerbsvorteil gegenüber den größeren Betrieben haben, indem sie über eine höhere

⁶ An diesem Beispiel wird ein Zielkonflikt (Trade-off) zwischen der Flexibilität und der statischen Effizienz deutlich. Diese Problematik wird ausführlich im Kapitel 2.2 diskutiert.

⁷ Ein mögliches Flexibilitätsmaß könnte beispielsweise die Anzahl der in der darauffolgenden Periode zur Verfügung stehenden Reaktionsmöglichkeiten sein. Allerdings wird in diesem Maß nicht berücksichtigt, wie aufwendig diese Aktionen sind. Um eine "bestmögliche" Reaktion bewerten zu können werden bestimmte Kriterien gebraucht (z. B. zusätzliche Kosten, die mit der Aktion verbunden sind).

⁸ Dabei nutzen MARSCHAK und NELSON (1962) für die eine spezielle quadratische Kostenfunktion den Kehrwert des Koeffizienten beim quadratischen Term als Proxy für das Flexibilitätsmaß.

⁹ Zu den Annahmen des Modells zählen die vollkommene Konkurrenz auf den Märkten sowie das gewinnmaximierende Verhalten bei risikoneutralen Unternehmen.

Flexibilität verfügen.^{10 11} Obwohl alle diese Arbeiten die Flexibilität gemäß Stigler definieren, verwenden sie unterschiedliche Größen als Maß für Flexibilität. Einige Autoren nutzen die zweite Ableitung der Gesamtkostenfunktion als Maß für Flexibilität (vgl. u. a. TISDELL, 1968; MILLS, 1984; ZELLER und ROBISON, 1992; ZIMMERMANN, 1995). Während von anderen Autoren (MILLS und SCHUMANN, 1985; DAS et al., 1993) die Preiselastizität des Angebots als Flexibilitätsmaß verwendet wird.¹² Beide Größen stehen in einem unmittelbaren Zusammenhang zueinander. Unter der Annahme des vollkommenen Wettbewerbs produzieren gewinnmaximierende Unternehmen die Menge, bei der ihre Grenzkosten gleich dem Produktpreis sind. Daraus folgt, dass die erste Ableitung der Grenzkosten nach dem Output (oder die zweite Ableitung der Kostenfunktion) gleich der umgekehrten Ableitung der Angebotsfunktion nach dem Produktpreis ist.¹³ Damit steht die zweite Ableitung der Kostenfunktion in einem negativen Zusammenhang mit der Preiselastizität des Outputs. Folglich ist die Produktionstechnologie umso flexibler je kleiner die Steigung der Grenzkostenfunktion ist bzw. je elastischer das Angebot auf die Produktpreise reagiert. Diese Kennzahlen beschreiben allerdings eher die Reagibilität (Reaktionsvermögen) der Produktionstechnologie. Sie entsprechen nicht der ursprünglichen Definition von Stigler, der die Flexibilität über die Krümmung der Durchschnittskostenfunktion definiert. Wenn, gemäß Stiglers' Definition, die mit den Produktionsanpassungen verbundenen Kostensteigerungen berücksichtigt werden sollten, dann wäre die zweite Ableitung der Durchschnittskosten für die Messung der Flexibilität besser geeignet. Wie später im Kapitel 3.1 gezeigt wird, beinhaltet das nach Stiglers' Definition abgeleitete Flexibilitätsmaß alle oben dargestellten Konzepte und stellt ein insgesamt umfassenderes Maß dar.

Die oben dargestellten Flexibilitätsdefinitionen werden in der Literatur zuweilen als *Outputflexibilität* bezeichnet, da sie die Anpassungsfähigkeit in Bezug auf die Veränderungen der Marktnachfrage (Produktpreisänderungen) bzw. die dadurch bedingten Steigerungen der (Grenz-)Kosten berücksichtigen.¹⁴ Im Gegensatz dazu wird die Anpassungsfähigkeit in Bezug auf die Veränderungen der Situation auf den Faktormärkten (schwankende Faktorpreise) *Inputflexibilität* genannt

¹⁰ Die theoretischen Begründungen für den negativen Zusammenhang zwischen Betriebsgröße und Flexibilität sowie empirische Analysen dieses Phänomens werden in späteren Kapiteln dieser Arbeit ausführlich dargestellt.

¹¹ Allerdings weisen MILLS (1986) und HIEBERT (1989) darauf hin, dass die Aussagen des Modells von MILLS und SCHUMANN (1985) nur begrenzt gültig sind, da sie auf der restriktiven Annahme einer bestimmten (meistens quadratischen) Kostenfunktion basieren.

¹² Die Preiselastizität des Angebots wird als prozentuale Änderung der angebotenen Menge infolge einer Erhöhung des Preises um 1 % definiert.

¹³ Nach dem Differenzieren von $\partial C(w, y(w, p))/\partial y = p$ im Bezug auf p folgt: $\partial C^2/\partial y = (\partial y/\partial p)^{-1}$.

¹⁴ In der betriebswirtschaftlichen Literatur wird für Outputflexibilität in Bezug auf die Veränderung der Gesamtproduktionsmenge der Begriff "volume flexibility" verwendet.

(MAGNANI und PRENTICE, 2006).¹⁵ Diese Aspekte der Flexibilität werden mithilfe verschiedener Kennzahlen ermittelt, die den Grad der Substituierbarkeit der Produktionsfaktoren messen. In der Literatur werden die Kreuzpreiselastizität der Faktornachfrage (FUSS und MCFADDEN, 1978), die Allen-Uzawa-Substitutionselastizität (FUSS, 1977; BILODEAU et al., 2002) oder die Morishima-Substitutionselastizität (MAGNANI und PRENTICE, 2006) als Maße für die Inputflexibilität verwendet. Mithilfe der Kreuzpreiselastizität der Faktornachfrage wird die Reaktion der Nachfrage für einen bestimmten Input bei einer Änderung des Preises des anderen Inputs ermittelt. Die Substitutionselastizitäten messen eine prozentuale Änderung des kostenminimalen Faktoreinsatzverhältnisses bei einer einprozentigen Änderung der relativen Faktorpreise (bzw. der Grenzrate der technischen Substitution).¹⁶ Bei substituierbaren Produktionsfaktoren sind die Kreuzpreiselastizität sowie die Substitutionselastizitäten positiv. Je höher die positiven Werte, umso besser können die Produktionsfaktoren bei Veränderungen der Faktorpreise durch relativ billigere Inputs ersetzt werden und umso flexibler ist die vorhandene Technologie in Bezug auf die Inputs.

Flexibilität bei Mehrproduktunternehmen

Alle bisher vorgestellten mikroökonomischen Flexibilitätskonzepte wurden für Einproduktunternehmen formuliert. Bei den dargestellten Konzepten werden besondere Aspekte der *Mehrproduktunternehmen* nicht berücksichtigt, bei denen die Anpassungen an die Veränderungen der Nachfragesituation über die Diversifikation in verschiedene Produkte erfolgen. Von UNGERN-STERNBERG (1990) hat darauf hingewiesen, dass nur bei spezialisierten Betrieben starke Nachfragefluktuationen mit starken Änderungen der Produktionsmenge einhergehen. Durch die Diversifikation in verschiedene Produkte werden die Schwankungen auf den Produktmärkten über die Anpassungen der Produktionsstruktur (i. e. die Zusammensetzung der verschiedenen Outputs) ausgeglichen, ohne dass die gesamte Outputmenge stark geändert wird. Als flexibel können damit solche Betriebe kategorisiert werden, die kostengünstig die Produktion von einem Output zum anderen wechseln können (von UNGERN-STERNBERG, 1990). Auch wenn zu erwarten ist, dass diese Art der Flexibilität mit Verzicht auf die Spezialisierungsvorteile verbunden ist, kann es bei der unsicheren Marktsituation von Vorteil sein, wenn Betriebe in der Lage sind, die Produktionsstruktur kostengünstig zu variieren. Diese Aspekte wurden zuerst bei HEADY (1950) für ein Zwei-Produkt-Unternehmen diskutiert. Ähnlich wie bei Stigler basiert seine Definition auf einer grafischen Darstellung, jedoch unterscheidet Heady die Technologien anhand des Verlaufs von Transformationskurven anstatt der Durchschnittskostenkurven. Zwei Unternehmen mit

¹⁵ Alternativ bezeichnen GRUBBSTROM und OLHAGER (1997) die Inputflexibilität als Zeit, die für die Veränderung der Inputstruktur notwendig ist.

¹⁶ Zur formalen Definition und zum Vergleich der Allen-Uzawa- und Morishima-Elastizitäten siehe BLACKORBY et al. (1989).

gleichen Kostenniveaus werden anhand der kurzfristigen Transformationsfunktionen für zwei Güter miteinander verglichen. Da die Transformationsfunktionen normalerweise einen konkaven Verlauf haben, kann das Flexibilitätsniveau über die Krümmung dieser Kurven ermittelt werden. Die Transformationsfunktion mit einem konkaveren Verlauf ist weniger flexibel, da sie nur mit kleineren Veränderungen der Produktionsstruktur auf die schwankenden Produktpreise reagiert. Dagegen führen sogar kleine Änderungen der Produktpreisrelationen bei flexiblen Technologien mit einer weniger gekrümmten Transformationsfunktion dazu, dass bei gleichen Kosten größere Verschiebungen zwischen zwei Produkten möglich sind. Als Flexibilitätsmaß schlägt HEADY (1950) die Verwendung der Transformationselastizität zwischen zwei Produkten vor.¹⁷ Dieses Maß ermittelt allerdings eher das Reaktionsvermögen oder die Reagibilität der Produktionstechnologie, und berücksichtigt nicht die Kosteneffekte, die durch die Anpassungen verursacht werden.

Eine alternative Weiterentwicklung des Flexibilitätskonzepts für Mehrproduktunternehmen wurde von CREMIEUX et al. (2005) vorgenommen. Basierend auf der Flexibilitätsdefinition von Stigler und unter Verwendung des Ray Average Cost-Konzepts vom BAUMOL et al. (1988) entwickeln die Autoren ein Flexibilitätsmaß für den Mehrproduktfall. Bei mehreren Outputs werden Durchschnittskosten anders definiert, indem die Änderung der Kosten bei einer gleichen proportionalen Änderung aller Outputs ermittelt wird. Wie bei Stigler ist die Flexibilität über die Krümmung dieser speziellen Durchschnittskostenfunktion (Ray Average Cost) definiert. Das bei CREMIEUX et al. (2005) entwickelte Maß beinhaltet beide Aspekte der Outputflexibilität und kann sowohl für spezialisierte als auch für stark diversifizierte Betriebe angewendet werden. Dieses Maß hat außerdem den Vorteil, dass es allgemein formuliert und für jede beliebige Kostenfunktion anwendbar ist. Dieses Maß wird im theoretischen Kapitel (Unterkapitel 3.1) dieser Arbeit ausführlich dargestellt und diskutiert. Es ist insofern von Bedeutung, als es eine Grundlage für die Entwicklung anderer Flexibilitätsmaße ist und in dieser Arbeit für die empirischen Analyse genutzt werden kann.

Kurzfristige und langfristige Aspekte der Flexibilität

In Bezug auf die zeitliche Dimension bzw. auf die Variabilität der Produktionsfaktoren wird in der Literatur zwischen *kurzfristiger* und *langfristiger Flexibilität* unterschieden. Bei der *kurzfristigen* Flexibilität werden alle kurzfristig verfügbaren Möglichkeiten der Anpassung berücksichtigt, die einem Betrieb bei gegebener Technologie und gegebener Ausstattung mit fixen und bedingt variablen

¹⁷ Die Transformationselastizität ermittelt, wie stark sich die Kombination zweier Outputs bei einer Änderung der Produktpreisrelationen (bzw. bei einer Änderung im Verhältnis der Grenzraten der Transformation) ändert.

Produktionsfaktoren zur Verfügung stehen (ZELLER, 1991).¹⁸ Zu solchen Faktoren, bei denen keine kurzfristigen Anpassungen möglich sind, zählen Anlagevermögen (z. B. Boden, Gebäude und Maschinen), aber auch verschiedene aus den längerfristigen Verträgen (wie z. B. Miet-, Pacht- und Arbeitsverträgen) resultierende Nutzungs- und Absatzrechte sowie Ansprüche und Verpflichtungen. Diese Aspekte der kurzfristigen Flexibilität werden bei CARLSSON (1989) als "operationale" Flexibilität bezeichnet, da sie sich auf den operativen Handlungsspielraum im Unternehmen beziehen. *Langfristige* Flexibilität bezeichnet die langfristige Fähigkeit eines Unternehmens, das Produktionsprogramm durch die Änderung *aller* zur Verfügung stehenden Produktionsfaktoren anzupassen.¹⁹ Diese Anpassungen können beispielsweise über In- und Desinvestitionen sowie über Auf- und Abbau von langfristigen Verträgen stattfinden. Diese Definition korrespondiert mit dem Begriff "taktische Flexibilität" von CARLSSON (1989), da sie die Wahl der Technologie basierend auf den Erwartungen über die Entwicklungen auf den Produktmärkten berücksichtigt. Ein weiterer Aspekt der Flexibilität wird bei CARLSSON (1989) als "strategische Flexibilität" bezeichnet. Bei der "strategischen Flexibilität" geht es um die Fähigkeit des Managements, strategische Ziele des Unternehmens wie die Positionierung auf dem Markt, die Erschließung neuer Märkte oder Investitionen in die Forschung und Entwicklung neuer Produkte und Technologien, anzupassen. Die Grenzen der strategischen Flexibilität liegen nicht im physischen Vermögen, sondern vielmehr im intellektuellen und organisatorischen Vermögen sowie der Managementfähigkeiten. Da diese Aspekte der Flexibilität schwer zu quantifizieren sind, werden sie in dieser Arbeit nicht untersucht.

Die Unterscheidung zwischen kurz- und langfristiger Flexibilität basiert im Rahmen dieser Arbeit auf der Definition der kurz- und langfristigen Kostenfunktionen (bzw. der entsprechenden Durchschnittskostenfunktionen). Kurzfristig werden die variablen Kosten bei gegebenen Preisen der variablen Faktoren, gegebenen Mengen der quasi-fixen Faktoren und Produktionsmengen minimiert, während langfristig die gesamten Kosten minimiert werden. Eine Technologie wird damit als kurzfristig flexibel bezeichnet, wenn sie bei den gegebenen (nicht unbedingt optimalen) Mengen der quasi-fixen Faktoren kostengünstige Anpassungen des Produktionsprogramms nur über die Veränderung der variablen Faktoren ermöglicht. Dies sind die Bewegungen entlang der kurzfristigen Durchschnittskostenfunktion, an denen die kurzfristige Flexibilität gemessen wird.

Die langfristige Flexibilität wird über den Anstieg der Gesamtkosten bewertet, der aus den langfristigen Anpassungen des Produktionsprogramms durch die

¹⁸ Diesen Typ der Flexibilität bezeichnet ZELLER (1991) als *Bestandsflexibilität*. In der englischsprachigen Literatur wird dafür der Begriff "*use flexibility*" verwendet. Vgl. dazu LEV (1984), ROBISON und BARRY (1987) sowie ZELLER und ROBISON (1992).

¹⁹ Diesen Typ der Flexibilität bezeichnet ZELLER (1991) als *Entwicklungsflexibilität*. In der englischsprachigen Literatur wird dafür der Begriff "*adjustment flexibility*" verwendet. Vgl. dazu ROBISON und BARRY (1987) sowie ZELLER und ROBISON (1992).

Veränderung der variablen als auch der quasi-fixen Faktoren entsteht. Die langfristige Flexibilität berücksichtigt die Bewegungen entlang der langfristigen Durchschnittskostenfunktion. Daher ist zu erwarten, dass der Betrieb auf lange Sicht flexibler ist, da ihm zusätzliche Möglichkeiten für Kostenersparnisse über die Veränderung der Einsatzmenge der quasi-fixen Faktoren zur Verfügung stehen.²⁰

2.2 Nutzen und Kosten der Flexibilität und Wettbewerbsvorteil kleiner Betriebe

Ein wichtiger Aspekt bei der Flexibilitätsanalyse ist die Frage nach dem Nutzen und den Kosten der Flexibilität. Die Nachfrage nach Flexibilität wird häufig durch die sich immer schneller wandelnde Umwelt und mit der damit verbundenen Notwendigkeit begründet, auf diese Unsicherheiten zu reagieren. Die Unsicherheiten der ökonomischen und politischen Umwelt sind nicht nur mit Risiken für ein Unternehmen verbunden, sie können auch Chancen mit sich bringen. In der entscheidungstheoretischen Literatur findet sich die These, dass die zunehmende Variabilität der Marktpreise zur Steigerung der erwarteten Gewinne führen kann (vgl. z. B. OI, 1961; TISDELL, 1968; SHESHINSKI und DREZE, 1976). Unsichere Marktentwicklungen bringen Unternehmen dazu, ihre Flexibilität zu erhöhen. So haben einige Autoren, u. a. TISDELL (1968), SHESHINSKI und DREZE (1976), JONES und OSTROY (1984), MILLS und SCHUHMAN (1984) sowie BOYER und MOREAUX (1989) gezeigt, dass eine höhere Unsicherheit (z. B. in Form einer stärkeren Preisinstabilität) unter bestimmten Voraussetzungen zu einer Steigerung der Flexibilität beim Entscheidungsträger führt.²¹ Je flexibler die Technologie ist, umso einfacher können die Unternehmen ihre Produktion an die Veränderungen ihrer Umwelt anpassen und damit optimal auf die neuen Marktbedingungen reagieren. Ein Flexibilitätsnutzen besteht damit in der besseren Bewältigung der Risiken, die mit den Veränderungen einhergehen. Das geschieht durch Kosteneinsparungen, die durch die Umstellungen des Produktionsprogramms als Reaktion auf diese Veränderungen verursacht werden. Durch diesen Nutzen aus der Flexibilität haben Betriebe dynamische Wettbewerbsvorteile gegenüber unflexiblen Betrieben und können langfristig auf Märkten bestehen, die durch Instabilitäten gekennzeichnet sind. Diesbezüglich wird in der industrieökonomischen Literatur (z. B. CARLSSON, 1989; FIEGENBAUM und KARNANI, 1995) häufig betont, dass Flexibilität und Produktivitätssteigerung zwei gleichrangige Aspekte für die Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens sind.

²⁰ Aus der Tatsache, dass die langfristige Durchschnittskostenfunktion die Umhüllende der kurzfristigen Durchschnittskostenfunktionen ist, folgt, dass sie immer einen flacheren Verlauf hat, was nach unserer Definition mit einer höheren Flexibilität auf lange Frist verbunden ist.

²¹ HIEBERT (1989) hat gezeigt, dass dieses Ergebnis von der Annahme über die Form der Kostenfunktion abhängig ist. Wenn eine quadratische Kostenfunktion wie bei MARSCHAK und NELSON (1962) und bei MILLS und SCHUMANN (1985) angenommen wird, dann führt eine stärkere Preisvariabilität zu einer höheren Flexibilität. Das gilt aber nicht zwangsläufig für andere Spezifikationen der Kostenfunktion.

Allerdings betonen STIGLER (1939) und andere Autoren (u. a. FUSS und MCFADDEN, 1978; CARLSSON, 1988) dass Flexibilität mit Kosten verbunden ist. Stigler hat es wie folgt ausgedrückt: "Flexibility will not be a 'good'" (STIGLER, 1939, S. 311). Damit ist gemeint, dass Flexibilität nur auf Kosten einer niedrigeren statischen Effizienz erreicht werden könnte. Eine Technologie, die für ein bestimmtes Produktionsprogramm gestaltet wurde, ermöglicht eine effizientere Produktion der geplanten Outputmengen als eine andere Technologie, die die Produktion bei verschiedenen Outputniveaus möglich macht. Das führt zu einem Trade-off (Zielkonflikt) zwischen Flexibilität und Effizienz. Ein Unternehmen, das ein gegebenes Produkt oder eine Produktkombination mit den niedrigsten Durchschnittskosten produzieren kann (d. h. statisch effizient), wird höchstwahrscheinlich nicht in der Lage sein, seine Produktion einfach, schnell und mit niedrigen Kosten auf andere Outputniveaus umzustellen (unflexibel oder dynamisch ineffizient). Wenn ein Unternehmen allerdings mit starken Schwankungen der Nachfrage und anderen Änderungen der künftigen Wirtschaftssituation rechnet, bei denen die Umstellungen des Produktionsprogramms notwendig sein werden, wird unter Umständen eine flexible Technologie ausgewählt, die diese Anpassungen ohne erhebliche Zusatzkosten durchführen lässt (eine flexible, dynamisch effiziente Technologie). Solche Unternehmen müssen aber mit den Einbußen in der statischen Effizienz rechnen, da eine flexible Technologie höchstwahrscheinlich mit höheren Durchschnittskosten verbunden ist.

Dieser Trade-off zwischen Flexibilität und statischer Effizienz wird in Abbildung 1 deutlich. Wie dargestellt, ist die flexible Technologie durch höhere minimale Durchschnittskosten gekennzeichnet, wodurch sie weniger effizient ist. Wenn allerdings ein Unternehmen mit starken Schwankungen der Produktnachfrage in der Zukunft rechnet (Risiko, dass die Nachfrage unter y_1 fallen oder über y_2 ansteigen könnte), wird möglicherweise eine flexiblere Technologie gewählt, die die Produktionsanpassungen ohne erhebliche Zusatzkosten ermöglicht.

Bei den Mehrproduktunternehmen kann die höhere Flexibilität im Sinne der kostengünstigen Anpassung der Produktkombination nur auf Kosten der niedrigeren Effizienzvorteile aus der Spezialisierung erreicht werden. Ein Ausgleich des geschilderten Zielkonfliktes führt dazu, dass einige Betriebe diejenigen inflexiblen Technologien wählen, die ihnen Effizienzvorteile aus der Spezialisierung auf ein einziges Output gewähren. Im Gegensatz dazu nutzen andere Unternehmen Technologien, die mit höheren Produktionskosten verbunden sind, allerdings eine kostengünstige Umstellung der Produktion auf ein anderes Output ermöglichen (VON UNGERN-STERMBERG, 1990).

Diese Überlegungen bilden die Grundlage für weiterführende Analysen der Heterogenität von Unternehmen auf einem Markt. Würden Unternehmen bei ihren Produktionsentscheidungen ausschließlich die Effizienzüberlegungen in Betracht ziehen und würde somit kein Trade-off zwischen statischer und dynamischer Effizienz stattfinden, dann würden alle Betriebe die gleiche Outputmenge oder die gleiche

Produktkombination zu den minimalen Durchschnittskosten produzieren. Unsichere Marktentwicklungen lassen Unternehmen zusätzlich Flexibilität nachfragen. Wenn Unternehmen aufgrund bestimmter Faktoren unterschiedliche Präferenzen bezüglich der Flexibilität haben, werden auf dem Markt Betriebe mit unterschiedlichen Technologien koexistieren.

Die meisten Flexibilitätsanalysen gehen der Frage nach, ob kleinere Betriebe einen Wettbewerbsvorteil gegenüber größeren Betrieben haben, indem sie über eine höhere Flexibilität verfügen. Diese Hypothese findet sowohl theoretische als auch empirische Bestätigung in der Literatur (vgl. beispielsweise MILLS und SCHUMANN, 1985; DAS et al., 1993; NOR et al., 2007; ZIMMERMANN, 1995). Als Gründe für diesen negativen Zusammenhang zwischen Flexibilität und Betriebsgröße werden die Unterschiede in der Kapitalstruktur und die Besonderheiten der Organisation bei den großen und kleinen Betrieben genannt (MILLS und SCHUMANN, 1985; DAS et al., 1993). Es wird argumentiert, dass größere Betriebe wegen ihrer hierarchischen und bürokratischen Organisationsstrukturen weniger flexibel in ihren Entscheidungen sind. Außerdem wenden größere Betriebe solche Produktionstechnologien an, die höhere Kapitalinvestitionen in spezifische Anlagen erfordern, um die technischen Skaleneffekte zu realisieren und die Durchschnittskosten der Produktion zu reduzieren. Dadurch wird aber der Anteil der quasi-fixen Inputs erhöht, die im Gegensatz zu den variablen Faktoren, wie beispielsweise Arbeit, nur begrenzt veränderbar sind. Zwar erreichen größere Betriebe dadurch eine höhere statische Effizienz, jedoch geschieht das auf Kosten einer niedrigeren Flexibilität (dynamischer Effizienz).

Wenn kleine Betriebe in größerem Maß flexibel sind, besitzen sie dadurch einen komparativen Vorteil gegenüber den großen Betrieben²² und können am Markt bestehen (FIEGENBAUM und KARNANI, 1991). Die Flexibilität bietet damit eine mögliche Begründung dafür, dass selbst unter der Annahme des vollkommenen Wettbewerbs, Unternehmen mit unterschiedlicher Größe auf einem Markt koexistieren werden.²³ Damit kann die Existenz der dualen Strukturen im Agrarsektor (viele kleine Betriebe stehen wenigen großen gegenüber) in einigen Ländern zumindest teilweise durch die Flexibilitätstheorie begründet werden.

²² Die Wettbewerbsvorteile der großen Betriebe liegen in der Nutzung positiver Skaleneffekte (statische Effizienz), in der Marktposition und in einem besseren Zugang zum Kreditmarkt. Die Vorteile der kleinen Betriebe werden in der Literatur ausführlich (vgl. YOU, 1995; PRATTEN, 1991) und teilweise im Kapitel 3.3.1 diskutiert. Dies bildet dennoch nicht den Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit.

²³ Unter der Annahme des vollständigen Wettbewerbs, wenn unendlich viele Betriebe vollständig homogene Güter produzieren und keine Markteintrittsschranken vorhanden sind, so hätten nach der neoklassischen Produktionstheorie alle Betriebe die gleiche Größe, da sie die gleiche (optimale) Outputmenge produzieren würden. Bei bestimmten Marktunvollkommenheiten, beispielsweise bei Produktdifferenzierungen (Markt mit monopolistischer Konkurrenz) haben Anbieter einen gewissen monopolistischen Spielraum bei der Festlegung ihrer Preise oder Mengen. Damit können auf solchen Märkten viele unterschiedlich große Anbieter koexistieren.

Aus den oben genannten Überlegungen lassen sich verschiedene Hypothesen über die Bestimmungsfaktoren der Flexibilität und deren Wirkungsrichtungen ableiten. Erstens hängt die Flexibilität eines landwirtschaftlichen Betriebs von den Präferenzen sowie von der persönlichen Situation des Betriebsleiters ab (Familien- und Lebensverhältnisse etc.). Somit beeinflussen soziale Faktoren dessen Produktions-, Arbeits- und Konsumententscheidungen. Entscheidungsträger können unterschiedliche Ziele bzw. unterschiedliche Präferenzen bezüglich dieser Ziele haben. Sie können sich außerdem in Bezug auf ihre Einstellung gegenüber Risiken unterscheiden. Je höher die Risikoaversion, umso höher ist die Präferenz für diejenigen Technologien, die aufgrund der hohen Flexibilität oder stärkeren Diversifikation risikomindernd sein können.

Zweitens gibt es eine Reihe von Faktoren, die den Prozess der Erwartungsbildung, Informationsbeschaffung und Entscheidungsbildung beeinflussen. Dazu gehören u. a. die Anzahl der in die Entscheidung involvierter Familienmitglieder, Erfahrung, Managementfähigkeit, Ausbildung usw. Alle diese Faktoren beeinflussen die Wahl der Produktionstechnologie und damit auch das Flexibilitätsniveau des Betriebs. Außerdem ist zu vermuten, dass Flexibilität in einem bestimmten Zusammenhang mit anderen Eigenschaften der Produktionstechnologie (wie z. B. Kapitalstruktur, Spezialisierung, Effizienz usw.) steht.

Drittens müssen die Unterschiede in der betrieblichen Struktur berücksichtigt werden. Wenn es stimmt, dass kleine Betriebe anpassungsfähiger sind, dann sollte ein negativer Zusammenhang zwischen Flexibilität und Betriebsgröße empirische Bestätigung finden. Diese Aspekte stehen in einem engen Zusammenhang zueinander und beeinflussen sich gegenseitig. Sie sollen lediglich einen Referenzraum für die darauffolgende empirische Analyse bilden sowie bei der Bildung der Hypothesen zu den Bestimmungsfaktoren der Flexibilität im Kapitel 3.3 berücksichtigt werden.

2.3 Methodische Ansätze für die Berechnung der Flexibilität

In diesem Abschnitt werden die methodischen Ansätze dargestellt, die in den meisten empirischen Arbeiten zur Messung der Flexibilität angewendet werden. Diese herkömmlichen empirischen Maße werden nicht basierend auf der theoretischen Definition der Flexibilität abgeleitet, sondern dienen eher als Proxy-Variablen bei der Berechnung der Flexibilität für empirische Analysen. Der folgende Überblick über die in der Literatur verwendeten Approximationen für Flexibilität soll die Notwendigkeit der Weiterentwicklung der methodologischen Ansätze der Flexibilitätsberechnung verdeutlichen und die spätere Interpretation der Ergebnisse aus verschiedenen empirischen Studien zur Flexibilität erleichtern.

Die Verwendung der Variabilität des Outputs (oder des Umsatzes) als Approximation für Flexibilität geht auf MILLS und SCHUMANN (1985) zurück. Die Autoren

leiten aus ihrem theoretischen Modell ab, dass Flexibilität (definiert als Angebotselastizität) in einem positiven Zusammenhang zur Outputvariabilität steht. Die Autoren behaupten, dass flexible Betriebe mit stärkeren Outputvariationen auf die schwankende Nachfrage reagieren als weniger flexible Betriebe.²⁴ Basierend auf dieser Überlegung verwenden viele empirische Arbeiten die Standardabweichung der (logarithmierten und um einen Trend bereinigten) Gesamtproduktion als Maß für die Flexibilität (vgl. MILLS und SCHUHMAN, 1985; FIEGENBAUM und KARNANI, 1991; DAS et al., 1993; ZIMMERMANN, 1995; WEISS, 2001; NOR et al., 2007). Dieses Flexibilitätsmaß bezeichnet WEIS (2004) als "taktische" Flexibilität. Sie kann wie folgt formal dargestellt werden:

$$Flex_Var_f = \left[\frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (Y_{ft} - \bar{Y}_f)^2 \right]^{1/2} . \quad (1)$$

Dabei sei f der Index für die Untersuchungseinheit (beispielsweise ein Unternehmen), Y_{ft} der (logarithmierte) Gesamtoutput einer Periode t und \bar{Y}_f der (logarithmierte) Mittelwert der Gesamtproduktion eines Betriebs über alle Perioden T . Einige Autoren (MILLS und SCHUHMAN, 1985; NOR et al., 2007) berechnen anstatt des Mittelwerts die trendbereinigte Gesamtproduktion \tilde{Y}_f (bzw. den Umsatz) und damit die Abweichung des Outputs von seinem Prognosewert.²⁵ Um die Größeneffekte zu eliminieren, haben DAS et al. (1993) alternativ vorgeschlagen, dieses Maß als prozentuale Größe zum Mittelwert zu berechnen:²⁶

$$Flex_Var0_f = \left[\frac{1}{(T-2)} \sum_{f=1}^T \left((Y_{ft} - \tilde{Y}_f) / \bar{Y}_f \right)^2 \right]^{1/2} . \quad (2)$$

Die relativ einfache Berechnung der Flexibilität gemäß der Gleichungen (1) und (2) macht dieses Maß attraktiv für die empirische Analyse. Jedoch ist zu berücksichtigen, dass Flexibilität als eine betriebspezifische Größe über die ganze Zeitperiode T berechnet wird. Damit können mithilfe dieses Maßes keine Veränderungen der Flexibilität über die Zeit analysiert werden. Obwohl die Verwendung der Outputvarianz durch die Ableitung des formalen Modells von MILLS und SCHUHMAN (1985) unterstützt wird, kann dieser Indikator nur als eine schwache Approximation für Flexibilität dienen. Die Variabilität des Outputs steht nicht in einem direkten Zusammenhang mit der Produktionstechnologie, sondern hängt

²⁴ Dabei wird vorausgesetzt, dass alle Betriebe den gleichen Nachfrageschwankungen ausgesetzt sind.

²⁵ Die Trendbereinigung wird durch das Regressieren von Y gegen eine Trendvariable durchgeführt.

²⁶ Zur Diskussion über die verschiedenen Möglichkeiten der Berechnung der Variabilität des Outputs siehe DAS et al. (1993).

von vielen verschiedenen Faktoren ab.²⁷ Dabei wird bei diesem Maß die Kostenkomponente nicht berücksichtigt. Wenn Flexibilität als die Eigenschaft der Produktionstechnologie definiert ist, bei der eine Anpassung der Outputmenge mit möglichst niedrigen Kostenerhöhungen einhergeht, sollten solche Kosteneffekte der Produktionsänderung bei der Ermittlung der Flexibilität berücksichtigt werden.

Die oben dargestellten Maße berücksichtigen nur einen Output bzw. werden diese durch ihre Preise zu einem aggregierten Output zusammengefasst. Wie bei der Diskussion der Flexibilitätsdefinition bereits erörtert, können die Anpassungsprozesse bei Mehrproduktunternehmen außerdem durch die Verschiebung der Produktion eines Produktes zu einem anderen erfolgen. Dabei werden bei den flexibleren Betrieben nicht nur die Gesamtproduktion, sondern vielmehr die Anteile einzelner Produkte in der gesamten Produktpalette variiert. Daher ist ein Flexibilitätsmaß notwendig, das die Anpassungen der Produktionsstruktur, d. h. die Änderungen in der Zusammensetzung der Gesamtproduktion aus den verschiedenen Produkten, berücksichtigt. Für diesen Zweck schlägt WEISS (2001) die Verwendung der statistischen Indizes vor, die das Ausmaß der strukturellen Veränderungen berechnen. Zu solchen Indizes gehören der Michaely-Stoikov-Index und der Lilien-Index, durch die die Veränderungen der prozentualen Anteile verschiedener Aggregate in der Gesamtgröße gemessen werden können.²⁸ In Anlehnung an die Definition von Carlsson werden diese Flexibilitätsindizes von WEISS (1997) als "operationelle" Flexibilität bezeichnet.

Das erste Maß basiert auf dem Index, der von MICHAELY (1962) und STOIKOV (1966) entwickelt wurde, und ist gleich der Summe der absoluten Anteilsänderungen zwischen zwei Perioden.²⁹

$$Flex_MS_{ft} = \sum_{j=1}^J |s_{jft} - s_{jft(t-1)}| \quad (3)$$

Dabei sei s_{jft} der Anteil des Outputs j der Firma f am Gesamtoutput Y_f in der Periode t , so dass gilt: $s_{jft} = y_{jft}/Y_{ft}$. Da in dieser Form alle Anteilsänderungen doppelt gezählt werden, nehmen einige Autoren eine Normierung mit dem Faktor 0,5 vor.³⁰ In diesem Fall nimmt die Maßzahl einen Wert zwischen 0 und 1 an. Wenn in einer Periode keine Änderungen der Produktionsstruktur auftreten, nimmt das Maß den Wert Null an. Je stärker die Produktionsstruktur sich verändert hat, umso mehr wird sich das Maß dem Wert Eins annähern. Der Vorteil dieses Maßes

²⁷ Die Variabilität der Gesamtproduktion kann beispielsweise vom Diversifikationsgrad abhängig sein. MILLS und SCHUMANN (1985) weisen selbst darauf hin, dass Betriebe, bei denen die Nachfrageschwankungen durch Diversifikation in andere Outputs ausgeglichen werden, niedrigere Schwankungen der Gesamtproduktion aufweisen.

²⁸ Eine vergleichende Analyse beider Indizes ist bei DRIVER und SAW (1996) zu finden.

²⁹ Dieses Maß wird in der Literatur auch als Betragssummen-Norm bezeichnet.

³⁰ Vgl. STAMER (1999, S. 9).

besteht in seiner einfachen Interpretierbarkeit. Ein Nachteil liegt darin, dass nur die absoluten Änderungen in das Maß eingehen und damit die Gewichte der einzelnen Produkte nicht berücksichtigt werden. Das bedeutet, dass bei den starken relativen Veränderungen (Wachstumsraten) der kleinen Produktgruppen das Ausmaß der Veränderung unterbewertet und bei den kleinen relativen Veränderungen der großen Produktgruppen überbewertet wird. Bei den gleichen Wachstumsraten wird die Produktgruppe mit dem größeren Anteil an der Gesamtproduktion mehr zur Maßzahl beitragen als die kleine.³¹

Das zweite Maß wurde von LILIEN (1982) entwickelt und basiert auf den relativen Veränderungen der Produktionsstruktur. Das Maß berechnet die gewichtete Standardabweichung der einzelnen relativen Produktwachstumsraten von der Gesamtproduktionswachstumsrate:

$$Flex_L_{ft} = \left[\sum_{j=1}^J s_{jft} \left[\ln(y_{jft} / y_{jft(t-1)}) - \ln(Y_{ft} / Y_{ft(t-1)}) \right]^2 \right]^{1/2}. \quad (4)$$

Durch die Gewichtung, die über die strukturellen Anteile der aktuellen Periode erfolgt, haben kleine Produktanteile einen geringeren Einfluss auf die Maßzahl als die Produkte mit größerem Anteil. Dabei werden durch die Quadrierung die großen relativen Anteilsänderungen stärker bewertet. Nach einigen Transformationen kann (4) die gewichtete Standardabweichung der relativen Produktanteilsänderungen zwischen zwei Perioden wie folgt dargestellt werden:

$$Flex_L_{ft} = \left[\sum_{j=1}^J s_{jft} \left(\ln(s_{jft} / s_{jft(t-1)}) \right)^2 \right]^{1/2}. \quad (5)$$

Bei kleinen Änderungen der Produktionsstruktur ist der Lilien-Index gleich Null und steigt umso stärker, je mehr sich die Produktionsstruktur im Vergleich zur Vorperiode verändert. Beide oben dargestellte Maße wurden für die Analyse des Strukturwandels einer Volkswirtschaft entwickelt und angewendet. Obwohl diese Maße viele wichtige Anforderungen an die Strukturänderungsmaße erfüllen,³² weisen sie jedoch einige Nachteile auf, wenn sie bei der Analyse der einzelbetrieblichen Produktionsstrukturänderungen angewendet werden. Im Gegensatz zur gesamtwirtschaftlichen Produktionsstruktur, bei der die Anteilswerte der Sektoren immer positive Werte ausweisen, werden bei den einzelnen Betrieben, selbst wenn sie stark diversifiziert sind, nicht alle Produkte in allen Perioden stets hergestellt. Damit treten bei den einzelbetrieblichen Daten einiger Produktgruppen oft Nullwerte auf. Dies führt zu einem Logarithmierungsproblem, da der Logarithmus für Null

³¹ Die Eigenschaften des Maßes werden bei MEIBNER und FASSING (1989) und STAMER (1999) diskutiert.

³² Zu den Anforderungen an die Strukturmaße vgl. STAMER (1999, S. 5ff.).

und negative Zahlen nicht definiert ist. Um dieses Problem zu umgehen, werden bei der Berechnung des Lilien-Indexes alle $s_{jfi} = 0$ durch $s_{jfi} = 0,00001$ ersetzt.

Für die beiden dargestellten Maße der "operationalen" Flexibilität gilt das gleiche Argument wie für die "taktische" Flexibilität. Sie werden weder aus den Eigenschaften einer Produktionstechnologie abgeleitet noch berücksichtigen sie die Kosteneffekte der Veränderung der Produktionsstruktur. Daher können auch diese Indizes nur als eine Approximation für die Flexibilität betrachtet werden, was bei der Interpretation der empirischen Ergebnisse zu berücksichtigen ist.

Abgesehen von einigen Arbeiten, bei denen die Elastizität einer Technologie als Maß für Flexibilität verwendet wurde, existiert in der Literatur bisher nur ein Versuch die Flexibilität aus den Eigenschaften einer empirisch geschätzten Produktionstechnologie abzuleiten. In der Arbeit von CREMIEUX et al. (2005) wurde ein Flexibilitätsmaß vorgeschlagen, das gemäß der Definition von Stigler über die zweite Ableitung der Durchschnittskosten abgeleitet wurde. Wie oben bereits beschrieben, haben die Autoren das Maß sowohl für den Fall eines Outputs als auch für Mehrproduktunternehmen formuliert. Das von CREMIEUX et al. (2005) entwickelte Flexibilitätsmaß bildet eine Grundlage für diese Arbeit. Es wird im Kapitel 3 ausführlich dargestellt und für die langfristige und primale Betrachtung weiterentwickelt.

2.4 Überblick empirischer Analysen der Flexibilität

Nach umfassenden Recherchen konnten nur wenige Forschungsarbeiten aus dem mikroökonomischen Bereich gefunden werden, die die Flexibilität empirisch untersuchen. Die meisten dieser Arbeiten mit Ausnahme von WEISS (2001) und CREMIEUX et al. (2005) werden auf den industriellen Sektor der Volkswirtschaft angewendet. Diese Arbeiten untersuchen mithilfe der Regressionsanalyse den Zusammenhang zwischen Flexibilität, gemessen als Variabilität des aggregierten Outputs, und der Betriebsgröße (vgl. MILLS und SCHUMANN, 1985; FIEGENBAUM und KARNANI, 1991; DAS et al., 1993; ZIMMERMANN, 1995; NOR et al., 2007). Diese Studien bestätigen einen negativen Zusammenhang, was mit den theoretischen Hypothesen von MILLS (1984) in Einklang steht. Außerdem weisen die empirischen Ergebnisse bei MILLS und SCHUHMAN (1985) und bei NOR et al. (2007) auf einen negativen Zusammenhang zwischen Flexibilität und Kapitalintensität hin. Einige Analysen werden um den Einfluss anderer ökonomischer Faktoren (ZIMMERMANN, 1995) und um die Interaktionen zwischen den Variablen (FIEGENBAUM und KARNANI, 1991) ergänzt.

CREMIEUX et al. (2005) verwenden verschiedene Flexibilitätsmaße, die aus den Koeffizienten der variablen Kostenfunktion für Mehrproduktunternehmen abgeleitet wurden. Sie unterscheiden zwischen kurz- und langfristiger Flexibilität und ermitteln Flexibilitätsänderungen infolge des technischen Fortschritts. In der Studie werden kanadische und amerikanische Krankenhäuser auf die Unterschiede in

der Flexibilität in Abhängigkeit von der Eigentumsform verglichen. Dabei konnten keine großen Unterschiede in der Anpassungsfähigkeit zwischen privaten und staatlichen Einrichtungen festgestellt werden.

In WEISS` (2001) einziger empirischer Arbeit aus dem agrarökonomischen Bereich werden zusätzlich zur Variabilität des Outputs die besonderen Aspekte der Produkt-Mix-Flexibilität untersucht und der Einfluss vieler betrieblicher und soziodemografischer Variablen auf die Flexibilität landwirtschaftlicher Betriebe in Österreich ökonometrisch analysiert. WEISS (2001) weist in seiner Arbeit auf die Notwendigkeit hin, soziodemografische Variablen, die den Betriebsleiter und seine Familie charakterisieren, bei der Analyse des Agrarsektors zu berücksichtigen, da landwirtschaftliche Betriebe zum großen Teil als Familienbetriebe organisiert sind. Die empirischen Ergebnisse eines Tobit-Modells zeigen, dass kleine landwirtschaftliche Betriebe über eine höhere Flexibilität verfügen. Das gilt sowohl in Bezug auf die Anpassung der Gesamtproduktion (Variabilität des Outputs) als auch hinsichtlich der Anpassung der Zusammensetzung der Produktion aus verschiedenen Outputs (gemessen nach dem Lilien-Maß und dem Michely-Stoikov-Maß). Nach diesen Schätzungen weisen diversifizierte Vollerwerbsbetriebe, die von jungen und gut ausgebildeten Betriebsleitern geführt werden, tendenziell eine höhere Flexibilität auf.

2.5 Zwischenfazit aus dem Literaturüberblick

Dieser Literaturüberblick zeigt, dass existierende Studien nur unzureichend zum Verständnis und zur Analyse der Flexibilität beitragen. Neben vielen theoretischen Definitionen der Flexibilität existiert eine Vielzahl verschiedener Indizes, die als Approximationen für Flexibilität vorgeschlagen wurden. Diese Indizes sind häufig nicht ausreichend theoretisch fundiert, basieren auf den spezifischen Funktionsformen und berücksichtigen die Besonderheiten der Mehrprodukttechnologien nicht. Verschiedene Elastizitäten (Angebots-, Substitutions-, Transformationselastizität) beschreiben eher die Reagibilität (Reaktionsvermögen) der Technologie als deren Flexibilität, da die Kosteneffekte der Anpassungen nicht berücksichtigt werden. Das Flexibilitätsmaß von CREMEUX et al. (2001) scheint für die weiteren Analysen in dieser Arbeit besonders geeignet zu sein. Dieses Maß ist mikroökonomisch fundiert und ist unmittelbar aus der theoretischen Definition der Flexibilität abgeleitet. Zudem kann dieses Maß so allgemein formuliert werden, dass es sowohl für ein aggregiertes Output als auch für Mehrproduktunternehmen anwendbar ist und über alternative methodische Verfahren berechnet werden kann.

Bei den theoretischen Diskussionen über Flexibilität handelt es sich hauptsächlich um einen Trade-off zwischen Flexibilität und statischer Effizienz bzw. um den negativen Zusammenhang zwischen Flexibilität und Betriebsgröße als Begründung für den Wettbewerbsvorteil der kleinen Betriebe. Jedoch fehlen Erklärungsansätze, die den Zusammenhang zwischen Flexibilität und anderen Bestimmungsfaktoren formal abbilden. Nur wenige empirische Arbeiten beschäftigen sich mit der Flexi-

bilitätsanalyse, wobei diese sich zumeist auf den industriellen Sektor konzentrieren. Aus einer einzigen empirischen Arbeit von WEISS (2001), die sich auf den Agrarsektor bezieht, wird deutlich, dass die Erklärungsansätze zu den Bestimmungsfaktoren der Flexibilität die Besonderheiten der Familienstrukturen berücksichtigen sollten.

Die vorliegende Arbeit will daher versuchen, zur Weiterentwicklung des theoretischen Flexibilitätskonzepts und der Methoden der Flexibilitätsmessung beizutragen sowie die Relevanz der Flexibilität für landwirtschaftliche Betriebe anhand der einzelbetrieblichen Daten aus Polen zu untersuchen.

3 THEORETISCHES KONZEPT ZUR ANALYSE DER FLEXIBILITÄT

3.1 Ableitung des theoretischen Flexibilitätsmaßes

Ziel dieser Arbeit ist es, ein verallgemeinertes Flexibilitätsmaß basierend auf der mikroökonomischen Definition von Flexibilität zu entwickeln. Dieser Index soll eine Basis für die methodischen Ansätze zur Berechnung der Flexibilität (Kapitel 4) und für die empirische Analyse (Kapitel 5) darstellen.

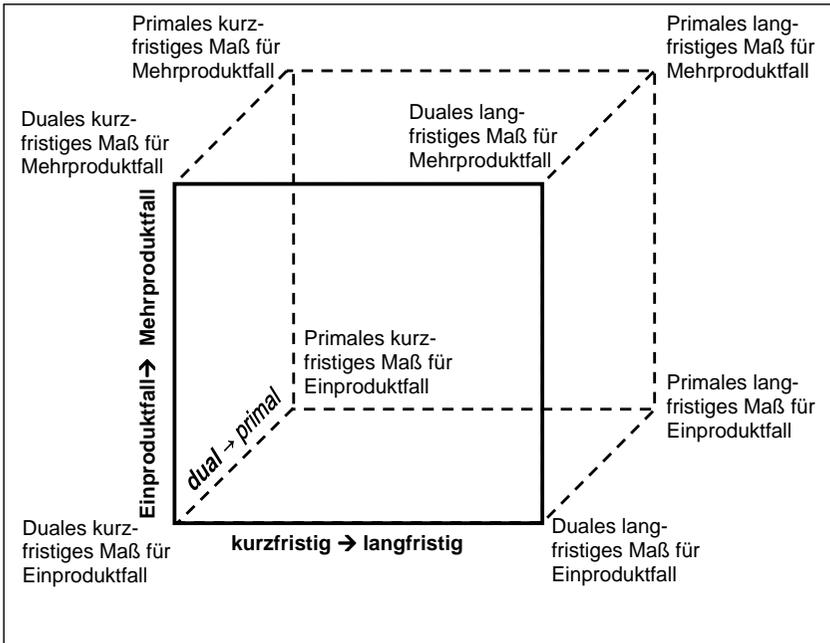
Aus der im Rahmen dieser Arbeit verwendeten Flexibilitätsdefinition folgt, dass Flexibilität die Eigenschaft einer Technologie ist. Eine Produktionstechnologie beschreibt ganz allgemein, wie verschiedene Inputs in einem Produktionsprozess in Outputs umgewandelt werden (PINDYCK, 2003). In der Produktionstheorie wird diese Beziehung meistens mithilfe einer Produktionsfunktion (oder Distanzfunktion für Mehrproduktunternehmen) dargestellt (primärer Ansatz). Unter Verwendung der Dualitätstheorie kann eine Produktionstechnologie alternativ auch durch eine Kostenfunktion beschrieben werden (dualer Ansatz). Das Dualitätstheorem besagt, dass unter bestimmten Annahmen das Produktionsverhalten (bzw. die Technologie) eines Unternehmens entweder durch eine Produktionsfunktion oder eine Kostenfunktion äquivalent beschrieben werden kann.³³ Damit können beide Darstellungen zur Ermittlung der wichtigsten ökonomischen Eigenschaften einer Produktionstechnologie, wie Skalen- und Verbundeffekte, Grenzproduktivitäten, Substitutionselastizitäten sowie Flexibilität, herangezogen werden. Basierend auf diesen beiden Ansätzen werden in diesem Unterkapitel verschiedene Flexibilitätsmaße (primal und dual) dargestellt und diskutiert. Der Zusammenhang zwischen den einzelnen Flexibilitätsmaßen wird in der Abbildung 2 verdeutlicht.

Da Flexibilität ursprünglich durch die Eigenschaften der variablen (Durchschnitts-) Kostenfunktion definiert ist, wird zuerst das kurzfristige Flexibilitätsmaß, basierend auf der variablen Kostenfunktion, für einen Einproduktfall dargestellt. Dieses Maß ist in der linken unteren Ecke in Abbildung 2 abgebildet (duales kurzfristiges Maß für den Einproduktfall nach Stigler) und kann in drei verschiedene Richtungen weiterentwickelt werden. Die erste Erweiterung wurde von CREMIEUX et al. (2005) vorgenommen, indem die Autoren das Flexibilitätsmaß für den Mehrproduktfall formuliert haben (dargestellt durch die Bewegung entlang der linken Kante nach

³³ Die Nachweise der Dualitätstheorie und der dafür notwendigen Regularitätsbedingungen werden beispielsweise bei SHEPHARD (1953), MCFADDEN (1978) oder DIEWERT (1971) beschreiben.

oben in Abbildung 2). Außerdem haben die Autoren ein langfristiges Maß basierend auf der langfristigen Gesamtkostenfunktion entwickelt (die Erweiterung nach rechts in Abbildung 2).

Abbildung 2: Entwicklung der Flexibilitätsmaße



Quelle: Eigene Darstellung.

Für einige Fragestellungen kann es von Interesse sein, Flexibilitätsmaße alternativ im primalen Raum darzustellen. Unter Verwendung der Dualitätsbedingungen zwischen Kostenfunktion und Produktionsfunktion bzw. Distanzfunktion für Mehrproduktunternehmen lassen sich dabei primale Flexibilitätsmaße ableiten. Hierbei werden die primalen Maße sowohl für die kurze als auch für die lange Frist definiert. Diese Erweiterungen führen zur Entwicklung vier neuer Flexibilitätsmaße, die in dem Würfel mit gestrichelten Linien eingezeichnet sind. In den nächsten Unterkapiteln werden diese Maße einzeln dargestellt und diskutiert. Dabei wird in einem Extrakapitel auf die Dekomposition und ökonomische Interpretation der Flexibilitätsmaße eingegangen.

3.1.1 Duales Flexibilitätsmaß für Einproduktunternehmen

Gemäß dem für diese Arbeit verwendeten Flexibilitätsbegriff wird die Flexibilität einer Produktionstechnologie durch die Krümmung der variablen Durchschnittskostenfunktion definiert. Für die Ableitung eines Flexibilitätsmaßes ist daher zunächst die Definition einer variablen Kostenfunktion notwendig.

Die *variable Kostenfunktion* beschreibt den Zusammenhang zwischen den minimalen variablen Produktionskosten und den Produktionsniveaus bei einer kurzfristig gegebenen Technologie und gegebenen Preisen der variablen Faktoren sowie bei gegebenen Einsatzmengen der quasi-fixen Faktoren. Formal wird die variable Kostenfunktion aus der Minimierung der variablen Kosten unter der Nebenbedingung einer gegebenen Technologierestriktion wie folgt definiert:

$$VC(\mathbf{w}, \mathbf{k}, \mathbf{y}) = \min_{\mathbf{x} > 0} \{ \mathbf{w}'\mathbf{x} \mid \mathbf{x} \in V(\mathbf{k}, \mathbf{y}) \}. \quad (6)$$

Es sei \mathbf{x} definiert als ein $(I \times N)$ -Vektor der variablen Inputs, \mathbf{w} als ein $(I \times N)$ -Vektor der entsprechenden Preise, \mathbf{y} als ein $(I \times J)$ -Vektor der Outputs und \mathbf{k} als ein $(I \times M)$ -Vektor der quasi-fixen Faktoren. $V(\mathbf{k}, \mathbf{y})$ sei die kurzfristige Input-Erfordernismenge (input-requirement set). Dies ist die Menge aller möglichen variablen Inputs, mit denen der Outputvektor \mathbf{y} bei den gegebenen Mengen der quasi-fixen Faktoren \mathbf{k} produziert werden kann.

Die variable Kostenfunktion $VC(\mathbf{w}, \mathbf{k}, \mathbf{y})$ soll bestimmte Eigenschaften erfüllen. Sie soll nicht negativ und nicht abnehmend in den Outputs \mathbf{y} und in den Preisen der variablen Inputs \mathbf{w} sowie nicht zunehmend in den quasi-fixen Faktoren \mathbf{k} sein. Außerdem soll sie konkav und linear homogen vom Grad Eins in Bezug auf die Preise der variablen Faktoren \mathbf{w} sein.³⁴

Wenn das Unternehmen nur ein Output produziert (d. h. wenn der Outputvektor \mathbf{y} nur aus einem Element y besteht), ist die Ableitung des Flexibilitätsmaßes einfach. Nach der Definition von Stigler ist eine Produktionstechnologie umso flexibler, je flacher der Verlauf der Durchschnittskostenfunktion ist. Umgekehrt impliziert ein steiler Verlauf der Durchschnittskostenfunktion, dass das Unternehmen über eine weniger flexible Technologie verfügt. Da die Krümmung einer Funktion approximativ durch die zweite Ableitung berechnet werden kann, wird für das Flexibilitätsmaß die zweite Ableitung der Durchschnittskostenfunktion nach dem Output benutzt.

Dabei ist die variable Durchschnittskostenfunktion wie folgt definiert:

$$AVC = \frac{VC(\mathbf{w}, \mathbf{k}, y)}{y}. \quad (7)$$

Die zweite Ableitung der variablen Durchschnittskostenfunktion nach y ist:³⁵

$$Flex_{VC}^s = \frac{\partial^2 AVC}{\partial y^2} = \frac{1}{y^3} [VC_{yy} y^2 - 2VC_{y,y} + 2VC]. \quad (8)$$

³⁴ Vgl. CHAMBERS (1988), S. 52 und 102.

³⁵ Siehe die Ableitung in Anhang 1.

Dabei werden hier und im Weiteren in dieser Arbeit mit VC_y und VC_{yy} die erste und die zweite Ableitung der variablen Kostenfunktion nach dem Output y bezeichnet.

Der Ausdruck (8) kann als kurzfristiges duales Flexibilitätsmaß für ein Einproduktunternehmen dienen. Kleinere Werte bedeuten, dass die variable Durchschnittskostenfunktion einen flacheren Verlauf an der beobachteten Stelle hat. Das impliziert, dass die nachfragebedingten Veränderungen der Produktionsmenge mit einem relativ kleinem Anstieg (oder ggf. einer Reduktion) der Stückkosten verbunden sind, was als eine höhere Flexibilität interpretiert wird. Größere Werte weisen dagegen auf eine niedrige Flexibilität hin, denn bei dem steileren Verlauf der variablen Durchschnittskostenfunktion verursachen selbst kleine Outputvariationen starke Stückkostenänderungen.

Die Produktion einer bestimmten Outputmenge y verursacht nicht nur die variablen Kosten, sondern darüber hinaus entstehen ebenso fixe Kosten, die (zumindest auf kurze Sicht) von y unabhängig sind. Dies sind die Kosten der Nutzung der quasi-fixen Faktoren \mathbf{k} , die zu ihren Marktpreisen \mathbf{r} bewertet werden. Sind diese Kosten bekannt, kann die Flexibilität mittels der Gesamtkostenfunktion TC ermittelt werden. Diese Funktion ist kurzfristig wie folgt definiert:

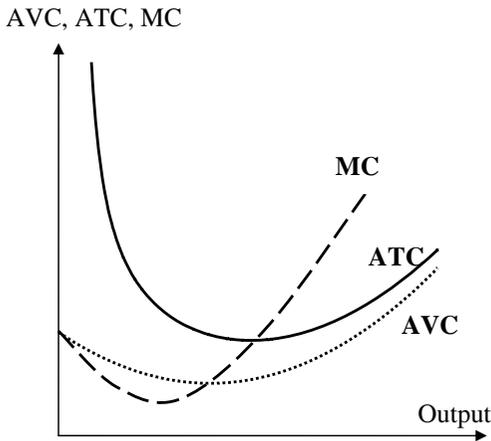
$$TC(\mathbf{w}, \mathbf{r}, \mathbf{k}, y) = \min_{\mathbf{x} > 0} \{ \mathbf{w}'\mathbf{x} + \mathbf{r}'\mathbf{k} \mid \mathbf{x} \in V(\mathbf{k}, y) \}. \quad (9)$$

Die Flexibilität kann dann als die zweite Ableitung der Gesamtkostenfunktion nach dem Output y wie folgt definiert werden:

$$Flex_{TC}^S = \frac{\partial^2 ATC^S}{\partial y^2} = \frac{1}{y^3} [VC_{yy}y^2 - 2VC_{y,y} + 2VC + 2\mathbf{r}'\mathbf{k}]. \quad (10)$$

Der Verlauf der Gesamtkostenfunktion ist von der Höhe der Fixkosten abhängig. Je höher die fixen Kosten sind, umso steiler ist ceteris paribus der Verlauf der Gesamtkostenfunktion. Das gilt insbesondere im Bereich der steigenden Skalenerträge, d. h. im Bereich der fallenden Durchschnittskosten. Im Gebiet der fallenden Skalenerträge werden die Gesamtdurchschnittsfunktionen nahezu identisch verlaufen, nur auf den unterschiedlichen Niveaus. Denn je mehr produziert wird, umso kleiner wird der Anteil der fixen Kosten an den Durchschnittskosten bis der Unterschied zwischen den Variablen und den Gesamtkosten ganz verschwindet (siehe Abbildung 3).

Abbildung 3: Verlauf der variablen und gesamten Durchschnittskostenfunktionen



Quelle: Eigene Darstellung.

Aus diesen Überlegungen wird ersichtlich, dass das Flexibilitätsniveau davon abhängig ist, ob es über die Krümmung der variablen oder gesamten Durchschnittskostenfunktion definiert ist. Insbesondere bei kleinen Betrieben, die im Bereich der steigenden Skalenerträge produzieren, führen hohe Fixkosten, die durch einen höheren Einsatz der quasi-fixen Faktoren verursacht sind, zu einer niedrigeren Flexibilität.

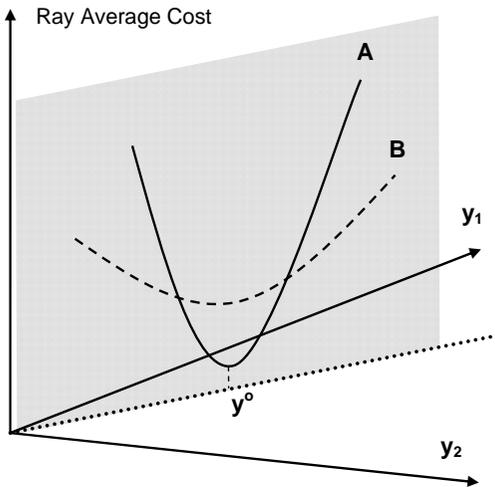
3.1.2 Duales Flexibilitätsmaß für Mehrproduktfall

In den meisten Sektoren der Volkswirtschaft, insbesondere im Agrarsektor, werden hauptsächlich diversifizierte Betriebe beobachtet, die mehr als ein Produkt herstellen. Bei den Mehrproduktunternehmen werden in der Regel gemeinsame Inputs bei der Produktion von mehreren verschiedenen Outputs eingesetzt. In diesem Zusammenhang wird von einer verbundenen Produktion gesprochen. Um diese Aspekte der verbundenen Produktion zu berücksichtigen, wurde von CREMIEUX et al. (2005) ein Flexibilitätsmaß für Mehrproduktunternehmen entwickelt. Dabei greifen die Autoren auf das Konzept der Ray Average Cost zurück, welches bei BAUMOL et al. (1988) für die Ableitung der Skalanelastizität für den Mehrproduktfall angewendet wurde.

Im Falle des Mehrproduktunternehmens ist eine andere Definition der Durchschnittskostenfunktion erforderlich. Da es keinen Sinn ergibt, die Produktionsmengen verschiedener Outputs (z. B. Milch und Apfel) zu addieren, können die Durchschnittskosten nicht mehr durch eine einfache Division der Gesamtkosten TC bzw. der variablen Kosten VC durch y ermittelt werden. Eine Lösung bieten BAUMOL et al. (1988) mit dem Konzept der Ray Average Cost (RAC). Ausgehend von dem

beobachteten Outputvektor \mathbf{y}^0 wird berechnet, wie sich die variablen Kosten VC verändern, wenn jede Komponente des Vektors \mathbf{y}^0 mit dem Faktor $(1+\tau)$ multipliziert wird, wobei τ eine positive Zahl sei. Dadurch wird die Veränderung der variablen Kosten bei einer proportionalen Änderung aller Outputs um einen Prozentpunkt berücksichtigt. Das Konzept kann grafisch für zwei Outputs, wie in der Abbildung 4, dargestellt werden. Im Zweiproduktfall kann das Kostenverhalten durch den Verlauf der Funktion dargestellt werden, die auf der Querschnittsfläche abgebildet wird, und die die gesamte Durchschnittskostenoberfläche entlang eines Strahls durch den Punkt \mathbf{y}^0 schneidet. Analog zu dem Einproduktfall, ist auch im Mehrproduktfall die Technologie B mit dem flacheren Verlauf der RAC flexibler als die, durch den steileren Verlauf der RAC bezeichnete, Technologie A.

Abbildung 4: Ray Average Cost-Konzept für zwei Outputs



Quelle: Eigene Darstellung.

Für die Berechnung von Ray Average Variable Cost (RAVC) können alle Outputs zu einem Gesamtoutput $Y = Y(\mathbf{y})$ aggregiert und so normalisiert werden, dass $Y(\mathbf{y}_0) = 1$. Damit sind die *RAVC* formal wie folgt darstellbar:³⁶

$$RAVC = \frac{VC[Y((1+\tau)\mathbf{y}^0)]}{Y((1+\tau)\mathbf{y}^0)} = \frac{VC(1+\tau)}{(1+\tau)}. \quad (11)$$

³⁶ Aus der Definition eines Aggregates folgt, dass $Y((1+\tau)\mathbf{y}) = (1+\tau)Y(\mathbf{y})$. Dabei gilt für $Y(\mathbf{y}_0) = 1$, dass $Y((1+\tau)\mathbf{y}^0) = (1+\tau)$.

Analog zum Einproduktfall wird auch bei Mehrproduktunternehmen die Flexibilität als die zweite Ableitung der Durchschnittskostenfunktion nach dem Output definiert. In diesem Fall werden die $RAVC$ nach τ abgeleitet. Die erste Ableitung der Strahldurchschnittskosten nach τ ist:

$$\frac{\partial RAVC}{\partial \tau} = \frac{(1+\tau)VC_{\tau} - VC}{(1+\tau)^2}. \quad (12)$$

Die zweite Ableitung der Strahldurchschnittskosten nach τ ist:

$$\begin{aligned} Flex^s &= \frac{\partial^2 RAVC}{\partial \tau^2} = \frac{(1+\tau)^2((1+\tau)VC_{\tau\tau} + VC_{\tau} - VC_{\tau}) - 2(1+\tau) \cdot ((1+\tau)VC_{\tau} - VC)}{(1+\tau)^4} = \\ &= \frac{(1+\tau)^3 VC_{\tau\tau} - 2(1+\tau)^2 VC_{\tau} + 2(1+\tau)^2 VC}{(1+\tau)^4}. \end{aligned} \quad (13)$$

Die kurzfristige Flexibilität an der beobachteten Stelle \mathbf{y}_0 wird über die zweite Ableitung der kurzfristigen $RAVC$ bei $\tau = 0$ ermittelt. Dabei wird die Regel der "directional derivatives" entlang eines Vektors verwendet.³⁷ Nach dieser Regel können die erste und die zweite Ableitung von VC nach τ wie folgt dargestellt werden:

$$VC_{\tau} = \mathbf{VC}_{\mathbf{y}}' \mathbf{y}. \quad (14)$$

$$VC_{\tau\tau} = \mathbf{y}' \mathbf{VC}_{\mathbf{y}\mathbf{y}} \mathbf{y}. \quad (15)$$

Nach dem Einsetzen von (14) und (15) in (13) und einigen Vereinfachungen folgt:

$$Flex^s = \frac{\partial^2 RAVC}{\partial \tau^2} \Big|_{\tau=0} = \mathbf{y}' \mathbf{VC}_{\mathbf{y}\mathbf{y}} \mathbf{y} - 2\mathbf{VC}_{\mathbf{y}}' \mathbf{y} + 2VC. \quad (16)$$

Der Ausdruck (16) ist das kurzfristige duale Flexibilitätsmaß für Mehrproduktunternehmen. Mit diesem Index lässt sich berechnen, ob die genutzte Produktionstechnologie flexibel ist. Trifft dies zu, ist eine kostengünstige Anpassung des gesamten Produktionsprogramms im Sinne einer proportionalen Veränderung aller Outputs möglich. Verursachen solche Anpassungen einen starken Stückkostenanstieg, ist die Technologie unflexibel. Wie im Einproduktfall bedeuten kleinere Werte im Mehrproduktfall eine höhere Flexibilität und größere Werte eine niedrigere Flexibilität.

Ein möglicher Kritikpunkt dieses Maßes ist, dass dabei nur die Kosteneffekte der proportionalen Veränderungen aller Outputs bei unveränderter Produktionsstruktur

³⁷ Zur Regel der Directional Derivatives siehe beispielsweise SIMON und BLUME (1994, S. 319).

berücksichtigt werden.³⁸ Dies ist der Fall, wenn die Nachfrage nach allen Produkten im gleichen Ausmaß steigt bzw. sinkt. Die asymmetrischen Veränderungen der Nachfrage würden allerdings zu Anpassungen der Produktionsstruktur führen. Bei solchen Anpassungen würden sich die Anteile der Outputs in der Gesamtproduktionsmenge ändern. Um diese Aspekte zu berücksichtigen, kann das Konzept der durchschnittlichen inkrementellen Kosten (Average Incremental Cost, AIC) von BAUMOL et al. (1988) verwendet werden. Dieses Konzept wurde ursprünglich für die Ermittlung der produktspezifischen Skalanelastizitäten verwendet, kann jedoch ebenfalls für die Ableitung des Flexibilitätsmaßes herangezogen werden. Die durchschnittlichen inkrementellen variablen Kosten (Average Incremental Variable Cost, AIVC) sind definiert als die zusätzlichen variablen Kosten, die mit der Produktionsmenge eines bestimmten Outputs verbunden sind, verglichen mit den variablen Kosten wenn dieses Output nicht produziert wird, in Relation zur Outputmenge dieses Produktes:

$$AIVC_j = \frac{VC(y) - VC(y_{j-j})}{y_j} \quad (17)$$

Durch y_j sei die Outputmenge eines bestimmten Produktes und durch $VC(y_{j-j})$ die variablen Kosten der Produktion aller Outputs, außer y_j , definiert. Je flacher der Verlauf der durchschnittlichen inkrementellen Kosten für ein bestimmtes Output y_j ist, umso flexibler ist die Produktionstechnologie in Bezug auf diesen Output. Flexibilität als Ausmaß der Veränderung der produktspezifischen durchschnittlichen inkrementellen Kosten bei der Anpassung der Produktionsmenge dieses Outputs kann demzufolge über die zweite Ableitung der $AIVC_j$ nach dem Output y_j wie folgt ermittelt werden:

$$Flex_j = \frac{1}{y_j^3} \left[VC_{y_j y_j} y_j^2 - 2VC_{y_j} y_j + 2VC - 2VC(y_{j-j}) \right] \quad (18)$$

Demzufolge kann die Produktionstechnologie unterschiedlich flexibel in Bezug auf verschiedene Outputs sein. Wenn die mithilfe (18) ermittelten produktspezifischen Flexibilitätsmaße für alle Outputs zusammengefasst werden, dann wird ersichtlich, dass sie die gleichen Komponenten beinhalten, wie das von CREMIEUX et al. (2004) entwickelte Flexibilitätsmaß für Mehrproduktunternehmen in (16). Im Anhang 2 wird für einen Zweiproduktfall gezeigt, dass das gesamte Flexibilitätsmaß in (16), das basierend auf dem Ray Average Cost-Konzept entwickelt wird, als die gewichtete Summe der produktspezifischen Flexibilitäten (20) dargestellt werden kann. Damit ist das aus dem RAC-Konzept abgeleitete Flexibilitätsmaß für Mehrproduktunternehmen eine Zusammenfassung bzw. eine Verallgemeinerung

³⁸ Der gleiche Kritikpunkt gilt ebenfalls für die allgemein in der mikroökonomischen Literatur verwendete Skalanelastizität für Mehrproduktunternehmen, die von BAUMOL et al. (1988), basierend auf der RAC, entwickelt wurde.

der nach dem AIC-Konzept abgeleiteten produktspezifischen Flexibilitätsindikatoren.

3.1.3 Flexibilität auf kurze und lange Sicht

Innerhalb der bisher verwendeten Flexibilitätsdefinition werden die Kosten der *kurzfristigen* Produktionsanpassungen berücksichtigt, die allein durch die Veränderung des Einsatzes der *variablen* Faktoren bei den gegebenen Mengen der quasi-fixen Faktoren verursacht werden. Kurzfristige Flexibilität wird basierend auf der variablen Kostenfunktion ermittelt. Dabei wird angenommen, dass nur die variablen Inputs optimal eingesetzt werden können, d. h. zu den Mengen, bei denen die Faktorproduktivitäten den aktuellen Marktpreisen der beobachteten Periode für diese Inputs entsprechen. Die Menge der *quasi-fixen* Faktoren kann innerhalb einer kurzen Periode nicht an die aktuellen Marktpreise angepasst werden und ist in der Regel suboptimal. Die Unternehmen sind nicht in der Lage, die gesamten Produktionskosten kurzfristig durch die Anpassung aller Faktoren zu minimieren. Die Menge der quasi-fixen Faktoren (und damit die kurzfristige Produktionstechnologie) werden in den früheren Perioden aufgrund der Erwartungen über die zukünftigen Preisentwicklungen festgelegt und können kurzfristig nicht geändert werden. Typische Beispiele für die quasi-fixen Faktoren in der Landwirtschaft sind Boden, Kapital und Arbeit (ZELLER, 1991, S.14; KOESTER, 2010, S. 207ff.).³⁹ Die Veränderung der Einsatzmenge des Anlagevermögens (z. B. spezielle Gebäude oder Maschinen) ist mit Investitionsentscheidungen verbunden und kann längere Zeit in Anspruch nehmen. Außerdem sind die Unternehmen oftmals durch verschiedene Verbindlichkeiten zu einer Nutzung der Inputs in einem bestimmten Umfang oder für eine festgeschriebene Zeitdauer verpflichtet. Diese Verpflichtungen können beispielsweise aus den längerfristigen Verträgen (Miet- und Pachtverträge, Arbeitsverträge) oder familiären Bindungen bei Familienarbeitskräften resultieren. Der Produktionsfaktor Boden ist ein typisches Beispiel für die kurzfristig invariablen Faktoren in der Landwirtschaft. Das nachfolgende Beispiel, in dem ein Landwirt beschließt, seine Flächen zu erweitern, verdeutlicht diese Problematik. Zunächst einmal muss geeignetes Land in unmittelbarer Betriebsnähe zum Verkauf oder zur Pacht angeboten werden. Die für die Erweiterung notwendige Finanzierung ist sicherzustellen. Auch wenn diese beiden Bedingungen erfüllt sind, kann sich der Prozess der Kaufverhandlungen sowie die Übergabe der Nutzungsrechte an den Landwirt über einen längeren Zeitraum erstrecken. Der Landwirt kann das dazugewonnene Land somit nicht sofort im vollem Umfang nutzen, sodass ihm nach wie vor nur die

³⁹ In der Literatur gibt es keine Einigkeit darüber, welche der Produktionsfaktoren zu den quasi-fixen Faktoren zugeordnet werden sollen. Diese Unterschiede hängen davon ab, welcher Wirtschaftssektor analysiert wird, wie die Märkte im betrachteten Land funktionieren bzw. welcher Datensatz für die Analyse zur Verfügung steht. Die Wahl der quasi-fixen Faktoren für die vorliegende Analyse wird im Abschnitt 5.3.1 diskutiert.

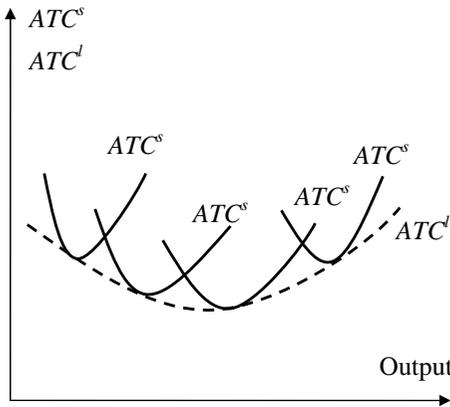
bisherigen Flächen zur Verfügung stehen. Der Faktor Boden ist somit kurzfristig (vorübergehend) fix.

Durch die Menge und Art der quasi-fixen Faktoren wird die kurzfristige Produktionstechnologie der Periode festgelegt und dementsprechend auch der Verlauf der kurzfristigen variablen Kostenfunktion. Damit werden durch die kurzfristige Flexibilität die Änderungen der variablen Kosten erfasst, die durch die Produktionsanpassungen (entlang der kurzfristigen variablen Kostenfunktion) bei der kurzfristig gegebenen Technologie entstanden sind. Ein Unternehmen ist demnach umso flexibler, je weniger seine variablen Kosten bei der Änderung der Outputmenge und unter gegebenen Einsatzmengen der quasi-fixen Faktoren ansteigen werden. Das Maß für die kurzfristige Flexibilität basiert auf der variablen Kostenfunktion und wurde im Abschnitt 3.1.1 für Einproduktunternehmen sowie im Abschnitt 3.1.2 für Mehrproduktunternehmen dargestellt.

Bei der *langfristigen* Analyse wird angenommen, dass alle Faktoren variabel sind und dass bei den Produktionsentscheidungen alle möglichen realisierbaren Kombinationen der Inputs berücksichtigt werden. Da langfristig nicht nur variable Inputs, sondern auch die quasi-fixen Faktoren zu ihren optimalen Mengen eingesetzt werden können, würden durch den Einsatz der flexiblen Technologien zusätzliche dauerhafte und bleibende Kostenersparnisse entstehen, die nicht nur die variablen Kosten, sondern auch die langfristigen Gesamtkosten der Produktion betreffen. Daher ist zu erwarten, dass Betriebe langfristig über eine höhere Flexibilität verfügen als kurzfristig. Als Begründung dieser Aussage kann das sogenannte "Le Chatelier-Samuelson-Prinzip" (SAMUELSON, 1947) herangezogen werden. Es besagt, dass mehr Restriktionen zu einem niedrigeren Reaktionsvermögen des Wirtschaftssubjekts führen. Das äußert sich beispielsweise darin, dass die kurzfristige Faktornachfrage und das Outputangebot wegen der Existenz der quasi-fixen Faktoren unelastischer im Vergleich zu den langfristigen Funktionen sind. Ferner kann gezeigt werden, dass die langfristige Durchschnittskostenfunktion die untere Umhüllende der kurzfristigen Stückkostenfunktionen ist.⁴⁰ Das bedeutet, dass die langfristige Durchschnittskostenfunktion einen flacheren Verlauf aufweist und damit die Flexibilität langfristig höher ist (siehe Abbildung 5).

⁴⁰ Vgl. CHAMBERS (1988, S. 102ff).

Abbildung 5: Verlauf der kurz- und langfristigen Durchschnittskostenfunktionen



Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an CHAMBERS, 1998, S.108.

Das langfristige Flexibilitätsmaß ist basierend auf der langfristigen Gesamtkostenfunktion definiert. Wenn alle Produktionsfaktoren in einem Vektor $\mathbf{X} = (\mathbf{x}, \mathbf{k})$ zusammengefasst werden und der entsprechende Preisvektor durch $\mathbf{W} = (\mathbf{w}, \mathbf{r})$ definiert wird, so kann die langfristige Gesamtkostenfunktion formal wie folgt dargestellt werden:

$$TC^l(\mathbf{W}, \mathbf{y}) = \min_{\mathbf{X} > 0} \{ \mathbf{W}'\mathbf{X} \mid \mathbf{X} \in Q(\mathbf{y}) \}. \quad (19)$$

Diese Funktion berechnet die minimalen langfristigen Gesamtkosten für bestimmte Outputniveaus bei gegebener langfristiger Input-Erfordernis-Menge $Q(\mathbf{y})$. Diese werden als Summe der variablen Kosten und der Kosten der quasi-fixen Faktoren ermittelt, wenn alle Inputs bei den gegebenen exogenen Faktorpreisen mit ihren optimalen Mengen eingesetzt werden. Im Gegensatz zu den kurzfristigen Gesamtkosten, die in (9) definiert wurden, werden die langfristigen Gesamtkosten nicht nur hinsichtlich der variablen, sondern auch bezüglich der fixen Inputs minimiert.

Wenn die langfristige Flexibilität über die Krümmung bzw. über die zweite Ableitung der langfristigen Gesamtkostenfunktion in (19) definiert wird, dann kann sie analog zu (16) wie folgt ermittelt werden:

$$Flex^l = \mathbf{y}'\mathbf{TC}_{yy}^l\mathbf{y} - 2\mathbf{TC}_y^l\mathbf{y} + 2TC^l. \quad (20)$$

Das langfristige Kostenminimierungsproblem kann als ein zweistufiges Entscheidungsproblem formuliert werden: (I) die Minimierung der variablen Kosten VC auf kurze Sicht durch die optimale Wahl der variablen Faktoren bei gegebenen Einsatzmengen der quasi-fixen Faktoren und (II) die Minimierung der Gesamtkosten TC^l auf lange Sicht durch die Wahl des optimalen Einsatzes der quasi-fixen Faktoren

bei gegebenen minimalen variablen Kosten.⁴¹ Die erste Stufe des Entscheidungsproblems wurde formal unter (6) formuliert. Die zweite Stufe kann formal wie folgt dargestellt werden:

$$TC^l(\mathbf{w}, \mathbf{r}, \mathbf{y}) = \min_{\mathbf{k} \geq 0} \{VC(\mathbf{w}, \mathbf{y}, \mathbf{k}) + \mathbf{r}'\mathbf{k} \mid \mathbf{x} \in V(\mathbf{y}, \mathbf{k})\}. \quad (21)$$

Basierend auf diesem Ansatz können nützliche Beziehungen zwischen der kurzfristigen variablen Kostenfunktion und der langfristigen Gesamtkostenfunktion formuliert werden, die bei der Ableitung der langfristigen Flexibilitätsmaße genutzt werden.

Die Lösung des Gesamtkostenminimierungsproblems auf lange Sicht (21) kann über die Bedingung erster Ordnung wie folgt dargestellt werden:

$$\mathbf{r} = -\mathbf{V}\mathbf{C}_{\mathbf{k}}. \quad (22)$$

Die Bedingung erster Ordnung besagt, dass im langfristigen Gleichgewicht die Marktpreise der quasi-fixen Faktoren gleich ihren Schattenpreisen sind.⁴² Dabei werden die Schattenpreise über die Ableitung der variablen Kosten nach den quasi-fixen Faktoren definiert. Aus dieser Bedingung kann schließlich die optimale Nachfrage nach quasi-fixen Faktoren, als Funktion der Outputs und aller Inputpreise einschließlich der Preise der quasi-fixen Faktoren, abgeleitet werden: $\mathbf{k}(\mathbf{y}, \mathbf{w}, \mathbf{r})$. Nach dem Einsetzen der optimalen Faktornachfragefunktion in die Gesamtkostenfunktion in (21) ergibt sich folgender Zusammenhang zwischen der optimalen langfristigen Gesamtkostenfunktion und der kurzfristigen variablen Kostenfunktion:

$$TC^l(\mathbf{w}, \mathbf{r}, \mathbf{y}) = VC(\mathbf{w}, \mathbf{k}(\mathbf{w}, \mathbf{r}, \mathbf{y}), \mathbf{y}) + \mathbf{r}'\mathbf{k}(\mathbf{w}, \mathbf{r}, \mathbf{y}). \quad (23)$$

Durch die Ableitung der langfristigen Gesamtkostenfunktion in (23) nach dem Outputvektor \mathbf{y} ergibt sich:

$$\mathbf{TC}_{\mathbf{y}}^l = \mathbf{V}\mathbf{C}_{\mathbf{y}} + \mathbf{K}_{\mathbf{y}}'\mathbf{V}\mathbf{C}_{\mathbf{k}} + \mathbf{K}_{\mathbf{y}}'\mathbf{r}. \quad (24)$$

Als $\mathbf{K}_{\mathbf{y}}$ ist die (*MxJ*)- Matrix der Ableitungen der quasi-fixen Faktoren nach den verschiedenen Outputs \mathbf{y} bezeichnet. Nach dem Einsetzen der Bedingung der ersten Ordnung (22) kann (24) zu dem folgenden Ausdruck vereinfacht werden:

$$\mathbf{TC}_{\mathbf{y}}^l = \mathbf{V}\mathbf{C}_{\mathbf{y}}. \quad (25)$$

⁴¹ Das zweistufige Verfahren zur Ermittlung der langfristigen Kostenfunktion über die kurzfristige Kostenfunktion wird beispielsweise bei KILATILAKA (1985), SCHANKERMAN und NADIRI (1986) sowie GUYOMARD und VERMERSCH (1989) beschrieben.

⁴² Die Bedingung zweiter Ordnung besagt, dass die Matrix der zweiten Ableitungen der variablen Kostenfunktion nach den quasi-fixen Inputs VC_{kk}^s positiv semidefinit ist.

Im langfristigen Gleichgewicht haben die langfristige Gesamtkostenfunktion und die kurzfristige variable Kostenfunktion die gleiche Steigung in y .

Die zweite Ableitung von (25) nach y ergibt:

$$\mathbf{TC}_{yy}^l = \mathbf{VC}_{yy} + \mathbf{VC}_{yk} \mathbf{K}_y. \quad (26)$$

Die zweite Ableitung von (22) nach y ergibt:

$$\mathbf{0} = -\mathbf{VC}_{ky} - \mathbf{VC}_{kk} \mathbf{K}_y. \quad (27)$$

Angenommen, die Matrix \mathbf{VC}_{kk} ist invertierbar, so kann \mathbf{K}_y nach einigen Umformungen wie folgt dargestellt werden:

$$\mathbf{K}_y = -(\mathbf{VC}_{kk})^{-1} \mathbf{VC}_{ky}. \quad (28)$$

Durch das Einsetzen von (28) in (26) kann die Matrix der zweiten Ableitungen der langfristigen Kostenfunktion nach dem Outputvektor y über die Matrizen der Ableitungen der kurzfristigen variablen Kostenfunktion nach y und k wie folgt dargestellt werden:

$$\mathbf{TC}_{yy}^l = \mathbf{VC}_{yy} - \mathbf{VC}_{yk} (\mathbf{VC}_{kk})^{-1} \mathbf{VC}_{ky}. \quad (29)$$

Mithilfe der oben abgeleiteten Zusammenhänge kann das langfristige Flexibilitätsmaß in (20) über die ersten und zweiten Ableitungen der kurzfristigen variablen Kostenfunktion dargestellt werden.⁴³

$$Flex^l = y'(\mathbf{VC}_{yy} - \mathbf{VC}_{yk} (\mathbf{VC}_{kk})^{-1} \mathbf{VC}_{ky})y + 2(\mathbf{VC} - y' \mathbf{VC}_y - \mathbf{VC}_k' \mathbf{k}). \quad (30)$$

Nach einigen Umformungen kann folgender Zusammenhang zwischen kurz- und langfristiger Flexibilität hergeleitet werden:

$$Flex^l = Flex^s - \left\{ y'(\mathbf{VC}_{yk} (\mathbf{VC}_{kk})^{-1} \mathbf{VC}_{ky})y + 2\mathbf{VC}_k' \mathbf{k} \right\}. \quad (31)$$

Dabei ist hier $Flex^s$ wie in (16) definiert. An dieser Stelle wäre wichtig zu erwähnen, dass das langfristige Maß für Flexibilität in (30) bzw. (31) dem Flexibilitätsmaß

⁴³ Das gleiche Ergebnis kann erzielt werden, wenn das langfristige Flexibilitätsmaß basierend auf den gesamten langfristigen RAC abgeleitet wird. Dabei werden hier die Veränderungen der langfristigen Gesamtdurchschnittskosten bei einer proportionalen Steigerung aller Outputs um einen multiplikativen Faktor τ berechnet. Dabei wird die Veränderung der Nachfrage nach den quasi-fixen Faktoren ebenfalls über die proportionale Veränderung aller Outputs um den Faktor τ definiert. Die detaillierte Ableitung des Maßes nach dieser Methode befindet sich im Anhang 4.

nach (20) nur dann entspricht, wenn die beobachteten quasi-fixen Faktoren mit den optimalen Mengen übereinstimmen bzw. wenn die Schattenpreise der quasi-fixen Inputs ihren Marktpreisen entsprechen.

Das Maß für die langfristige Flexibilität für den Einproduktfall wird im Anhang 3 abgeleitet.

3.1.4 Primales Flexibilitätsmaß

Die Herleitung des primalen Flexibilitätsmaßes basiert auf dem Dualitätsprinzip der Produktionstheorie. Dieses Konzept geht auf SHEPHARD (1953) zurück und wurde seitdem von vielen anderen Autoren weiterentwickelt (vgl. dazu z. B. FUSS und MCFADDEN, 1978; DIEWERT, 1971). Mithilfe der Dualitätstheorie werden Verbindungen zwischen den Produktionsmodellen und verschiedenen ökonomischen Modellen (Kostenminimierung, Erlösmaximierung, Gewinnmaximierung usw.) hergestellt. Dualitätsbeziehungen ermöglichen beispielsweise die Herleitung der Kostenfunktion aus der Kenntnis der Produktionsfunktion, denn sie ist als technologische Restriktion in der Definition der Kostenfunktion enthalten. Genauso kann unter bestimmten Voraussetzungen auch die ursprüngliche Produktionsfunktion aus der Kostenfunktion konstruiert werden. Damit kann je nach Kontext oder Fragestellung die Funktion gewählt werden, die sich am einfachsten empirisch umsetzen lässt oder sich bei der Ableitung bestimmter Eigenschaften als am besten in der Handhabung erweist.

Die Produktionsmöglichkeiten im Einproduktfall können primal über die Produktionsfunktion abgebildet werden. Die *Produktionsfunktion* beschreibt den funktionalen Zusammenhang zwischen dem maximalen Outputniveau (y) und der Menge der dafür eingesetzten Produktionsfaktoren (x_1, \dots, x_N) bei gegebener Technologie:

$$y = f(\mathbf{x}). \quad (32)$$

Eine Produktionsfunktion soll nicht negativ, nicht abnehmend und konkav in allen Inputs \mathbf{x} sein. Unter Verwendung der Dualitätstheorie lassen sich bestimmte Eigenschaften einer Produktionstechnologie (wie z. B. Skalen-, Produktions-, Substitutionselastizitäten) äquivalent über die Kosten- oder Produktionsfunktion ableiten. Analog kann auch Flexibilität als eine weitere Eigenschaft der Produktionstechnologie nicht nur aus einer Kostenfunktion, sondern auch primal, d. h. aus der Produktionsfunktion, abgeleitet werden. Da aber die Ermittlung der Flexibilität für Einproduktunternehmen für diese Arbeit von untergeordneter Bedeutung ist, beschränkt sich die Ableitung des primalen Flexibilitätsmaßes, basierend auf der Produktionsfunktion, auf die Darstellung im Anhang 6.

Die Produktionstechnologie eines Mehrproduktunternehmens wird in der Regel über die sogenannte *Distanzfunktion* (distance function) dargestellt.⁴⁴ Eine Distanzfunktion kann über die Input- oder Outputseite definiert werden. Die Definition der Distanzfunktion über die Inputseite stellt eine duale Repräsentation der Kostenfunktion im Produktionsraum dar, daher wird im Folgenden für die Flexibilitätsanalyse die Inputdistanzfunktion verwendet.⁴⁵ Die *Inputdistanzfunktion* wird ganz allgemein wie folgt definiert:

$$D(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \max_{\theta} \{ \theta \mid (\mathbf{x} / \theta) \in Q(\mathbf{y}) \} \quad \text{für alle } \mathbf{x}. \quad (33)$$

Die Inputdistanzfunktion gibt die maximale proportionale Reduktion des Inputvektors \mathbf{x} an, bei der die Produktion des gegebenen Outputvektors \mathbf{y} im Rahmen der gegebenen Produktionsmöglichkeiten $Q(\mathbf{y})$ noch möglich ist. Dabei ist θ der Faktor, mit dem der Inputvektor diskontiert wird, um eine effiziente Faktoreinsatzmenge bei dem gegebenen Produktionsniveau \mathbf{y} zu erreichen. Für alle Inputvektoren, die der Menge der Produktionsmöglichkeiten $U(\mathbf{y})$ angehören, nimmt die Inputdistanzfunktion $D(\mathbf{x}, \mathbf{y})$ die Werte größer oder gleich Eins an. Bei $D(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = 1$ wird auf der Grenze der Produktionsmöglichkeiten (effizient) produziert. Die Inputdistanzfunktion muss konkav, linear homogen und nicht abnehmend in den Inputs, sowie abnehmend in den Outputs sein.⁴⁶

Für die Zwecke dieser Arbeit werden unter Verwendung des Dualitätsansatzes sowohl kurz- als auch langfristige Inputdistanzfunktionen definiert. Die kurzfristige Inputdistanzfunktion $D^S(\mathbf{x}, \mathbf{k}, \mathbf{y})$ ist dual zur variablen Kostenfunktion und wird über die maximal mögliche Reduktion der variablen Inputs bei den gegebenen Outputs und gegebenen quasi-fixen Faktoren definiert. In Anlehnung an FÄRE und PRIMONT (1995) kann diese duale Beziehung zwischen der variablen Kostenfunktion $VC(\mathbf{y}, \mathbf{w}, \mathbf{k})$ und der kurzfristigen Inputdistanzfunktion $D^S(\mathbf{x}, \mathbf{k}, \mathbf{y})$ wie folgt dargestellt werden:⁴⁷

$$VC(\mathbf{w}, \mathbf{k}, \mathbf{y}) = \min_{\mathbf{x} > 0} \{ \mathbf{w}'\mathbf{x} \mid D^S(\mathbf{x}, \mathbf{k}, \mathbf{y}) \geq 1 \}. \quad (34)$$

Weitere duale Beziehungen zwischen beiden Funktionen und ihren Ableitungen werden aus den Optimalitätsbedingungen des kostenminimierenden Entscheidungsproblems (34) und aus dem Umhüllendensatz (envelope theorem) abgeleitet.

⁴⁴ Die Distanzfunktion wurde von SCHEPHARD (1953, 1970) eingeführt und von FÄRE und PRIMONT (1995) ausführlich diskutiert und weiterentwickelt.

⁴⁵ Die Outputdistanzfunktion ist die duale Repräsentation einer Erlösfunktion.

⁴⁶ Für die ausführliche Diskussion und formale Ableitung der Eigenschaften der Inputdistanzfunktion siehe FÄRE und PRIMONT (1995).

⁴⁷ Die Darstellung der kurzfristigen Distanzfunktion über die variable Kostenfunktion lautet:

$$D^S(\mathbf{x}, \mathbf{k}, \mathbf{y}) = \inf_{\mathbf{w} > 0} \{ \mathbf{w}'\mathbf{x} \mid VC(\mathbf{y}, \mathbf{w}, \mathbf{k}) \geq 1 \}.$$

Diese Beziehungen werden verwendet, um das kurzfristige primale Flexibilitätsmaß für Mehrproduktunternehmen herzuleiten.

Aus dem kostenminimierenden Entscheidungsproblem (34) wird folgende Lagrangefunktion formuliert:

$$L = \mathbf{w}'\mathbf{x} - \lambda [D^S(\mathbf{x}, \mathbf{k}, \mathbf{y}) - 1]. \quad (35)$$

λ sei dabei der Lagrange-Multiplikator. Die Differenzierung der Lagrangefunktion nach \mathbf{x} und λ ergibt folgende Bedingungen erster Ordnung:⁴⁸

$$\mathbf{w} = \lambda \mathbf{D}_x^S(\mathbf{x}, \mathbf{k}, \mathbf{y}). \quad (36)$$

$$D^S(\mathbf{x}, \mathbf{k}, \mathbf{y}) = 1. \quad (37)$$

Die Lösungen des Kostenminimierungsproblems sind $\mathbf{x}^* = \mathbf{x}(\mathbf{w}, \mathbf{k}, \mathbf{y})$ und $\lambda^* = \lambda(\mathbf{w}, \mathbf{k}, \mathbf{y})$. Nach der Multiplikation der beiden Seiten von (36) mit dem Vektor \mathbf{x}^* unter Verwendung der Homogenitätseigenschaft der Inputdistanzfunktion in \mathbf{x} (d. h. $\mathbf{D}_x(\mathbf{x}^*, \mathbf{k}, \mathbf{y})' \mathbf{x}^* = D(\mathbf{x}^*, \mathbf{k}, \mathbf{y})$) und nach dem Einsetzen von $D(\mathbf{x}^*, \mathbf{k}, \mathbf{y}) = 1$ kann gezeigt werden, dass $\mathbf{w}'\mathbf{x}^* = VC = \lambda^*$.⁴⁹ Damit kann (36) wie folgt dargestellt werden:

$$\mathbf{w} = VC \cdot \mathbf{D}_x^S(\mathbf{x}, \mathbf{k}, \mathbf{y}). \quad (36a)$$

Nach dem Einsetzen der optimalen Lösung in die Lagrangefunktion und der Anwendung des Unhüllendensatzes können weitere wichtige Beziehungen abgeleitet werden:

$$VC_w = \mathbf{x}(\mathbf{w}, \mathbf{k}, \mathbf{y}). \quad (38)$$

$$VC_y = -VC(\mathbf{w}, \mathbf{k}, \mathbf{y}) \cdot \mathbf{D}_y^S(\mathbf{x}(\mathbf{w}, \mathbf{k}, \mathbf{y}), \mathbf{k}, \mathbf{y}). \quad (39)$$

$$VC_k = -VC(\mathbf{w}, \mathbf{k}, \mathbf{y}) \cdot \mathbf{D}_k^S(\mathbf{x}(\mathbf{w}, \mathbf{k}, \mathbf{y}), \mathbf{k}, \mathbf{y}). \quad (40)$$

Nach dem Differenzieren des Gleichungssystems (36)-(40) nach \mathbf{y} und \mathbf{k} werden folgende duale Zusammenhänge zwischen den ersten und zweiten Ableitungen der variablen Kostenfunktion und der kurzfristigen Inputdistanzfunktion hergeleitet (siehe Anhang 5):

⁴⁸ Hier wird folgende Schreibweise benutzt: \mathbf{D}_\bullet wird bezeichnet den Vektor der ersten Ableitungen, $\mathbf{D}_{\bullet\bullet}$ die Matrix der zweiten Ableitungen der Funktion und $D(x, k, y)$ die entsprechenden Vektoren x , k und y .

⁴⁹ Dieser Zusammenhang zwischen der Kostenfunktion und dem optimalen Niveau des Lagrange-Multiplikators wurde zuerst bei SHEPHARD (1953) abgeleitet.

$$\mathbf{VC}_{yy}^s = VC \left\{ \mathbf{D}_y \mathbf{D}_y' + \mathbf{D}_{yx} [\mathbf{D}_{xx} + \mathbf{D}_x \mathbf{D}_x']^{-1} \mathbf{D}_{xy} + \mathbf{D}_{yy} \right\}, \quad (41)$$

$$\mathbf{VC}_{ky}^s = VC \left\{ \mathbf{D}_k \mathbf{D}_y' + \mathbf{D}_{kx} [\mathbf{D}_{xx} + \mathbf{D}_x \mathbf{D}_x']^{-1} \mathbf{D}_{xy} + \mathbf{D}_{ky} \right\}, \quad (42)$$

$$\mathbf{VC}_{yk}^s = VC \left\{ \mathbf{D}_y \mathbf{D}_k' + \mathbf{D}_{yx} [\mathbf{D}_{xx} + \mathbf{D}_x \mathbf{D}_x']^{-1} \mathbf{D}_{xk} + \mathbf{D}_{yk} \right\}, \quad (43)$$

$$\mathbf{VC}_{kk}^s = VC \left\{ \mathbf{D}_k \mathbf{D}_k' + \mathbf{D}_{kx} [\mathbf{D}_{xx} + \mathbf{D}_x \mathbf{D}_x']^{-1} \mathbf{D}_{xk} + \mathbf{D}_{kk} \right\}. \quad (44)$$

Es bleibt nur noch die variable Kostenfunktion VC über die Distanzfunktion auszudrücken. Aus der Bedingung erster Ordnung (36a) folgt: $VC = w_n / D_{x_n}$. Damit würde aber einer der Inputs die Höhe der variablen Kosten bestimmen. Um diese Asymmetrie zu vermeiden, kann die Bedingung erster Ordnung folgendermaßen umgeschrieben werden:

$$\sum_n w_n = VC \sum_n D_{x_n}, \quad (45)$$

$$VC = \frac{\sum_n w_n}{\sum_n D_{x_n}}. \quad (46)$$

Im Weiteren können alle Preise der variablen Inputs so normiert werden, dass $\sum_n w_n = 1$. Folglich würden alle Inputs eine symmetrische Rolle spielen und (46) könnte wie folgt umformuliert werden:

$$VC = \frac{1}{\sum_n D_{x_n}} = (\mathbf{1}_n' \mathbf{D}_x)^{-1}. \quad (47)$$

Basierend auf den oben abgeleiteten dualen Zusammenhängen zwischen der variablen Kostenfunktion und der kurzfristigen Inputdistanzfunktion kann jetzt das *primale kurzfristige* Flexibilitätsmaß für Mehrproduktunternehmen hergeleitet werden. Nach dem Einsetzen von (39), (41) und (47) in die Formel für kurzfristige Flexibilität (16) ergibt sich folgender Ausdruck:

$$\begin{aligned} Flex^s &= \mathbf{y}' \mathbf{VC}_{yy} \mathbf{y} - 2 \mathbf{VC}_y' \cdot \mathbf{y} + 2VC = \\ &= (\mathbf{1}_n' \mathbf{D}_x^s)^{-1} \cdot \mathbf{y}' \left[\mathbf{D}_y^s \mathbf{D}_y^s' - \mathbf{D}_{yy}^s + \mathbf{D}_{yx}^s (\mathbf{D}_{xx}^s + \mathbf{D}_x^s \mathbf{D}_x^s')^{-1} \mathbf{D}_{xy}^s \right] \mathbf{y} + \\ &\quad + 2 (\mathbf{1}_n' \mathbf{D}_x^s)^{-1} (1 + \mathbf{y}' \mathbf{D}_y^s). \end{aligned} \quad (48)$$

Auf die gleiche Weise kann das *primale langfristige* Flexibilitätsmaß für Mehrproduktunternehmen über die kurzfristige Inputdistanzfunktion hergeleitet werden,

indem die dualen Zusammenhänge (39)-(44) und (47) in die Formel (30) eingesetzt werden:

$$\begin{aligned}
 Flex^l &= \mathbf{y}' \left(\mathbf{VC}_{yy} - \mathbf{VC}_{yk} \left(\mathbf{VC}_{kk} \right)^{-1} \mathbf{VC}_{ky} \right) \mathbf{y} + 2 \left(\mathbf{VC} - \mathbf{VC}_y' \mathbf{y} - \mathbf{VC}_k' \mathbf{k} \right) = \\
 &= \left(\mathbf{1}_m' \mathbf{D}_x^s \right)^{-1} \mathbf{y}' \left[\mathbf{D}_y^s \mathbf{D}_y^{s'} - \mathbf{D}_{yy}^s + \mathbf{D}_{yx}^s \left[\mathbf{D}_{xx}^s + \mathbf{D}_x^s \mathbf{D}_x^{s'} \right]^{-1} \mathbf{D}_{xy}^s \right. \\
 &\quad \left. - \left(\mathbf{D}_y^s \mathbf{D}_k^{s'} - \mathbf{D}_{yk}^s + \mathbf{D}_{yx}^s \left[\mathbf{D}_{xx}^s + \mathbf{D}_x^s \mathbf{D}_x^{s'} \right]^{-1} \mathbf{D}_{xk}^s \right) \right. \\
 &\quad \left. \times \left(\mathbf{D}_k^s \mathbf{D}_k^{s'} - \mathbf{D}_{kk}^s + \mathbf{D}_{kx}^s \left[\mathbf{D}_{xx}^s + \mathbf{D}_x^s \mathbf{D}_x^{s'} \right]^{-1} \mathbf{D}_{xk}^s \right)^{-1} \right. \\
 &\quad \left. \times \left(\mathbf{D}_k^s \mathbf{D}_y^{s'} - \mathbf{D}_{ky}^s + \mathbf{D}_{kx}^s \left[\mathbf{D}_{xx}^s + \mathbf{D}_x^s \mathbf{D}_x^{s'} \right]^{-1} \mathbf{D}_{xy}^s \right) \right] \mathbf{y} \\
 &\quad + 2 \left(\mathbf{1}_m' \mathbf{D}_x^s \right)^{-1} \left(1 + \mathbf{y}' \mathbf{D}_y^s + \mathbf{k}' \mathbf{D}_k^s \right).
 \end{aligned} \tag{49}$$

Beide Flexibilitätsmaße werden basierend auf der kurzfristigen Inputdistanzfunktion D^s hergeleitet, die dual zu der variablen Kostenfunktion VC^s ist (vgl. dazu Definition in (34)). Die kurzfristige Inputdistanzfunktion D^s ist abhängig vom Outputvektor \mathbf{y} und vom Vektor der variablen Inputs \mathbf{x} , sowie vom Vektor der quasi-fixen Faktoren \mathbf{k} . Lineare Homogenität gilt dabei nur in den variablen, nicht in den quasi-fixen Faktoren. Alternativ kann das langfristige Flexibilitätsmaß über die langfristige Inputdistanzfunktion D^l hergeleitet werden. Diese Funktion ist dual zu der langfristigen Gesamtkostenfunktion TC^l . Die Dualitätsbeziehung zwischen beiden Funktionen wird wie folgt dargestellt:

$$TC^l(\mathbf{W}, \mathbf{y}) = \min_{\mathbf{X} > 0} \{ \mathbf{W}' \mathbf{X} / D^l(\mathbf{X}, \mathbf{y}) \geq 1 \}. \tag{50}$$

Dabei werden alle Produktionsfaktoren in einem Vektor $\mathbf{X} = (\mathbf{x}, \mathbf{k})$ und die entsprechenden Preise im Vektor $\mathbf{W} = (\mathbf{w}, \mathbf{r})$ zusammengefasst. Die langfristige Inputdistanzfunktion D^l ist im Gegensatz zur kurzfristigen Variante linear homogen in allen Produktionsfaktoren, einschließlich der quasi-fixen Faktoren. Das primale langfristige Flexibilitätsmaß wird dann über die Ableitungen der langfristigen Distanzfunktion D^l hergeleitet. Dabei werden die Ableitungen nach allen Produktionsfaktoren, nicht nur nach variablen Faktoren, genutzt:⁵⁰

$$\begin{aligned}
 Flex^l &= \mathbf{y}' \mathbf{TC}_{yy}^l \mathbf{y} - 2 \mathbf{TC}_y^l \mathbf{y} + 2 TC^l = \\
 &= \left(\mathbf{1}_{n+m}' \mathbf{D}_x^l \right)^{-1} \mathbf{y}' \left[\mathbf{D}_y^l \mathbf{D}_y^{l'} - \mathbf{D}_{yy}^l + \mathbf{D}_{yx}^l \left(\mathbf{D}_{xx}^l + \mathbf{D}_x^l \mathbf{D}_x^{l'} \right)^{-1} \mathbf{D}_{xy}^l \right] \mathbf{y} + \\
 &\quad + 2 \left(\mathbf{1}_{n+m}' \mathbf{D}_x^l \right)^{-1} \left(1 + \mathbf{y}' \mathbf{D}_y^l \right).
 \end{aligned} \tag{51}$$

⁵⁰ Die Ableitung dieses Maßes ist analog zur Ableitung der kurzfristigen Flexibilität.

Die primalen Flexibilitätsmaße können angewendet werden, wenn die Schätzung einer Kostenfunktion aufgrund mangelnder Daten (beispielsweise fehlender Inputpreise) oder aus anderen Gründen nicht möglich ist. Methodologische Aspekte der Schätzung der Inputdistanzfunktionen werden in Kapitel 4 diskutiert.

3.1.5 Dekomposition und ökonomische Interpretation des Flexibilitätsmaßes

In diesem Unterabschnitt wird gezeigt, wie durch die Dekomposition des Flexibilitätsmaßes verschiedene Aspekte der Anpassungsfähigkeit untersucht werden können. Dabei wird ersichtlich, in welchem Zusammenhang Flexibilität zu anderen bekannten Eigenschaften der Produktionstechnologie, wie (z. B.) Grenzkosten, Skaleneffekte sowie Verbundvorteile steht. Die Dekomposition wird ganz allgemein für eine beliebige Kostenfunktion C formuliert, die je nach Kontext entweder durch die variable Kostenfunktion VC (kurzfristiges Flexibilitätsmaß (16)) oder die gesamte Kostenfunktion TC (langfristiges Flexibilitätsmaß (20)) dargestellt werden kann. Diese Aufteilung in die einzelnen Effekte kann ebenfalls für den primalen Raum erfolgen.

Grundsätzlich kann mit den dargestellten Flexibilitätsmaßen berechnet werden, inwieweit die verwendbare Produktionstechnologie flexibel ist, d. h. eine kostengünstige Anpassung des gesamten Produktionsprogramms durch die Umverteilung der Produktionsfaktoren ermöglicht. Wenn die Änderungen der Produktionsmenge einen starken Stückkostenanstieg verursachen, deutet das auf eine inflexible Technologie hin. Das Ausmaß bzw. die Geschwindigkeit dieses Anstiegs werden über die zweite Ableitung der Durchschnittskostenfunktion ermittelt. Aus den Formeln (16) und (20) geht hervor, dass Flexibilität von den zweiten und ersten Ableitungen der Kostenfunktion nach den verschiedenen Outputs abhängig ist. Die Aufteilung der ersten Komponente des Flexibilitätsmaßes (in der die Effekte zweiter Ordnung berücksichtigt werden) in zwei Teile ermöglicht eine ausführliche Interpretation der Flexibilität für den Mehrproduktfall. Für diesen Zweck wird die Hessesche Matrix (die Matrix der zweiten Ableitungen der Kostenfunktion nach dem Output) in zwei Matrizen unterteilt: $C_{yy} = C_{yy}^{Diag} + C_{yy}^{-Diag}$. Dabei wird durch C_{yy}^{Diag} eine diagonale Matrix bezeichnet, die nur Diagonalelemente von C_{yy} beinhaltet sowie Nullwerte an den anderen Stellen. Durch C_{yy}^{-Diag} ist eine weitere Matrix angegeben, die Nullwerte auf der Hauptdiagonale und Nebendiagonalelemente der Matrix C_{yy} beinhaltet. Außerdem können die zwei letzten Elemente von (16) so umgeformt werden, dass sie sich über den Vektor der Kostenelastizitäten $\mathbf{E}_y(\varepsilon_{y_1}, \varepsilon_{y_2}, \dots, \varepsilon_{y_j})$ abbilden lassen. Damit kann das duale Flexibilitätsmaß für Mehrproduktunternehmen wie folgt dargestellt werden:

$$Flex^s = \mathbf{y}' C_{yy}^{-Diag} \mathbf{y} + \mathbf{y}' C_{yy}^{Diag} \mathbf{y} + 2C \cdot (1 - \mathbf{1}' \mathbf{E}_y). \quad (52)$$

Damit wird das Flexibilitätsmaß aus der Summe dreier verschiedener Komponenten dargestellt: Verbundeffekt, Krümmungseffekt und Skaleneffekt. Diese Effekte und ihre ökonomische Bedeutung werden im Folgenden erörtert.

Verbundeffekt

Die erste Komponente des Flexibilitätsmaßes $\mathbf{y}'\mathbf{C}_{yy}^{-Diag}\mathbf{y}$ berücksichtigt die Kostenvorteile, die aus der gemeinsamen Produktion mehrerer Outputs entstehen. Genau genommen geht es dabei um die Kostenkomplementaritäten zwischen verschiedenen Outputs.

Diese Komponente besteht aus den Nebendiagonalelementen der Matrix der zweiten Ableitungen der Kostenfunktion nach den Outputs, die mit den entsprechenden Elementen des Outputvektors multipliziert werden:

$$Flex_VE = \mathbf{y}'\mathbf{C}_{yy}^{-Diag}\mathbf{y} = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^J \frac{\partial^2 C}{\partial y_j \partial y_i} y_j y_i \quad \text{für alle } j \neq i. \quad (53)$$

Nebendiagonalelemente der Hesseschen Matrix können laut BAUMOL et al. (1988) als Indikator für die schwachen Kostenkomplementaritäten (weak cost complementarities) genutzt werden. Nach seiner Definition weist eine Kostenfunktion die schwachen Kostenkomplementaritäten auf, wenn alle zweiten partiellen Ableitungen der Kostenfunktion nach zwei verschiedenen Outputs negativ sind:

$$\frac{\partial^2 C}{\partial y_j \partial y_i} \leq 0 \quad \text{für alle } j \neq i. \quad (54)$$

Ein negativer Wert impliziert eine Reduktion in den Grenzkosten der Produktion eines beliebigen Outputs bei der Erhöhung der Produktion des anderen Outputs, was auf die positiven Synergieeffekte zwischen den beiden Outputs hinweist.⁵¹ Grafisch kann die schwache Kostenkomplementarität als die Verschiebung der Grenzkostenfunktion des Outputs y_j als Reaktion auf die Erhöhung der Outputmenge y_i von dem Anfangsniveau b auf ein höheres Niveau dargestellt werden (siehe Abbildung 6).

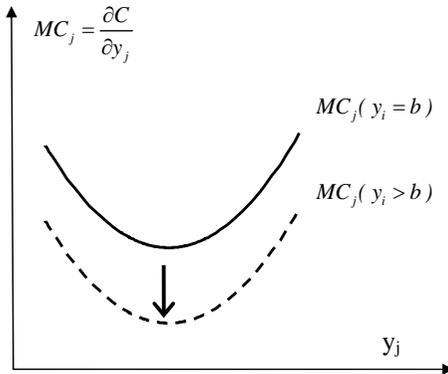
BAUMOL et al. (1988) hat gezeigt, dass schwache Kostenkomplementarität die hinreichende Bedingung für die Existenz der Verbundvorteile ist (Economies of Scope).⁵² Aus diesem Grund wird die schwache Kostenkomplementarität, definiert durch den Ausdruck (54), in der ökonomischen Literatur oft als Maß für

⁵¹ Technologien, die diese Eigenschaft aufweisen, wurden von SAKAI (1973) als normale Technologien bezeichnet.

⁵² Ist die Größe in (56) größer oder gleich Null, liegen Verbundnachteile vor; für den Fall, dass dieser Term gleich Null ist, wird von einer nichtverbundenen Produktion gesprochen (vgl. dazu CHAMBERS (1988, S. 293)).

Economies of Scope benutzt (vgl. HAJARGASHT et al., 2008; COELLI and FLEMING, 2004; BILODEAU et al., 2002; DELLER et al., 1988; MURRAY and WHITE, 1983). Dieses Maß für Economies of Scope hat einige Vorteile gegenüber dem herkömmlichen Maß von PANZAR und WILLIG (1981), welches hauptsächlich für die empirische Anwendung relevant ist.⁵³

Abbildung 6: Schwache Kostenkomplementarität zwischen den Outputs y_j und y_i .



Quelle: Eigene Darstellung.

Verbundvorteile (Economies of Scope) werden von PANZAR und WILLIG (1981) als Kosteneinsparungen definiert, die sich aus der Verbundproduktion anstelle der Einzelproduktion von zwei oder mehreren Produkten ergeben. Verbundvorteile können beispielsweise aus der gemeinsamen Nutzung einiger Produktionsfaktoren entstehen. So kann in einem diversifizierten Unternehmen eine bessere Auslastung und Allokation der Arbeitsressourcen erreicht werden. Beispielsweise bedeutet dies für einen landwirtschaftlichen Betrieb, dass trotz der Saisonalität und Unsicherheit der landwirtschaftlichen Produktion ein gleichmäßiger und flexibler Einsatz der Arbeitskraft möglich ist. Weitere Synergien und Kostenvorteile können durch eine gekoppelte Produktionstechnologie entstehen, wenn der Output oder die Nebenerzeugnisse aus einer Produktion als Input in einem anderen Produktionsprozess eingesetzt werden können. So können z. B. Mist und Gülle, die aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung anfallen, als organische Dünger in der pflanzlichen Produktion eingesetzt werden, was den Bedarf an zu kaufenden synthetischen Düngern reduziert. Auf der anderen Seite können die Outputs und Nebenerzeugnisse der pflanzlichen Produktion als Futtermittel in der tierischen Herstellung eingesetzt werden. Andere typische Beispiele für Verbundvorteile sind die Kosteneinsparungen,

⁵³ Das herkömmliche Maß für Economies of Scale von PANZAR und WILLIG (1981) lautet: $C(y_1, y_2; \mathbf{w}) < C(y_1, 0; \mathbf{w}) + C(0, y_2; \mathbf{w})$. Die Nachteile dieses Maßes werden bei HAJARGASHT et al. (2008) diskutiert.

die durch die gemeinsame Vermarktung und Verwaltung entstehen. Die Existenz der Verbundvorteile bei der Produktion von mehreren Outputs wird als eine wichtige Begründung für die Diversifikation und die Existenz der Mehrproduktunternehmen genannt.⁵⁴

Damit wird durch den ersten Teil des Flexibilitätsmaßes – der Verbundeffekt – die Fähigkeit eines Mehrproduktunternehmens erfasst, seine Flexibilität durch Diversifikation in verschiedene Produkte und die Nutzung der Verbundvorteile und Synergieeffekte zu erhöhen. Je kleiner der negative Verbundeffekt ist, umso höher sind die Verbundvorteile und umso flexibler ist die dazugehörige Produktionstechnologie.

Krümmungseffekt

Die zweite Komponente kann als Krümmungseffekt interpretiert werden. Diese Größe beinhaltet Diagonalelemente der Hesseschen Matrix C_{yy} , die, in Abhängigkeit von den Krümmungseigenschaften der Kostenfunktion, sowohl positive als auch negative Werte annehmen können:

$$Flex_KE = y' C_{yy}^{Diag} y = \sum_{j=1}^J \frac{\partial^2 C}{\partial y_j^2} y_j^2. \quad (55)$$

Aus der theoretischen Definition der Kostenfunktion wird zwar über den Verlauf der Kostenfunktion in den Outputs vorausgesetzt, dass die Kosten monoton steigend in allen Outputmengen sind (positive Grenzkosten), allerdings werden keine Annahmen über Konvexität bzw. Konkavität in den Outputs getroffen.⁵⁵ Es ist möglich, dass die Kostenfunktion in einigen Bereichen einen konkaven und in anderen einen konvexen Verlauf aufweist. Der Verlauf der Grenzkostenfunktion für einen Output kann wie in der Abbildung 7 dargestellt werden.

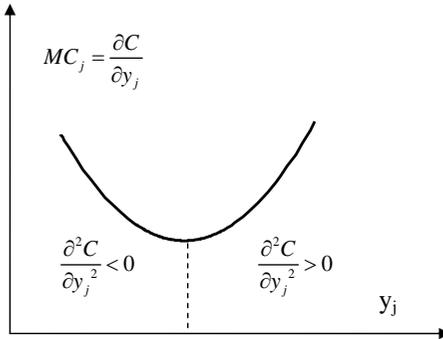
Die Konkavität der Kostenfunktion (im Bereich sinkender Grenzkosten) impliziert in Bezug auf die Outputmengen, dass alle Werte auf der Hauptdiagonale der Hesseschen Matrix negativ sind. In diesem Fall wird durch die stärker abnehmenden Grenzkosten eine höhere Flexibilität erreicht. Bei den konvexen Kostenfunktionen sind dagegen alle Diagonalelemente positiv. Das impliziert zunehmende Grenzkosten, die mit einer niedrigeren Flexibilität verbunden sind. Daraus kann für die konvexen Grenzkosten geschlossen werden: Je niedriger die Wachstumsraten,

⁵⁴ Eine andere Begründung für die Diversifikation ist die Risikominimierung. Vgl. dazu MCNAMARA und WEISS (2005) und MISHRA et al. (2004).

⁵⁵ Es kann gezeigt werden, dass unter der Annahme des gewinnmaximierenden Verhaltens – wenn die Gewinnfunktion in einem dualen Zusammenhang mit der Kostenfunktion steht – die Konvexität der Kostenfunktion vorausgesetzt ist (vgl. SAKAI, 1973). FÄRE und LEHMIJOKI (1987) zeigen, dass Homothetizität in den Inputs eine notwendige und hinreichende Bedingung für die Quasi-Konvexität der Kostenfunktion in Bezug auf die Outputs ist.

mit denen die Kosten bei den Erhöhungen der Outputmengen ansteigen, umso flexibler die Produktionstechnologie.

Abbildung 7: Krümmung der Grenzkostenfunktion in Bezug auf den Output y_j .



Quelle: Eigene Darstellung.

An dieser Stelle ist es interessant darauf hinzuweisen, dass in einigen Arbeiten die zweite Ableitung der Kostenfunktion als Maß für Flexibilität verwendet wird (vgl. u. a. TISDELL, 1968; MILLS, 1984; ZELLER und ROBISON, 1992; ZIMMERMANN, 1995). In diesen Arbeiten wird argumentiert, dass die Flexibilität in einem negativen Zusammenhang mit der Krümmung der Gesamtkostenkurve bzw. der Steigung der Grenzkostenfunktion steht. Außerdem findet die Preiselastizität des Angebots in einigen anderen Arbeiten (MILLS und SCHUMANN, 1985; DAS et al., 1993) die Anwendung als Maß für Flexibilität. Eine höhere Elastizität des Angebots impliziert eine höhere Flexibilität. Diese Argumentation basiert auf der Gewinnmaximierungsannahme. Es kann gezeigt werden (vgl. SAKAI, 1974), dass durch die Dualitätsbeziehungen zwischen der Kosten- und Gewinnfunktion der folgende Zusammenhang gilt:

$$\frac{\partial y_j}{\partial p_i} = \left(\frac{\partial C}{\partial y_j \partial y_i} \right)^{-1} \quad \text{bzw.} \quad \mathbf{y}_p = \mathbf{C}_{yy}^{-1}. \quad (56)$$

Das verdeutlicht, dass das in dieser Arbeit benutzte Flexibilitätsmaß eine Verallgemeinerung der in der Literatur verwendeten Definitionen der Flexibilität darstellt.

Verbund- und Krümmungseffekte lassen sich ebenfalls im primalen Raum über die Inputdistanzfunktion berechnen. Dabei wird die Hessesche Matrix \mathbf{C}_{yy} über

die Vektoren und Matrizen der ersten und zweiten Ableitungen der Inputdistanzfunktion nach \mathbf{y} und \mathbf{x} wie folgt ausgerechnet:⁵⁶

$$\mathbf{C}_{yy} = (\mathbf{1}_n' \mathbf{D}_x)^{-1} \left\{ \mathbf{D}_y \mathbf{D}_y' + \mathbf{D}_{yx} [\mathbf{D}_{xx} + \mathbf{D}_x \mathbf{D}_x']^{-1} \mathbf{D}_{xy} + \mathbf{D}_{yy} \right\}. \quad (57)$$

Für die Einproduktunternehmen sind die beiden Effekte zu einem Krümmungseffekt zusammengefasst. Dieser lässt sich alternativ über die Angebotselastizität oder Grenzproduktivitäten wie folgt darstellen:⁵⁷

$$Flex_{KE} = \frac{p}{y^2} \varepsilon_{yp}^{-1} = \frac{y_p^{-1}}{y} = -\frac{p}{y} (\mathbf{F}_x' \mathbf{F}_{xx}^{-1} \mathbf{F}_x)^{-1}. \quad (58)$$

Hierbei ist y_p die Ableitung der Angebotsfunktion nach dem Produktpreis p (Reaktionskoeffizient des Angebots) und ε_{yp} die Outputelastizität, die als prozentuale Veränderung des Angebots y bei einer einprozentigen Veränderung des Produktpreises p : $\varepsilon_{yp} = \frac{\partial y}{\partial p} \frac{p}{y}$ definiert ist.

Skaleneffekt

Die dritte Komponente des Flexibilitätsmaßes bezieht sich auf die Skalanelastizität der Produktionstechnologie und wird dementsprechend als Skaleneffekt bezeichnet:

$$Flex_{SE} = 2C \cdot (1 - \mathbf{1}_J' \mathbf{E}_y) = 2C \cdot \left(1 - \sum_{j=1}^J \frac{\partial C}{\partial y_j} \frac{y_j}{C} \right). \quad (59)$$

Durch die Skalanelastizität im Mehrproduktfall wird eine proportionale Änderung (Reduktion oder Anstieg) der Produktionskosten infolge eines proportionalen Anstiegs in allen Outputs erfasst (vgl. BAUMOL, 1976; PANZAR und WILLIG, 1977). Basierend auf dieser Definition wird gesagt, dass ein Betrieb Größenvorteile (Economies of Scale) hat, wenn sich die Kosten unterproportional zum Output erhöhen. In diesem Fall werden die durchschnittlichen Kosten eines Unternehmens bei zunehmenden Outputniveaus sinken.

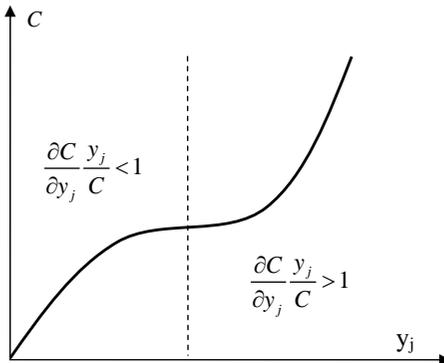
In der Abbildung 8 hat das Unternehmen Größenvorteile beim Output y_j im Bereich der Kostenfunktion, in dem Kosten mit einer abnehmenden Rate ansteigen. Positive Skaleneffekte (oder Größenvorteile) lassen sich beispielsweise auf die sinkenden Fixkostenanteile in den Gesamtkosten, auf die Spezialisierungsvorteile oder auf die Lernkurveneffekte, die mit dem steigenden Output verbunden

⁵⁶ Zur Ableitung siehe Anhang 5.

⁵⁷ Zur Ableitung des primalen Flexibilitätsmaßes für Einproduktunternehmen siehe Anhang 6.

sind, zurückführen (vgl. u. a. PRATTEN, 1991). Wenn die Produktions- bzw. die Kostenfunktionen eines Betriebs in bestimmten Bereichen positive Skaleneffekte ausweisen, kann durch die Erhöhung der Betriebsgröße eine Effizienzsteigerung erzielt werden. Nach einer bestimmten Outputmenge, die als Kostenoptimum gilt, sind in der Regel die Größennachteile (Diseconomies of Scale) zu beobachten, die eine weitere Ausweitung der Produktion unvorteilhaft machen. In der Abbildung 8 hat die dargestellte Technologie im rechten Funktionsbereich, in dem die Kosten mit einer zunehmenden Rate ansteigen, die Größennachteile. In diesem Gebiet steigen die Durchschnittskosten bei einer Erhöhung der Produktionsmenge.

Abbildung 8: Kostenelastizität in Bezug auf den Output y_j .



Quelle: Eigene Darstellung.

In der Literatur werden verschiedene Möglichkeiten der Darstellung der Skaleneastizität vorgeschlagen. Basierend auf der Produktionsfunktion wird die Skaleneastizität meistens über die Summe der einzelnen Outputelastizitäten definiert (BAUMOL et al., 1988, S. 50). Die Skaleneastizität wird gemäß der Definition von BROWN et al. (1979) und CHRISTENSEN und GREENE (1976) als Eins minus der Summe der Kostenelastizitäten nach den Outputs dargestellt:

$$E_{Scale} = 1 - \mathbf{1}_j' \mathbf{E}_y = 1 - \sum_j \frac{\partial C}{\partial y_j} \frac{y_j}{C} = 1 - \sum_j \frac{MC_j}{AC_j}. \quad (60)$$

Positive Werte der Skaleneastizität in (60) weisen auf positive Skaleneffekte (Größenvorteile) hin, negative Werte hingegen auf negative Skaleneffekte (Größennachteile). Die Kostenelastizität wird bei CHAMBERS (1988) als Kostenflexibilität bezeichnet, weil durch dieses Maß der Zusammenhang zwischen der Veränderung der Outputmenge und den Kostenänderungen erfasst wird. Das verdeutlicht, dass auch diese Komponente in der Literatur als Maß für Flexibilität verwendet wurde. Höhere Werte der Kostenelastizität (bzw. Kostenflexibilität) führen zu einer höheren Gesamtflexibilität. Wenn die Summe der Kostenelastizitäten gleich Eins ist, dann produziert der Betrieb zu den minimalen Durchschnittskosten und ist damit

skaleneffizient. In diesem Fall ist der Skaleneffekt gleich Null und die Gesamtflexibilität wird ausschließlich durch den Verbundeffekt und Krümmungseffekt bestimmt. Das bedeutet, dass die Gesamtflexibilität der Unternehmen, die sich im Betriebsoptimum befinden, nur von dem Verlauf der Grenzkosten abhängig ist.

Mit anderen Worten berücksichtigt die dritte Komponente des Flexibilitätsmaßes die Kosteneinsparungen durch die Intensivierung (Erhöhung der Produktionsmenge der einzelnen Outputs). Betriebe, die über höhere Skaleneffekte verfügen, sind weniger flexibel. Befinden sich die Unternehmen im Bereich steigender Skalenerträge, so haben sie einen stärkeren Anreiz, ihre Produktion zu erhöhen, um eine höhere Skaleneffizienz zu erreichen. Zudem wird dadurch die Flexibilität erhöht.

Ein primales Maß für die Skalanelastizität wurde von FÄRE und PRIMONT (1995), basierend auf der Inputdistanzfunktion, wie folgt abgeleitet:

$$E_{scale} = 1 + \sum_j \frac{\partial D^s}{\partial y_j} \frac{y_j}{D^s} = 1 + \mathbf{y}' \mathbf{D}'_y. \quad (61)$$

Damit findet man die Skalanelastizität als eine Komponente des Skaleneffekts bei der primalen Darstellung des Flexibilitätsmaßes wieder:

$$Flex_SE = 2(\mathbf{1}_n' \mathbf{D}_x^s)^{-1} (1 + \mathbf{y}' \mathbf{D}_y^s). \quad (62)$$

Im Einproduktfall kann diese Komponente über die Produktionsfunktion wie folgt berechnet werden:⁵⁸

$$Flex_SE = \frac{2P}{y^2} (\varepsilon_{sc} - 1) = \frac{2P}{y^3} (\mathbf{F}_x' \mathbf{x} - y). \quad (63)$$

Durch die Dekomposition der Flexibilität in drei Komponenten wird der Zusammenhang zwischen der Anpassungsfähigkeit der Betriebe und anderen bekannten Eigenschaften der Produktionstechnologie deutlich. Das im Rahmen dieser Arbeit verwendete Flexibilitätsmaß beinhaltet die Größen, die in der mikroökonomischen Literatur zur Messung der Flexibilität verwendet wurden und stellt damit eine Verallgemeinerung der bisherigen Konzepte dar. Das Flexibilitätsmaß für ein Einproduktunternehmen wurde basierend auf der Definition von Stigler durch die zweite Ableitung der Durchschnittskostenfunktion abgeleitet und kann je nach der Fragestellung für die variablen und die gesamten Kosten berechnet werden. Dadurch können zusätzliche Aspekte, wie die Rolle der quasi-fixen Faktoren bei der Anpassungsfähigkeit, berücksichtigt werden. Ableitung des Maßes für Mehrproduktunternehmen ermöglicht außerdem die Herleitung des Zusammenhangs zwischen Flexibilität und Verbundvorteilen einer Technologie. Die äquivalente Darstellung

⁵⁸ Zur Ableitung des primalen Flexibilitätsmaßes für Einproduktunternehmen siehe Anhang 6.

der Flexibilität und ihrer Komponenten basiert demnach sowohl auf einer Kostenfunktion als auch auf einer Produktions- bzw. Distanzfunktion.

Dieses Maß besitzt eine höhere Erklärungskraft als die herkömmlichen Flexibilitätsmaße, da es eine Analyse der einzelnen Komponenten der Flexibilität ermöglicht und deren Bedeutung für die Gesamtflexibilität verdeutlicht. Durch die Zerlegung des Flexibilitätsmaßes kann untersucht werden, ob die Betriebe eine höhere Flexibilität durch die Nutzung der Verbundvorteile, abnehmende Grenzkosten oder die Nutzung der Skaleneffekte erreichen. Damit können sowohl die Gesamtflexibilität als auch die einzelnen Effekte getrennt und gemeinsam analysiert werden. Außerdem könnten dadurch neuere Erkenntnisse zum besseren Verständnis der Quellen und des Wesens der Anpassungsfähigkeit der Betriebe gewonnen werden.

3.2 Theoretische Modelle zur Erklärung der Flexibilität

In diesem Unterkapitel werden theoretische Modelle vorgestellt, die später zur Analyse der Bestimmungsfaktoren der Flexibilität herangezogen werden. Zu Beginn wird das neoklassische Produktionsmodell von Mills vorgestellt, da dieses die wichtigste theoretische Grundlage für die meisten Flexibilitätsanalysen bildet. In dem Modell von Mills werden formale Zusammenhänge zwischen der Flexibilität und einigen anderen ökonomischen Variablen abgeleitet. Dieses Modell wird dann mithilfe des Erwartungswert-Varianz-Ansatzes um die risikothoretischen Aspekte erweitert. Da die vorliegende Arbeit für die Analyse der Anpassungsfähigkeit der kleinen Familienbetriebe während der Transformationszeit verwendet wird, sollten außerdem die Besonderheiten dieser Wirtschaftsform unter den Bedingungen der unvollkommenen Märkte in einem Unternehmens-Haushalts-Modell berücksichtigt werden. Dabei wird die Rolle der soziodemografischen Faktoren bei der Flexibilitätsanalyse deutlich.

3.2.1 Flexibilitätsmodell von Mills

Das Flexibilitätsmodell von Mills (1984) bildet die Grundlage für viele weitere Arbeiten in diesem Gebiet und wird u. a. bei MILLS und SCHUMANN (1985), MILLS (1986), DAS et al. (1993), ZIMMERMANN (1995), FIEGENBAUM und KARNANI (1991), NOR et al. (2007) verwendet. Unter der Annahme vollkommener Konkurrenz wird in diesen Modellen das gewinnmaximierende Verhalten von risikoneutralen Betrieben bei schwankender Nachfrage analysiert. Unsichere Verkaufspreise auf dem Produktmarkt führen zu den Risiken bezüglich der Höhe der zukünftigen Gewinne. Diese Preisunsicherheiten werden berücksichtigt, indem zu dem erwarteten Produktpreis \bar{p} eine Zufallsvariable η addiert wird: $p = \bar{p} + \eta$. Es wird angenommen, dass die Zufallsvariable η um den Mittelwert Null mit der Varianz σ_{η}^2

$\eta \square N(0, \sigma_\eta^2)$ normalverteilt ist. Damit ist $E[p] = \bar{p}$ und $Var[p] = \sigma_\eta^2$.⁵⁹ Betriebe wählen die Produktionstechnologie mit einem bestimmten Flexibilitätsniveau, welches über einen Parameter der quadratischen Kostenfunktion festgelegt wird. Dieser Parameter bestimmt den Verlauf der kurzfristigen Kostenfunktion und hat sowohl einen Einfluss auf den erwarteten Gewinn als auch auf die optimale Produktionsmenge. Die Entscheidung zur Technologiewahl wird getroffen bevor der Marktpreis bekannt wird. Mit der festgelegten Technologie wird dann in der nächsten Periode die optimale Outputmenge bestimmt. In dem Modell wird gezeigt, dass Technologien mit dem höheren Flexibilitätsgrad bevorzugt werden, sobald Unternehmen starke Preisinstabilitäten auf den Produktmärkten erwarten. Die kurzfristige Gesamtkostenfunktion wird als quadratische Kostenfunktion wie folgt formuliert:

$$C(y) = \alpha + \beta y + y^2 / 2\gamma. \quad (64)$$

C seien die kurzfristigen Gesamtkosten der Produktion der Outputmenge y und α ; β und γ Parameter der Kostenfunktion, die die Produktionstechnologie der gesamten Entscheidungsperiode bestimmen. Für die Grenzkosten ergibt sich demnach:

$$MC(y) = \beta + y / \gamma. \quad (65)$$

MILLS (1984) definiert damit Flexibilität als die zweite Ableitung der Kostenfunktion (bzw. die Ableitung der Grenzkostenfunktion) nach y . Damit verwendet MILLS (1984) γ als Flexibilitätsmaß.

Gewinnmaximierende Unternehmen wählen die Outputmenge, bei der die Grenzkosten gleich dem exogenen Produktpreis sind:

$$\beta + y / \gamma = p. \quad (66)$$

Daraus wird die folgende gewinnmaximierende Outputmenge (bzw. Angebotsfunktion) abgeleitet:

$$y^* = \gamma(p - \beta). \quad (67)$$

Die durchschnittliche bzw. die erwartete Produktionsmenge ist:

⁵⁹ Der stochastische Preis kann alternativ über einen multiplikativen Term wie folgt dargestellt werden: $p = \bar{p}\psi$. Dabei ist die Zufallsvariable ψ um den Erwartungswert 1 und mit der Varianz σ_ψ^2 verteilt. Damit gilt für den Produktpreis, dass $E(p) = \bar{p}$ und $Var(p) = \bar{p}^2\sigma_\psi^2$. Da diese Darstellung in Form des additiven Zufallsterms dargestellt werden kann ($p = \bar{p} + \bar{p}(\psi - 1)$), sind die Ergebnisse bei beiden Varianten ähnlich, mit dem einzigem Unterschied, dass $Var(p)$ durch $\bar{p}^2\sigma_\psi^2$ ersetzt wird.

$$\bar{y} = E[y^*] = \gamma(\bar{p} - \beta). \quad (68)$$

Die Gewinnfunktion kann dann wie folgt dargestellt werden:

$$\begin{aligned} \pi^* &= y^* p - C(y^*) \\ &= \gamma(p - \beta)^2 p - \left(\alpha + \beta\gamma(p - \beta) + \frac{\gamma^2(p - \beta)^2}{2\gamma} \right) \\ &= \frac{\gamma(p - \beta)^2}{2} - \alpha. \end{aligned} \quad (69)$$

Wenn der stochastische Produktpreis über sein Mittelwert und die Zufallsvariable dargestellt wird, kann daraus der erwartete Gewinn wie folgt abgeleitet werden:

$$\begin{aligned} E[\pi^*] &= E\left[\frac{\gamma(\bar{p} + \eta - \beta)^2}{2} - \alpha \right] = \frac{\gamma}{2} E[(\bar{p} - \beta)^2 + 2(\bar{p} - \beta)\eta + \eta^2] - \alpha \\ &= \frac{\gamma}{2} E[(\bar{p} - \beta)^2] - \frac{\gamma}{2} (\bar{p} - \beta) E[\eta] + \frac{\gamma}{2} E[\eta^2] - \alpha = \\ &= \frac{\gamma(\bar{p} - \beta)^2}{2} + \frac{\gamma\sigma_\eta^2}{2} - \alpha = \frac{\gamma(\bar{p} - \beta)^2}{2} + \frac{\gamma\text{Var}(p)}{2} - \alpha \end{aligned} \quad (70)$$

Daraus wird ersichtlich, dass der erwartete Gewinn eines Unternehmens mit zunehmender Preisinstabilität ansteigt.⁶⁰

$$\frac{\partial E[\pi(p)]}{\partial \text{Var}(p)} = \frac{\gamma}{2} > 0. \quad (71)$$

Dieses Ergebnis korrespondiert mit OI (1961) und TISDELL (1968), und folgt aus der Konvexität der Gewinnfunktion im Produktpreis. Dabei gilt es für jede monoton steigende und konvexe Kostenfunktion, nicht nur für die hier angenommene quadratische Kostenfunktion. OI (1961) weist allerdings darauf hin, dass dieses Ergebnis nur für risikoneutrale und risikofreudige Unternehmen gilt. Da

⁶⁰ Dieses Ergebnis basiert auf der Annahme, dass die optimale Outputentscheidung unter Sicherheit getroffen wird, nachdem der Produktpreis bekannt geworden ist. MARSCHAK und NELSON (1962) sowie NELSON (1961) und TISDELL (1968) zeigen außerdem was geschieht, wenn die optimale Outputmenge unter Unsicherheit bestimmt wird. In diesem Fall spielt es eine wichtige Rolle, wie gut die Entscheidungsträger ihre Erwartungen bezüglich der zukünftigen Preisentwicklungen bilden können. In diesem Fall steigt der Wert der Flexibilität mit der Fähigkeit, die Preise vorherzusagen. Sind die Unternehmen nicht in der Lage, die künftigen Preisentwicklungen korrekt zu prognostizieren und wählen immer nur die durchschnittliche Outputmenge, dann hat die Flexibilität keinen Wert und kann sich unter Umständen sogar negativ auf die erwarteten Gewinne auswirken.

höhere Preisinstabilität mit einer größeren Varianz des erwarteten Gewinns einhergeht, wird der erwartete Nutzen bei risikoaversen Unternehmen reduziert. Diese Aspekte werden im nachfolgenden Kapitel detaillierter diskutiert.

Darüber hinaus haben MARSCHAK und NELSON (1962), TISELL (1986) und MILLS (1984) am Beispiel der quadratischen Kostenfunktion gezeigt, dass Flexibilität bei steigender Preisinstabilität einen positiven Einfluss auf die erwarteten Gewinne hat.⁶¹ Gleichung (71) verdeutlicht, dass durch höhere Flexibilität (durch den Parameter γ definiert) der positive Effekt der Preisvariabilität auf den erwarteten Gewinn verstärkt wird.

Damit wurde in dem Modell unter der Annahme der quadratischen Funktion gezeigt, dass Unternehmen bei einer unsicheren Nachfrage den Anreiz haben, flexiblere Technologien auszuwählen und dass der Vorteil aus der Flexibilität bei einer höheren Preisinstabilität zunimmt.⁶²

Außerdem haben die Autoren dargelegt, dass Flexibilität in einem direkten proportionalen Zusammenhang mit der Outputvariabilität steht:

$$\text{Var}(y) = E\left[\left(y^* - E[y^*]\right)^2\right] = E\left[\gamma^2 \eta^2\right] = \gamma^2 E\left[\eta^2\right] = \gamma^2 \sigma_\eta^2 \quad (72)$$

$$\text{Var}(y) = \gamma^2 \text{Var}(p).$$

Wenn Flexibilität über den Parameter γ definiert wird, dann bedeutet der Ausdruck in (72), dass flexiblere Betriebe mit stärkeren Outputschwankungen auf die Nachfragefluktuationen reagieren als inflexible.

Wenn aber Flexibilität wie bei MILLS und SCHUMANN (1985) und MILLS (1986) über die Preiselastizität des Angebots definiert wird, dann bleibt die Aussage von einem direkten positiven Zusammenhang zwischen Flexibilität und Outputschwankungen dennoch gültig. Die Preiselastizität des durchschnittlichen Angebots wird unter Verwendung von (68) wie folgt definiert:

$$\varepsilon_{\bar{y}} = \frac{\partial \bar{y}}{\partial \bar{p}} \frac{\bar{p}}{\bar{y}} = \gamma \frac{\bar{p}}{\gamma(\bar{p} - \beta)} = \frac{\bar{p}}{(\bar{p} - \beta)}. \quad (73)$$

Wenn (68) nach γ aufgelöst und in (73) eingesetzt wird ergibt sich:

⁶¹ Dabei unterscheidet TISELL (1986) zwischen dem Effekt der Flexibilität unter Unsicherheit und Preisinstabilität. Dabei gilt das oben dargestellte Ergebnis nur, wenn von den zunehmenden Unsicherheiten abgesehen wird.

⁶² Für ein verallgemeinertes Modell zeigt HIEBERT (1989) dagegen, dass diese Aussage nur für quadratische Kostenfunktionen eindeutig gilt. Im Allgemeinen könnte der Effekt der Flexibilität nicht eindeutig auf den erwarteten Gewinn abgestimmt werden.

$$\text{Var}(y) = \frac{\bar{y}^2}{(\bar{p} - \beta)^2} \text{Var}(p)$$

$$\frac{\text{Var}(y)}{\bar{y}^2} = \frac{\bar{p}^2}{(\bar{p} - \beta)^2} \cdot \frac{\text{Var}(p)}{\bar{p}^2} \quad \text{und daraus} \quad (74)$$

$$cv_{\bar{y}} = \varepsilon_y \cdot cv_{\bar{p}}$$

Dabei werden durch cv_y und cv_p die Variationskoeffizienten von Output und Preis bezeichnet, die durch die Relation der Standardabweichung zum Mittelwert definiert sind. Da der Variationskoeffizient ebenfalls ein Streuungsmaß darstellt, kann aus (74) die gleiche Aussage von einem direkten positiven Zusammenhang zwischen Flexibilität und Outputschwankungen abgeleitet werden.

Des Weiteren wird in diesem Modell gezeigt, dass Flexibilität und Betriebsgröße in einem negativen Zusammenhang zueinander stehen. Außerdem führt ein Trade-off zwischen der statischen (definiert über die niedrigsten minimalen Durchschnittskosten) und dynamischen Effizienz (Preiselastizität des Angebots als Maß für Flexibilität) dazu, dass im Gesamtgleichgewicht einer Industrie heterogene Betriebsstrukturen entstehen, d. h., dass die Betriebe mit unterschiedlichen Technologien, Flexibilitätsniveaus und unterschiedlicher Größe miteinander konkurrieren.

Die minimalen Durchschnittskosten werden ermittelt, indem die Gesamtkosten dividiert durch die Outputmenge nach y abgeleitet werden:

$$AC(y) = \frac{\alpha}{y} + \beta + \frac{y}{2\gamma} \quad (75)$$

$$\frac{\partial AC(y)}{\partial y} = -\frac{\alpha}{y^2} + \frac{1}{2\gamma} = 0.$$

Daraus ergibt sich die kostenminimierende Outputmenge:⁶³

$$\bar{y} = (2\alpha\gamma)^{1/2}. \quad (76)$$

Minimale Durchschnittskosten an dieser Stelle sind:

⁶³ An dieser Stelle kann in Anlehnung an MARSCHAK und NELSON (1962) gezeigt werden, dass die zweite Ableitung der Durchschnittskostenfunktion $\partial^2 AC / \partial y^2 = 2\alpha / y^3$ an der Stelle ist, wo diese Funktion minimiert wird (d. h. nach dem Einsetzen von $\bar{y}^2 / \gamma = 2\alpha$ aus (76) gilt: $\partial^2 AC / \partial y^2 = \gamma / \bar{y}$). Damit wird auch die Krümmung der Durchschnittskostenfunktion um ihren minimalen Punkt umso flacher, je kleiner der Koeffizient γ ist. Damit ist die Nutzung von γ als Flexibilitätsmaß in diesem Modell ebenfalls mit der Stigler-Definition der Flexibilität konsistent.

$$AC(\bar{y}) = \beta + \left(\frac{2\alpha}{\gamma} \right)^{1/2}. \quad (77)$$

Unter der Bedingung, dass die erwarteten Gewinne der Betriebe bei vollkommener Konkurrenz gleich Null sind ergibt sich aus (70) folgender Ausdruck für die Preisvariabilität:

$$Var(p) = \frac{2\alpha}{\gamma} - (\bar{p} - \beta)^2. \quad (78)$$

Nach dem Einsetzen von (78) in (72) ergibt sich:

$$Var(y) = \gamma^2 Var(p) = \gamma^2 \left(\frac{2\alpha}{\gamma} - (\bar{p} - \beta)^2 \right) = 2\alpha\gamma - \gamma^2 (\bar{p} - \beta)^2. \quad (79)$$

Der erste Term auf der linken Seite entspricht \bar{y}^2 aus (76) und der zweite Term dem durchschnittlichen Angebot für \bar{y} aus (68). Damit kann (79) wie folgt dargestellt werden:

$$Var(y) = \bar{y}^2 - \bar{y}^2. \quad (80)$$

Nach dem Einsetzen von (80) in (74) kann folgender negativer Zusammenhang zwischen Flexibilität und durchschnittlicher Betriebsgröße \bar{y} hergeleitet werden:

$$\bar{y}^2 - \bar{y}^2 = \varepsilon_y^2 Var(p). \quad (81)$$

MILLS und SCHUMANN (1985) begründen den negativen Zusammenhang zwischen Flexibilität und Betriebsgröße damit, dass kleine Betriebe mehr Gebrauch von den variablen Produktionsfaktoren machen. Dagegen haben größere Betriebe einen relativ hohen Anteil an fixen Kapitalfaktoren, die zwar die positiven Skaleneffekte mit sich bringen und zur Reduktion der minimalen Durchschnittskosten beitragen, dies allerdings auf Kosten der niedrigen Flexibilität geschieht. Die Autoren weisen formal nach, dass, unter der Annahme eines Trade-offs zwischen statischer Effizienz und Flexibilität, ein negativer Zusammenhang zwischen Flexibilität und dem Anteil der fixen Kosten an der Gesamtproduktion besteht.

Für die gewinnmaximierenden Betriebe könnten in dem oben beschriebenen Modell – unter der Annahme der vollkommener Konkurrenz und einer quadratischen Kostenfunktion – einige formale Zusammenhänge zwischen Flexibilität und verschiedenen ökonomischen Faktoren (z. B. Preisvariabilität, erwarteter Gewinn, Outputvariabilität, Betriebsgröße und Kapitalintensität) abgeleitet werden.

3.2.2 Erwartungswert-Varianz-Ansatz

Bei dem oben dargestellten Modell wird außer Acht gelassen, dass Unternehmen ihre Entscheidungen nicht nur aufgrund der erwarteten Gewinne, sondern auch unter Berücksichtigung der Risiken, die durch die Schwankungen des Gewinns entstehen können, treffen. Dabei können unterschiedliche Einstellungen bezüglich der erwarteten Risiken eine wichtige Rolle spielen. Sind die Unternehmen beispielsweise risikoavers, wird der Gewinn aus einer sicheren Marktsituation gegenüber dem gleichen erwarteten Gewinn bei Unsicherheit vorgezogen. Wie unterschiedlich die beiden Ergebnisse bewertet werden, wird mithilfe des erwarteten Nutzens aus dem mit Risiko behafteten Einkommen berücksichtigt. In Bezug auf diese Aspekte wird das oben dargestellte Modell mithilfe des Erwartungswert-Varianz-Ansatzes modifiziert (vgl. dazu u. a. ROBISON und BARRY, 1987; SANDMO, 1971; PRATT, 1964).

Basierend auf diesem Ansatz, wird das Sicherheitsäquivalent, bei dem unter Risiko erzielten Gewinn, als der Erwartungswert des Gewinns abzüglich der Risikoprämie dargestellt (ROBISON und BARRY, 1987):

$$\pi^{CE} = E[\pi^*] - \frac{R(\pi^*)}{2} \text{Var}(\pi^*). \quad (82)$$

Dabei setzt sich die Risikoprämie multiplikativ aus der Hälfte der Varianz des Gewinns (als Maß für die Größe des Risikos) und dem Arrow-Pratt Maß für die absolute Risikoaversion (PRATT, 1964; ARROW, 1971; ROBISON und BARRY, 1987) zusammen. Dieses Maß für die absolute Risikoaversion wird über die Veränderung der Steigungsrate der Nutzenfunktion wie folgt definiert:

$$R(\pi^*) = - \frac{U''(\pi^*)}{U'(\pi^*)}. \quad (83)$$

Dabei implizieren positive Werte Risikoaversion, bei Risikoneutralität ist dieser Wert gleich Null und bei risikofreudigen Unternehmen nimmt das Maß negative Werte an.

Die Varianz des Gewinns wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Var}(\pi^*) = E[(\pi^* - E(\pi^*))^2]. \quad (84)$$

Nach dem Einsetzen und einigen Vereinfachungen ergibt sich folgender Ausdruck für die Varianz des Gewinns:

$$\text{Var}(\pi^*) = \frac{\gamma^2}{4} \left[4(\bar{p} - \beta)^2 \sigma_n^2 + 2(\bar{p} - \beta) \vartheta^3 + \vartheta^4 \right]. \quad (85)$$

σ_η^2 sei die Preisvarianz (das zweite zentrale Moment der Preisverteilung), ϑ^3 die Schiefe der Verteilung (das dritte zentrale Moment) und ϑ^4 das Maß für die Wölbung der Verteilung (das vierte zentrale Moment). Damit ist die Varianz des Gewinns abhängig von den Parametern der Kostenfunktion (β, γ), von dem erwarteten Preis und seiner Varianz, sowie von den anderen Parametern, die die Form der Preisverteilung bestimmen. Unter der Annahme, dass die Zufallsvariable η normalverteilt ist, lässt sich das Sicherheitsäquivalent wie folgt darstellen:

$$\pi^{cE} = \frac{\gamma(p-\beta)^2}{2} + \frac{\gamma\sigma^2}{2} - \alpha - \frac{R\gamma^2\sigma^2(p^e-\beta)^2}{2}. \quad (86)$$

Da der Nutzen des Sicherheitsäquivalents des riskanten Gewinns seinem erwarteten Nutzen entspricht, können mithilfe der komparativen Statik die Effekte der Preisschwankungen analysiert werden. Im Gegensatz zu dem Erwartungswertansatz nach Mills ist der Effekt der Preisinstabilität auf das Sicherheitsäquivalent unbestimmt:

$$\frac{\partial E[\pi^{cE}]}{\partial \sigma^2} = \frac{\gamma}{2} - \frac{R\gamma^2(p^e-\beta)^2}{2}. \quad (87)$$

Bei risikoneutralen und risikofreudigen Unternehmen wirken sich höhere Preisschwankungen positiv auf das Sicherheitsäquivalent des Gewinns aus, da die zweite Komponente auf der rechten Seite größer oder gleich Null ist. Dabei wird der positive Effekt der Preisschwankungen durch die höhere Flexibilität zusätzlich verstärkt.

Bei risikoaversen Entscheidungsträgern kann die erhöhte Preisinstabilität sowohl zur Steigerung als auch zur Senkung des erwarteten Nutzens führen. Bis zu einer bestimmten Grenze bei $R < 1/\gamma(p^e-\beta)^2$ wirken die Preisschwankungen positiv auf den erwarteten Nutzen. Bei einer höheren Risikoaversion sind die Preisschwankungen für die Unternehmen zu riskant und die Risikoprämie übersteigt die positiven Effekte aus der Erhöhung des erwarteten Gewinns.⁶⁴ Welchen Einfluss die Flexibilität auf die Reduktion des Sicherheitsäquivalents hat bleibt unbestimmt und kann wegen des quadratischen Zusammenhangs diesen Effekt entweder verstärken oder reduzieren.

Daraus kann abgeleitet werden, dass selbst unter Berücksichtigung der durch die schwankenden Preise bedingten Risiken der erwarteten Gewinne, die Flexibilität

⁶⁴ ZELLER und ROBISON (1992) zeigen in ihrem investitionstheoretischem Modell, bei dem Flexibilität als ein Parameter der kubischen Kostenfunktion dargestellt wird, dass steigende Preisvariabilität und höhere Risikoaversion dazu führen, dass in weniger flexible Technologien investiert wird.

hauptsächlich positiv auf den erwarteten Nutzen der Unternehmen wirkt. Während risikoneutrale und risikofreudige Entscheidungsträger immer eine flexiblere Technologie bevorzugen werden, werden risikoaverse Unternehmen die Flexibilität nur solange erhöhen, wie das mit einem positiven Effekt auf den erwarteten Nutzen verbunden ist.

3.2.3 Unternehmens-Haushalts-Modell

Im Fokus der Analysen, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit durchgeführt werden, steht der Agrarsektor, der in der Regel durch familiengeführte Kleinbetriebe geprägt ist. Daher sollten die vorangehenden theoretischen Überlegungen, die hierfür insbesondere der klassischen Produktions- und Kostentheorie entnommen sind, die Besonderheiten der Organisation von landwirtschaftlichen Familienbetrieben beachten.

In familiengeführten Kleinbetrieben werden Produktions-, Konsum- und Faktoreinsatzentscheidungen gemeinsam getroffen (VON WITZKE, 1993; SINGH, SQUIRE und STRAUSS, 1986a). Diese Entscheidungen beeinflussen sich gegenseitig und können nicht losgelöst voneinander analysiert werden (SINGH et al., 1986b; HENNING, 1994). Bei der Analyse der polnischen Landwirtschaft während der Transformation sollten außerdem die Unvollkommenheiten auf den Märkten Berücksichtigung finden. Diese Unvollkommenheiten äußern sich beispielsweise in einem fehlenden bzw. begrenzten Zugang zum Kapital- oder Arbeitsmarkt. Faktoreinsatzentscheidungen werden demzufolge nicht aufgrund exogener, vom Markt vorgegebener Preise, sondern durch interne Schattenpreise bestimmt (DE JANVRY et al., 1991; DE JANVRY und SADOULET, 2006).

Beide oben genannten Aspekte können mit Hilfe sogenannter Unternehmens-Haushalts-Modelle (UHM) berücksichtigt werden (TAYLOR und ADELMAN, 2003). Diese Modelle stammen aus der Konsumententheorie (CHAYANOV, 1966; NAKAJIMA, 1957) und werden für den Fall eines Unternehmens-Haushalts um die Produktionsentscheidungen aus der Produktionstheorie erweitert. In der Literatur sind verschiedene Spezifikationen des UHM zu finden. Sie berücksichtigen unterschiedliche Konstrukte und Variablen, je nachdem welche Aspekte analysiert werden sollen (vgl. SINGH et al., 1986; TAYLOR and ADELMAN, 2003; GLAUBEN et al., 2012). Nachfolgend wird ein allgemeines Modell beschrieben, das sich für die vorliegende Flexibilitätsanalyse eignet.

Im Unterschied zu den klassischen Produktionsentscheidungsmodellen, bei denen angenommen wird, dass Unternehmen an der Gewinnmaximierung interessiert sind, wird bei Unternehmens-Haushalten ein nutzenmaximierendes Verhalten vorausgesetzt. Der Nutzen ist einerseits von der Menge der Güter abhängig, die konsumiert werden und andererseits davon, wie viel arbeitsfreie Zeit dem Haushalt zur Verfügung steht. Das ist die Zeit, die den Mitgliedern der Haushaltsfamilie nach der Arbeit im eigenen Betrieb bzw. nach der Lohnarbeit außerhalb des Betriebs zur freien Verfügung übrig bleibt. Sie kann z. B. zur Erholung oder für Tätigkeiten

im Haushalt genutzt werden. Der Nutzen wird in Abhängigkeit von den Präferenzen des landwirtschaftlichen Haushalts bezüglich der Konsummenge und der arbeitsfreien Zeit bewertet. Diese Präferenzen sind von den persönlichen Charakteristiken des Betriebsleiters, sowie der soziodemografischen Struktur der Familie abhängig.

Der Nutzen wird unter Nebenbedingungen maximiert, was durch verschiedene Restriktionen (zeitliche, technologische Restriktion und Einkommensrestriktion) ausgedrückt wird. Zusammengefasst ergeben sie die totale Budgetrestriktion. Allgemein beschreibt diese Restriktion, dass die Konsumausgaben des Unternehmens-Haushalts nicht höher sein dürfen als seine Gesamteinnahmen. Die Gesamteinnahmen des Unternehmens-Haushalts bestehen aus dem Gewinn aus der landwirtschaftlichen Tätigkeit, Lohn Einkommen aus der außerbetrieblichen Beschäftigung sowie anderen Geldeinnahmen.

Wenn von vollkommenen Produkt- und Faktormärkten ausgegangen wird, dann werden die Produktions- und Konsumententscheidungen sequenziell getroffen (separables Modell). Zuerst entscheidet der Unternehmens-Haushalt über den Einsatz der Produktionsfaktoren bzw. über die Produktionsmenge in Abhängigkeit von den exogenen Marktpreisen. Dabei wird der Gewinn aus der eigenen landwirtschaftlichen Tätigkeit bei den gegebenen Marktpreisen maximiert. Die Anteilshöhe des Gewinns am Gesamteinkommen des Haushalts beeinflusst die Konsumententscheidungen der Familie (über den Einkommenseffekt). Sind die Märkte unvollkommen, dann treffen Unternehmens-Haushalte ihre Entscheidungen aufgrund der internen Schattenpreise. Das führt dazu, dass das Modell nicht mehr separabel gelöst werden kann. Produktions- und Konsumententscheidungen werden simultan getroffen, was bedeutet, dass die Variablen, die die Konsumententscheidungen beeinflussen, ebenfalls auf die Produktionsentscheidungen einwirken und umgekehrt.

Die Flexibilität wird bei der Darstellung der technologischen Restriktion als Eigenschaft der Produktionstechnologie (über die Produktions- oder Kostenfunktion) in das Modell integriert. Damit beeinflusst Flexibilität die Kosten- bzw. die Gewinnhöhe und dadurch das Gesamteinkommen des Unternehmens-Haushalts. Über den Einkommenseffekt werden somit die Konsumententscheidungen beeinflusst. Aus dem in Kapitel 3.1 abgeleiteten Flexibilitätsmaß wird außerdem deutlich, dass es ein formaler Zusammenhang zwischen der Flexibilität und den Grenzproduktivitäten der eingesetzten Faktoren besteht. Bei unvollkommenen Märkten hat die Wahl der Produktionstechnologie einen Einfluss auf die Schattenpreise und über diese Preise auf die Nachfrage- und Angebotsentscheidungen. Die Konsum- und die Arbeitsallokationsentscheidung haben ihrerseits einen Einfluss auf die Produktionsentscheidung und auf die Wahl der Produktionstechnologie.

Aus diesen Überlegungen wird deutlich, dass bei der Analyse kleiner landwirtschaftlicher Familienbetriebe, die sowohl als Produzenten als auch als Konsumenten auf den unvollkommenen Märkten agieren, viele ökonomische und soziodemografische Faktoren sich in sehr komplizierter Art und Weise gegenseitig beeinflussen.

Die Wirkung bestimmter Faktoren kann wegen der Nichtseparabilität der Produktions- und Konsumententscheidungen in der Regel nicht eindeutig bestimmt werden. Aus diesem Grund ist es wichtig, alle relevanten Variablen in diesem empirischen Modell zu berücksichtigen.

3.3 Hypothesenbildung zu Bestimmungsfaktoren der Flexibilität

Aus den oben dargestellten Modellen wurde ersichtlich, dass Flexibilität in einem direkten oder indirekten Zusammenhang mit verschiedenen ökonomischen und soziodemografischen Faktoren steht. Allerdings ist es nicht immer möglich, den Einfluss bestimmter Faktoren auf die Flexibilität eindeutig zu definieren. Daher wird die Richtung und die Bedeutung von bestimmten ökonomischen und soziodemografischen Faktoren auf die Flexibilität mithilfe der empirischen Analyse ermittelt.

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden Hypothesen über den Zusammenhang zwischen verschiedenen Variablen und der Anpassungsfähigkeit der Betriebe diskutiert. Welche Faktoren bestimmen die Krümmung der Durchschnittskostenfunktion? Was steht hinter der Flexibilität? Welche Eigenschaften des Betriebs bzw. der landwirtschaftlichen Familie begünstigen oder verhindern die Flexibilität?

3.3.1 Ökonomische Faktoren

Betriebsgröße

Eine der wichtigsten Fragen dieser Arbeit beschäftigt sich mit dem Zusammenhang zwischen Flexibilität und Betriebsgröße, konkret, ob kleinere Betriebe über flexiblere Technologien verfügen. Diese Frage wird in vielen theoretischen und empirischen Arbeiten zur Flexibilität untersucht (vgl. MILLS und SCHUMANN, 1985; FIEGENBAUM und KARNANI, 1991; DAS et al., 1993; ZIMMERMANN, 1995; NOR et al., 2007). Diese Autoren argumentieren, basierend auf den theoretisch hergeleiteten Hypothesen von MILLS und SCHUMANN (1985), dass kleine Betriebe durch eine höhere Flexibilität einen dynamischen Vorteil gegenüber den großen Betrieben haben, obwohl sie in der Regel statisch weniger effizient sind. Das wird dadurch begründet, dass kleine Betriebe sich bei der Produktion mehr auf die variablen Produktionsfaktoren verlassen. Damit können sie leichter und schneller auf die Nachfrageschwankungen reagieren. Dagegen nutzen größere Betriebe kapitalintensive und meistens hoch spezialisierte Anlagen und Prozesse, die zwar positive Skaleneffekte mit sich bringen und zur Reduktion der minimalen Durchschnittskosten beitragen, allerdings auf Kosten der niedrigen Flexibilität.⁶⁵ Denn solche kapitalintensiven

⁶⁵ Wiederum behaupten andere Autoren, so z. B. ZELLER (1990), dass eine flexible Technologie mit höheren Investitionskosten in die teureren flexiblen Anlagen verbunden ist. Das würde bedeuten, dass nur große Betriebe, die sich solche teuren Investitionen leisten können, womöglich über eine flexible Technologie verfügen.

Inputs sind, verglichen mit dem Faktor Arbeit – dem wichtigsten Produktionsfaktor in kleinen Betrieben, in der Regel weniger anpassungsfähig.

Zugleich sind die größeren Betriebe meist in weit stärkerem Maß in Wertschöpfungs- und Lieferketten integriert (PATTERN, 1991). So können sie beispielsweise aufgrund längerfristiger Kontrakte mit den Lieferanten bzw. Abnehmern oder durch vertikale Integration zusätzliche positive Skaleneffekte realisieren.⁶⁶ Diese entstehen z. B. durch Mengenrabatte oder andere Ersparnisse, die aus der Reduktion der Markttransaktionskosten zustande kommen. Derartige Marktintegration erfordert im Regelfall zusätzliche spezifische Investitionen, um den qualitativen und quantitativen Anforderungen der Kontraktpartner entsprechen zu können. Dies ist jedoch oft nur auf Kosten der niedrigeren Flexibilität möglich. Außerdem sind die Möglichkeiten der kurzfristigen Anpassungen des Produktionsprogramms bei den marktintegrierten Unternehmen durch die längerfristigen vertraglichen Beziehungen mit den Lieferanten bzw. Abnehmern begrenzt.

Eine andere Begründung für die niedrigere Flexibilität bei großen Betrieben liegt in ihren hierarchischen und bürokratischen Organisationsstrukturen, die zu Kontrollverlusten führen können (WILLIAMSON, 1967). Die Koordinierung der Entscheidungen wird bei steigender Anzahl der Entscheidungsträger in den großen Betrieben immer schwieriger, was sie weniger flexibel hinsichtlich ihrer Entscheidungen macht (PRATTEN, 1991). Das Ausmaß dieser Flexibilitätsverluste ist natürlich von den Führungs- und Managementfähigkeiten der Betriebsleiter abhängig.

Basierend auf diesen Überlegungen kann argumentiert werden, dass kleine Betriebe durch die Flexibilität einen Wettbewerbsvorteil gegenüber den großen und in der Regel effizienteren Betrieben haben (PRATTEN, 1991). Da diese Aussage eine mögliche Begründung für die Existenz von Unternehmen, mit verschiedenen Technologien und unterschiedlichen Betriebsgrößen, auf einem Markt darstellt, ist sie für diese Arbeit von großer Bedeutung. Damit kann durch die Flexibilitätstheorie die Existenz der dualen Strukturen im Agrarsektor in einigen Ländern, wie z. B. Polen, zumindest teilweise begründet werden.⁶⁷

Produktpreisvariabilität

Produktpreisvariabilität wird als Indikator für Instabilität bzw. Unsicherheit auf den Produktmärkten verwendet. In der Flexibilitätsliteratur besteht grundsätzlich Einigkeit darüber, dass Unternehmen bei höheren Instabilitäten bzw. Unsicherheiten auf den Märkten flexiblere Produktionstechnologien bevorzugen (SHESHINSKI und

⁶⁶ Vertikale Integration bedeutet, dass ein Unternehmen vor- oder nachgelagerte Produktions- oder Handelsstufen in einem Produktionsprozess internalisiert. In Bezug auf die vorgelagerten Stufen bedeutet das beispielsweise, dass die bisher zugekauften Güter vom Unternehmen selbst hergestellt werden.

⁶⁷ Ein Agrarsektor ist durch eine duale Struktur charakterisiert, wenn viele kleine Betriebe den wenigen großen Unternehmen gegenüber stehen.

DREZE, 1976; JONES und OSTROY, 1984). Ein positiver Zusammenhang zwischen Produktpreisvariabilität und Flexibilität ist auch aus dem Modell von MILLS (1986) ersichtlich. Denn aus der komparativen Statik des Modells folgt, dass der erwartete Gewinn eines Unternehmens mit der steigenden Varianz des Produktpreises umso mehr ansteigt, je höher die Flexibilität ist.⁶⁸ Aus diesem Grund werden Unternehmen unter den gleichen Bedingungen immer eine flexible Technologie bevorzugen, wenn sie in Zukunft mit großen Schwankungen bezüglich der Nachfragerrechnen.

Kapitalstruktur bzw. Kapitalintensität

Wie bereits erörtert, ist die Kapitalstruktur – d. h. die Zusammensetzung der Produktionsfaktoren aus variablen und fixen Faktoren – ein wichtiger Einflussfaktor der Flexibilität. Dabei ist zu erwarten, dass größere Betriebe über kapitalintensivere Produktionstechnologien verfügen als kleinere Betriebe, da sie aufgrund des besseren Zugangs zu den finanziellen Ressourcen in der Regel höhere Investitionen in teurere Kapitalanlagen tätigen können (MILLS und SCHUMANN, 1985; NOR et al., 2007). Je höher der Anteil des gebundenen Kapitals am Gesamtvermögen eines Unternehmens ist, umso höher sind die damit verbundenen fixen Kosten (Abschreibungen, Zinsen, Pacht, Instandhaltungskosten), die jede Periode unabhängig von der Produktionsmenge anfallen. Die hohe Kapitalintensität (bzw. der hohe Anteil der fixen Produktionsfaktoren) ist die Ursache für einen steileren Verlauf der Durchschnittskostenfunktion, und damit für eine niedrigere Flexibilität. Es ist zu erwarten, dass die Kapitalintensität mit der Produktionsausrichtung zusammenhängt. So ist beispielsweise die Milchproduktion mit Investitionen in spezifische Anlagen verbunden, die kurzfristig invariabel sind. Wurden diese langfristigen Investitionen einmal getätigt, ist es für ein Unternehmen schwieriger, die Produktionsausrichtung zu wechseln oder die die Produktionsmenge ohne erhebliche Kosten bzw. Gewinnverluste zu variieren. Aus diesem Grund wird ein negativer Zusammenhang zwischen Flexibilität und Kapitalintensität vermutet. Auch wenn diese Effekte teilweise in der Variable Betriebsgröße inkludiert sind, wäre es von Interesse, den Effekt der Kapitalstruktur auf die Flexibilität separat ceteris paribus, d. h., getrennt von dem Effekt anderer Variablen, zu analysieren. Zum Teil können diese Aspekte über die Unterscheidung zwischen kurz- und langfristiger Flexibilität berücksichtigt werden, obwohl dort nur eine grobe Eingrenzung der Faktoren in quasi-fixe und variable vorgenommen werden kann.

Kommerzialisierungsgrad/Grad der Marktintegration

Des Weiteren ist zu erwarten, dass der Kommerzialisierungsgrad eines Unternehmens oder das Ausmaß, indem der Betrieb in die Produktmärkte integriert ist, einen positiven Einfluss auf die Flexibilität hat. Diese Variable kann beispielsweise als

⁶⁸ Dieses Ergebnis gilt zwar nur unter den Annahmen des Flexibilitätsmodells von MILLS (siehe Unterkapitel 3.2.1), wurde aber durch andere Ansätze und Modelle ebenfalls bestätigt.

Anteil der am Markt verkauften Güter am Gesamtumsatz definiert werden. Verwenden Landwirte die von ihnen produzierten Güter hauptsächlich für den eigenen Konsum, müssen sie ihren Produkt-Mix oder die Gesamtproduktionsmenge nicht stärker verändern, als es für den Eigengebrauch notwendig ist. Da sich weder die Größe noch die Struktur der Familie auf kurze Frist verändern, bleibt auch die, auf die eigenen Bedürfnisse der Familie ausgerichtete, Produktion konstant. Der Landwirt hat folglich keinen Anreiz, das Produktionsprogramm zu variieren. Im Gegenteil, die Landwirte, die einen großen Anteil der Produktion auf dem Markt verkaufen, sind stärker in die marktwirtschaftlichen Beziehungen integriert und müssen auf Nachfrageänderungen und andere Abweichungen der Marktsituation entsprechend reagieren. Solche Unternehmen werden vermutlich die flexibleren Technologien bevorzugen. Andererseits, wie oben bei der Diskussion in Bezug auf die Betriebsgröße bereits angesprochen, kann die steigende Integrität auf der Absatz- und Lieferantenseite zu Flexibilitätsverlusten führen, wenn durch längerfristige vertragliche Vereinbarungen bestimmte Absatzmengen zu bestimmten Konditionen vereinbart wurden. Abweichungen von diesen Vereinbarungen sind für die Unternehmen mit Kosteneinbußen verbunden. Daher sollten solche Aspekte, wie bspw. vertragliche Bindungen, hinsichtlich des Einflusses der Marktintegration berücksichtigt werden.

Anteil der Familienarbeitskraft bzw. Fremdarbeitskraft

Unterschiede in den Eigenschaften einzelner Produktionsfaktoren können eine weitere Ursache für die unterschiedlichen Niveaus in der Anpassungsfähigkeit der Produktionstechnologien sein. Beim Produktionsfaktor Arbeit kann es dabei eine Rolle spielen, ob in einem Betrieb hauptsächlich Familien- oder Fremdarbeitskräfte eingesetzt werden. Ein Einsatz von mitarbeitenden Familienangehörigen ist mit viel niedrigeren Transaktionskosten verbunden. Diese Kosten steigen mit der Größe des Betriebs, der Anzahl der Fremdarbeitskräfte und der Entfernung zwischen dem Manager und Arbeiter (GASSON and ERRINGTON, 1993, S. 64). Diese Transaktionskosten beinhalten die Kosten für die Personalsuche, Rekrutierungskosten sowie Kontroll- und Überwachungskosten. Aufgrund der starken Unterschiede in den Transaktionskosten können Familien- und Fremdarbeitskraft nicht als homogenes Input betrachtet werden (FRISVOLD, 1994).

Der Einsatz der Familienarbeitskräfte kann im Vergleich zur Fremdarbeitskraft einfacher variiert werden (GASSON and ERRINGTON, 1993, S. 242). Wenn ein Unternehmen kurzfristig seine Produktion steigern möchte, können der Leiter eines Familienbetriebs und seine Familienangehörigen einfach eine größere Anzahl von Stunden im Betrieb arbeiten. Werden im Betrieb allerdings hauptsächlich Fremdarbeitskräfte eingesetzt, ist eine solche Erhöhung der Arbeitszeit, die für die Steigerung der Produktion notwendig ist, mit höheren zusätzlichen Kosten verbunden. Ein Unternehmen muss in diesem Fall seinen gestiegenen Bedarf nach Arbeitskraft entweder über die Anstellung neuer Mitarbeiter (Such- und Organisationskosten) oder durch die Bezahlung der Überstunden decken. Beides ist mit einem höheren

Zeit- und Geldaufwand oder anderen Transaktionskosten verbunden, die entweder durch die Suche nach neuen Mitarbeitern oder durch die erhöhten Lohnzahlungen für die geleisteten Überstunden entstehen können. Somit ist derjenige Betrieb flexibler, in dem hauptsächlich Familienarbeitskräfte zum Einsatz kommen.

Außerdem weist POLLAK (1985) auf die Unterschiede in der Motivation hin, die in der persönlichen Bindung zum Betrieb und zu anderen Familienmitgliedern bestehen sowie auf die unterschiedlichen Überwachungskosten für die beiden Arbeitergruppen. FRISVOLD (1994) zeigt beispielsweise, dass die Arbeitsproduktivität der Fremdarbeitskräfte durch die Überwachung seitens des Familienvorstandes erhöht werden kann. Ist der Einsatz jeder zusätzlicher Fremdarbeitskraft bei der Produktionserweiterung mit steigenden Kontroll- und Überwachungskosten verbunden, dann bringen die Anpassungen zusätzliche Kosten mit sich, was wiederum eine niedrige Flexibilität impliziert.

Zugang zum Kreditmarkt

Der Zugang zu zusätzlichen finanziellen Ressourcen ist eine wichtige Voraussetzung für eine marktadäquate Anpassung des Produktionsvolumens und der Produktionsstruktur. Es ist zu erwarten, dass die Betriebe sich je nach ihrer Ortslage, ihrer Größe und ihres Vermögens bezüglich des Zugangs zum Kreditmarkt unterscheiden. Insbesondere kleine Betriebe haben in der Regel einen schlechteren Zugang zu den finanziellen Mitteln auf dem Kreditmarkt (YOU, 1995). Die Rationierungen seitens der Kreditinstitute können dazu führen, dass kreditsuchende Betriebe entweder gar keine finanziellen Mittel für Investitionen in verschiedene Produktionsfaktoren bekommen oder nur zu viel höheren Zinssätzen bzw. sonstigen ungünstigeren Bedingungen. Werden durch solche Rationierungen keine Anpassungen der Produktionstechnologie möglich oder sind sie mit hohen Transaktionskosten verbunden, verringert das die Flexibilität eines Unternehmens.

Diversifikation

Die Diversifikation ist eine andere wichtige Eigenschaft der Produktionstechnologie, bei der ebenfalls ein Zusammenhang mit Flexibilität zu vermuten ist. Einerseits stellt Diversifikation neben der Flexibilität eine weitere risikominimierende Maßnahme dar (ELLIS, 1996, S. 96 ff). Durch Diversifikation in verschiedene Produktionsrichtungen versuchen die Unternehmen die Risiken, die mit voneinander unabhängigen Schwankungen der Produktpreise verbunden sind, zu minimieren (ROBISON und BERRY, 1987; NEWBERY und STIGLITZ, 1981). Basierend auf diesen Überlegungen wird ein negativer Zusammenhang zwischen der Diversifikation und der Flexibilität erwartet.

Andererseits diversifizieren die Betriebe, wenn die Produktion verschiedener Outputs durch die Nutzung gemeinsamer Inputs für den Betrieb mit Kostenvorteilen verbunden ist (Verbundvorteile). Zum Teil sind diese Aspekte der Kostensparnisse im Flexibilitätsmaß für Mehrproduktunternehmen (im Verbundeffekt)

berücksichtigt. Daraus wird ein positiver Zusammenhang zwischen der Diversifikation und der Flexibilität vermutet.

Technische Effizienz

Im Weiteren ist der Zusammenhang zwischen Effizienz und Flexibilität von Interesse. In den meisten Arbeiten zur Flexibilität wird ein Trade-off zwischen technischer Effizienz und Flexibilität vermutet oder a priori in die Modelle als Annahme integriert (MILLS, 1994). Dieser Hypothese liegt die Überlegung zugrunde, dass Flexibilität kein freies Gut, sondern nur zu Lasten höherer Durchschnittskosten (bzw. niedrigerer Effizienz) möglich ist (STIGLER, 1939). Wenn das nicht so wäre, dann würden alle Betriebe nur flexible und hocheffiziente Technologien wählen.

3.3.2 Soziodemografische Faktoren

Landwirtschaftliche Familienbetriebe stellen eine besondere Form der Wirtschaftseinheit dar, die maßgeblich durch bestimmte Merkmale des Betriebsleiters sowie seiner Familien beeinflusst werden (GASSON und ERRINGTON, 1993). Wie im Unterkapitel 3.2.3. dargelegt wurde, führen die Unvollkommenheiten auf den Märkten zur Nicht-Separabilität der Produktions- und Konsumententscheidungen. Deshalb soll der Einfluss solcher Faktoren wie die Größe und Struktur der Familie, Alter und Ausbildung des Betriebsleiters oder sein Risikoverhalten auf die Flexibilität untersucht werden.

Alter

Das Alter des Betriebsleiters spiegelt einerseits seine Erfahrung wieder, andererseits werden mithilfe dieser Variable verschiedene altersabhängige Verhaltens- und Einstellungsmuster abgebildet (wie z. B. die Risikoeinstellung oder die Investitionstätigkeit). Es ist zu erwarten, dass sich das mit zunehmendem Alter umfassendere und tiefergreifendere Erfahrungswissen sich positiv auf die Flexibilität auswirken kann.

Erfahrene Betriebsleiter können den Einfluss verschiedener Faktoren und Entscheidungen auf die Produktionsprozesse besser einschätzen, Risiken verschiedener Umweltänderungen schneller erkennen, und mit, in der Vergangenheit bereits erprobten, Methoden flexibler darauf reagieren. Allerdings kann angesichts der drastischen Veränderungen der politischen und ökonomischen Rahmenbedingungen während der Transformationszeit vermutet werden, dass die formale landwirtschaftliche Ausbildung eine wichtigere Rolle bei der Anpassungsfähigkeit spielt als die praktische Erfahrung.

Für den positiven Zusammenhang zwischen Flexibilität und Alter spricht ebenfalls das Argument, dass die Investitionstätigkeit mit zunehmendem Alter abnimmt (ELHORST, 1993). Da ältere Entscheidungsträger einen kürzeren Zeithorizont für die Kalkulation der Investitionsrendite haben, sind sie weniger an neuen Investitionen interessiert. Bezogen auf den landwirtschaftlichen Kleinbetrieb bedeutet

dies: Mit steigendem Alter des Landwirtes wird die Produktionstechnologie immer weniger kapitalintensiv, zugleich aber durch einen stärkeren Einsatz von variablen Faktoren flexibler.

Andererseits kann vermutet werden, dass ältere Landwirte eine geringere Risikobereitschaft im Vergleich zu jüngeren Entscheidungsträgern haben und weniger flexible Organisationsformen bevorzugen (WEISS, 2001; ZELLER und ROBISON, 1992). In diesem Fall nimmt die Flexibilität mit dem Alter des Betriebsleiters ab. Außerdem stellt WEISS (2001) einen nicht linearen Zusammenhang zwischen Alter und Flexibilität fest, der auf die Lebenszykluseffekte zurückgeführt werden kann.

Da die oben genannten Aspekte in die entgegengesetzte Richtung wirken, ist der Einfluss des Alters auf die Flexibilität unbestimmt. Welcher von diesen Aspekten in einzelnen Situationen überwiegt, ist daher eine empirische Frage.

Ausbildung

In der Literatur wird häufig argumentiert, dass Humankapital sowohl auf die Produktivität als auch auf die Anpassungsfähigkeit der Betriebe einen positiven Einfluss hat (SUMNER und LEIBY, 1987). Zusammen mit der praktischen Erfahrung des Landwirtes bestimmt seine Ausbildung die Qualität des Humankapitals. In einigen Studien wurde gezeigt, dass besser gebildete Entscheidungsträger viel schneller die Änderungen in der Umwelt wahrnehmen und leichter auf diese mit entsprechenden Anpassungen reagieren können (HUFFMAN, 1974). Es wird dabei angenommen, dass eine höhere Ausbildung zu einer leichteren Erfassung, Auswertung und Interpretation neuer Informationen führt (SCHULTZ, 1975). Dadurch wird eine effizientere Anpassung möglich. Aus diesen Überlegungen folgt, dass Landwirte mit einem höheren Bildungsniveau (insbesondere spezielle landwirtschaftliche Ausbildung) einen positiven Einfluss auf die Flexibilität haben.

Außerdem zeigen einige Studien, dass ein höheres allgemeines Bildungsniveau zu einem höheren Lohnsatz bei der Ausübung der außerlandwirtschaftlichen Tätigkeit führt (HUFFMAN, 1974). Diese hohen Opportunitätskosten bringen die Landwirte dazu, verstärkt außerhalb des eigenen landwirtschaftlichen Betriebs zu arbeiten (HUFFMAN, 1980). Das führt zur Reallokation der Arbeit und zur Diversifikation des Einkommens durch eine zusätzliche Einkommensquelle (RATHMANN, 2010). Einerseits stehen dem landwirtschaftlichen Betrieb dann weniger flexible Familienarbeitskräfte zur Verfügung, was zur Reduktion der Flexibilität führen kann. Das außerlandwirtschaftliche Einkommen stabilisiert zugleich das gesamte Einkommen der Familie (BARRET et al., 2001; KILIC et al., 2009) und reduziert Risiken, denen das Gesamteinkommen der Familie aufgrund von Preisschwankungen auf den Agrarmärkten ausgesetzt ist. Da diese Einkommensstabilisierung gleichzeitig den Anreiz für eine weitere risikomindernde Maßnahme reduziert, führt sie möglicherweise zu einer niedrigeren Nachfrage nach Flexibilität. Es ist damit anzunehmen, dass Ausbildung auch einen indirekten negativen Einfluss auf die Flexibilität haben kann.

Risikoaversion

Aus dem theoretischen Modell (Kapitel 3.2.2) konnte kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Flexibilität und Risikoeinstellung hergeleitet werden. Intuitiv ist zu erwarten, dass risikoaverse Entscheidungsträger durch die Wahl der flexiblen Technologien versuchen, die möglichen Risiken, die aus den künftigen Nachfrageschwankungen entstehen können, zu minimieren. In diesem Fall sollte bei Landwirten mit einer höheren Abneigung gegenüber Risiken die höhere Flexibilität festgestellt werden. Andererseits haben ZELLER und ROBISON (1992) in ihrem theoretischen Modell gezeigt, dass risikoaverse Entscheidungsträger bei der höheren Produktpreisinstabilität weniger flexiblere Technologien bevorzugen. Allerdings folgt diese Schlussfolgerung aus der Annahme des Modells, dass Investitionen in spezielle Anlagen die Voraussetzung für flexiblere Technologien sind. Da bei höherer Risikoaversion weniger zugunsten der sicheren Anlagen investiert wird, führt das, basierend auf der getroffenen Annahme, zu einer niedrigeren Flexibilität (ZELLER und ROBISON, 1992, S. 481). Diese Annahme ist insbesondere dann sehr kritisch zu betrachten, wenn sich die Analyse auf kleine Betriebe in Transformationsländern mit einem generell niedrigeren Investitionsgrad bezieht. Hohe Flexibilität wird bei kleinen Betrieben nicht durch die Investitionen in die speziellen und flexiblen Produktionsanlagen erreicht, sondern vielmehr durch die intensive Nutzung variabler Faktoren und anpassungsfähiger Strukturen.

Familiengröße und Struktur der Familie

Die Größe und die Zusammensetzung des Haushalts können ebenfalls eine Rolle bei der Anpassungsfähigkeit landwirtschaftlicher Betriebe spielen. Sowohl der Konsum als auch die Arbeitsallokations- und Produktionsentscheidungen werden durch die Anzahl der Familienmitglieder, den Anteil der Kinder bzw. den Anteil der Personen im arbeitsfähigen Alter beeinflusst (ELLIS, 2000, S.109 ff). Daher sollen die Familiengröße und die demografische Struktur der Familie in dem Modell zur Erklärung der Flexibilität ebenfalls berücksichtigt werden.

Geschlecht

Im Weiteren kann nicht ausgeschlossen werden, dass das Geschlecht einen Einfluss auf die Anpassungsfähigkeit der Betriebe hat. Männer und Frauen können sich in ihren Präferenzen unterscheiden, beispielsweise in den Einstellungen gegenüber den Risiken. Aus diesem Grund soll der Einfluss der geschlechtsspezifischen Unterschiede auf die Flexibilität im Modell zur Erklärung der Flexibilität berücksichtigt werden, auch wenn hier keine theoretisch begründete Hypothese über den Zusammenhang zwischen den Variablen gebildet werden kann.

4 ÖKONOMETRISCHE IMPLEMENTIERUNG DER FLEXIBILITÄTSANALYSE

Die methodischen Vorüberlegungen dieses Kapitels finden in der sich anschließenden empirischen Analyse Anwendung (Kapitel 5). Im ersten Unterkapitel 4.1. werden alternative Methoden zur Berechnung der Flexibilität dargestellt und diskutiert. Die Berechnung der Flexibilität anhand der im theoretischen Teil entwickelten Flexibilitätsmaße setzt die Schätzung der Produktionstechnologie voraus. Diese wird mithilfe einer kurzfristigen Inputdistanzfunktion geschätzt. Ökonometrische Verfahren zur Schätzung der Distanzfunktion (basierend auf den einzelbetrieblichen Paneldaten) und die Berechnung der Flexibilität (basierend auf den geschätzten Parameter dieser Funktion) werden dargestellt. Im zweiten Unterkapitel 4.2. wird das ökonometrische Verfahren vorgestellt, das für die Identifikation der Bestimmungsfaktoren der Flexibilität verwendet wird.

4.1 Ökonometrische Verfahren zur Berechnung der Flexibilität

Für die Berechnung der betriebsindividuellen Flexibilität aus den einzelbetrieblichen Daten können verschiedene empirische Maße verwendet werden. Zum einen kann Flexibilität über die Varianz des aggregierten Outputs gemäß den Formeln (1) und (2) oder über die Veränderung der Produktionsstruktur mithilfe des Michaely-Stoikov-Indexes (3) oder Lilien-Indexes (4) berechnet werden. Wie im Kapitel 3.3 erörtert, sind diese Maße zwar einfach zu berechnen, stellen allerdings nur die Approximationen für Flexibilität dar. Ein theoretisch basiertes, aus den technologischen Eigenschaften abgeleitetes, Flexibilitätsmaß verlangt die Schätzung der Produktionstechnologie eines Betriebs. Dabei kann die Produktionstechnologie je nach der Fragestellung, den Annahmen und der Datenverfügbarkeit auf unterschiedliche Weise geschätzt werden.

Zuerst werden verschiedene Kriterien diskutiert, die für die Auswahl der zu schätzenden Funktion in Betracht gezogen werden. Es wird begründet, warum eine kurzfristige Inputdistanzfunktion für die vorliegende Flexibilitätsanalyse am besten geeignet ist. Die zu schätzende Funktion wird dann im darauffolgenden Unterkapitel ausführlich beschrieben.

4.1.1 Funktionsform und Funktionsspezifikation für die Schätzung der Produktionstechnologie

Die Auswahl der Funktionsform und Funktionsspezifikation, welche für die Schätzung der Produktionstechnologie und die weitere empirische Analyse am besten geeignet sind, werden unter folgenden Blickwinkeln diskutiert:

1. Einprodukt- oder Mehrprodukttechnologie;
2. duale oder primale Darstellung (Kostenfunktion oder Distanzfunktion);
3. kurzfristige oder langfristige Betrachtung (Berücksichtigung quasi-fixer Faktoren);
4. Spezifikation der Funktionsform (Translog-Funktion, generalisierte Leontief-Funktion, generalisierte Mc Fadden/Diewert-Funktion).

Polnische landwirtschaftliche Betriebe sind stark diversifiziert und produzieren in der Regel mehrere verschiedene Outputs. Daher sollten für die vorliegende Analyse die Methoden zur Schätzung der Mehrprodukttechnologien angewendet werden. In vielen empirischen Arbeiten erfolgt die Schätzung der Produktionstechnologie für Mehrproduktunternehmen, indem mehrere Produkte zu einem aggregierten Output zusammengefasst werden. Mit dem aggregierten Output wird dann eine Produktionsfunktion geschätzt (MUNDLAK, 1963).⁶⁹ Durch solche Aggregation wird allerdings die Separabilität in den Outputs vorausgesetzt (CHAMBERS, 1988, S. 285 f.). Diese Annahme impliziert, dass die Veränderungen in der Inputstruktur keinen Einfluss auf den Verlauf der Produktionsmöglichkeitenkurve haben. Diese Überlegung entspricht nicht immer der Realität und muss für den gegebenen Datensatz überprüft werden. Neuere Entwicklungen in der stochastischen Analyse bieten die Möglichkeit der Schätzung der Distanzfunktion (COELLI and PERELMAN, 2000; ATKINSON and PRIMONT, 2002), bei der mehrere Inputs und Outputs berücksichtigt werden und keine a priori-Annahmen über Separabilität getroffen werden müssen. Die Verwendung mehrerer Outputs hat gegenüber einem einzigen aggregierten Output außerdem den Vorteil, dass bei der Flexibilitätsanalyse die Verbundeffekte ermittelt werden können. Mehrere Outputs können ebenfalls mithilfe verschiedener dualer Repräsentationen der Produktionstechnologie, wie z. B. einer Kostenfunktion, berücksichtigt werden. Im Folgenden wird die Wahl zwischen dem dualen und primalen Ansatz für die darauffolgende Analyse begründet.

Obwohl die Berechnung des dualen Flexibilitätsmaßes, basierend auf der Kostenfunktion, in einem unmittelbaren Zusammenhang mit der Definition der Flexibilität steht, kann diese Methodik nicht in allen empirischen Analysen angewendet werden. So liegt einer Kostenfunktion die Annahme des kostenminimierenden Verhaltens zugrunde, die nicht für alle Anwendungsbereiche zutrifft. Eine Distanzfunktion (sowie eine Produktionsfunktion) kann dagegen auch für die Sektoren der Wirtschaft verwendet werden, in denen kein kostenminimierendes Verhalten beobachtet wird (GROSSKOPF et al., 1995). Für die Dualitätsbeziehung zwischen Kosten- und Inputdistanzfunktion wird die Optimierung von Inputeinsatzmengen bei den gegebenen Schattenpreisen (internen Preisen) vorausgesetzt (RODRIGUEZ-ALVAREZ et al., 2004). Diese internen Inputpreise stimmen nicht notwendigerweise mit den

⁶⁹ Zur Berechnung der Flexibilität basierend auf einer Produktionsfunktion siehe RENNER et al. (2009).

aktuellen Marktpreisen überein. Alternativ kann für die Dualitätsbeziehung angenommen werden, dass variable Inputs nicht zu den kostenminimalen Mengen, sondern zu den internen (Schatten-)Mengen eingesetzt werden (ATKINSON und PRIMONT, 2002; ATKINSON et al., 2003). Diese Mengen können sich wiederum aus verschiedenen Gründen von den aktuellen Inputmengen unterscheiden. Außerdem verlangt die Schätzung einer Kostenfunktion neben den Daten über die Produktionsmenge die betriebspezifischen Preise für die eingesetzten Produktionsfaktoren. Diese Daten sind jedoch häufig nicht verfügbar. In einigen Arbeiten wurden nicht die betriebspezifischen, sondern die regionalen Inputpreise aus den statistischen Jahrbüchern verwendet. In diesem Fall ist keine zureichende Variabilität in den Preisen zwischen den Betrieben vorhanden, die für eine konsistente Schätzung der Kostenfunktion notwendig ist. Die betriebspezifischen Preise können eventuell aus dem vorhandenen Satz ermittelt werden, indem die Aufwendungen für bestimmte Inputs durch die eingesetzten Mengen (wenn solche Daten vorhanden sind) dividiert werden. Der Versuch, mit dieser Methodik die Kostenfunktion zu schätzen, hat zu theoretisch inkonsistenten Schätzergebnissen geführt, was mit großer Wahrscheinlichkeit auf die Verzerrungen bei den verwendeten konstruierten Inputpreisen zurückzuführen ist. Im Unterschied zur Kostenfunktion sind für die Schätzung einer Distanzfunktion die Output- und Faktoreinsatzmengen notwendig. Solche Angaben (meistens in monetären Größen in Form von Aufwendungen für bestimmte Inputs) sind meistens in den buchführungsbasierten mikroökonomischen Daten (auch im vorliegenden Datensatz) vorhanden. Aus diesen Gründen wurde die primale Darstellung der Produktionstechnologie anhand der Inputdistanzfunktion gewählt.

Eine weitere für die Spezifikation des empirischen Modells wichtige Frage besteht darin, ob, basierend auf den vorhandenen Daten, eine kurz- oder langfristige Produktionstechnologie geschätzt werden soll. Die Ermittlung der Produktionstechnologie mittels der Schätzung einer langfristigen Kosten- bzw. Distanzfunktion setzt voraus, dass Unternehmen in dem betrachteten Sektor *alle* Produktionsfaktoren zu ihren optimalen (kostenminimalen) Mengen einsetzen. Das bedeutet, dass in der untersuchten Periode eine vollständige Anpassung aller Inputs an die langfristigen statischen Gleichgewichtsniveaus möglich ist, was einer ziemlich unrealistischen Annahme entspricht. Einige Studien haben gezeigt, dass eine kurzfristige bzw. restriktive Kostenfunktion, bei der einige Inputs als quasi-fixe Faktoren berücksichtigt wurden, für die Schätzung der Produktionstechnologie besser geeignet ist und der langfristigen Funktion vorgezogen werden sollte (vgl. z. B. KULATILAKA, 1985). Da die empirische Analyse basierend auf den jährlichen Daten durchgeführt wird, ist zu erwarten, dass innerhalb dieser relativ kurzfristigen Periode nur die variablen Faktoren, u. a. die Vorleistungen, zu ihren optimalen Mengen eingesetzt werden können. Die Menge der quasi-fixen Faktoren kann zwar geändert werden, entspricht aber nicht notwendigerweise der optimalen Menge, bei der

die gesamten langfristigen Kosten minimiert werden.⁷⁰ Somit fiel die Entscheidung hinsichtlich der empirischen Analyse im Rahmen dieser Arbeit auf die Schätzung einer kurzfristigen Inputdistanzfunktion. Die Parameter dieser Funktion können allerdings genutzt werden, um die Eigenschaften der langfristigen Technologie zu berechnen.⁷¹

Bei der Wahl der Funktionsform wurden verschiedene Kriterien wie z. B. theoretische Konsistenz, Flexibilität und die empirische Anwendbarkeit herangezogen (vgl. LAU, 1986; SAUER et. al, 2006). Die theoretische Konsistenz verlangt, dass die funktionale Form alle Eigenschaften erfüllen muss, die in der ökonomischen Theorie gefordert werden. Bei der variablen Kostenfunktion sollten beispielsweise die Voraussetzungen der Homogenität vom Grade Eins und der Konkavität in den Preisen der variablen Inputs erfüllt sein. Die geschätzten Parameter sollten die erwarteten Vorzeichen aufweisen (entsprechend der Monotonieeigenschaften). Die Flexibilität bedeutet, dass die gewählte Funktion genügend Parameter hat, um die Approximation zweiter Ordnung jeder beliebigen Kostenfunktion darstellen zu können.⁷² Die Funktion soll gemäß den Anforderungen unserer Analyse die Substitution zwischen den Inputs ermöglichen und zweimal differenzierbar in den Outputs sein. Alle diese Anforderungen an die Funktionsform sollen mit der empirischen Anwendbarkeit kompatibel sein. Dieses Kriterium verlangt zum Ersten, dass die Funktion linear in den Parametern ist und zum Zweiten, dass sie eine nicht zu große Anzahl an Parametern hat, sodass damit eine Schätzung mit den vorhandenen Methoden und der genutzten Software NLOGIT 4.0 (GREENE, 2007) möglich wird.⁷³ In der Literatur werden verschiedene funktionale Formen, die diese Kriterien erfüllen, diskutiert und angewendet (DIEWERT and WALES, 1987). Am häufigsten findet in den empirischen Analysen die Translog-Funktion von CHRISTENSEN, JORGENSON and LAU (1973) Anwendung. Außerdem werden in der Produktionsanalyse andere Spezifikationen (generalisierte Leontief und generalisiertes McFadden/Diewert Funktion) verwendet. Für diese Analyse sind alle drei Spezifikationen geeignet. Allerdings zeigte sich nach dem Vergleich der geschätzten Parameter der alternativen Distanzfunktionen, dass die Translog-Funktion in Bezug auf die theoretische Konsistenz den anderen Spezifikationen überlegen ist.

⁷⁰ In der dynamischen Kostentheorie (vgl. u. a. STEFANO, 1989; FERNANDEZ-CORNEJO et al., 1992) wird argumentiert, dass die Anpassungen der quasi-fixen Faktoren mit den Kosten verbunden sind, die durch die Investitionen bedingt sind.

⁷¹ Mithilfe spezieller Tests (KULATILAKA, 1985; SCHANKERMAN, 1986) kann überprüft werden, ob die quasi-fixen Faktoren zu den optimalen Mengen eingesetzt wurden, die dem langfristigen Gleichgewicht entsprechen. Allerdings sind für diese Tests Daten über die Marktpreise der quasi-fixen Faktoren notwendig. Wenn die aus der variablen Kosten- bzw. Distanzfunktion berechneten Schattenpreise den Marktpreisen für diese Faktoren entsprechen, dann kann von einem langfristigen Gleichgewicht ausgegangen werden.

⁷² Das impliziert, dass bei der flexiblen Funktion mit q Variablen $1+q+q(q+1)/2$ Parameter geschätzt werden sollen.

⁷³ Mit NLOGIT 4.0 können nur bis zu 150 Parameter in einem Modell geschätzt werden.

4.1.2 Verfahren zur Schätzung der Inputdistanzfunktion zur Berechnung des primalen Flexibilitätsmaßes

Wie zuvor begründet, wird für die weitere Flexibilitätsanalyse eine kurzfristige Inputdistanzfunktion $D_{jt}^s(\mathbf{x}, \mathbf{k}, \mathbf{y}, t)$ geschätzt. Dabei bezeichnet \mathbf{x} den Vektor der variablen Inputs, \mathbf{y} den Vektor der Outputs, \mathbf{k} den Vektor der quasi-fixen Faktoren und t eine Trendvariable. Die Trendvariable dient dazu, den Einfluss des technischen Fortschritts zu berücksichtigen. Mit dem Index f wird der landwirtschaftliche Betrieb und mit t die Beobachtungsperiode bezeichnet.

Die ökonometrische Schätzung der Parameter der Inputdistanzfunktion basiert auf dem Standardansatz der stochastischen Frontieranalyse (vgl. beispielsweise ATKINSON, FÄRE und PRIMONT, 2003).⁷⁴ Dieser Ansatz geht von der Definition der inputorientierten Distanzfunktion aus, die für alle effizienten Betriebe gleich Eins ist: $D(\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{k}) = 1$. Da in der Realität die meisten Betriebe nicht an der Grenze der Produktionsmöglichkeiten produzieren, wird dieser Ausdruck um einen stochastischen Term ε erweitert, der alle systematischen und zufälligen Abweichungen von der effizienten Produktion berücksichtigen soll:

$$D_{jt}^s(x, k, y) \cdot h(\varepsilon_{jt}) = 1. \quad (88)$$

Es gilt $h(\varepsilon_{jt}) = \exp(v_{jt} - v_{jt})$. Dabei stellt v_{jt} eine Zufallsvariable dar, die nur positive Werte annimmt und als technische Ineffizienz interpretiert werden kann. Der Term v_{jt} ist ein Störterm, der sowohl positive als auch negative Werte annehmen kann und alle im Modell nicht berücksichtigten zufälligen Effekte eingeht.⁷⁵ Nach dem Logarithmieren ergibt sich für die stochastische Distanzfunktion:

$$\ln D_{jt}^s + v_{jt} - v_{jt} = 0. \quad (89)$$

Da die (inputorientierte) technische Effizienz als Kehrwert der Inputdistanzfunktion definiert wird (KUMBHAKAR und LOVELL, 2000, S. 150), können die Niveaus der technischen Effizienz (TE) für jede Beobachtung nach der folgenden Formel berechnet werden:

$$TE_{jt} = \exp(-v_{jt}). \quad (90)$$

Technische Effizienz kann die Werte zwischen 0 und 1 annehmen. Der Wert ist gleich eins für die effizienten Betriebe, dessen Inputkombinationen auf der

⁷⁴ Die erste Formulierung für die stochastische Produktions-Frontierfunktion geht auf AIGNER, LOVELL und SCHMIDT (1977) zurück.

⁷⁵ Ferner werden die Annahmen über die Verteilung des zusammengesetzten Störterms getroffen. Die spezifischen Verteilungsannahmen werden bei der Bildung der Maximum-Likelihood-Funktion verwendet, um die Parameter des Modells zu schätzen.

Frontierfunktion liegen. Je weiter die Inputwerte über der Frontierfunktion liegen, umso kleiner ist der Wert der technischen Effizienz (TE).

Analog zu ihrer dualen Repräsentation, in Form der variablen Kostenfunktion, kann auch die kurzfristige Inputdistanzfunktion ebenfalls über verschiedene Spezifikationen formuliert werden.

Die kurzfristige Inputdistanzfunktion $D^S(\mathbf{x}, \mathbf{k}, \mathbf{y})$ wird in der Translog-Form wie folgt spezifiziert:⁷⁶

$$\begin{aligned}
 \ln D^S = & a_0 + \sum_{j=1}^J \alpha_j \ln y_j + \sum_{n=1}^N \beta_n \ln x_n + \sum_{m=1}^M \gamma_m \ln k_m + \\
 & + 0.5 \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^J \alpha_{ji} \ln y_j \ln y_i + 0.5 \sum_{n=1}^N \sum_{p=1}^N \beta_{np} \ln x_n \ln x_p + 0.5 \sum_{m=1}^M \sum_{l=1}^M \gamma_{ml} \ln k_m \ln k_l \\
 & + \sum_{n=1}^N \sum_{j=1}^J \varphi_{nj} \ln x_n \ln y_j + \sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^J \delta_{mj} \ln k_m \ln y_j + \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \rho_{nm} \ln x_n \ln k_m + \\
 & + \mu_t + \mu_{tt} t^2 + \sum_{s=1}^J \mu_{st} \ln y_j \cdot t + \sum_{n=1}^N \mu_{nt} \ln x_n \cdot t + \sum_{m=1}^M \mu_{mt} \ln k_m \cdot t.
 \end{aligned} \tag{91}$$

Die Symmetrieeigenschaft verlangt, dass $\alpha_{ji} = \alpha_{ij}$ für alle j und i , $\beta_{np} = \beta_{pn}$ für alle n und p und $\gamma_{ml} = \gamma_{lm}$ für alle m und l . Diese Funktion soll außerdem folgende Eigenschaften erfüllen:

1. Nicht fallend in variablen Inputs x_n , erfüllt wenn für alle n gilt:

$$v_n = \frac{\partial \ln D^S}{\partial \ln x_n} = \beta_n + 0.5 \sum_p \beta_{np} \ln x_p + \sum_j \varphi_{nj} \ln y_j + \sum_m \rho_{nm} \ln k_m + \mu_{nt} t \geq 0. \tag{92}$$

Unter Anwendung von Shephard's Lemma für die Inputdistanzfunktion (FÄRE und GROSSKOPF, 1990) kann gezeigt werden, dass Elastizitäten nach den einzelnen variablen Inputs den Kostenanteilen dieser Inputs an den gesamten variablen Kosten entsprechen sollen:⁷⁷

$$v_n = \frac{x_n \cdot w_n}{C} = \frac{\partial \ln D^S}{\partial \ln x_n}. \tag{93}$$

Damit reflektieren diese Elastizitäten die relative Wichtigkeit der einzelnen Inputs im Produktionsprozess.

⁷⁶ Diese Funktion kann nicht ökonometrisch geschätzt werden, da die Variable auf der linken Seite nicht beobachtet ist. Eine Transformation, bei der gleichzeitig die Homogenitätseigenschaft implementiert wird, macht eine ökonometrische Schätzung möglich. Siehe Ausführungen unten.

⁷⁷ Siehe dazu FÄRE and GROSSKOPF (1990) "A Distance function approach to price efficiency".

2. Konkavität in den variablen Inputs x_n .

Diese Eigenschaft ist erfüllt, wenn die Hesse-Matrix der zweiten partiellen Ableitungen von D in Bezug auf die variablen Faktoren \mathbf{x} negativ semidefinit ist (DIEWERT and WALES, 1987). Das ist der Fall, wenn alle Eigenwerte kleiner oder gleich Null sind. Diese Eigenschaft impliziert negative Eigenpreiselastizität der Inputnachfrage. Unter Verwendung von Shephard's Lemma und den Dualitätsbeziehungen zwischen variablen Kosten- und Inputdistanzfunktion gilt, dass alle Diagonalelemente der Hesse-Matrix von D^S negativ sind: $\partial^2 D^S / \partial x_n^2 \leq 0$ für alle n .

3. Nicht steigend in den Outputs y_s , erfüllt wenn für alle s gilt:

$$\varepsilon_{y_j}^D = \frac{\partial \ln D^S}{\partial \ln y_j} = \alpha_j + 0.5 \sum_j \alpha_{ji} \ln y_i + \sum_n \varphi_{nj} \ln x_n + \sum_m \delta_{mj} \ln k_m + \mu_{jt} \leq 0. \tag{94}$$

Nach FÄRE und PRIMONT (1995) entspricht diese Elastizität der Inputdistanzfunktion nach den Outputs der Negativen der Kostenelastizität. Sie reflektieren die relative Wichtigkeit der einzelnen Outputs in einem Betrieb. Durch das Aufsummieren dieser Elastizitäten ergibt sich ein primales Maß für die Skalenelastizität gemäß (61).

4. Monoton fallend in den quasi-fixen Faktoren k_m , erfüllt wenn für alle m gilt:

$$\varepsilon_{k_m}^D = \frac{\partial \ln D^S}{\partial \ln k_m} = \gamma_m + 0.5 \sum_n \gamma_{nm} \ln k_n + \sum_j \delta_{mj} \ln y_j + \sum_n \rho_{nm} \ln x_n + \mu_{mt} \leq 0. \tag{95}$$

Aus dem dualen Zusammenhang zwischen der variablen Kosten- und Inputdistanzfunktion folgt, dass die Elastizität der kurzfristigen Inputdistanzfunktion nach den quasi-fixen Faktoren dem Verhältnis der impliziten Kosten dieser Faktoren (nach den internen Schattenpreisen berechnet) zu den gesamten variablen Kosten (nur mit dem umgekehrten Vorzeichen) entspricht. Wenn durch einen Mehreinsatz der quasi-fixen Faktoren die variablen Kosten reduziert werden können, sind diese Elastizitäten negativ.

5. Homogenität ersten Grades in den variablen Inputs. Diese Eigenschaft ist erfüllt, falls:

$$\sum_n \beta_n = 1; \sum_n \mu_n = 0 \text{ und } \sum_p \beta_{np} = \sum_j \varphi_{nj} = \sum_m \rho_{nm} = 0 \text{ für alle } n. \tag{96}$$

Die *Homogenität* in den variablen Inputs wird a priori implementiert, indem die Inputdistanzfunktion mit einem beliebigen Input (z. B. mit der ersten Komponente des Inputvektors x_1) normiert wird:⁷⁸

$$D^s(x, k, y) \cdot \frac{1}{x_1} = \tilde{D}(\tilde{x}, k, y) \text{ mit } \tilde{x} = \left(1, \frac{x_2}{x_1}, \dots, \frac{x_n}{x_1} \right). \quad (97)$$

Das entspricht folgendem Ausdruck in der logarithmierten Form:

$$\ln D^s(x, k, y) - \ln x_1 = \ln \tilde{D}^s(\tilde{x}, k, y) \quad (98)$$

Unter der Anwendung des Verfahrens der stochastischen Frontieranalyse setzt sich $\ln D$ aus dem Ineffizienzterm und dem stochastischen Störterm zusammen (Gleichung (89)). Nach dem Einsetzen in (98) und Umformen ergibt sich folgende Regressionsgleichung für die restringierte stochastische Translog-Inputdistanzfunktion, die für die weitere empirische Analyse verwendet wird:⁷⁹

$$\begin{aligned} -\ln x_{1_{ft}} = & a_0 + \sum_{j=1}^J \alpha_j \ln y_{jft} + \sum_{n=2}^N \beta_n \ln \tilde{x}_{nft} + \sum_{m=1}^M \gamma_m \ln k_{mft} + \\ & + 0.5 \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^J \alpha_{ji} \ln y_{jft} \ln y_{ift} + 0.5 \sum_{n=2}^N \sum_{p=2}^N \beta_{np} \ln \tilde{x}_{nft} \ln \tilde{x}_{pft} + 0.5 \sum_{m=1}^M \sum_{l=1}^M \gamma_{ml} \ln k_{mft} \ln k_{lft} \\ & + \sum_{n=2}^N \sum_{j=1}^J \varphi_{nj} \ln \tilde{x}_{nft} \ln y_{jft} + \sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^J \delta_{mj} \ln k_{mft} \ln y_{jft} + \sum_{n=2}^N \sum_{k=1}^K \rho_{nk} \ln \tilde{x}_{nft} \ln y_{kft} \\ & + \mu_i t + \mu_n t^2 + \sum_{j=1}^J \mu_{jt} \ln y_{jft} \cdot t + \sum_{n=2}^N \mu_{nt} \ln \tilde{x}_{nft} \cdot t + \sum_{m=1}^M \mu_{mt} \ln k_{mft} \cdot t + \nu_{ft} - \upsilon_{ft}. \end{aligned} \quad (99)$$

Mit $\ln \tilde{x}_{nft} = \ln x_{nft} - \ln x_{1ft}$.

Die Schätzung der Parameter der restringierten stochastischen Inputdistanzfunktion (99) erfolgt unter Verwendung der Maximum-Likelihood-Methode und mit Berücksichtigung der Verteilungsannahmen für die beiden Komponenten des

⁷⁸ An dieser Stelle stellt sich die Frage nach der Wahl der Inputvariable, durch welche die Distanzfunktion normiert wird, da diese Variable bei der ökonometrischen Schätzung zur endogenen Variable wird und andere Inputs als exogene Variablen berücksichtigt werden. KUMBHAKAR (2000, S. 95) diskutiert die in diesem Zusammenhang möglicherweise auftretenden Endogenitätsprobleme. Endogenität besteht, wenn eine der erklärenden Variablen mit dem Störterm korreliert. Dies würde zu den verzerrten Schätzungen führen. Allerdings zeigte COELLI (2000), dass dieses Problem für eine Translog-Funktion keine große Bedeutung hat.

⁷⁹ Die geschätzten Parameter der restringierten Inputdistanzfunktion sind mit den Parametern der nichtrestringierten Distanzfunktion in (91) identisch. Die durch die Normierung mit x_1 eliminierten Parameter werden unter Verwendung der Formeln in (96) berechnet.

zusammengesetzten Störterms.⁸⁰ Es wird angenommen, dass der Zufallsstörterm v_{jt} normalverteilt ist: $v_{jt} \sim N[0, \sigma_v^2]$. Für die Verteilung des Ineffizienzstörterms wird die Halbnormalverteilung gewählt: $v_{jt} \sim |N[0, \sigma_v^2]|$.⁸¹ In die Berechnung der Log-Likelihood-Funktion geht die Dichtefunktion des zusammengesetzten Störterms ein: $(2/\sigma)\phi[(v_{jt}-v_{jt})/\sigma]\Phi[(v_{jt}-v_{jt})\lambda/\sigma]$, wobei $\sigma = \sqrt{\sigma_v^2 + \sigma_v^2}$, $\lambda = \sigma_v^2/\sigma_v^2$ und ϕ und Φ die Dichtefunktion und die Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung bezeichnen. Die Ineffizienzen werden nach der Methode von JANDROW et al. (1982) nach der folgenden Formel berechnet:

$$\frac{\sigma\lambda}{1+\lambda^2} \left[\frac{\phi(v_{jt} + v_{jt})}{1 - \Phi(v_{jt} + v_{jt})} - (v_{jt} + v_{jt}) \right].$$

Im folgenden Unterkapitel werden verschiedene Modifikationen der Regressionsgleichung (99) vorgestellt, die die Berücksichtigung der unbeobachteten Heterogenität ermöglichen.

4.1.3 Berücksichtigung individueller Heterogenität im Datensatz

Einige Eigenschaften der landwirtschaftlichen Betriebe, beispielsweise die Managementfähigkeit des Betriebsleiters oder Qualitätsunterschiede in den Inputs, können aus den vorhandenen Daten nicht ermittelt werden und finden daher im Modell keine Berücksichtigung. Das Modell wäre dann fehlspezifiziert, wenn die nicht berücksichtigten Variablen einen Einfluss auf die abhängigen Variablen hätten, da der Teil der relevanten Informationen, der in den nicht berücksichtigten Variablen vorhanden ist, im Störterm erfasst würde. Insbesondere bei der Korrelation mit den anderen erklärenden Variablen, kann es zu einem Problem des sogenannten "omitted variable bias" führen, d. h., dass die geschätzten Parameter in unbekannte Richtung verzerrt werden (WOOLDRIDGE, 2002, S. 247 ff). Die Paneldatenstruktur des vorhandenen Datensatzes ermöglicht die Berücksichtigung der unbeobachteten Heterogenität im Datensatz mithilfe spezieller Paneldatenansätze. Dadurch kann das oben beschriebene Problem mindestens zum Teil gelöst werden.

Da Panelmodelle sowohl aus den Querschnitts- als auch aus den Zeitreihendaten bestehen, kann Heterogenität in diesem Datensatz entweder über die betriebs- oder zeitspezifischen individuellen Effekte abgebildet werden. In der vorliegenden Arbeit, wie auch in den meisten mikroökonomischen Analysen, wird eine große Anzahl der Wirtschaftseinheiten (Betriebe) über mehrere Jahre lang befragt bzw.

⁸⁰ Das Prinzip und die Vorgehensweise der Maximim-Likelihood-Methode werden in dieser Arbeit nicht dargestellt. Die allgemeine Beschreibung der Methode ist beispielsweise bei GREENE (2008, S. 482 ff.) zu entnehmen. Die erste Anwendung der Methode auf die stochastischen Frontiermodelle geht auf AIGNER et al. (1977) zurück.

⁸¹ Alternativ zu, der in dieser Arbeit verwendeten Annahme, der halbnormalverteilten Ineffizienzvariable können beispielsweise die gestützte Normal-, Exponential- und Gammaverteilung verwendet werden.

beobachtet. Dabei ist die Anzahl der Einheiten in der Regel viel größer als die der Perioden. In diesem Fall werden die individuellen betriebsspezifischen Effekte ermittelt. Wenn individuelle Effekte als ein fester Parameter berücksichtigt werden, wird das als Fixed-Effekte-Modell (FEM) bezeichnet. Werden diese Effekte als ein Teil des Störterms berücksichtigt, spricht man von einem Random-Effekte-Modell (REM).

Bezogen auf die Schätzung der stochastischen Inputdistanzfunktion kann der zusammengesetzte Störterm in der Regressionsgleichung (99) so dargestellt werden: $v_{jt} - v_{jt}$. Dabei wird – so wie früher – angenommen, dass der zufällige Störterm normalverteilt ist: $v_{jt} \sim N(0, \delta_v^2)$. FEM und REM unterschieden sich hinsichtlich der Annahmen über die Komponente v_{jt} , in der sowohl die betriebsspezifische Heterogenität als auch die Ineffizienz zusammengefasst werden (KUMBHAKAR et al., 2011).

Für die stochastischen Frontiermodelle wurde das FEM zum ersten Mal bei SCHMIDT und SICKLES (1984) verwendet. Bei dem FEM werden v_{jt} als betriebsspezifische *fixe* Parameter berücksichtigt. Wenn diese Komponente mit der Konstante a_0 zusammengefasst wird, ergibt sich: $a_{jt} = a_0 - v_{jt}$. So wird das stochastische Frontiermodell zu einem einfachen FEM umformuliert und alle Koeffizienten können mit dem Least Squares Dummy Variablen Estimator (LSDV) bzw. dem Within-Estimator geschätzt werden.⁸² Nach der LSDV-Methode werden zur Regressionsgleichung die betriebsspezifischen Dummy-Variablen hinzugefügt. Bei vielen Unternehmen wird aber die Anzahl der zu schätzenden Parameter sehr groß. Da nicht alle ökonometrischen Programme so eine große Anzahl der Parameter schätzen können, wird häufig die Within-Methodik verwendet. Nach dieser werden die Abweichungen der Variablen von ihren Mittelwerten ermittelt und anschließend eine OLS-Schätzung, basierend auf diesen Abweichungen, durchgeführt.

Beruhend auf dem geschätzten Vektor der fixen Effekte \hat{a}_{jt} können betriebsspezifische Ineffizienzen wie folgt berechnet werden: $\hat{v}_{jt} = \max_f \{\hat{a}_{jt}\} - \hat{a}_{jt}$. Dabei wird der Betrieb mit der höchsten geschätzten Konstante als effizient interpretiert und die Ineffizienzen anderer Betriebe über die Abweichungen der entsprechenden fixen Effekte von ihrem Maximum ermittelt.

Das REM wurde u. a. bei PIT und LEE (1981) sowie BATTESE und COELLI (1988) für die stochastischen Frontiermodelle verwendet. Es berücksichtigt v_{jt} als Teil des zusammengefassten stochastischen Störterms: $v_{jt} - v_{jt}$. Dabei wird angenommen, dass diese Komponente halbnormalverteilt ist und nur positive Werte annehmen kann: $v_{jt} \sim N^+(0, \delta_v^2)$. Die Schätzung der Parameter des

⁸² Zur detaillierten Beschreibung der Fixed-Effekte-Schätzverfahren siehe GREENE (2008, S. 193ff).

REM erfolgt mit der Maximum- Likelihood- Schätzmethode. Eine wichtige Annahme des REM – es sind keine Korrelationen zwischen dem zusammengesetzten Störterm und den Regressoren zulässig – wird bei der Schätzung der Produktionstechnologie möglicherweise verletzt. In der Komponente v_j sind sowohl die Ineffizienzen als auch die unbeobachtete betriebliche Heterogenität erfasst. Unter der unbeobachteten Heterogenität können beispielsweise Unterschiede in der Managementfähigkeit oder in der Qualität verschiedener Inputs zwischen den Betrieben verstanden werden. Da diese Eigenschaften einen Einfluss auf den optimalen Einsatz der Produktionsfaktoren haben können, ist zu vermuten, dass die Annahme der fehlenden Korrelation beim REM, das für die Schätzung der stochastischen Frontiermodelle verwendet wird, verletzt ist.

Beide Modelle (FEM und REM) sind so formuliert, dass Betriebe die gleichen Ineffizienzniveaus während der gesamten Beobachtungsperiode haben. Dabei handelt es sich um eine ziemlich unrealistische Annahme, vor allem wenn die Entwicklung der Betriebe über längere Zeiträume beobachtet wird.⁸³ Außerdem erfasst der Koeffizient a_j nicht nur die Ineffizienz, sondern alle nicht beobachtbaren betriebspezifischen Faktoren, was wiederum die Interpretation des Effekts erschwert und keine Lösung für das oben genannte Problem der Verzerrung, durch nicht berücksichtigte relevante Variablen, bietet.⁸⁴ In einer Weiterentwicklung des FEM, vorgenommen bei GREENE (2004), können diese Probleme gelöst werden.

In dem von GREENE (2004) dabei entwickelten True Fixed-Effects-Modell (TFEM) werden die unbeobachtbaren individuellen Effekte zusätzlich zu den Ineffizienzen berücksichtigt. Bezogen auf die stochastische Inputdistanzfunktion in (99) werden zur Regressionsgleichung anstatt der Konstante α_0 die betriebspezifischen Dummy-Variablen hinzugefügt, um die individuellen Parameter α_j zu berechnen:

$$a_0 = \sum_{g=1}^F a_j d_{j,g} . \quad (100)$$

Dabei sind $d_{j,g}$ -Dummy-Variablen, die falls $g=f$ den Wert Eins annehmen und sonst gleich Null sind.

Die Parameter dieses Modell werden unter den üblichen Verteilungsannahmen einer halbnormalverteilten Komponente v_{jt} des zusammengesetzten Störterms, wie bei den klassischen stochastischen Frontiermodellen, mit dem Maximum-

⁸³ Diese Annahme wird durch einige Erweiterungen des FEM aufgehoben. So schlagen beispielsweise CORNWELL et al. (1990) ein FEM vor, bei dem sich der Ineffizienzparameter innerhalb eines Betriebs mit der Zeit ändern kann.

⁸⁴ Die Abwesenheit der Korrelation wird mithilfe des Spezifikationstests von HAUSMANN (1978) überprüft (GREENE (2008), S. 208-209). Weist das Testergebnis darauf hin, dass betriebspezifische Effekte mit den anderen erklärenden Variablen korrelieren, sollte anstatt des REM der FEM verwendet werden.

Likelihood-Schätzer (ML) berechnet⁸⁵. Wenn allerdings der Datensatz sehr viele Betriebe und nur wenige Perioden beinhaltet, ist diese Spezifikation schwer umzusetzen, da die Anzahl der Dummy-Variablen und dementsprechend der zu schätzenden Parameter zu groß wird. Außerdem kann man nicht erwarten, dass die individuelle Heterogenität in diesem Fall konsistent geschätzt werden kann (GREENE, 2005, S. 277).

Im Gegensatz zu den individuellen zufälligen oder fixen Effekten, die nur eine Niveaushiftung bei verschiedenen Betrieben modellieren, gibt es für die Paneldaten eine Klasse von Modellen, die auch Heterogenität in den Parametern ermöglichen (HSIAO, 2003, S. 143 ff.). Dazu gehören Random-Parameters-Modelle (RPM) und Latent-Class-Modelle (LCM). Dabei ermöglichen RPM's eine kontinuierliche Variation in den Parametern zwischen den Betrieben, während LCM's eine diskrete Verteilung der Parameter zwischen verschiedenen Gruppen der Betriebe ermöglichen (GREENE, 2005).

Bei dem RPM's werden zusätzlich zu den betriebspezifischen fixen Parametern α_j die unterschiedlichen, betriebspezifischen Steigungsparameter bei den Inputs, Outputs und anderen Variablen geschätzt.

Bei den LCM's wird angenommen, dass alle Betriebe bestimmten unbeobachteten Klassen zugeordnet werden können. Diese Klassen werden vorher nicht a priori festgelegt, sondern in dem Schätzverfahren, basierend auf der Anpassungsgüte der Aufteilung, in die latenten Klassen ermittelt (OREA and KRUMBHAKAR, 2004). Für die Schätzung der Parameter wird der sogenannte Expectation-Maximization-Algorithmus verwendet. Zwei getrennte Optimierungsverfahren – zum einen: Maximum-Likelihood zur Bestimmung der Parameter der Distanzfunktion für jede latente Klasse; und zum anderen: Multinomial-Logit-Problem zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeiten der Zugehörigkeit der Betriebe zu den verschiedenen Klassen – werden abwechselnd solange durchgeführt, bis das optimale Ergebnis erreicht wird (GREENE, 2005, S. 290 ff.). Die Parameter und damit die entsprechenden Elastizitäten unterscheiden sich dann zwischen den latenten Klassen und sorgen damit für eine unbeobachtete Heterogenität in den Technologien, die erst während der Schätzung festgelegt wird.

Alternativ zu den beiden extremen Verfahren – dem TFEM mit den Niveauparametern und dem RPM mit den betriebspezifischen Steigungsparametern – kann das Regressionsmodell so formuliert werden, dass sich einige der Parameter je nach der betriebswirtschaftlichen Ausrichtung unterscheiden. Es wird angenommen, dass Betriebe in der Stichprobe je nach Betriebstyp (oder Produktspezialisierung) verschiedene unbeobachtete Eigenschaften haben, die für die Unterschiede in den Produktionstechnologien verantwortlich sind. Für die Berücksichtigung der Niveaunterschiede zwischen den Betriebstypen werden zur Regressionsgleichung

⁸⁵ Das Verfahren zur Schätzung des TFEM ist bei GREENE (2005, S.278-279) beschrieben.

in (99) statt den Dummy-Variablen für die jeweiligen Betriebe $d_{\beta,g}$, die Dummy-Variablen $d_{\beta,z}$ hinzugefügt, mit denen die Zugehörigkeit zu einem bestimmten Betriebstyp z abgebildet wird:

$$a_0 = \sum_{z=1}^Z \alpha_z d_{\beta,z} \quad (101)$$

Analog zum LSDV-Ansatz wird durch die Schätzung der Parameter α_z die Heterogenität zwischen den Betriebstypen berücksichtigt und der Einfluss der Spezialisierung auf die Produktionstechnologie als Verschiebungseffekt ermittelt. Wenn man nicht nur an den Niveaueffekten interessiert ist, sondern die Unterschiede in den Technologien berücksichtigen möchte, die in Bezug auf die Verwendung bestimmter Inputs bzw. Produktion je nach der Spezialisierung potentiell entstehen, können die multiplikativen Interaktionen zwischen den Dummy- und den anderen Variablen dem Modell zusätzlich hinzugefügt werden.

Die Interaktion aller erklärenden Variablen mit den betriebstypspezifischen Dummy-Variablen ist mit der Schätzung der getrennten Regressionen für jede Kategorie der Betriebe identisch. Werden die Interaktionen nur in Bezug auf bestimmte Variablen verwendet, dann wird eine Regressionsgleichung geschätzt, bei der die Spezialisierung einen zusätzlichen Einfluss auf die entsprechenden Produktionselastizitäten hat. Die zu schätzende Regressionsgleichung (99) wird umformuliert, indem die Konstante a_0 mit den Interaktionen der Spezialisierungs-Dummy-Variablen mit den fixen Parametern sowie mit allen Variablen erster Ordnung ersetzt wird:

$$a_0 = \sum_{z=1}^Z \alpha_z d_{\beta,z} + \sum_{j=1}^J \sum_{z=1}^Z \alpha_{zj} d_{\beta,z} \ln y_{jft} + \sum_{n=1}^N \sum_{z=1}^Z \alpha_{zn} d_{\beta,z} \ln x_{nft} + \sum_{m=1}^M \sum_{z=1}^Z \alpha_{zm} d_{\beta,z} \ln k_{mft} \quad (102)$$

4.1.4 Berechnung des primalen Flexibilitätsmaßes basierend auf den Parametern der geschätzten Inputdistanzfunktion

Basierend auf den geschätzten Parametern der kurzfristigen Inputdistanzfunktion können alle Eigenschaften der Produktionstechnologie, die für diese Arbeit von besonderem Interesse sind – beispielsweise der technische Fortschritt, die technische Effizienz, die Skalenelastizitäten, die Substitutionselastizitäten, die Kostenkomplementarität, die Separabilität in den Inputs und Outputs als auch die Flexibilität – ermittelt werden.

Für die Berechnung des primalen Flexibilitätsmaßes werden die ersten und die zweiten Ableitungen der Distanzfunktion benötigt. Basierend auf dem formalen Zusammenhang (97) können die ersten Ableitungen der Inputdistanzfunktion nach den Inputs (außer der Normierungsvariable x_j) wie folgt berechnet werden:

$$\frac{\partial D^s}{\partial x_n} = \frac{\partial \tilde{D}^s}{\partial \tilde{x}_n} = \frac{\partial \ln \tilde{D}^s}{\partial \ln \tilde{x}_n} \cdot \frac{\tilde{D}^s}{\tilde{x}_n} = \frac{\partial \ln \tilde{D}^s}{\partial \ln \tilde{x}_n} \cdot \frac{D^s}{x_n} \quad \text{für alle } n = 2, \dots, N. \quad (103)$$

Die Ableitung nach dem Input x_j , der als Normierungsvariable verwendet wurde, erfolgt nach der folgenden Formel:

$$\frac{\partial D^s}{\partial x_1} = \left(1 - \sum_{n=2}^N \frac{\partial \ln \tilde{D}^s}{\partial \ln \tilde{x}_n} \right) \cdot \frac{D^s}{x_1}. \quad (104)$$

Analog werden die ersten Ableitungen der Distanzfunktion nach den Outputs und quasi-fixen Faktoren wie folgt berechnet:

$$\frac{\partial D^s}{\partial y_j} = \frac{\partial \tilde{D}^s}{\partial y_j} x_1 = \frac{\partial \ln \tilde{D}^s}{\partial \ln y_j} \cdot \frac{\tilde{D}^s}{y_j} x_1 = \frac{\partial \ln \tilde{D}^s}{\partial \ln y_j} \cdot \frac{D^s}{y_j}. \quad (105)$$

$$\frac{\partial D^s}{\partial k_m} = \frac{\partial \tilde{D}^s}{\partial k_m} x_1 = \frac{\partial \ln \tilde{D}^s}{\partial \ln k_m} \cdot \frac{\tilde{D}^s}{k_m} x_1 = \frac{\partial \ln \tilde{D}^s}{\partial \ln k_m} \cdot \frac{D^s}{k_m}. \quad (106)$$

Basierend auf diesen Ableitungen können die kurz- und langfristigen Skalenelelastizitäten berechnet werden. Die kurzfristige Skalenelelastizität wird wie folgt ermittelt:

$$E_{scale}^s = 1 + \sum_{j=1}^J \frac{\partial \ln \tilde{D}^s}{\partial \ln y_j} = 1 + \sum_{j=1}^J \varepsilon_{y_j}^D. \quad (107)$$

Positive Werte der Skalenelelastizität E_{scale}^s bedeuten, dass die Betriebe über Größenvorteile verfügen, negative Werte kennzeichnen hingegen kurzfristige Größennachteile.

Unter Berücksichtigung der Schattenpreise der quasi-fixen Faktoren können die langfristigen Skalenelelastizitäten für die Betriebe wie folgt berechnet werden:

$$E_{scale}^L = 1 + \sum_{j=1}^J \frac{\partial \ln \tilde{D}^s}{\partial \ln y_j} + \sum_{m=1}^M \frac{\partial \ln \tilde{D}^s}{\partial \ln k_m} = 1 + \sum_{j=1}^J \varepsilon_{y_j}^D + \sum_{m=1}^M \varepsilon_{k_m}^D. \quad (108)$$

Die berechneten Skalenelelastizitäten werden außerdem bei der Berechnung des Skaleneffekts des Flexibilitätsmaßes verwendet.

Die Matrizen der zweiten Ableitungen der kurzfristigen Inputdistanzfunktion werden zum einen zur Überprüfung der Krümmungseigenschaften und zum anderen für die Berechnung der kurz- und langfristigen Flexibilität verwendet.

Zweite Ableitungen der kurzfristigen Inputdistanzfunktion nach den variablen Inputs werden wie folgt berechnet:

$$\frac{\partial D^s}{\partial x_n \partial x_p} = \left(\frac{\partial^2 \ln \tilde{D}^s}{\partial \ln \tilde{x}_n \partial \ln \tilde{x}_p} - d_{np} v_n + v_n v_p \right) \frac{D^s}{x_n x_p} = (\beta_{np} - d_{np} v_n + v_n v_p) \frac{D^s}{x_n x_p}. \quad (109)$$

Dabei wird Kronecker-Delta durch d_{np} bezeichnet, das wie folgt definiert ist:

$$d_{np} = \begin{cases} 1 & \text{falls } n = p \\ 0 & \text{falls } n \neq p \end{cases}$$

Diese Ableitungen bilden die Elemente der Hesseschen Matrix der kurzfristigen Inputdistanzfunktion nach den variablen Inputs:

$$D_{xx} = \begin{vmatrix} \frac{\partial D^s}{\partial x_1 \partial x_1} & \frac{\partial D^s}{\partial x_1 \partial x_2} & \dots & \frac{\partial D^s}{\partial x_1 \partial x_p} \\ \frac{\partial D^s}{\partial x_2 \partial x_1} & \frac{\partial D^s}{\partial x_2 \partial x_2} & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial D^s}{\partial x_n \partial x_1} & \dots & \vdots & \frac{\partial D^s}{\partial x_n \partial x_p} \end{vmatrix}. \quad (110)$$

Als Erstes kann, basierend auf der Hesseschen Matrix, überprüft werden, ob die Funktion konkav in den variablen Inputs ist. Konkavität verlangt u. a., dass alle Diagonalelemente der Hesseschen Matrix nicht positiv sind. Das impliziert die negativen Werte der eigenen Preiselastizitäten der variablen Inputs. Eine umfassendere Bedingung für die Konkavität der Inputdistanzfunktion in den variablen Inputs verlangt, dass die Hessesche Matrix der zweiten Ableitungen negativ semi-definit ist (DIEWERT and WALES, 1987). In der Literatur werden verschiedene Ansätze entwickelt, wie die Krümmungseigenschaften der Funktionen getestet werden können (vgl. z. B. DIEWERT et al., 1981; MOREY, 1986; SALVANES und TJØTTA, 1998; SAUER et al., 2006). Die Eigenwertmethode ist einer dieser Ansätze zur Überprüfung der Konkavität. Nach diesem Ansatz ist die notwendige und hinreichende Bedingung für die Konkavität, dass alle N-Eigenwerte der Hesseschen Matrix nicht positiv sind (MOREY, 1986). Sind nur die N-1 Eigenwerte nicht positiv, dann ist die Funktion lediglich quasi-konkav (MOREY, 1986).

Basierend auf den ersten und zweiten Ableitungen der Inputdistanzfunktion lässt sich eine weitere Eigenschaft der Produktionstechnologie ermitteln: Substituierbarkeit in Bezug auf die variablen Inputs. Dafür werden verschiedene Indikatoren verwendet, die bei einigen Autoren als Input-Flexibilität interpretiert werden (MAGNANI and PRENTICE, 2006; BILODEAU et al., 2002). An dieser Stelle werden die primalen Darstellungen dieser Indikatoren vorgestellt, die basierend auf der Inputdistanzfunktion berechnet werden können. Eigenpreiselastizität und Kreuzpreiselastizität der Faktornachfrage werden wie folgt ermittelt:

$$E_{nn} = \frac{\partial^2 D / \partial x_n \partial x_n}{\partial D / \partial x_n} \cdot x_n \quad \text{und} \quad E_{np} = \frac{\partial^2 D / \partial x_n \partial x_p}{\partial D / \partial x_p} \cdot x_n \quad \text{für} \quad n, p = 1, \dots, N. \quad (111)$$

Durch dieses Maß wird die Nachfragerreaktion nach einem Input bei der Veränderung des Preises des anderen Inputs beschrieben. Ist die Kreuzpreiselastizität der Faktornachfrage E_{np} positiv, dann sind der Faktor n und Faktor p Substitute, ist sie negativ, dann sind die beiden Komplemente. Zusätzlich kann das von BLACKORBY und RUSSELL (1981) vorgeschlagene primale Maß für die Allen-Substitutionselastizität⁸⁶ nach der folgenden Formel berechnet werden:

$$AES_{np} = \frac{D \cdot \partial^2 D / \partial x_n \partial x_p}{\partial D / \partial x_n \cdot \partial D / \partial x_p}. \quad (112)$$

Alternativ wird in der Literatur häufig die Morishima-Substitutionselastizität verwendet (BLACKORBY und RUSSELL, 1981; GROSSKOPF et al., 1995; RODRIGUEZ-ALVAREZ et al., 2004). Ursprünglich ebenfalls aus der Kostenfunktion entwickelt (MORISHIMA, 1967), wird dieses Maß über die Distanzfunktion wie folgt dargestellt:

$$MES_{np} = \frac{\partial^2 D / \partial x_n \partial x_p}{\partial D / \partial x_p} \cdot x_n - \frac{\partial^2 D / \partial x_n \partial x_n}{\partial D / \partial x_n} \cdot x_n = E_{np} - E_{nn}. \quad (113)$$

Analog zu (109)-(110) werden die zweiten Ableitungen der kurzfristigen Inputdistanzfunktion nach den Outputs \mathbf{D}_{yy} und den quasi-fixen Faktoren \mathbf{D}_{kk} sowie nach allen Kreuzableitungen zwischen den einzelnen Variablen berechnet (insgesamt neun Matrizen der zweiten Ableitungen).

Die berechneten Vektoren der ersten Ableitungen und Matrizen der zweiten Ableitungen werden verwendet, um die kurz- und langfristige Flexibilität entsprechend den Formeln (48) und (49) auszurechnen. Außerdem können dabei die einzelnen Effekte ermittelt werden, die zur Flexibilität einzelner Betriebe beitragen. So können die Verbund- und Krümmungseffekte aus den Elementen der folgenden Matrix berechnet werden:

$$\mathbf{C}_{yy} = (\mathbf{1}_n \cdot \mathbf{D}_x)^{-1} \left\{ \mathbf{D}_y \mathbf{D}_y' + \mathbf{D}_{yx} [\mathbf{D}_{xx} + \mathbf{D}_x \mathbf{D}_x']^{-1} \mathbf{D}_{xy} + \mathbf{D}_{yy} \right\} \quad (114)$$

Nebendiagonalelemente dieser Matrix zeigen, inwieweit die Kostenkomplementaritäten zwischen den einzelnen Outputs vorhanden sind. Negative Werte für zwei verschiedene Outputs bedeuten, dass die gemeinsame Produktion dieser beiden Inputs in einem Betrieb mit Kostenvorteilen verbunden ist. Solche Verbundvorteile

⁸⁶ Dieses Maß wurde ursprünglich von ALLEN (1938) und UZAWA (1962), basierend auf der Kostenfunktion, vorgeschlagen. KIM (1997) verwendet eine andere Bezeichnung und nennt dieses Maß Antonelli-Komplementaritätselastizität.

tragen zu einer höheren Flexibilität bei. Bei den Verbundnachteilen würde sich eine Spezialisierung auf einen dieser Outputs lohnen. Die vorhandenen Verbundnachteile machen Betriebe weniger flexibel.

4.2 Ökonometrisches Modell zur Erklärung der Flexibilität

Für die Analyse der Determinanten der Flexibilität sollte ebenfalls ein Paneldaten-Schätzer angewendet werden. Im vorhergehenden Kapitel 4.1.3 wurden bereits verschiedene, auf den Paneldaten basierende, Methoden zur Berücksichtigung individueller Heterogenität vorgestellt. In diesem Unterkapitel werden zuerst die Standard-Paneldatenschätzer beschrieben und ihre Vor- und Nachteile diskutiert. Dann wird ein Modell dargestellt, das für die vorliegende Analyse und den vorhandenen Datensatz am besten geeignet ist. Erstens soll dabei eine mögliche Endogenität bei einigen der Variablen, die zur Erklärung der Flexibilität verwendet werden, berücksichtigt werden. Zweitens variieren einige Variablen mit der Zeit, während andere Variablen (insbesondere soziodemografische) über die Zeit konstant bleiben.

Zu den Standardmodellen, die sich auf die Paneldaten beziehen, zählen Fixed-Effekts- (FEM) und Random-Effekts-Modelle (REM). Ein Paneldatenmodell zur Erklärung der Flexibilität kann wie folgt dargestellt werden:

$$Flex_{ft} = a_f + \mathbf{b}' \Lambda_{ft} + \mathbf{c}' \Omega_{ft} + \zeta_{ft}. \quad (115)$$

Hierbei werden im Vektor Λ_{ft} alle zeitvarianten (ökonomischen), erklärenden Variablen und im Vektor Ω_{ft} alle zeitinvarianten (soziodemografischen), erklärenden Variablen zusammengefasst. Mit ζ_{ft} ist der zufällige Störterm definiert. Mit \mathbf{b} und \mathbf{c} werden Vektoren der zu schätzenden Parameter bezeichnet. In einem FEM sind alle unbeobachtbaren Effekte, die auf die Heterogenität zwischen den Betrieben zurückzuführen sind, durch den fixen Koeffizient a_f berücksichtigt. In dem REM wird a_f als eine Zufallskomponente des zusammengesetzten Störterms behandelt.

Bei der Schätzung eines FEM ergeben sich wegen den zeitinvarianten Variablen Probleme. Erfolgt die Schätzung der Parameter des FEM nach der LSDV-Methodik, so werden die entsprechenden Dummy-Variablen wie folgt hinzugefügt:

$$Flex_{ft} = \alpha_f d_{f,g} + \mathbf{b}' \Lambda_{ft} + \mathbf{c}' \Omega_{ft} + \zeta_{ft}. \quad (116)$$

Es sei $d_{f,g}$ die Dummy-Variable, die den Wert Eins annimmt falls $g=f$ gilt, sonst ist sie gleich Null. Die Schätzung dieses Modells ist allerdings wegen der perfekten Multikollinearität der Dummy-Variablen mit den zeitinvarianten Variablen nicht möglich. Nach der Within-Methodik werden alle zeitinvarianten Variablen durch die Mittelwertbereinigung eliminiert.

Das führt erstens dazu, dass die Schätzung des Parametervektors \mathbf{c} beim FEM nicht möglich ist. Zweitens sind die geschätzten Parameter des Vektors \mathbf{b} verzerrt, wenn wichtige Erklärungsvariablen im Modell nicht berücksichtigt werden.

In dem REM wäre es zwar möglich gewesen, zeitinvariante Variablen mitzuschätzen, allerdings setzt eine effiziente Schätzung der Parameter des Modells voraus, dass die betriebsspezifische Komponente des Störterms a_f mit keinem der Regressoren korreliert. Da in dieser Komponente der Einfluss aller unbeobachteten Variablen auf die Flexibilität erfasst wird, ist zu vermuten, dass einige ökonomische Variablen mit a_f korrelieren. Da die betriebsspezifische Heterogenität im Modell zur Erklärung der Flexibilität teilweise durch die Berücksichtigung der soziodemografischen Variablen abgebildet wird, sollte dieses Problem, gegenüber dem Modell zur Schätzung der Produktionstechnologie, nicht von großer Bedeutung sein. Trotzdem können viele ökonomische Variablen nicht als vollkommen endogen angesehen werden.

Für solche Situationen wurde von HAUSMAN und TAYLOR (1981) ein Schätzverfahren entwickelt, das als ein "Hybrid" zwischen den zwei Methoden verstanden werden kann (CAMERON and TRIVEDI, 2005).

Alle erklärenden Variablen werden in vier Gruppen unterteilt. In den ersten beiden Gruppen werden alle Variablen zusammengefasst, die in der Zeit variieren (Λ_1 und Λ_2). Die werden weiter in die exogenen Variablen Λ_1 und die Variablen, die evtl. mit der unbeobachteten Heterogenität korrelieren (Λ_2), unterteilt. Variablen, die über die Beobachtungsjahre konstant bleiben, werden auch in die exogenen (Ω_1) und endogenen Gruppen (Ω_2) unterteilt. Das Modell von Hausman-Taylor (HTM) kann dann wie folgt dargestellt werden:

$$Flex_{ft} = \mathbf{b}'_1 \Lambda_{1ft} + \mathbf{b}'_{2j} \Lambda_{2ft} + \mathbf{c}'_1 \Omega_{1ft} + \mathbf{c}'_{2j} \Omega_{2ft} + \zeta_{ft} + a_f. \quad (117)$$

Die Parameter des Modells werden in einem mehrstufigen Verfahren geschätzt. Zuerst werden konsistente (aber ineffiziente) Parameter für alle zeitvariablen, erklärenden Variablen (Λ_1 und Λ_2) mit dem Fixed-Effekts-Verfahren (LSDV) geschätzt. In der zweiten Stufe wird ein IV-Schätzverfahren angewendet, bei dem die betriebsspezifischen Mittelwerte des Störterms aus der ersten Regression gegen alle restlichen (zeitinvarianten) Variablen (Ω_1 und Ω_2) regressiert werden. Dabei wird Two-Stage Least-Squares (2SLS) verwendet. Als Instrumentenvariablen dienen dabei alle exogenen Variablen (Λ_1 und Ω_1). Die geschätzten Parameter für zeitinvariante Variablen sind ebenfalls konsistent. Die geschätzten Varianzen der Fehlerterme aus den ersten beiden Regressionen werden bei der Gewichtung aller Variablen in der dritten Stufe verwendet. In dieser Stufe wird ein gewichteter IV-Schätzer für das ursprüngliche Random-Effekts-Modell angewendet, bei dem die mittelwertbereinigten Variablen als Instrumente verwendet werden (AMEMIYA und MACURDY (1986) und BREUSCH et al. (1989) diskutieren die Verwendung anderer Instrumente in dem HT-Modell).

5 EMPIRISCHE ANALYSE

Die oben dargestellten theoretischen und methodischen Ansätze zur Messung und Erklärung der Flexibilität werden am Beispiel des polnischen Agrarsektors verwendet. Im ersten Unterkapitel 5.1. werden die Besonderheiten des Agrarsektors in Polen beschrieben. Dabei wird aufgezeigt, wie durch die Flexibilitätsanalyse zur Erklärung von bestimmten Entwicklungen innerhalb dieses Sektors beigetragen werden kann. Im darauffolgendem Unterkapitel 5.2. erfolgt die Beschreibung des Datensatzes, welcher für die empirische Analyse verwendet wird. Diese Analyse wird in zwei Schritten durchgeführt. Im ersten Schritt wird die Flexibilität für die einzelnen Unternehmen berechnet. Zur Berechnung der einzelbetrieblichen Flexibilitätsniveaus werden sowohl die herkömmlichen in der Literatur vorhandenen Flexibilitätsmaße als auch die neuen, im Kapitel 3.1. dargestellten, Maße verwendet. Die neuen Flexibilitätsmaße setzen die Schätzung der Produktionstechnologie mittels einer Inputdistanzfunktion voraus. Dabei werden die, im Kapitel 4.1. beschriebenen, methodischen Ansätze verwendet. Aus den Parametern der geschätzten Funktion werden schließlich verschiedene Elastizitäten und andere produktionstechnische Eigenschaften, einschließlich der Flexibilität, berechnet. Die Ergebnisse der alternativen Verfahren werden miteinander verglichen und deskriptiv beschrieben. Im zweiten Schritt werden Bestimmungsfaktoren ermittelt, die die Flexibilität der polnischen Betriebe beeinflussen.

5.1 Agrarsektor in Polen

Polen gehört mit 15,5 Millionen Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche zu den Staaten mit großer landwirtschaftlicher Bedeutung innerhalb der EU (Tabelle 1). Der Gesamtwert der landwirtschaftlichen Produktion betrug 2010 84,5 Mrd. PLN (ca. 20,6 Mrd. Euro, nach dem Kurs 1 € = 4,1 PLN berechnet). Obwohl der Anteil der landwirtschaftlichen Produktion am Gesamtbruttoinlandsprodukt in den letzten 15 Jahren tendenziell gesunken ist (von 6 % im Jahr 1995 auf 3,5 % im Jahr 2010), stellt sie immer noch einen bedeutenden volkswirtschaftlichen Sektor dar (Tabelle 1). Dieser Anteil ist in Polen deutlich höher als in anderen Ländern der EU, bei denen der landwirtschaftliche Sektor im Durchschnitt nur 1,7 % des BIP ausmacht (in Deutschland laut Eurostat sogar nur 0,9 %). Der Gesamtwert der landwirtschaftlichen Produktion in Polen besteht in ungefähr gleichen Anteilen aus der pflanzlichen und tierischen Produktion (im Verhältnis 53 zu 47 in 2010, siehe Tabelle 1). Die wichtigsten pflanzlichen Erzeugnisse sind vor allem verschiedene Getreidesorten (hauptsächlich Weizen und Roggen). Weitere wichtige Anbauprodukte sind Kartoffeln sowie Obst und Gemüse. In der tierischen Produktion sind

die Milchherstellung sowie die Schweine- und Geflügelzucht von großer Bedeutung (GUS, 2011a, S. 459-460).

Tabelle 1: Wichtigste Indikatoren der polnischen Landwirtschaft

Wichtigste Indikatoren	1995	2000	2005	2010
Landwirtschaftlich genutzte Fläche (in Mio. ha)	18,6	18,4	15,9	15,5
Landwirtschaftlicher Bruttoproduktionswert in jeweiligen Preisen (in Mrd. Zloty)	43,3	56,0	63,3	84,5
davon pflanzliche Produktion (in %)	58,6	53,2	48,6	53,2
davon tierische Produktion (in %)	41,4	46,8	51,4	46,8
Landwirtschaftlicher Bruttoproduktionswert in Preisen von 2000 (in Mrd. Zloty)	63,0	56,0	62,0	60,6
Landwirtschaftlicher Arbeitseinsatz (in Mio. jährlichen Arbeitseinheiten)	3,4 ^b	2,5	2,3	2,1
Anteil der landw. Produktion am BIP (in %)	6,0	5,0	4,5	3,5
Beschäftigtenanteil in der Landwirtschaft an der Gesamtbeschäftigung (in %)	27,3	27,8	16,2	14,8
Arbeitsproduktivität in Prozent zum EU-27-Durchschnitt (in %)	-	21,0	22,0	23,4
Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe (in Tsd.)	3060,1	2859,2	2733,4	2277,6
Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe mit mehr als 1ha Nutzfläche (in Tsd.)	2047,6	1885,7	1786,7	1562,6
Durchschnittliche Fläche pro Betrieb (alle Betriebe, eigene Berechnung, in Tsd.)	6,1	6,4	5,8	6,8
Durchschnittliche Fläche pro Betrieb (GUS) (nur Betriebe ab 1 ha, nur LNF)	6,7	7,2	7,6	7,8

Quelle: GUS, Statistische Jahrbücher 1998-2011, EUROSTAT.

Anm.: ^b Daten für 1996.

Auf dem polnischen Arbeitsmarkt spielt die Landwirtschaft ebenfalls eine wichtige Rolle. Im Jahr 2010 waren mehr als 2 Millionen Menschen als Vollbeschäftigte in der Landwirtschaft tätig (Tabelle 1)⁸⁷. Das entspricht ca. 14,8 % der Gesamtarbeitskräfte (davon ca. 93 % Familienarbeitskräfte)⁸⁸. Polen ist stark ländlich geprägt; 39 % der Bevölkerung (14,9 Mio.) leben in den ländlichen Gebieten (GUS, 2011b, S. 37). Angesichts mangelnder Beschäftigungsalternativen im

⁸⁷ Die Anzahl der Beschäftigten ist in jährlichen Arbeitseinheiten berechnet, da viele Personen auf Teilzeitbasis in der Landwirtschaft beschäftigt sind.

⁸⁸ Die starke Reduktion des Anteils der Beschäftigten in der Landwirtschaft zwischen 2000 und 2005 (von 27,3 % auf 16,2 %) ist auf die Veränderung der Methodik und die verwendete Definition der Landwirte zurückzuführen.

ländlichen Raum stellt die Landwirtschaft für die ländlichen Haushalte eine substantielle, bisweilen sogar einzige Einkommensquelle dar. In den kleinbäuerlichen Familienbetrieben wird durch die Eigenproduktion die Grundversorgung der Familie gewährleistet. Damit reflektiert dieser hohe Anteil der Beschäftigten in der polnischen Landwirtschaft die große soziale Bedeutung des Agrarsektors als Puffer in den schwierigen wirtschaftlichen Situationen (PETRICK et al., 2002; DRIES und SWINNEN, 2002). Im Vergleich dazu sind in anderen EU-Staaten durchschnittlich nur 2,7 % der Arbeitskräfte im Agrarsektor beschäftigt, in Deutschland sind es lediglich 1 % (Eurostat).

Die große Diskrepanz zwischen dem Anteil, den der Agrarsektor an der Gesamtproduktion und an der Gesamtbeschäftigung ausmacht, weist auf eine insgesamt niedrige Arbeitsproduktivität hin. Gemessen an der Bruttowertschöpfung der Landwirtschaft je Jahresarbeitseinheit betrug die Arbeitsproduktivität der polnischen Landwirte in den letzten 10 Jahren lediglich 20-25 % des EU-27-Durchschnitts (Tabelle 1). Als Gründe für die niedrige Arbeitsproduktivität sind häufig die rückständige technische Ausstattung, der niedrige Bildungs- und Qualifizierungsgrad der Landwirte sowie die kleinbetriebliche Struktur der polnischen Landwirtschaft aufgeführt (vgl. HENNINGSEN, 2009).

Trotz seiner bedeutsamen Stellung ist der landwirtschaftliche Sektor in Polen durch einen geringen Mechanisierungsgrad und veraltete Technologien charakterisiert (CSAKI und NASH, 1999). Laut CHMIELECKI (2006, S. 86) liegt das durchschnittliche Alter bei Traktoren bei 23 Jahren, bei Mähdreschern sind es 21 Jahre. Dabei sind diese Maschinen durch einen starken durchschnittlichen Ausnutzungsgrad von über 70 % charakterisiert. Die Anzahl der Traktoren ist in den letzten 10 Jahren zwar um 20 % angestiegen (laut GUS waren im Jahr 2009 ca. 1577 Tausend Traktoren vorhanden), allerdings handelt es sich bei Neuanschaffungen hauptsächlich um gebrauchte und veraltete Maschinen aus dem Ausland (CHMIELECKI, 2006; CSAKI and NASH, 1999). Die Steigerung der Produktivität setzt die Modernisierung der vorhandenen Technologien voraus. Allerdings weisen die statistischen Daten auf eine sehr geringe Investitionstätigkeit im polnischen Agrarsektor hin. Das äußert sich darin, dass Polen innerhalb der EU die niedrigsten Nettoinvestitionen aufweist (EUROPEAN COMMISSION, 2010). Die Nettoinvestitionsquote, gemessen als Anteil der Nettoanlageinvestitionen an der Bruttowertschöpfung, lag in Polen im Jahr 2008 bei 0,9 %. Im Vergleich dazu beträgt das EU-Durchschnittsniveau 38,6 % (EUROPEAN COMMISSION, 2010, S. 71, Tabelle 2.2.3.9.ii). Eine Studie von PETRICK (2002) zeigt außerdem, dass viele landwirtschaftliche Betriebe negative Nettoinvestitionen aufweisen, was auf eine Verminderung des realen Kapitalbestandes hinweist. Zum einen erzielen polnische Betriebe kein ausreichendes Einkommen aus der landwirtschaftlichen Tätigkeit, um aus den eigenen Mitteln die Investitionen in neue Maschinen und Geräte zu finanzieren. Zum anderen kann der begrenzte Zugang zu Bankkrediten, die eine externe Finanzierungsmöglichkeit für die Ersatzinvestitionen darstellen, eine weitere Ursache für die mangelnde Investitionstätigkeit sein. In einer

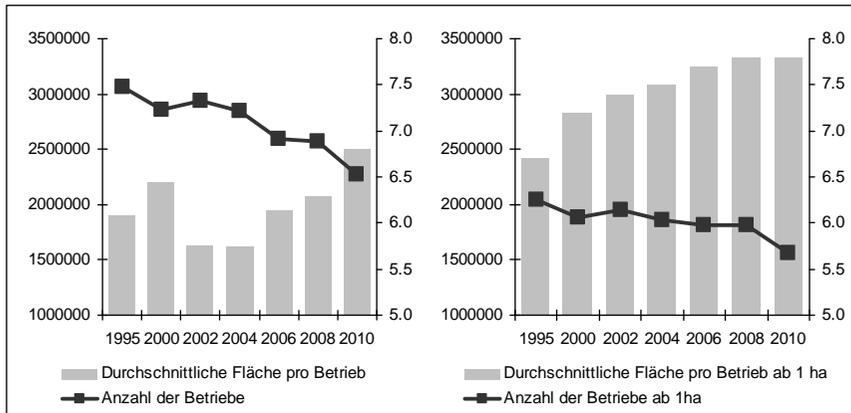
von PETRICK (2004a) durchgeführten Umfrage haben 45 % der Landwirte angegeben, dass sie mit Rationierungen seitens der polnischen Banken konfrontiert waren, d. h., dass sie entweder überhaupt keinen Kredit oder weniger als die beantragte Summe erhalten haben. Auch andere Studien (WORLD BANK, 2001; PETRICK, 2002; PETRICK, 2004b; LATRUFFE, 2005) weisen auf diese Rationierungen auf dem polnischen Kreditmarkt hin. Diese Marktunvollkommenheiten erschweren die Investitionstätigkeit der Landwirte und verzögern die Modernisierung und Umstrukturierung der polnischen Landwirtschaft.

Der Mangel an Kapital wird durch einen erhöhten Arbeitskräfteeinsatz in der Landwirtschaft kompensiert. Dabei besteht der größte Anteil der Beschäftigten (95 % laut GUS, 2001b, S. 116) in der landwirtschaftlichen Produktion aus den unbezahlten Familienarbeitskräften. Die Beschäftigten haben im Durchschnitt einen niedrigeren Ausbildungsgrad als in den anderen Sektoren, was ebenfalls einen negativen Einfluss auf die Arbeitsproduktivität im Agrarsektor hat (DRIES und SWINNEN, 2002). 72 % der Landwirte haben entweder den niedrigsten Schulabschluss oder lediglich eine grundlegende Berufsausbildung (GUS, 2011c, S. 77). Von den restlichen 28 % haben nur 5,5 % der Landwirte einen Hochschulabschluss. Bei den anderen Gruppen der Erwerbstätigen besitzt hingegen mehr als die Hälfte einen höheren Ausbildungsgrad (Berufsschul- oder Hochschulabschluss). Obwohl die weniger qualifizierte Ausbildung die Berufsaussichten der Landbevölkerung bezüglich einer außerlandwirtschaftlichen Arbeit vermindert, versuchen viele landwirtschaftliche Haushalte zunehmend durch alternative Verdienstmöglichkeiten das Familieneinkommen zu steigern. Im Durchschnitt beziehen landwirtschaftliche Haushalte 10 % des monatlichen Gesamteinkommens aus der außerlandwirtschaftlichen Erwerbstätigkeit (GUS, 2011c, S. 80). Außerdem stellen staatliche Transfers für viele ländliche Haushalte eine wichtige Einkommensquelle dar. In Polen haben die Besitzer eines Grundstücks von über 1 ha Anspruch auf die Leistungen der Sozialversicherung für die Landwirte (KRUS). Auf solche sozialen gesetzlichen Leistungen (hauptsächlich Rentenzahlungen) entfallen 11,5 % des Gesamteinkommens der ländlichen Familien (GUS, 2011c, S. 80). Um diese, für viele Haushalte wichtige, Einkommensquelle nicht zu verlieren, wollen die kleinen Landbesitzer ihr Land nicht verkaufen. Damit wird die Umverteilung der Bodenressourcen zugunsten potenziell effizienterer Landwirte verhindert, was die Produktivitätssteigerung und Umstrukturierung der polnischen Landwirtschaft erschwert.

Die polnische Landwirtschaft ist durch eine heterogene Betriebsstruktur und einen hohen Anteil der kleinen Familienbetriebe charakterisiert. Fast ein Drittel von insgesamt 2,3 Millionen landwirtschaftlichen Betrieben besitzt sehr kleine Landflächen von unter 1 ha. Ca. 60 % der Betriebe gehören zur Kategorie der kleinen Betriebe unter 5 ha. Der überwiegende Teil dieser Kleinst- und Kleinbetriebe betreibt Subsistenzwirtschaft, d. h. sie produzieren ausschließlich oder hauptsächlich für den eigenen Familienbedarf. Auf der anderen Seite gibt es nur wenige große Betriebe (1,2 % der Gesamtzahl), die mehr als 50 ha bewirtschaften. Allerdings

verfügt diese Kategorie insgesamt über 4 Millionen Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche, was ca. ein Viertel der Gesamtfläche ausmacht. Solche großen Betriebe befinden sich hauptsächlich im polnischen Norden und Nordosten, wo die durchschnittliche Nutzfläche zwischen 10 und 15 ha beträgt. Viele dieser Großbetriebe entstanden zwischen 1992 und 1994 durch die Privatisierung der Staatsbetriebe. Dagegen sind die stark fragmentierten südlichen Gebiete in Polen durch kleine Familienbetriebe mit einer durchschnittlichen Nutzfläche von 2,7 ha charakterisiert.

Abbildung 9: Anzahl der Betriebe und Durchschnittsfläche

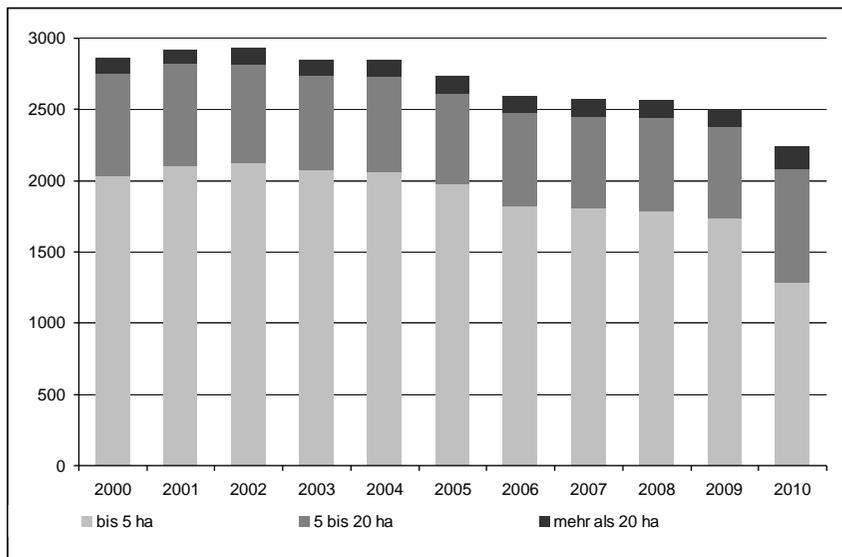


Quelle: GUS, Statistische Jahrbücher 1998-2011.

In der Betriebsstruktur des polnischen Agrarsektors hat sich in den Jahren nach der Transformation und nach dem EU-Beitritt nicht viel verändert. Die durchschnittliche Betriebsgröße ist nur geringfügig von 6,1 in 1995 auf 6,8 ha in 2010 angestiegen (Abbildung 9). In den ersten Transformationsjahren bis 2004 entwickelte sich die Tendenz zu einer weiteren Polarisierung der Betriebsstruktur. Sowohl der Anteil der Betriebe mit weniger als 5 ha Fläche sowie der Betriebe mit mehr als 20 ha nahm in diesen Jahren zu. Dabei ist der Anteil der mittleren Betriebe, die zwischen 5 und 20 ha bewirtschaften, zurückgegangen (Abbildung 10). Das hat dazu geführt, dass die Durchschnittsgröße der landwirtschaftlichen Nutzflächen in diesem Zeitraum zunächst auf 5,7 ha gesunken ist. Nach 2004 wurden andere Entwicklungen beobachtet. Die Anzahl der kleinen Betriebe (insbesondere mit einer Nutzfläche unter 1 ha) ging stark zurück, was durch einen Anstieg der großen und mittleren Betriebe begleitet wurde. Erst in dieser letzten Phase wird ein Anstieg der durchschnittlichen Betriebsgröße um 1,1 ha beobachtet. Wenn bei der Berechnung der durchschnittlichen Betriebsgröße die Subsistenzbetriebe bis 1 ha ausgeschlossen und nur die Betriebe über 1 ha berücksichtigt werden, dann ist ein kontinuierlicher Anstieg über den gesamten Zeitraum von 1995-2009 von 6,7 auf 8,0 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche pro Betrieb zu verzeichnen (Abbildung 9).

Im Vergleich zu anderen europäischen Ländern, die im Durchschnitt eine Fläche von 14,1 ha bewirtschaften (in Deutschland 55,8 ha), sind die polnischen Betriebe immer noch sehr klein.

Abbildung 10: Änderungen der Betriebsstruktur



Quelle: GUS, Statistische Jahrbücher 1998-2011.

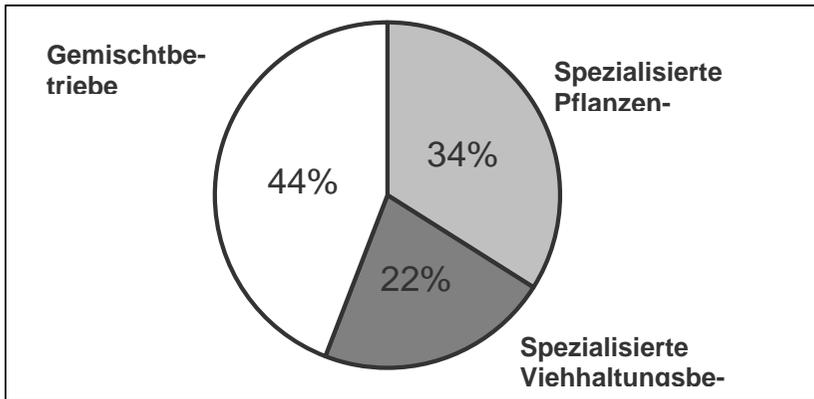
Die kleinbetriebliche Struktur des polnischen Agrarsektors kann teilweise durch die historischen Gegebenheiten erklärt werden. Im Gegensatz zu anderen mittel- und osteuropäischen Ländern aus dem sogenannten sowjetischen Ostblock wurde die polnische Landwirtschaft nie vollständig kollektiviert. Fast alle Kollektivierungsbestrebungen der polnischen Regierung, die während des sozialistischen Systems unternommen wurden, sind am Widerstand der Landwirte gescheitert (BORZUTZKY und KRANIDIS, 2005). In Polen existierten noch vor der Transformation dadurch neben einzelnen großen staatlichen Betrieben und Kooperativen eine Vielzahl an privatwirtschaftlichen Familienbetrieben (1990 wurden 72 % der landwirtschaftlichen Fläche von Familienbetrieben bewirtschaftet).

Ein weiteres Merkmal des polnischen Agrarsektors ist die starke Diversifizierung der landwirtschaftlichen Betriebe in Bezug auf verschiedene Produktausrichtungen (Abbildung 11). Nur ein Drittel aller Betriebe spezialisiert sich auf den Pflanzenbau⁸⁹. Während sich die Betriebe zur 22 % auf Viehhaltung spezialisieren, handelt

⁸⁹ Landwirtschaftliche Betriebe werden gemäß der Europäischen Klassifikation (EUROPEAN COMMISSION, 1985) verschiedenen Kategorien, jeweils nach der betriebswirtschaftlichen

es sich bei den restlichen 44 % um gemischte Betriebe, bei denen verschiedene Produktionsausrichtungen miteinander kombiniert werden. Der Anteil der Mischbetriebe ist in Polen deutlich höher als in den meisten westeuropäischen Ländern, in denen nur 5-25 % dieser Kategorie zuzuordnen sind und der landwirtschaftliche Sektor durch stark spezialisierte Betriebe dominiert wird. Durch die Diversifizierung landwirtschaftlicher Tätigkeit versuchen die Betriebe, verschiedene Risiken zu minimieren, um dadurch die Gesamterlöse zu sichern. In sehr kleinen Familienbetrieben werden dadurch außerdem die Konsumbedürfnisse der Familie sichergestellt.

Abbildung 11: Struktur der polnischen Betriebe nach betriebswirtschaftlicher Ausrichtung



Quelle: EUROSTAT, eigene Darstellung.

Die Frage nach der Überlebensfähigkeit der kleinen polnischen Familienbetriebe wurde in mehreren Arbeiten und Publikationen sowohl in Bezug auf die Transformationsprozesse in den 1990er Jahren als auch in Zusammenhang mit der EU-Mitgliedschaft in den letzten zehn Jahren intensiv diskutiert. Die meisten Analysen des polnischen Agrarsektors beschäftigen sich mit der Leistungsfähigkeit der kleinen Betriebe und mit der Frage nach der Funktionsweise der polnischen Faktormärkte. Die Unvollkommenheiten auf dem Arbeitsmarkt führen beispielsweise dazu, dass die kleinen Familienbetriebe durch den Einsatz der relativ billigen Arbeitskraft eine höhere Arbeitsproduktivität erzielen können. Andererseits sehen sich die kleinen Betriebe mit Rationierungen auf dem Kreditmarkt konfrontiert und haben dadurch nur begrenzte Investitionsmöglichkeiten im Vergleich zu den größeren Betrieben (PETRICK, 2004). In einigen empirischen Arbeiten konnte gezeigt werden, dass kleinere Betriebe die vorhandenen Ressourcen nicht weniger effizient als größere

Ausrichtung, zugeordnet. Ein Betrieb ist laut Definition spezialisiert, wenn der Anteil einer Produktkategorie mehr als $\frac{2}{3}$ des gesamten Standarddeckungsbeitrags ausmacht.

Unternehmen nutzen (VAN ZYL et al., 1996; MUNROE, 2001). Allerdings kann die Vorteilhaftigkeit der kleinen Betriebe nicht ausschließlich durch den negativen Zusammenhang zwischen Effizienz bzw. Faktorproduktivität und Betriebsgröße erklärt werden. Ein weiterer Vorteil der kleinen Betriebe, der nur wenig untersucht wurde, ist ihre bessere Anpassungsfähigkeit in den Zeiten der wirtschaftlichen und politischen Instabilität. Im Rahmen dieser Arbeit soll analysiert werden, inwieweit kleine polnische Betriebe über eine höhere Flexibilität verfügen und dadurch einen Wettbewerbsvorteil gegenüber großen Betrieben haben.

5.2 Datengrundlage

Daten für die vorliegende Analyse wurden vom Polnischen Institut für Agrar- und Ernährungsökonomie (Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, IERiGZ-PIB) zur Verfügung gestellt. Sie umfassen umfangreiche Buchführungsdaten sowie andere Angaben aus einer jährlichen Befragung von 580 landwirtschaftlichen Betrieben aus allen 16 Regionen (Wojewodschaften) Polens. Neben einer Vielzahl ökonomischer und produktionstechnischer Indikatoren enthält der Datensatz Informationen über die Organisation des Betriebs und soziodemografische Angaben, die den Betriebsleiter und seine Familie charakterisieren. Der Datensatz beinhaltet nur diejenigen Betriebe, die über den gesamten Untersuchungszeitraum von 1994 bis 2001 befragt wurden. Daraus ergibt sich ein balancierter Paneldatensatz (balanced data set) mit 4640 Beobachtungen.

Die Stichprobe wurde mit einem Zufallsauswahlverfahren aus der Grundgesamtheit aller buchführungspflichtigen Betriebe Polens gezogen. Da allerdings nur die Betriebe mit der landwirtschaftlichen Buchführung befragt wurden, ist die Stichprobe in Richtung größere Betriebe verzerrt. So hatten die im Datensatz befragten Betriebe in 2000 eine durchschnittliche Nutzfläche von 16 ha, wobei laut offiziellen Statistiken polnische Betriebe im gleichen Jahr im landesweitem Durchschnitt 7,2 ha bewirtschafteten (vgl. Tabelle 1). Laut dem statistischen Jahrbuch für 2000 (GUS, 2001) haben 71 % aller polnischer Betriebe eine Fläche von unter 5 ha landwirtschaftlich genutzt. Dagegen dominierten in der untersuchten Stichprobe im Jahr 2000 mittlere (mit 5 bis 20 ha Nutzfläche) und große Betriebe (mit mehr als 20 ha Nutzfläche). Diese machen 66 % bzw. 22 % aller befragten Betriebe aus.

Aufgrund der Unterrepräsentation der kleinen Betriebe in der Stichprobe können die Ergebnisse der nachfolgenden empirischen Analysen nicht auf die Grundgesamtheit aller polnischen landwirtschaftlichen Betriebe übertragen werden. Trotzdem ist der Datensatz für die Analyse der Flexibilität geeignet, da eine ausreichende Anzahl der Betriebe aus verschiedenen Betriebsklassen vorhanden ist, um die Unterschiede in der Anpassungsfähigkeit feststellen zu können.

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen, für die Flexibilitätsanalyse verwendeten, Variablen folgt in den nächsten Unterkapiteln.

5.3 Umfang und Bedeutung der Flexibilität

Im ersten Schritt der empirischen Analyse werden verschiedene Methoden zur Berechnung der Flexibilität verwendet und die Ergebnisse miteinander verglichen. In dieser Arbeit wird die Berechnung der Flexibilität anhand eines theoretisch fundierten Maßes angestrebt, dass sich aus den Eigenschaften einer Produktionstechnologie ableiten lässt. Da diese Flexibilitätsmaße aus den Eigenschaften der Produktionstechnologie abgeleitet werden, wird zuerst eine Inputdistanzfunktion empirisch geschätzt. Die Ergebnisse werden mit den Berechnungen der Flexibilität anhand herkömmlicher Indikatoren, wie der Variabilität des Inputs, dem Lilien-Index und dem Michaely-Stoikov-Index, verglichen. Zuerst werden im nächsten Kapitel die Variablen beschrieben, die für die Berechnung der Inputdistanzfunktion verwendet wurden.

5.3.1 Variablen für die Schätzung der Inputdistanzfunktion

Output

Alle landwirtschaftlichen Betriebe der untersuchten Stichprobe sind diversifiziert und produzieren mehr als einen Output. Daher werden in den nachfolgenden empirischen Analysen ausschließlich die Methoden der Schätzung der Mehrprodukttechnologien verwendet. Das hat den Vorteil, dass die Aspekte der Kostenkomplementaritäten zwischen den Outputs bei der Flexibilitätsanalyse berücksichtigt werden können. Die Berechnung der Flexibilität bei Mehrproduktunternehmen kann entweder dual, über die Schätzung der Multioutputkostenfunktion oder primal über die Schätzung der Inputdistanzfunktion erfolgen.

Der von den polnischen Betrieben produzierte Gesamtoutput wird in 26 Unterkategorien eingeteilt. Dabei werden 14 Produktgruppen pflanzlicher und 11 Produktgruppen tierischer Herkunft identifiziert, wobei natürlich nicht alle 580 Betriebe alle Produktkategorien herstellen. Allerdings haben alle Betriebe in allen untersuchten Perioden pflanzliche Outputs produziert und in fast allen Perioden mindestens ein tierisches Output hergestellt. Die Berücksichtigung aller 25 Outputs würde zu einer unpraktikabel großen Anzahl der zu schätzenden Parameter führen. Aus diesem Grund wurde eine Aggregation der Outputs in drei Kategorien vorgenommen. Der erste Output (y_1) beinhaltet die pflanzliche Erzeugung, im zweiten Output (y_2) werden Milchprodukte und andere Erzeugnisse der Weideviehhaltung zusammengefasst⁹⁰ und im dritten Output (y_3) werden Schweine-, Geflügel- und sonstige tierische Erzeugnisse zusammengefügt.

Der Gesamtproduktionswert der pflanzlichen und tierischen Erzeugnisse setzt sich aus den Verkäufen, dem Eigenverbrauch und der innerbetrieblichen Verwendung aller dazugehörigen Erzeugnisse zusammen und wird um die Bestandsänderung

⁹⁰ Zu den Weidetieren gehören Rinder, Schafe und Ziegen.

korrigiert.⁹¹ Da alle Werte im Datensatz in den laufenden Preisen angegeben wurden (in Zloty), sind diese Variablen mit den entsprechenden Preisindizes deflationiert.⁹²

Variable Inputs

Aus dem vorhandenen Datensatz könnten drei variable Inputs der landwirtschaftlichen Produktion gebildet werden: Vorleistungen der pflanzlichen Produktion, Vorleistungen der tierischen Produktion und sonstige Vorleistungen. Alle drei Kategorien stellen die aggregierten Größen dar, bei denen einzelne Vorleistungen mit ihren Marktpreisen gewichtet und zusammengefasst werden. In der ersten Variable (x_1) wurden alle variablen Kosten zusammengefasst, die keiner spezifischen Produktion zugeordnet werden können. Darunter fallen die laufende Unterhaltung von Gebäuden, Maschinen und Geräten, Kfz-Nutzung, Aufwendungen für Brennstoffe, Strom und Wasser sowie sonstige Kosten. Diese Variable wird mit dem Jahrespreisindex für Energie- und Brennstoffe wegen dem hohen Anteil dieser Kosten in den sonstigen Kosten (mehr als 70 %) deflationiert. Spezifische Vorleistungen der pflanzlichen Produktion, bestehend aus dem Saat- und Pflanzgut, Düngemitteln, Bodenverbesserungsmitteln, Pflanzenschutzmitteln und sonstigen spezifischen Kosten der pflanzlichen Produktion, bilden die zweite Kategorie der variablen Inputs (x_2). Die dazugehörigen Unterkategorien wurden mit den entsprechenden jährlichen Preisindizes deflationiert und zusammenaddiert, um die realen Vorleistungsausgaben der pflanzlichen Produktion zu ermitteln.⁹³ Dabei wurden sonstige spezifische Vorleistungen der pflanzlichen Produktion mit dem Preisindex für den gesamten Input der landwirtschaftlichen Produktion deflationiert. In der dritten Gruppe der variablen Inputs (x_3) werden spezifische Vorleistungen der tierischen Produktionszweige, wie Futter für Gras- und Körnerfresser, zugekaufte Tiere und sonstige spezifische Kosten der tierischen Produktion, zusammengefasst. Diese Variable wurde ebenfalls durch die Deflationierung der einzelnen Unterkategorien mit den entsprechenden Jahrespreisindizes um den Einfluss der Inflation bereinigt.⁹⁴ Da mehr als 90 % der sonstigen spezifischen Kosten der tierischen Produktion

⁹¹ Pflanzlicher Output besteht aus verschiedenen Getreidesorten (Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Menggetreide, Triticale und sonstige Getreide), Kartoffeln, Hülsenfrüchten, industriellen Agrargütern (Zuckerrüben und Raps), Futterpflanzen (Hackfrüchte), Gemüse, Obst und sonstigen pflanzlichen Erzeugnissen.

⁹² Die Jahrespreisindizes der pflanzlichen und tierischen Produktion für 1996-2001 wurden aus den statistischen Jahrbüchern der Polnischen Republik von GUS (1998), (2001) und (2005) entnommen.

⁹³ Die Jahrespreisindizes für Saat- und Pflanzgut, Pflanzenschutzmittel, Dünge- und Bodenverbesserungsmittel wurden aus den Statistischen Jahrbüchern der Landwirtschaft von GUS (2000), (2003), (2006) entnommen.

⁹⁴ Die Jahrespreisindizes für Futtermittel sowie Nutz- und Zuchtvieh wurden aus den Statistischen Jahrbüchern der Landwirtschaft des GUS (2000), (2003), (2006) entnommen.

auf die Zucht- und Veterinärkosten entfallen, wurden diese Kosten mit dem Preisindex für Veterinärleistungen deflationiert.

Quasi-fixe Inputs

Bei der Schätzung der kurzfristigen Inputdistanzfunktion werden drei Produktionsfaktoren als quasi-fix berücksichtigt: Arbeit, Boden und Kapital. Das sind Inputs, bei denen vermutlich keine optimale Anpassung der Einsatzmenge innerhalb der relativ kurzen Zeitperiode von einem Jahr möglich ist.

Während Boden und Kapital die klassischen quasi-fixen Faktoren im Agrarsektor darstellen (ZELLER, 1991, S. 14; KOESTER, 2010, S. 207 ff), gibt es keine Einigkeit bezüglich des Faktors Arbeit. Der Einsatz der Arbeitskraft wird in einigen Studien als ein variabler Faktor betrachtet, wogegen andere Autoren davon ausgehen, dass insbesondere Familienarbeitskraft im Agrarsektor als ein quasi-fixer Faktor gesehen werden kann (vgl. u. a. BOUCHET et al., 1989; GUYOMARD et al., 1996; SERRA et al., 2011). Die Autoren argumentieren dabei mit der beschränkten Arbeitsmobilität auf dem Land und dem begrenztem Zugang zum Arbeitsmarkt, was die Anpassungen der Familienarbeitsmenge erschwert (GUYOMARD et al., 1996). Die Menge der eingesetzten Familienarbeitskraft ist wegen der längerfristigen Familienbindungen mehr oder weniger fixiert (ZELLER, 1991). Tatsächlich sind die beobachteten Betriebe durch eine niedrige Variabilität des Arbeitseinsatzes charakterisiert. Der Variationskoeffizient liegt im Durchschnitt bei 0,17. Die Änderung der eingesetzten Arbeit beträgt bei den meisten Betrieben nicht mehr als 10 % im Vergleich zum Vorjahr. Es ist zwar nicht auszuschließen, dass die Anpassungen innerhalb des Jahres stattfinden, jedoch konnte dies im vorliegenden Datensatz nicht beobachtet werden. Das liegt daran, dass die Angaben basierend auf den Schätzungen der befragten Landwirte über den jährlichen Einsatz der Arbeitskraft in der landwirtschaftlichen Produktion gemacht wurden und damit nur annäherungsweise die tatsächlich geleistete Arbeit abbilden. Aus diesen Gründen wird Arbeit als quasi-fixer Faktor (k_i) berücksichtigt. Diese Variable wird als der gesamte Einsatz der Arbeitskraft in der landwirtschaftlichen Produktion in Stunden pro Jahr berechnet. Da Fremdarbeitskraft nur in einen sehr unbedeutenden Umfang eingesetzt wird (der Anteil der Fremdarbeit liegt bei 80 % der Betriebe unter 6 %), werden Familien- und Fremdarbeitskraft zusammengefasst.

Tabelle 2: Deskriptive Statistiken der Variablen für die Schätzung der kurzfristigen Inputdistanzfunktion

Variable	Mittelwert	Stand. abw.	Minimum	Maximum
Outputs:				
y_1 Gesamter Produktionswert der pflanzlichen Erzeugung in Złoty (Zł.)	13763.4	16696.9	172.2	238479.0
y_2 Gesamter Produktionswert der Erzeugnisse aus Weideviehhaltung in Zł.	8683.1	12736.3	0.0	302177.0
y_3 Gesamter Produktionswert der Erzeugnisse aus Schweine- und Geflügelhaltung in Zł.	9266.2	17396.3	0.0	332101.0
Variable Inputs:				
x_1 Unspezifische variable Produktionskosten in Zł.	2464.0	2232.0	23.5	26382.6
x_2 Spezifische Kosten der Pflanzlichen Produktionszweige in Zł.	3085.9	5157.5	47.0	120401.0
x_3 Spezifische Kosten der tierischen Produktionszweige in Zł.	9185.7	12563.9	0.0	267474.0
Quasi-fixe Faktoren:				
k_1 Landwirtschaftlich genutzte Fläche in Hektar	14.8	14.7	1.1	185.8
k_2 Arbeitseinsatz in der landw. Produktion in Stunden pro Jahr	3861.6	1821.9	82.0	17648.0
k_3 Kapitaleinsatz (Abschreibungen und Zupacht von Betriebsmitteln) in Zł.	4108.8	2956.6	466.0	33019.0

Quelle: Eigene Berechnungen.

Die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche in Hektar (abzüglich der Brachfläche) wird in dem zweiten quasi-fixen Faktor Land (k_2) abgebildet. Der dritte quasi-fixe Faktor Kapital (k_3) wird als die Summe der Abschreibungen der Vermögensgüter, Kosten der Zupacht von Betriebsmitteln und Aufwendungen für Arbeitspferde berechnet. Diese Indikatoren stellen die Leistung des Kapitalstocks dar und dienen als Approximation für den Kapitaleinsatz.⁹⁵ Die Kapitalvariable wird mit dem Jahrespreisindex für Investitionsgüter deflationiert.

Diese neun beschriebenen Variablen gehen in die Schätzung der kurzfristigen Inputdistanzfunktion ein. Die deskriptiven Statistiken werden mit den wichtigsten Kennzahlen dieser Variablen in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengefasst.

⁹⁵ Eine alternative Berechnung des Kapitaleinsatzes mittels der Perpetual-Inventory-Methode ist recht aufwendig und benötigt lange Zeitreihen mit den Daten über die Investitionstätigkeit, die in dem Datensatz nicht vorhanden sind.

Dummy-Variablen für Spezialisierung

Bei der Schätzung der Inputdistanzfunktion wird angenommen, dass gewisse Unterschiede in den Produktionstechnologien, je nach der betriebswirtschaftlichen Ausrichtung, bestehen können. Diese Unterschiede wurden mithilfe der Dummy-Variablen für die betriebswirtschaftliche Ausrichtung (Spezialisierung) berücksichtigt. Auf diese Weise wird zwischen vier Gruppen landwirtschaftlicher Betriebe unterschieden.⁹⁶ Der Gruppe der spezialisierten Pflanzenbaubetriebe (*Spez1*) werden die landwirtschaftlichen Betriebe zugeordnet, bei denen der Wert der pflanzlichen Produktion mehr als 2/3 des gesamten Bruttoerzeugnisses ausmacht. Spezialisierte Viehhaltungsbetriebe, d. h. die Betriebe, bei denen mehr als 2/3 des BPW aus der tierischen Produktion stammt, werden in zwei weitere Kategorien unterteilt.⁹⁷ Je nachdem, ob der überwiegende Anteil (mehr als 50 %) der tierischen Erzeugnisse aus der Milchproduktion, Rinderaufzucht, Schaf- und Ziegenzucht oder Schweine- und Geflügelproduktion kommt, werden die Betriebe zu der Spezialisierungsgruppe Weideviehhaltungs- (*Spez2*) bzw. Veredlungsbetriebe (*Spez3*) zugeordnet. Die restlichen Betriebe, die sich weder auf pflanzliche noch auf tierische Produkte spezialisieren, werden als diversifizierte oder gemischte Betriebe (*Spez0*) zusammengefasst. Die betriebswirtschaftliche Ausrichtung kann bei einem Betrieb zwischen den Perioden variieren. Wenn beispielsweise bei einem auf die pflanzlichen Erzeugnisse spezialisierten Betrieb in einigen Perioden die Produktion aus Viehhaltung erhöht wird, kann er dadurch möglicherweise in die Kategorie der gemischten Betriebe übergehen. Die Verteilung der Betriebe in die vier Spezialisierungsgruppen wird in der Tabelle 3 für acht Untersuchungsjahre dargestellt.

Aus Tabelle 3 geht hervor, dass die gemischten Betriebe in dem vorhandenen Datensatz dominieren. Der Anteil dieser Betriebe schwankte in den verschiedenen Perioden zwischen 50 % und 70 %. Der Anteil der spezialisierten Betriebe liegt im Durchschnitt bei 14 % für die pflanzlichen Betriebe, 14 % für die Weideviehhaltungs- und 11 % für die Veredlungsbetriebe.

⁹⁶ Diese Aufteilung wurde in Anlehnung an die, von der Europäischen Kommission verwendeten, Klassifizierung der landwirtschaftlichen Betriebe vorgenommen (EUROPEAN COMMISSION, 1985).

⁹⁷ Bei LATRUFFE et al. (2005) wurde eine ähnliche Aufteilung vorgenommen. Dort wurden die Betriebe in spezialisierte pflanzliche und tierische Betriebe aufgeteilt, je nachdem, ob die jeweiligen Outputs mehr als 65 % des gesamten Outputs ausmachen.

Tabelle 3: Anzahl der Betriebe nach der betriebswirtschaftlichen Ausrichtung

Jahr	Gemischtbetriebe	Spez. Pflanzenbaubetriebe	Spez. Weidewiehvbetriebe	Spez. Veredlungsbetriebe	Gesamt
1994	357	45	79	99	580
1995	408	76	62	34	580
1996	424	94	30	32	580
1997	358	65	79	78	580
1998	348	76	89	67	580
1999	323	95	100	62	580
2000	330	106	92	52	580
2001	278	90	118	94	580
Gesamt	2826	647	649	507	4640

Quelle: Eigene Berechnungen.

5.3.2 Ergebnisse der Schätzung der kurzfristigen Inputdistanzfunktion

Die Parameter der stochastischen kurzfristigen Inputdistanzfunktion werden anhand der Gleichung (99) geschätzt. Als Normierungsvariable wurde dabei die Variable x_I – sonstige Vorleistungen – gewählt, da die berücksichtigten Kosten in dieser Kategorie bei allen Betrieben unabhängig von der betriebswirtschaftlichen Ausrichtung anfallen. Außerdem wurden alle Variablen mit ihren geometrischen Mittelwerten normiert (bzw. die logarithmierten Werte wurden um die arithmetischen Mittelwerte bereinigt). Damit können die Parameter erster Ordnung als die entsprechenden Elastizitäten am Punkt der Approximation interpretiert werden.⁹⁸ In die Schätzungen sind alle 4640 Beobachtungen eingegangen.

Für die Schätzung der kurzfristigen Inputdistanzfunktion wurden vier alternative Spezifikationen verwendet. Die erste Regressionsgleichung (Modell 1) wird als das einfache gepoolte stochastische Forntiermodell gemäß (99) formuliert. Außerdem wurden drei alternative Verfahren zur Berücksichtigung der Heterogenität im Datensatz angewendet, die im Abschnitt 4.1.3. vorgestellt wurden. In der zweiten Regressionsgleichung (Modell 2) wird ein True-Fixed-Effects-Modell geschätzt, indem zur Regressionsgleichung (99) betriebspezifische Dummy-Variablen gemäß (100) hinzugefügt wurden (für 580 Betriebe werden 579 Dummy-Variablen verwendet, um die perfekte Multikollinearität auszuschließen). Die dabei geschätzten

⁹⁸ Da die Logarithmierung der Nullwerte nicht möglich ist, werden alle Nullwerte mit 0,00001 ersetzt. Andere Möglichkeiten für den Umgang mit den Nullwerten sind die Box-Cox Transformation, der Battese-Ansatz sowie die Verwendung anderer Funktionsformen, wie z. B. Generalized Leontief oder Diewert-Funktion.

zusätzlichen α_j Parameter berücksichtigen die, im Modell nicht beobachtbare, individuelle betriebsspezifische Heterogenität. Allerdings wird dabei die Anzahl der Parameter stark erhöht und dementsprechend die Zahl der Freiheitsgrade reduziert. Im Modell 3 wird die Heterogenität anhand der betriebswirtschaftlichen Ausrichtung berücksichtigt. Dies erfolgt durch das Einsetzen von (102) in die Regressionsgleichung (99). Konkret werden drei Spezialisierungs-Dummy-Variablen für pflanzliche Betriebe, Weideviehhaltungs- und Veredlungsbetriebe sowohl einzeln als auch in der Interaktion mit allen Input- und Outputvariablen hinzugefügt (Dummy-Variable für diversifizierte Betriebe wird nicht berücksichtigt, um die perfekte Multikollinearität zu vermeiden). Insgesamt werden 27 zusätzliche Parameter geschätzt. Diese zwei Methoden werden im Modell 4 miteinander kombiniert, indem der Regressionsgleichung (99) sowohl betriebsspezifische Dummy-Variablen (100) als auch Spezialisierungs-Dummy-Variablen (102) hinzugefügt werden.

Die Modelle werden mithilfe des Akaike Informationskriteriums (AIC) (AKAIKE, 1973), des Bayesschen Informationskriteriums (BIC) (SCHWARZ, 1978) sowie des Hannan-Quinn Informationskriteriums (HQIC) (HANNAN und QUINN, 1979) miteinander verglichen.⁹⁹ Diese Kriterien dienen der Beurteilung der Anpassungsgüte des Modells unter Beachtung der Modellkomplexität. Letztere wird durch die Einziehung der Anzahl der Parameter und des Stichprobenumfangs berücksichtigt. Das Modell mit dem niedrigsten Wert von AIC, BIC bzw. HQIC sollte vorgezogen werden.¹⁰⁰ Der Vergleich dieser Werte ergibt, dass Modell 3 mit Spezialisierungs-Dummy-Variablen den anderen Modellen überlegen ist.¹⁰¹ Außerdem hat dieses Modell den Vorteil, dass die technologischen Unterschiede nicht nur in den Niveauparametern, sondern auch bei den Skalen- und Produktionselastizitäten abgebildet werden. Aus diesen Gründen werden für weitere Analysen die Schätzergebnisse des stochastischen Frontiermodells für die Inputdistanzfunktion mit Spezialisierungs-Dummy-Variablen (Modell 3) verwendet. Die Parameterschätzwerte und die dazugehörigen Teststatistiken werden in der Tabelle 4 zusammengestellt. Die Schätzergebnisse der anderen Modellvarianten wurden im Anhang 7 dargestellt.

⁹⁹ Diese Indikatoren werden bei Limdep wie folgt berechnet: $AIC = -2(\log L - K)/N$; $BIC = -2(\log L - K \log K)/N$; $HQIC = -2(\log L - k \log(\log N))/N$. Dabei sind hier durch $\log L$ die Loglikelihood funktion, durch K die Anzahl der Parameter und durch N die Anzahl der Beobachtungen bezeichnet.

¹⁰⁰ Eine Diskussion und einen Vergleich der Informationskriterien findet man beispielsweise bei CAMERON und TRIVEDI (2005), S. 278 f. und bei GREENE (2008), S. 142 f.

¹⁰¹ Zwei der Informationskriterien (BIC und HQIC) zeigten die niedrigsten Werte für das Modell 3. Den niedrigsten Wert des AIC zeigte das Modell 4 mit der höchsten Anzahl der Parameter. Das liegt daran, dass beim AIC die Anzahl der Parameter nicht so stark wie beim BIC oder HQIC "bestraft" wird. Aus diesen Gründen wurde das Modell 3 bevorzugt.

Tabelle 4: Schätzergebnisse des stochastischen Frontiermodells mit Spezialisierungs-Dummies

	Variable	SFA mit Spezialisierungs-Dummy-Variablen			
		Koeffizient	Stand.fehler	t-Wert	P-Wert
1	ONE	0.6481	0.0186	34.9046	0.0000
2	T	0.0267	0.0013	21.0941	0.0000
3	T*T	-0.0080	0.0012	-6.5045	0.0000
4	Y1	-0.3739	0.0101	-36.8690	0.0000
5	Y2	-0.1587	0.0047	-33.4514	0.0000
6	Y3	-0.2327	0.0050	-46.4838	0.0000
7	X2	0.2672	0.0073	36.6200	0.0000
8	X3	0.5330	0.0078	67.9347	0.0000
9	K1	-0.1475	0.0083	-17.8330	0.0000
10	K2	-0.0083	0.0091	-0.9169	0.3592
11	K3	-0.1120	0.0088	-12.6913	0.0000
12	Y1*T	-0.0043	0.0032	-1.3419	0.1796
13	Y2*T	-0.0001	0.0002	-0.6339	0.5262
14	Y3*T	0.0020	0.0008	2.3288	0.0199
15	X2*T	-0.0007	0.0026	-0.2820	0.7779
16	X3*T	-0.0013	0.0012	-1.1646	0.2442
17	K1*T	0.0016	0.0034	0.4844	0.6281
18	K2*T	0.0069	0.0036	1.9202	0.0548
19	K3*T	-0.0051	0.0038	-1.3463	0.1782
20	Y1*Y1	-0.0240	0.0227	-1.0571	0.2905
21	Y2*Y2	-0.0085	0.0004	-19.4677	0.0000
22	Y3*Y3	-0.0120	0.0004	-28.3790	0.0000
23	X2*X2	0.1119	0.0130	8.6345	0.0000
24	X3*X3	0.0359	0.0019	18.6827	0.0000
25	K1*K1	-0.0703	0.0271	-2.5954	0.0094
26	K2*K2	0.0616	0.0317	1.9433	0.0520
27	K3*K3	-0.0988	0.0320	-3.0907	0.0020
28	Y1*Y2	-0.0067	0.0013	-5.0624	0.0000
29	Y1*Y3	-0.0085	0.0043	-2.0076	0.0447
30	Y2*Y3	0.0123	0.0009	14.2977	0.0000
31	X2*X3	-0.0409	0.0041	-9.9522	0.0000
32	K1*K2	0.0099	0.0215	0.4604	0.6452
33	K1*K3	0.0288	0.0239	1.2071	0.2274
34	K2*K3	-0.0677	0.0246	-2.7541	0.0059
35	Y1*K1	0.0452	0.0195	2.3120	0.0208
36	Y1*K2	-0.0145	0.0237	-0.6117	0.5407
37	Y1*K3	0.0467	0.0248	1.8850	0.0594
38	Y2*K1	-0.0024	0.0011	-2.2717	0.0231
39	Y2*K2	-0.0004	0.0013	-0.3031	0.7618
40	Y2*K3	0.0020	0.0013	1.5886	0.1121
41	Y3*K1	0.0026	0.0029	0.9097	0.3630
42	Y3*K2	0.0052	0.0042	1.2480	0.2120

Fortsetzung der Tabelle 4

	Variable	SFA mit Spezialisierungs-Dummy-Variablen			
		Koeffizient	Std.Fehler	t-Wert	P-Wert
43	Y3*K3	0.0088	0.0043	2.0542	0.0400
44	K1*X2	-0.1309	0.0156	-8.4003	0.0000
45	K1*X3	-0.0039	0.0053	-0.7316	0.4644
46	K2*X2	-0.0161	0.0158	-1.0196	0.3079
47	K2*X3	0.0019	0.0056	0.3394	0.7343
48	K3*X2	0.0464	0.0184	2.5186	0.0118
49	K3*X3	0.0014	0.0061	0.2324	0.8163
50	Y1*X2	0.0006	0.0147	0.0377	0.9699
51	Y1*X3	0.0174	0.0061	2.8425	0.0045
52	Y2*X2	0.0052	0.0010	5.1886	0.0000
53	Y2*X3	-0.0045	0.0009	-5.0427	0.0000
54	Y3*X2	0.0230	0.0027	8.4747	0.0000
55	Y3*X3	-0.0100	0.0010	-9.8795	0.0000
56	SPEZ1	0.0725	0.0187	3.8775	0.0001
57	SPEZ2	1.3983	0.0849	16.4669	0.0000
58	SPEZ3	0.4099	0.0394	10.4009	0.0000
59	Y1*SPEZ1	0.1031	0.0294	3.5048	0.0005
60	Y1*SPEZ2	0.2319	0.0331	7.0038	0.0000
61	Y1*SPEZ3	0.2004	0.0370	5.4133	0.0000
62	Y2*SPEZ1	0.0039	0.0015	2.6239	0.0087
63	Y2*SPEZ2	-0.4053	0.0222	-18.2501	0.0000
64	Y2*SPEZ3	-0.0091	0.0014	-6.4893	0.0000
65	Y3*SPEZ1	-0.0019	0.0048	-0.4029	0.6870
66	Y3*SPEZ2	0.0008	0.0042	0.1883	0.8507
67	Y3*SPEZ3	-0.3775	0.0264	-14.3112	0.0000
68	X2*SPEZ1	-0.0978	0.0228	-4.2802	0.0000
69	X2*SPEZ2	-0.0337	0.0201	-1.6741	0.0941
70	X2*SPEZ3	-0.0972	0.0252	-3.8550	0.0001
71	X3*SPEZ1	-0.0864	0.0166	-5.1944	0.0000
72	X3*SPEZ2	0.0260	0.0206	1.2613	0.2072
73	X3*SPEZ3	0.0942	0.0266	3.5361	0.0004
74	K1*SPEZ1	-0.0277	0.0251	-1.1011	0.2708
75	K1*SPEZ2	0.1513	0.0269	5.6207	0.0000
76	K1*SPEZ3	0.0719	0.0289	2.4886	0.0128
77	K2*SPEZ1	-0.0169	0.0294	-0.5765	0.5643
78	K2*SPEZ2	-0.0285	0.0297	-0.9600	0.3370
79	K2*SPEZ3	0.0163	0.0282	0.5772	0.5638
80	K3*SPEZ1	0.0227	0.0286	0.7957	0.4262
81	K3*SPEZ2	0.0265	0.0284	0.9309	0.3519
82	K3*SPEZ3	0.0974	0.0314	3.1017	0.0019
Sigma					0.7366
Lambda					0.2054
Log Likelihood Funktion:					1350.75
Akaike Informationskriterium (AIC):					-0.546
Bayessches Informationskriterium (BIC):					-0.429
Hannan-Quinn Informationskriterium (HQIC):					-0.505

Quelle: Eigene Berechnungen.

Anm.: Die zu 5 % signifikanten Parameter wurden fett markiert.

Alle Berechnungen wurden mithilfe der ökonometrischen Software NLOGIT 4.0 (GREENE, 2007) durchgeführt. Parameter wurden nach der Maximum-Likelihood-Methode geschätzt.

Neben den geschätzten Parametern der Inputdistanzfunktion und den Informationskriterien wurden in der Tabelle 4 die geschätzten Werte für Sigma und Lambda ausgewiesen. Sigma wird als Wurzel aus der Summe der Varianzen der beiden Störterme berechnet: $\sigma = \sqrt{\sigma_v^2 + \sigma_\epsilon^2}$, wobei Lambda gleich dem Verhältnis der beiden Varianzen: $\lambda = \sigma_v^2 / \sigma_\epsilon^2$ ist. Lambda ist ein Indikator für den Einfluss der Ineffizienzkomponente auf die gesamte Varianz (GREENE, 2008, S. 112 f.).¹⁰² Im geschätzten Modell liegt der Anteil der Ineffizienzkomponente bei 20 %.

Zuerst werden die geschätzten Parameter der kurzfristigen Distanzfunktion in Bezug auf die Konsistenz mit den theoretisch erwarteten Eigenschaften überprüft. Die Koeffizienten erster Ordnung (die wegen der Mittelwertbereinigung gleich den entsprechenden durchschnittlichen Elastizitäten sind) weisen die theoretisch erwarteten Vorzeichen auf: negativ bei den Outputs, positiv bei den variablen Inputs und negativ bei den quasi-fixen Faktoren (außer dem Faktor Arbeit, dessen Parameter nicht signifikant ist). Auch die Größe der Koeffizienten entspricht der Bedeutung der einzelnen Outputs bzw. der einzelnen Faktoren im Produktionsprozess.

Die Erfüllung der Monotonieeigenschaften sollte außerdem für den ganzen Datensatz überprüft werden, indem die entsprechenden Elastizitäten nach den Formeln (92)-(95) für alle Beobachtungen berechnet werden. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind in der Tabelle 5 zusammengefasst. Des Weiteren beinhaltet diese die Anzahl der Beobachtungen mitsamt der theoretisch inkonsistenten Vorzeichen und den Anteilen der konsistenten Beobachtungen, bei denen die Monotonieeigenschaft erfüllt ist.¹⁰³

Basierend auf diesen Berechnungen konnte festgestellt werden, dass bei ungefähr 90 % der Beobachtungen die Monotonieeigenschaft in den Outputs (Negativität) erfüllt ist. Insgesamt wurden bei 558 Beobachtungen positive Elastizitäten bei einigen Outputs berechnet. Die berechneten Elastizitäten spiegeln die Bedeutung der Outputs bei den untersuchten landwirtschaftlichen Betrieben verhältnismäßig wieder.

¹⁰² Bei sehr großen Werten von Lambda könnte ein deterministischer Ansatz für die Ermittlung der Effizienz verwendet werden. Bei Werten kleiner Null ist eine einfache OLS-Schätzung die bessere Alternative gegenüber dem stochastischen Ansatz.

¹⁰³ Die Grafiken mit den Verteilungen der Elastizitäten sind im Anhang 8 zusammengefasst.

Tabelle 5: Überprüfung der Elastizitäten der kurzfristigen Inputdistanzfunktion in Bezug auf die theoretische Konsistenz

	Outputs			Variable Inputs			Quasi-fixe Faktoren		
	y_1	y_2	y_3	x_1	x_2	x_3	k_1	k_2	k_3
Durchschnittliche Elastizität	-0,374	-0,159	-0,233	0,200	0,267	0,533	-0,148	-0,008	-0,112
Anzahl der inkonsistenten Beobachtungen	7	496	62	41	75	33	352	2591	128
Anteil der konsistenten Beobachtungen, in %	99,8	89,3	98,7	99,1	98,4	99,3	92,4	55,8	97,2

Quelle: Eigene Berechnungen.

In Bezug auf die variablen Inputs waren die ersten Ableitungen der Inputdistanzfunktion in 98 % aller Fälle positiv. Diese Elastizitäten entsprechen ungefähr den durchschnittlichen Anteilen dieser Inputs an den gesamten variablen Inputs (20 % für unspezifische Inputs, 20,2 % für die Inputs der pflanzlichen und 59,7 % für die Inputs der tierischen Produktion).

Die Monotonieeigenschaft bei den quasi-fixen Faktoren wurde bei 92 % der Fälle für den Faktor Boden und bei 97 % der Beobachtungen für den Faktor Kapital erfüllt. Die Funktion ist fallend in den Faktoren Boden und Kapital, was bedeutet, dass ein zusätzlicher Einsatz dieser Faktoren zur Reduktion der variablen Kosten führt. Als problematisch erwies sich der Faktor Arbeit. Nur in der Hälfte aller Fälle wurden negative Elastizitäten berechnet. Da diese Elastizitäten basierend auf dem nicht signifikanten Parameterwert berechnet wurden, wird dieses Ergebnis vernachlässigt. Die fehlende Signifikanz beim Faktor Arbeit ist möglicherweise auf die nicht berücksichtigten Qualitätsunterschiede zwischen den Arbeitskräften zurückzuführen. Diese Unterschiede könnten evtl. über das Ausbildungsniveau der Betriebsleiter oder den Anteil der Fremdarbeitskraft teilweise abgebildet werden. Eine Berücksichtigung der Qualitätsmerkmale aller Inputs wurde von HOCKMANN und PIENIADZ (2009) über die Formulierung eines effektiven Inputs vorgenommen. Die Anwendung dieser Methode würde allerdings die Anzahl der zu schätzenden Parameter zusätzlich erhöhen, was die Berechnung mit der vorhandenen Software unmöglich macht.¹⁰⁴ Die fehlende Signifikanz des geschätzten Parameters kann andererseits darauf hinweisen, dass zusätzlicher Arbeitseinsatz in vielen Fällen keine Reduktion der variablen Kosten mit sich bringt. Das bedeutet, dass der Schattenpreis der Arbeit näher bei Null liegt. Wenn man berücksichtigt, dass der polnische Agrarsektor durch eine hohe Intensität und niedrige Produktivität der Arbeit gekennzeichnet ist, überrascht dieses Ergebnis nicht.

¹⁰⁴ Die Anzahl der Parameter, die mit der verwendeten Software NLOGIT 4.0 geschätzt werden kann, ist auf 150 begrenzt.

Für die weitere Flexibilitätsanalyse wurden alle Beobachtungen ausgeschlossen, die theoretisch inkonsistente Vorzeichen bei den Elastizitäten aufweisen (das entspricht 23 % der Fälle).¹⁰⁵ Nachdem solche Beobachtungen ausgeschlossen wurden, sind für die weitere Analysen 3653 Beobachtungen verblieben.

Im Weiteren wurden einige Hypothesentests durchgeführt, die die Relevanz bestimmter Parameter in dem Modell überprüfen sollten. Dabei wurden Tests auf die Relevanz der Dummy-Variablen für die Spezialisierung, auf die Separabilität in Bezug auf die Outputs und Inputs sowie auf den neutralen technischen Fortschritt durchgeführt. Für die Überprüfung der Hypothesen wurde der Wald-Test verwendet (WALD, 1943). Dieser Test zeigt, ob sich ein oder mehrere Parameter, die mit Maximum-Likelihood geschätzt wurden, signifikant von Null unterscheiden (CAMERON and TRIVEDI, 2005, S. 224). Die Ergebnisse dieser Tests sind in der Tabelle 6 zusammengefasst.

Die Wald-Tests auf die Relevanz der Spezialisierungs-Dummy-Variablen haben gezeigt, dass die Berücksichtigung der betriebswirtschaftlichen Ausrichtung bei der Schätzung der Produktionstechnologie eine wichtige Rolle spielt. Sowohl Niveaueffekte als auch die Interaktionen mit anderen Variablen haben einen signifikanten Einfluss auf die Berechnung der Distanzfunktion.¹⁰⁶

Weiterhin wurde ein Test auf die Separabilität in den Outputs durchgeführt. Existiert Separabilität zwischen den Inputs bzw. Outputs, so könnten diese Variablen jeweils zu einem aggregierten Input bzw. Output zusammengefasst werden (CHAMBERS, 1988, S. 285). Wenn die Nullhypothese der Separabilität in den Outputs ($\varphi_{nj} = 0, \delta_{mj} = 0$, für alle n und j) nicht abgelehnt werden kann, könnte anstatt einer Distanz- eine stochastische Produktionsfunktion geschätzt werden. Wird die Nullhypothese mit einer hohen Wahrscheinlichkeit abgelehnt, sollten die drei Outputs (bzw. Outputaggregate) einzeln in die Schätzung eingehen (BLACKORBY et al., 1977; IRZ and THIRTLE, 2004). Der durchgeführte Test lehnt die Separabilitäts-Hypothese für die Outputs ab. Damit wird die Nutzung einer Distanzfunktion mit mehreren Outputs bevorzugt. Die Hypothese, dass die beiden Outputs aus der Viehhaltung (y_2 und y_3) zu einem Output aggregiert werden sollten, wird ebenfalls abgelehnt. Zwischen den variablen Inputs kann auch keine Separabilität festgestellt werden, was gegen eine Aggregation der Inputs spricht.

¹⁰⁵ Die Beobachtungen mit den inkonsistenten Vorzeichen der Arbeitselastizität wurden nicht ausgeschlossen aufgrund der fehlenden Signifikanz des geschätzten Parameters.

¹⁰⁶ Vorzeichen und Größe der Parameter bei der Interaktion mit den Dummy-Variablen weisen auf die Unterschiede in den Elastizitäten zwischen spezialisierten und diversifizierten Betrieben hin.

Tabelle 6: Ausgewählte Hypothesentests basierend auf Wald-Teststatistik

	Hypothesentests	Nullhypothese	Chi-Quadrat	Ergebnis
Einfluss der Spezialisierung	Kein Einfluss der Spezialisierung auf die Technologie	$\alpha_{dl} = 0, \alpha_{dj} = 0, \alpha_{dn} = 0, \alpha_{dm} = 0$ für alle d, j, n, m .	390.62	abgelehnt
	Kein Einfluss der Spezialisierung auf die Outputmengen	$\alpha_{ds} = 0$ für alle d, j .	638.58	abgelehnt
	Kein Einfluss der Spezialisierung auf variable Inputs	$\alpha_{dn} = 0$ für alle d, n .	95.63	abgelehnt
	Kein Einfluss der Spezialisierung auf quasi-fixe Faktoren	$\alpha_{dm} = 0$ für alle d, m .	58.76	abgelehnt
Separabilität	Separabilität in den Inputs	$\rho_{nm} = 0, \varphi_{nj} = 0$ für alle j, n, m .	328.15	abgelehnt
	Separabilität in allen Outputs	$\delta_{ms} = 0, \varphi_{nj} = 0$ für alle j, n, m .	195.92	abgelehnt
	Separabilität zw. y_2 und y_3	$\alpha_{1j} = 0, \delta_{mj} = 0, \varphi_{nj} = 0$ für $j=2,3$ und alle j, n, m .	210.55	abgelehnt
Technischer Fortschritt	Kein technischer Fortschritt	$\mu_t = 0, \mu_{tt} = 0, \alpha_{jt} = 0, \alpha_{nt} = 0, \alpha_{mt} = 0$ für alle j, n, m .	554.55	abgelehnt
	Hicks-neutraler technischer Fortschritt in den Outputs	$\alpha_{jt} = 0$ für alle j .	7.24	nicht abgelehnt
	Hicks-neutraler technischer Fortschritt in variablen Inputs	$\alpha_{nt} = 0$ für alle n .	1.73	nicht abgelehnt
	Hicks-neutraler technischer Fortschritt in quasi-fixen Faktoren	$\alpha_{mt} = 0$ für alle m .	5.18	nicht abgelehnt

Quelle: Eigene Berechnungen.

Das positive Vorzeichen des Parameters bei der Trendvariablen t deutet auf den technischen Progress bei den polnischen Betrieben in der untersuchten Periode hin. Die geschätzte Rate des technischen Fortschritts wurde durch die erste Ableitung der Translog-Inputdistanzfunktion nach der Trendvariable t ermittelt und beträgt im Durchschnitt 2,7 % pro Jahr. In Anbetracht der Ergebnisse anderer Studien (u. a. BRÜMMER et al., 2002; LATRUFFE et al., 2008; BALCOMBE et al., 2008), die negative Raten des technischen Fortschritts für Polen ermitteln, scheint dieses Ergebnis vielleicht zu optimistisch. Hingegen berechnen COELLI und RAO (2005) eine positive Rate des technischen Fortschritts für den Zeitraum von 1980-2000 in Polen in Höhe von 0,7 %. Noch näher an dem Ergebnis dieser Arbeit liegt die Schätzung von HOCKMANN und PIENIADZ (2007), die mit dem gleichen Datensatz einen positiven technischen Fortschritt von 2,4 % berechneten.

Die Veränderungsrate des technischen Fortschritts (geschätzter Parameter bei der quadrierten Trendvariablen) ist signifikant und negativ, was auf eine Verlangsamung

des technischen Fortschritts mit der Zeit hinweist. Eine fehlende Signifikanz der Parameter, die den Einfluss der Inputfaktoren auf den technischen Fortschritt erfassen, deutet auf den Hicks-neutralen technischen Fortschritt in Bezug auf die Outputs, variable und quasi-fixe Faktoren hin. Die Überprüfung dieser Aussage wurde mit dem Waldtest durchgeführt (CAMERON and TRIVEDI, 2005, S. 224; WALD, 1943). Die Nullhypothese besagt, dass alle geschätzten Parameter für diese Variablen gleich Null sind: $\mu_{st} = 0$ für alle s , $\mu_{nt} = 0$ für alle n , $\mu_{mt} = 0$ für alle m . Alle drei Tests haben gezeigt, dass die Nullhypothesen nicht abgelehnt werden können. Allerdings deutet die hohe Signifikanz des geschätzten Parameters μ_{3t} bei dem Output y_3 darauf hin, dass der technische Fortschritt zugunsten der Schweine- und Geflügelproduktion stattgefunden hat.

Als nächste wichtige Eigenschaft der Produktionstechnologie wurden aus den geschätzten Störtermen die betriebsindividuellen Werte für die technische Effizienz nach der Formel (90) ermittelt. Außerdem wurden basierend auf den Outputelastizitäten gemäß (107)-(108) kurz- und langfristige Skalanelastizitäten berechnet. In der Tabelle 7 werden die Mittelwerte der beiden Indikatoren für die vier Spezialisierungsgruppen entsprechend der betriebswirtschaftlichen Ausrichtung dargestellt. Außerdem sind im Anhang 9 und Anhang 10 die Verteilungen der technischen Effizienz und Skalanelastizität grafisch dargestellt.

Tabelle 7: Technische Effizienz und Skalanelastizität nach den Spezialisierungsgruppen

	Gesamt	Gemischbetriebe	Spez. Pflanzenbaubetriebe	Spez. Weideviehbetriebe	Spez. Veredlungsbetriebe
Technische Effizienz	0.908	0.908	0.906	0.908	0.909
kurzfristige Skalanelastizität	0.234	0.257	0.404	0.099	0.071
Anzahl der Fälle mit zunehmenden Skalenerträgen:	4615	2826	647	642	500
Anteil der Fälle mit zunehmenden Skalenerträgen:	99.46	100.00	100.00	98.92	96.53

Quelle: Eigene Berechnungen.

Die durchschnittliche technische Effizienz polnischer landwirtschaftlicher Betriebe betrug von 1994-2001 90,8 % (siehe Tabelle 7). Dieses Ergebnis korrespondiert mit den von HOCKMANN und PIENIADZ (2007) berechneten Ineffizienzniveaus, die durchschnittlich bei 10-15 % (je nach dem verwendeten Modell) liegen. Die Ursache für die unerwartet hohen Effizienzwerte kann sein, dass sich die polnischen Betriebe in Bezug auf die Verwendung der Inputs nur wenig unterscheiden und alle Beobachtungen dadurch ziemlich nah an dem Produktionsfrontier liegen. Im Gegensatz zu LATRUFFE et al. (2005), die höhere Effizienzniveaus bei

Viehhaltungs- im Vergleich zu Pflanzenbaubetrieben festgestellt haben, konnten in der vorliegenden Studie keine großen Unterschiede in den Effizienzniveaus zwischen den Betriebstypen festgestellt werden. Allerdings basieren ihre Ergebnisse auf zwei getrennten Distanzfunktionen, die mit DEA-Verfahren berechnet wurden und viel stärker auf die extremen Werte reagieren, was tendenziell zu den niedrigeren Effizienzniveaus führt. Daher können die beiden Ergebnisse nur bedingt miteinander verglichen werden.¹⁰⁷

Wie in anderen empirischen Analysen des polnischen Agrarsektors (LATRUFFE et al., 2005; BRÜMMER et al., 2002) zeigen die Ergebnisse, dass die meisten Betriebe zu klein sind und die optimale Betriebsgröße noch nicht erreicht haben. Die Mehrheit der Betriebe (99 %) operiert im Bereich der steigenden Skalenerträge (siehe Tabelle 7 und Anhang 10). Das bedeutet, dass bei diesen Betrieben die Kosten bei weiteren Ausdehnungen der Produktionsmenge unterproportional zunehmen werden und dadurch zu einer Reduktion der Durchschnittskosten führen. Allerdings liegen die spezialisierten Viehhaltungsbetriebe (Werte von 0,099 bei den Weideviehbetrieben und 0,071 bei den Veredlungsbetrieben) näher an der optimalen Betriebsgröße als die Betriebe aus den anderen Gruppen. Spezialisierte Pflanzenbaubetriebe hatten mit dem Durchschnittswert von 0.354 die größten Skaleneffekte.

Die zweiten Ableitungen der Translog-Inputdistanzfunktion nach den variablen Inputs x wurden berechnet, um die Krümmungseigenschaft der geschätzten Funktion zu überprüfen. Alle drei Diagonalelemente der Hesseschen Matrix (110) sind am Approximationspunkt negativ. Bei einigen Beobachtungen wurden positive Werte der zweiten Ableitungen berechnet. Dies betraf in der Regel die Beobachtungen, bei denen auch die Elastizitäten inkonsistente Werte aufwiesen und von daher schon ausgeschlossen worden waren. Die Überprüfung der Konkavität über die Eigenwerte zeigte, dass für 77 % der Beobachtungen die Konkavitätseigenschaft erfüllt ist (in 3576 von 4640 Fällen waren alle drei Eigenwerte nicht positiv). Dabei war die Quasi-Konkavität bei allen Beobachtungen erfüllt, da bei allen Fällen zwei der drei Eigenwerte nicht positiv waren.

Auf der Basis der geschätzten zweiten Ableitungen können die Substitutionselastizitäten zwischen den Inputs berechnet werden. Die durchschnittlichen Allen- und Morishima-Substitutionselastizitäten zwischen den drei Inputs sowie die entsprechenden Preiselastizitäten wurden nach den Formeln (111)-(113) berechnet und in der Tabelle 8 zusammengefasst.¹⁰⁸

¹⁰⁷ In einigen anderen Studien (u. a. bei VAN ZYL et al., 2000; BRÜMMER et al., 2002) wurden die technischen Effizienzen ebenfalls berechnet. Die Ergebnisse sind aber mit den vorliegenden Ergebnissen nicht vergleichbar, da sie entweder auf Basis anderer Perioden berechnet wurden oder weil die Frontierfunktionen anders definiert sind.

¹⁰⁸ Bei der Berechnung dieser Elastizitäten wurden alle theoretisch inkonsistenten Beobachtungen ausgeschlossen. In der Tabelle 8 sind nur die Mittelwerte für die restlichen 3653 Beobachtungen angegeben.

Tabelle 8: Durchschnittliche Substitutions- und Preiselastizitäten der variablen Inputs

Allen-Substitutionselastizität		Morishima-Substitutionselastizität			
AES_{x_1,x_2}	-1.317	AES_{x_1,x_2}	-1.317	AES_{x_1,x_2}	-1.317
AES_{x_1,x_3}	1.100	AES_{x_1,x_3}	1.100	AES_{x_1,x_3}	1.100
AES_{x_2,x_3}	0.653	AES_{x_2,x_3}	0.653	AES_{x_2,x_3}	0.653
Preiselastizitäten der Faktornachfrage:					
E_{x_1,x_1}	-0.110	E_{x_1,x_1}	-0.110	E_{x_1,x_1}	-0.110
E_{x_2,x_2}	-0.212	E_{x_2,x_2}	-0.212	E_{x_2,x_2}	-0.212
E_{x_3,x_3}	-0.403***	E_{x_3,x_3}	-0.403***	E_{x_3,x_3}	-0.403***

Quelle: Eigene Berechnungen.

Anm.: *** Statistisch signifikant unterschiedlich von Null zum 1 %-Niveau.

Entsprechend der theoretischen Erwartung sind die Eigenpreiselastizitäten der Nachfrage nach den variablen Faktoren negativ. Die Kreuzpreiselastizitäten sind zwischen den variablen Inputs der tierischen Produktion und anderen variablen Inputs positiv, was auf eine gewisse Substituierbarkeit zwischen den variablen Inputs hinweist. Da die oben geschätzten Substituti, basierend auf einer kurzfristigen Distanzfunktion, berechnet wurden, wäre zu erwarten, dass die Substitutionsmöglichkeiten zwischen den sehr spezifisch definierten variablen Inputs nicht hoch ausfallen werden. Nur zwischen den spezifischen Vorleistungen der tierischen Produktion x_3 und sonstigen unspezifischen Vorleistungen x_j könnten signifikante Substitutionseffekte festgestellt werden. Die Substitutionsmöglichkeiten wären vermutlich viel stärker ausgefallen, wenn die variablen Vorleistungen in die einzelnen Unterkategorien aufgeteilt wären oder wenn bei der langfristigen Analyse die quasi-fixen Faktoren mit berücksichtigt würden.

Basierend auf den geschätzten Koeffizienten der kurzfristigen Inputdistanzfunktion wurden in einem weiteren Schritt die betriebsspezifischen Werte für Flexibilität berechnet. Die Ergebnisse werden im nächsten Unterkapitel vorgestellt.

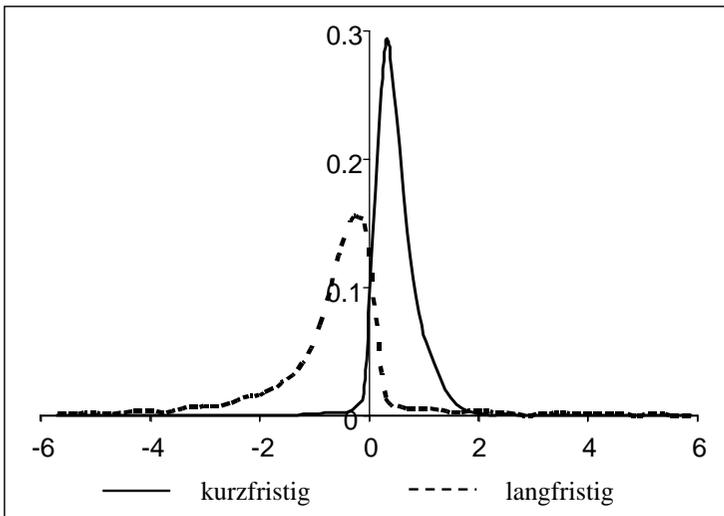
5.3.3 Berechnung der Flexibilität basierend auf der kurzfristigen Distanzfunktion

Für die vorliegende Analyse ist vor allem die Berechnung der Flexibilität, als einer weiteren wichtigen Eigenschaft der Produktionstechnologie, von wesentlicher Bedeutung. Flexibilität wird basierend auf den berechneten ersten und zweiten Ableitungen der kurzfristigen Inputdistanzfunktion ermittelt. Dabei wird die kurzfristige Flexibilität $Flex^s$ anhand der Formel (48) und die langfristige Flexibilität $Flex^l$ mithilfe der Formel (49) berechnet. Die einzelnen Komponenten der Flexibilität (Verbund-, Krümmungs- und Skaleneffekt) werden ebenfalls separat, basierend auf den Formeln (53), (55), (57) sowie (62), berechnet.

Nach der Berechnung der Flexibilität und ihren Komponenten wurden die Daten um extreme Werte bereinigt, für die keine Ursache gefunden werden konnte.¹⁰⁹ Damit wurden insgesamt 212 Beobachtungen ausgeschlossen, die die Verteilung der Flexibilität oder die einzelnen Komponenten verzerrt haben. Die Verteilung der kurz- und langfristigen Flexibilität unter den restlichen 3441 Beobachtungen ist in der Abbildung 12 dargestellt. Außerdem sind die Mittelwerte und die Standardabweichungen der kurz und langfristigen Flexibilität und ihrer Komponenten, geordnet nach der betriebswirtschaftlichen Ausrichtung, in den Tabelle 8 und Tabelle 9 zusammengefasst.

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist es wichtig, zu beachten, dass kleinere *Flex*-Werte einen flacheren Verlauf der durchschnittlichen Kostenfunktion bedeuten, was auf höhere Flexibilität der Technologie hinweist. Höhere Werte bedeuten hingegen, dass die Durchschnittskosten einen steileren Verlauf haben und dadurch der Anstieg der Kosten bei den Outputänderungen relativ groß sein wird, was wiederum auf eine relativ niedrige Flexibilität hinweist.

Abbildung 12: Verteilung der Flexibilität auf kurze und lange Frist



Quelle: Eigene Berechnungen.

Aus der Abbildung 12 wird ersichtlich, dass polnische Betriebe im Durchschnitt kurzfristig weniger flexibel sind als langfristig. Die Flexibilitätswerte, die auf Basis der kurzfristigen Inputdistanzfunktion berechnet wurden, schwankten nur geringfügig um ihren Mittelwert von $\overline{Flex}^s = 0,4$. Dagegen schwankten die Werte,

¹⁰⁹ Als extrem wurden alle Werte bezeichnet, die größer (kleiner) als der Mittelwert plus (minus) das Zweifache der Standardabweichung sind.

der für die lange Frist berechneten Flexibilität sehr stark um einen viel niedrigeren Mittelwert von $\overline{Flex} = -0,8$ (vgl. Tabelle 9 und Tabelle 12).

Tabelle 9: Kurzfristige Flexibilität und ihre Komponenten nach Betriebstypen

Gruppen nach Betriebstyp	Gesamtflexibilität	Verbundeffekt	Krümmungseffekt	Skaleneffekt
Gemischtbetriebe n = 2429	0.426 (0.360)	0.354 (0.234)	-0.557 (0.458)	0.629 (0.437)
Spez. Pflanzenbaubetriebe n = 370	<i>0.601</i> (0.356)	0.255 (0.137)	<i>-0.460</i> (0.253)	<i>0.806</i> (0.442)
Spez. Weideviehbetriebe n = 398	0.210 (0.295)	0.580 (0.368)	-0.694 (0.449)	0.324 (0.285)
Spez. Veredlungsbetriebe n = 224	0.153 (0.500)	<i>0.900</i> (0.604)	-1.053 (0.632)	0.306 (0.277)
Gesamt n = 3441	0.400 (0.383)	0.408 (0.328)	-0.598 (0.409)	0.590 (0.437)

Quelle: Eigene Berechnungen.

Anm.: In der Tabelle sind die Mittelwerte und Standardabweichungen (in Klammern) ausgewiesen. Höchste Flexibilität wird fett markiert, die niedrigste kursiv.

Die statistischen Tests auf die Unterschiede in den Mittelwerten zwischen den Gruppen haben in der Regel auf die signifikanten Unterschiede zwischen diesen hingewiesen (Ergebnisse dieser Tests sind in der Tabelle 10 zusammengefasst).¹¹⁰ Mit den niedrigsten Durchschnittswerten von 0,21 und 0,15 verfügten die Weidevieh- und Veredlungsbetriebe kurzfristig über eine höhere Flexibilität als andere Betriebstypen (siehe Tabelle 9). Dabei unterscheiden sich die beiden Gruppen der spezialisierten Viehhaltungsbetriebe nicht signifikant in den Werten der

¹¹⁰ Gruppenmittelwerte wurden mithilfe der t-Tests für die unabhängigen Stichproben mit unterschiedlichen Varianzen miteinander verglichen. Die Teststatistik wird wie folgt berechnet:

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{s_x^2}{N_x} + \frac{s_y^2}{N_y}}}$$

Dabei sind durch \bar{x} und \bar{y} die Mittelwerte, durch s_x und s_y die Standardabweichungen und durch die N_x und N_y die Größe der beiden Gruppen bezeichnet.

Gesamtflexibilität. Wie aus der Tabelle 10 ersichtlich wird, weist der t-Test auf keine signifikanten Unterschiede in den Mittelwerten der beiden Gruppen hin. Die Betreibe aus diesen zwei Gruppen haben am meisten vom Skaleneffekt profitiert. Im Vergleich zu den Betrieben, die sich nicht auf die tierische Produktion spezialisieren, hatten beide Gruppen der Viehhaltungsbetriebe die niedrigsten Werte bei der Skaleneffektivität. Das bedeutet, dass obwohl diese Betriebe immer noch Kostenvorteile aufgrund der weiteren Reduktion der Durchschnittskosten durch eine Ausweitung der Produktionsmenge erzielen, diese Vorteile jedoch nicht mehr so groß sind wie bei den kleineren Betrieben. Das korrespondiert mit den Ergebnissen anderer empirischer Studien für den polnischen Agrarsektor, die zeigen, dass spezialisierte Viehhaltungsbetriebe, im Vergleich zu den Pflanzenbaubetrieben, näher an ihrer optimalen Betriebsgröße lagen (LATRUFFE et al., 2005). Daraus folgt, dass Weideviehhaltungs- und Veredlungsbetriebe flexibler als die anderen Betriebskategorien sind, wenn Flexibilität, gemäß CHAMBERS (1988), über die Kostenflexibilität definiert wird. Laut der in dieser Arbeit verwendeten Definition ist die Flexibilität außerdem vom Verbund- und Krümmungseffekt abhängig. Welche Rolle diese Effekte bei der Anpassungsfähigkeit der Betriebe spielen, wird im weiteren Verlauf diskutiert.

Zur der höheren durchschnittlichen Flexibilität der Veredlungsbetriebe tragen zusätzlich die niedrigsten negativen Krümmungseffekte (-1,053) bei. Das bedeutet, dass Betriebe aus dieser Gruppe über Flexibilitätsvorteile aufgrund der stärker abnehmenden Grenzkosten verfügen. Dieser Effekt wird allerdings durch die relativ hohen Werte der Verbundeffekte (0,900) negativ beeinflusst.

Tabelle 10: Tests auf die Unterschiede in den Mittelwerten zwischen den Betriebsgruppen (für kurzfristige Flexibilität)

Paare der Betriebsgruppen	Gesamtflexibilität		Verbundeffekt		Krümmungseffekt		Skaleneffekt	
	t-Statistik/ Signifikanz		t-Statistik/ Signifikanz		t-Statistik/ Signifikanz		t-Statistik/ Signifikanz	
Gemischt- und Pflanzenbaubetriebe	-8.79	0.000	11.56	0.000	-6.46	0.000	7.18	0.000
Gemischt- und Weideviehbetriebe	13.06	0.000	-11.87	0.000	5.80	0.000	18.12	0.000
Gemischt- und Veredlungsbetriebe	8.30	0.000	-14.02	0.000	12.05	0.000	16.34	0.000
Pflanzenbau- und Weideviehbetriebe	16.48	0.000	-16.44	0.000	8.99	0.000	17.20	0.000
Pflanzenbau- und Veredlungsbetriebe	12.11	0.000	-16.41	0.000	13.93	0.000	17.25	0.000
Weidevieh- und Veredlungsbetriebe	-1.61	0.053	7.48	0.000	-7.75	0.000	-0.80	0.211

Quelle: Eigene Berechnungen.

Anm.: Tests, die auf signifikante Unterschiede in den Mittelwerten zwischen zwei Betriebsgruppen hinwiesen ($p < 0.05$), wurden fett markiert.

Spezialisierte Pflanzenbau- und Gemischtbetriebe profitierten mehr als andere von den Verbundeffekten. Die Werte für die Verbundeffekte lagen bei diesen Betrieben bei 0,255 bzw. 0,354. Diese Werte resultieren aus der Summe der jeweiligen Verbundeffekte zwischen den drei Outputs. Auch wenn zwischen einigen der Outputs Kostenkomplementaritäten vorhanden sind (d. h. wenn die zweite Ableitung negativ ist), werden diese oft durch positive Werte kompensiert, sodass am Ende keine negativen Gesamtverbundeffekte entstehen.¹¹¹ An dieser Stelle ist es wichtig, zu erwähnen, dass nur bei wenigen Beobachtungen Kostenkomplementaritäten zwischen den Outputs festgestellt wurden (vgl. Tabelle 11). In diesen Fällen waren die daraus resultierenden Verbundvorteile insbesondere zwischen den beiden tierischen Outputs (Milchprodukte und Outputs aus Schweine- und Geflügelhaltung) zu beobachten. Zwischen anderen Outputs konnten fast keine Kostenkomplementaritäten festgestellt werden. In den meisten Fällen steigen die variablen Grenzkosten eines Outputs wenn die Produktion eines anderen Outputs erhöht wird, was für die Existenz der Verbundnachteile zwischen den Outputs und folglich für eine Spezialisierung auf einen Outputaggregat spricht.

Es gibt mindestens zwei Begründungen dafür, warum auf die kurze Frist nur in wenigen Fällen Verbundvorteile zwischen den untersuchten Outputs identifiziert werden konnten. Zum Teil kann dieses Ergebnis durch die verwendete Aggregation der Outputs erklärt werden. Es ist zu erwarten, dass zwischen zwei Produkten, die in die jeweiligen Produktkategorien eingehen, durchaus positive Verbundvorteile vorhanden sind, da sie mit den ähnlichen Verfahren und denselben Inputs produziert werden. Eine Identifikation dieser Effekte ist nur durch eine stärkere Disaggregation der Outputs möglich. Das würde allerdings die Anzahl der zu schätzenden Parameter deutlich erhöhen und die Schätzung eines ohnehin schon ziemlich komplizierten Modells zusätzlich erschweren. Eine weitere Erklärung für fehlende Verbundvorteile könnte sein, dass die Kostenkomplementaritäten basierend auf einer kurzfristigen Distanzfunktion geschätzt wurden. Das bedeutet, dass diese Effekte nur aus der gemeinsamen Verwendung der variablen Inputs resultieren können. Kostenvorteile, die aus der verbundenen Produktion durch die gemeinsame Nutzung der quasi-fixen Faktoren resultieren, werden bei der Berechnung der langfristigen Verbundvorteile berücksichtigt.

¹¹¹ Kostenkomplementaritäten zwischen den Outputs wurden basierend auf den Nebendiagonalelementen der Matrix ermittelt, die nach der Formel (57) berechnet wurde. Die negativen Werte weisen auf die Kostenkomplementaritäten zwischen den entsprechenden Outputs hin.

Tabelle 11: Existenz der Kostenkomplementaritäten zwischen den Outputs (auf kurze Frist)

Betriebstyp	Anzahl der Betriebe in der Gruppe	Anzahl der Fälle mit Kostenkomplementaritäten			Anteil der Fälle mit Kostenkomplementaritäten, in %		
		zwischen y_1 und y_2	zwischen y_1 und y_3	zwischen y_2 und y_3	zwischen y_1 und y_2	zwischen y_1 und y_3	zwischen y_2 und y_3
Gemischtbetriebe	2429	3	28	79	0,1	1,2	3,3
Spez. Pflanzenbaubetriebe	370	0	0	25	0,0	0,0	6,8
Spez. Weideviehbetriebe	398	0	7	3	0,0	1,8	0,8
Spez. Veredlungsbetriebe	244	1	2	5	0,4	0,8	2,0
Gesamt	3441	4	37	112	0,1	1,1	3,3

Quelle: Eigene Berechnungen.

Die spezialisierten Pflanzenbaubetriebe waren kurzfristig am unflexibelsten. Der Mittelwert der Gesamtflexibilität beträgt bei diesen Betrieben 0,6 und ist signifikant höher als bei den Betrieben aus den anderen Gruppen (siehe Tabelle 9 und Tabelle 10). Trotz vorhandener Kostenvorteile aus der verbundenen Produktion waren diese Betriebe im Durchschnitt zu weit von ihrer optimalen Betriebsgröße entfernt, was sich in den relativ hohen positiven Werten des Skaleneffekts (0,806) widerspiegelt. Auch der Krümmungseffekt hat, im Vergleich zu den Betrieben aus anderen Gruppen, durch die relativ wenig abnehmenden Grenzkosten nicht zu einer höheren Flexibilität beigetragen. Die letzten zwei Effekte haben die relativ hohen Vorteile aus der Verbundproduktion überkompensiert und die Anpassungsfähigkeit insgesamt negativ beeinflusst. Das zeigte sich in den relativ hohen Werten der zweiten Ableitung der Durchschnittskostenfunktion bei Pflanzenbaubetrieben. Dies impliziert, dass diese Betriebe einen relativ steileren Verlauf der Durchschnittskosten haben und dadurch weniger flexibel sind.

Unter Verwendung der theoretischen Zusammenhänge zwischen kurz- und langfristiger Kostenfunktion und den entsprechenden Dualitätsbeziehungen für die Inputdistanzfunktion können zusätzlich die einzelbetrieblichen Werte für langfristige Flexibilität und ihre Komponenten berechnet werden. Bisher wurde bei der kurzfristigen Analyse angenommen, dass nur die variablen Faktoren (Vorleistungen der pflanzlichen und tierischen Produktion sowie sonstige variable Faktoren) zu ihren optimalen Mengen eingesetzt wurden. Es ist allerdings nicht ausgeschlossen, dass die Unternehmen alle Produktionsfaktoren (einschließlich Boden, Arbeit und Kapital) optimal eingesetzt haben, um ihre Gesamtproduktionskosten zu minimieren. Das impliziert, dass alle Betriebe sich im langfristigen Gleichgewicht befinden und

die Schattenpreise der eingesetzten quasi-fixen Faktoren gleich den tatsächlichen Preisen dieser Inputs auf dem Markt sind. Diese Annahme ist schwer zu überprüfen, da in Polen keine funktionierenden Märkte für diese Faktoren existieren und keine Marktpreise vorhanden sind. Dennoch kann es von Interesse sein, die unter der Annahme des langfristigen Gleichgewichtes berechnete langfristige Flexibilität mit der kurzfristigen Flexibilität zu vergleichen.

Tabelle 12: Langfristige Flexibilität und ihre Komponenten nach Betriebstyp

	Gesamtflexibilität	Verbundeffekt	Krümmungseffekt	Skaleneffekt
Gemischtbetriebe n = 2429	-0.924 (2.619)	-0.027 (1.575)	-0.809 (1.098)	-0.089 (0.179)
Spez. Pflanzenbaubetriebe n = 370	-0.390 (2.214)	0.186 (1.346)	-0.510 (0.909)	-0.066 (0.153)
Spez. Weideviehbetriebe n = 398	-0.702 (2.846)	0.344 (1.733)	-0.822 (1.193)	-0.223 (2.847)
Spez. Veredlungsbetriebe n = 224	-0.711 (0.829)	0.464 (0.367)	-1.140 (0.978)	-0.035 (0.201)
Gesamt n = 3441	-0.826 (2.526)	0.074 (1.526)	-0.802 (1.090)	-0.098 (0.193)

Quelle: Eigene Berechnungen.

Anm.: In der Tabelle sind die Mittelwerte und Standardabweichungen (in Klammern) ausgewiesen.

Mittelwerte und Standardabweichungen der langfristigen Flexibilität, die durch die Krümmung der durchschnittlichen Gesamtkostenfunktion definiert ist, sind in der Tabelle 12 zusammengefasst. Viele Betriebe zeigen langfristig negative Werte der Flexibilität auf.¹¹² Dabei fallen hohe Werte der berechneten Standardabweichungen auf. Das ist durch viele Ausreißer zu erklären, die auf die Logarithmierung, der durch kleine Werte ersetzten Nullwerte bei einigen Beobachtungen, zurückzuführen

¹¹² Negative Werte der Flexibilität bedeuten, dass die Durchschnittskostenfunktion in diesen Bereichen einen konkaven Verlauf hat. Das ändert jedoch nichts an der Flexibilitätsinterpretation. Wenn sehr kleine Werte, die nah an Nullwerten liegen, eine sehr flexible Produktionstechnologie bedeuten, weil Durchschnittskosten in diesen Bereichen nur sehr wenig ansteigen, dann implizieren negative Werte, dass in bestimmten Bereichen Durchschnittskosten sogar sinken können, wenn die Produktion von ihrem optimalen Output verändert wird.

sind. Wie aus der Formel (109) deutlich wird, führt das Dividieren durch sehr kleine Werte bei einigen Inputs oder Outputs dazu, dass der ganze Ausdruck zu einem sehr hohen Wert "explodiert". Eigentlich sollten bei den Betrieben, die keine spezifischen Inputs verwendet haben, keine Elastizitäten berechnet werden. Eine Möglichkeit wäre, alle Beobachtungen mit den Nullwerten aus der Schätzung zu entfernen. Das würde aber bedeuten, dass aus der Analyse alle vollständig spezialisierten Betriebe ausgeschlossen werden. Eine andere Möglichkeit wäre, alle Betriebe entsprechend der Spezialisierung aufzuteilen und getrennte Distanzfunktionen für die einzelnen Gruppen zu schätzen. Da die Unternehmen in den Gruppen ähnliche Produktionsstrukturen haben, könnten die Inputs und die Outputs jeweils so definiert werden, dass dabei keine Nullwerte mehr auftreten. Für solche Aufteilungen ist die Anzahl der Beobachtungen im vorhandenen Datensatz allerdings nicht groß genug, um eine konsistente Schätzung der Produktionstechnologie für die einzelnen Gruppen zu ermöglichen. Bei der Interpretation der Ergebnisse werden mögliche Verzerrungen durch die verwendete Methodik berücksichtigt.

Tabelle 13: Tests auf die Unterschiede in den Mittelwerten zwischen den Betriebsgruppen (für langfristige Flexibilität)

Gruppenpaare	Gesamtflexibilität		Verbundeffekt		Krümmungseffekt		Skaleneffekt	
	t-Statistik/ Signifikanz		t-Statistik/ Signifikanz		t-Statistik/ Signifikanz		t-Statistik/ Signifikanz	
Gemischt- und Pflanzenbaubetriebe	-4.21	0.000	-2.77	0.003	-5.71	0.000	-2.58	0.005
Gemischt- und Weideviehbetriebe	-1.46	0.072	-4.00	0.000	0.21	0.417	10.44	0.000
Gemischt- und Veredlungsbetriebe	-2.83	0.005	-12.35	0.000	4.98	0.000	-3.99	0.000
Pflanzenbau- und Weideviehbetriebe	1.70	0.045	-1.41	0.079	4.09	0.000	10.68	0.000
Pflanzenbau- und Veredlungsbetriebe	2.53	0.012	-3.76	0.000	8.02	0.000	-2.03	0.022
Weidevieh- und Veredlungsbetriebe	-0.06	0.475	1.33	0.091	-3.67	0.000	10.54	0.000

Quelle: Eigene Berechnungen.

Anm.: Tests, die auf signifikante Unterschiede in den Mittelwerten zwischen zwei Betriebsgruppen hinwiesen ($p < 0.05$), wurden fett markiert.

Trotz der hohen Varianz unterscheiden sich Betriebe in Bezug auf die langfristige Flexibilität in der Regel signifikant voneinander (siehe Tabelle 13). Allerdings konnten langfristig, wie auch bei der kurzfristigen Flexibilität, keine signifikanten Unterschiede in den Flexibilitätsniveaus zwischen den beiden Viehhaltungsbetrieben (bezüglich der Gesamtflexibilität und des Verbundeffekts) festgestellt werden.

Auch die Gemischt- und Weideviehbetriebe unterscheiden sich weder in den Mittelwerten der langfristigen Flexibilität noch im Krümmungseffekt signifikant voneinander.

Abgesehen von manchen Ausreißern waren alle Werte der langfristigen Flexibilität durchschnittlich viel kleiner als auf kurze Frist. Daraus folgt, dass die untersuchten landwirtschaftlichen Betriebe über eine höhere Flexibilität verfügen würden, wenn sie in ihrem langfristigen Gleichgewicht produzieren würden. Dies betrifft ebenfalls alle Komponenten der Flexibilität, die bei allen Betrieben durchschnittlich viel niedrigere Werte als bei der kurzfristigen Betrachtung aufweisen. Dieses Ergebnis ist nicht überraschend und bestätigt die aus dem Le-Chatelier-Prinzip abgeleitete Hypothese, dass durch die optimale Anpassung aller, im Produktionsprozess eingesetzter, Faktoren langfristig eine höhere Flexibilität erreicht werden kann.

Tabelle 14: Existenz der Kostenkomplementaritäten zwischen den Outputs (auf lange Frist)

Betriebstyp	Anzahl der Betriebe in der Gruppe	Anzahl der Fälle mit Kostenkomplementaritäten			Anteil der Fälle mit Kostenkomplementaritäten, in %		
		zwischen y_1 und y_2	zwischen y_1 und y_3	zwischen y_2 und y_3	zwischen y_1 und y_2	zwischen y_1 und y_3	zwischen y_2 und y_3
Gemischtbetriebe	2429	949	993	2041	39,1	40,9	84,0
Spez. Pflanzenbaubetriebe	370	64	80	227	17,3	21,6	61,4
Spez. Weideviehbetriebe	398	20	30	75	5,0	7,5	18,8
Spez. Veredlungsbetriebe	244	7	12	30	2,9	4,9	12,3
Gesamt	3441	1040	1115	2373	30,2	32,4	69,0

Quelle: Eigene Berechnungen.

Wenn die beobachteten Faktoreinsatzmengen im langfristigen Gleichgewicht liegen, so würden, im Gegensatz zur kurzfristigen Betrachtung, nur die Hälfte der Betriebe im Bereich steigender Skalenerträge produzieren. Die andere Hälfte würde den Punkt der skalenoptimalen Produktion überschreiten und sich im Bereich der abnehmenden Skalenerträge befinden. Diese Entwicklung würde dann zur Erhöhung der gesamten Flexibilität führen, was insbesondere auf die Weideviehhaltungsbetriebe zutrifft, die einen hohen durchschnittlichen negativen Wert des Skaleneffekts (-0,223) aufweisen.

Wie zu erwarten war, profitieren alle Betriebstypen langfristig stärker von den Verbundvorteilen als kurzfristig (siehe Tabelle 14). Bei einer viel größeren Anzahl der Beobachtungen (mehr als 39 % aller Fälle) konnten Kostenkomplementaritäten in der Summe aller Outputkombinationen festgestellt werden. Unter den Gemischtbetrieben wurden sogar bei der Hälfte der Beobachtungen insgesamt negative

Verbundeffekte beobachtet, die im Durchschnitt einen Wert von $-0,027$ erreichen, was auf einem signifikant niedrigeren Niveau im Vergleich mit den spezialisierten Betrieben liegt. Wie auch auf kurze Frist hatten die gemischten Betriebe hauptsächlich von den Verbundvorteilen zwischen den beiden tierischen Outputs profitiert (in 84 % aller Fälle). Außerdem waren bei jeweils 39 % und 41 % dieser Betriebe Kostenkomplementaritäten zwischen den pflanzlichen Outputs und den Outputs aus Weidevieh- bzw. Schweine- und Geflügelproduktion vorhanden. Damit hätten die Gemischtbetriebe die höchsten durchschnittlichen Verbundvorteile bzw. die niedrigsten Verbundnachteile, was dazu führen würde, dass diese Betriebskategorie langfristig über die flexibelsten Produktionstechnologien verfügt. Wie auch auf die kurze Sicht wären es, unter der Annahme des langfristigen Gleichgewichtes, die spezialisierten Pflanzenbaubetriebe, die mit dem Wert der gesamten langfristigen Flexibilität von $-0,39$ die niedrigste Flexibilität hätten.

5.3.4 Vergleich mit der nach herkömmlichen Maßen berechneten Flexibilität

Basierend auf dem vorhandenen Datensatz wurden zusätzlich die Flexibilitätsindikatoren anhand der herkömmlichen und in der Flexibilitätsliteratur verwendeten Maße berechnet. Diese Maße wurden im Abschnitt 2.3 beschrieben und diskutiert. Dabei handelt es sich um Approximationen, die verschiedene Aspekte der Flexibilität abbilden sollten. Auch wenn diese drei Indikatoren nicht aus den geschätzten Parametern einer Produktionstechnologie abgeleitet werden, kann es von Interesse sein, die Flexibilitätswerte basierend auf den herkömmlichen Maßen zu berechnen und die Ergebnisse mit den, im Abschnitt 5.3.3. berechneten, Flexibilitätswerten zu vergleichen.

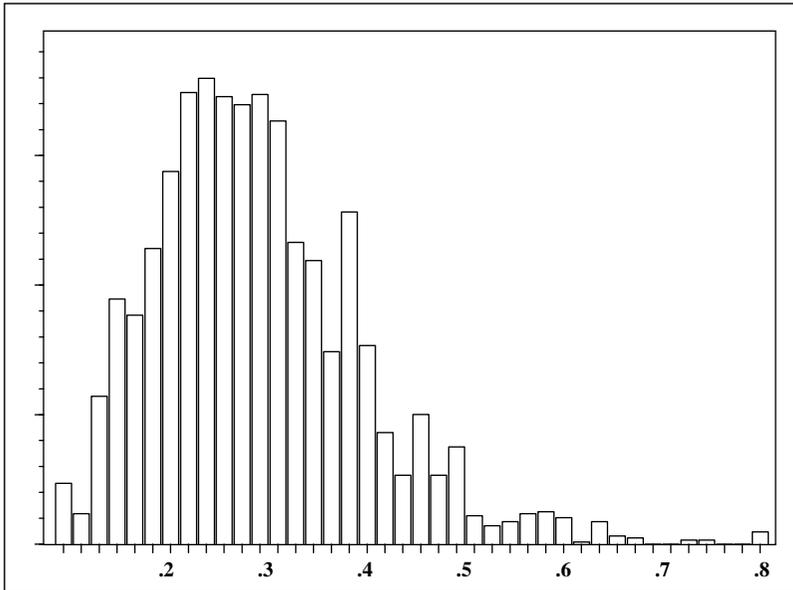
Als Erstes wurde die Variabilität des aggregierten Outputs *Flex_Var* gemäß (1) berechnet.¹¹³ Die Verteilung dieses Indikators unter den untersuchten Betrieben wird in der Abbildung 13 dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass die Werte von *Flex_Var* nur zwischen den Betrieben variieren und nicht über die Zeit. Daher ist anhand dieses Maßes keine Analyse der Veränderung der Anpassungsfähigkeit der Betriebe über die Zeit möglich.

Höhere Werte bedeuten, dass Betriebe ihre Outputmenge in der untersuchten Periode stark variierten, was von einigen Autoren als Indikator für die Anpassungsfähigkeit (Flexibilität) verwendet wird. Dabei wird angenommen, dass alle Betriebe den gleichen Marktschwankungen ausgesetzt sind und die optimale Outputmenge anstreben. Die Verwendung der Outputvariabilität als Approximation für Flexibilität wurde von Mills durch einen direkten formalen Zusammenhang beider Variablen gemäß (72) formal begründet. Dieser Zusammenhang wird unter bestimmten Annahmen – u. a. aus der Annahme der quadratischen Kostenfunktion – abgeleitet. Außerdem bleiben die Kosten, die mit den Veränderungen der Outputmenge

¹¹³ Alternativen der im Abschnitt 2.3. diskutierten Möglichkeiten zur Ermittlung der Outputvariabilität wurden auch berechnet. Die Ergebnisse unterscheiden sich nicht stark voneinander.

verbunden sind, unberücksichtigt, wenn Flexibilität nur als Variabilität des Outputs berechnet wird. Der Einfluss der Produktionsstruktur auf die Anpassungsfähigkeit kann bei *Flex_Var* ebenfalls nicht berücksichtigt werden, da dieses Maß basierend auf der aggregierten Produktionsmenge berechnet wird.

Abbildung 13: Verteilung der Flexibilität als Outputvariabilität (*Flex_Var*)



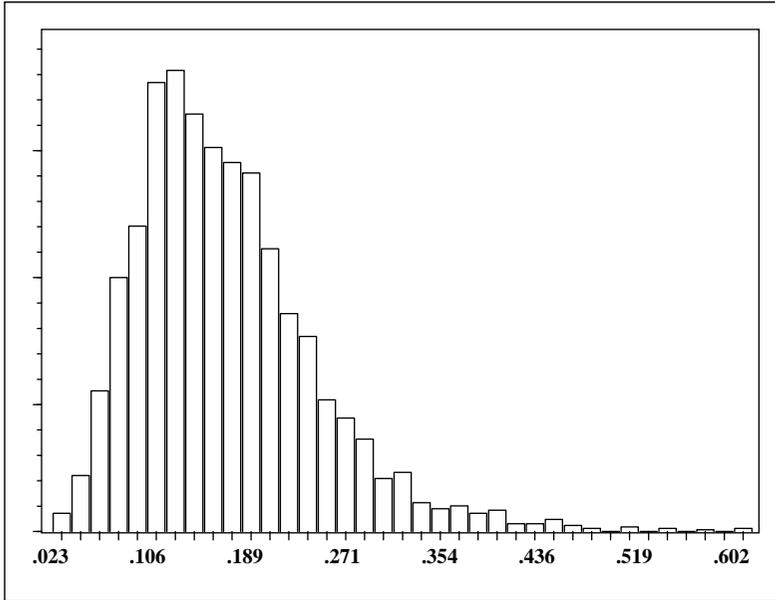
Quelle: Eigene Berechnungen.

Weiterhin wurde überprüft, ob das Flexibilitätsmaß *Flex_Var* mit anderen oben berechneten Indikatoren korreliert. Wenn beide Maße gleiche Aspekte der Anpassungsfähigkeit der Betriebe beschreiben, sollte ein negativer Zusammenhang zwischen *Flex_Var* und den anderen, im Kapitel 5.3.3 berechneten, Flex-Werten bestehen. Diese Analyse zeigt keinen signifikanten linearen Zusammenhang zwischen dem *Flex_Var* und anderen aus den Parametern der Inputdistanzfunktion berechneten Indikatoren der Flexibilität auf.

Zwei weitere Indikatoren, die basierend auf dem Michaely-Stoikov- (*Flex_MS*) und dem Lilien-Index (*Flex_Lil*) berechnet werden, beschreiben die Aspekte der Flexibilität, die mit der Anpassung der Produktionsstruktur zusammenhängen. Das erste Maß (*Flex_MS*) berechnet nach (3) die absoluten Anteilsänderungen für alle 25 Produkte und variiert zwischen 0 und 1. *Flex_MS* nimmt umso höhere Werte an, je stärker die Betriebe ihre Produktionsstruktur zwischen den aufeinanderfolgenden Perioden geändert haben. Die Verteilung dieses Indikators ist in der Abbildung 14 dargestellt. Auch bei diesem Indikator wurde keine lineare Korrelation mit

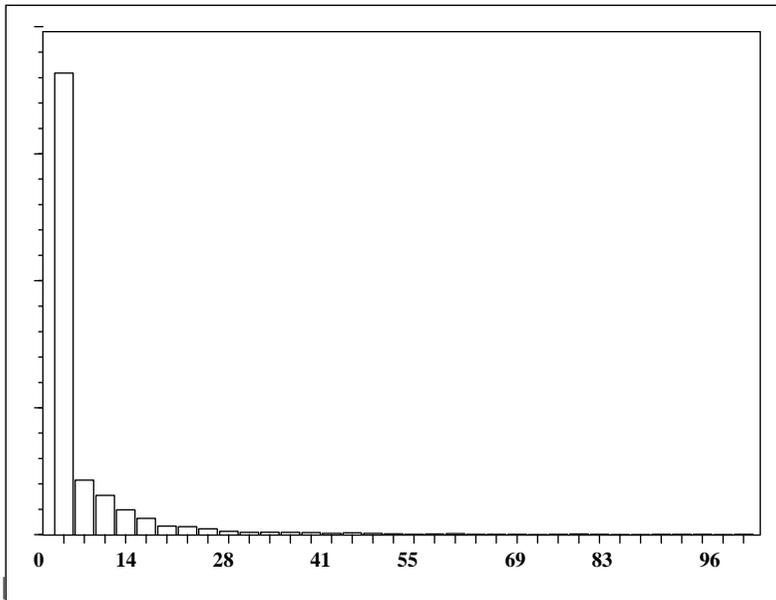
den anderen aus der Inputdistanzfunktion berechneten Flexibilitätsindikatoren festgestellt.

Abbildung 14: Verteilung der Flexibilität als Michaeli-Stoikov-Index (Flex_MS)



Quelle: Eigene Berechnungen.

Das dritte Maß (*Flex_Lil*) wird anhand der Formel (4) als die gewichtete Standardabweichung der relativen Produktwachstumsraten von der Gesamtproduktionswachstumsrate oder alternativ anhand der Formel (5) als die gewichtete Standardabweichung der relativen Produktanteilsänderungen zwischen jeweils zwei aufeinanderfolgenden Perioden berechnet. Die Strukturänderungen wurden immer im Vergleich zum Vorjahr ermittelt. Daher konnten für das erste Jahr 1994 keine Werte ermittelt werden, jedoch für alle darauffolgenden Jahre. Bei der Berechnung von *Flex_Lil* treten wegen der Logarithmierung vieler Nullwerte bei den Produktanteilen Probleme auf. Auch das Ersetzen dieser Werte mit einem sehr kleinen Wert löst das Problem nicht, da sich nach dem Logarithmieren daraus unverhältnismäßig große Werte ergeben. Aus diesem Grund ist die Verteilung des Lilien-Indikators infolge vieler extremer Werte nach rechts gekrümmt. Die Verteilung von *Flex_Lil* ist in der Abbildung 15 dargestellt.

Abbildung 15: Verteilung der Flexibilität als Lilien-Index (Flex_Lil)

Quelle: Eigene Berechnungen.

Obwohl *Flex_MS* und *Flex_Lil* unterschiedlich ermittelt werden, sind sie miteinander korreliert (Pearson-Korrelationskoeffizient gleich 0,48). Das liegt daran, dass beide Indizes Strukturänderungen abbilden. Allerdings konnte keine signifikante lineare Korrelation zwischen diesen beiden Indizes und den ermittelten Flexibilitätswerten, die auf der Distanzfunktion basieren, festgestellt werden. Nur zwischen *Flex_MS* und dem Verbundeffekt besteht ein schwacher negativer Zusammenhang (Korrelationskoeffizient ist -0,20). Das bedeutet, dass Betriebe, die über die Kostenkomplementaritäten zwischen den Outputs verfügten und höhere Kostenvorteile aus der Diversifikation besaßen, auch in der Lage waren, die Produktionsstruktur stärker zu variieren.

Da diese drei Indikatoren, und dabei insbesondere die Outputvariabilität, in den früheren Analysen zur Messung der Flexibilität verwendet wurden, wird die Verteilung der berechneten Werte auf die Betriebe aus den verschiedenen Spezialisierungsgruppen – zum Vergleich mit den im Abschnitt 5.3.3 ermittelten Ergebnissen – dargestellt. In der Tabelle 15 werden Mittelwerte und Varianzen der drei Flexibilitäten, die nach den herkömmlichen Maßen berechnet wurden, zusammengestellt.

Mittelwerte der *Flex_Var*, die durch die Outputvariabilität berechnet wurden, unterscheiden sich nur geringfügig zwischen den Spezialisierungsgruppen. Unabhängig von der Produktionsausrichtung waren alle spezialisierten Betriebe in

einem gleichen Ausmaß in der Lage, ihre gesamte Produktionsmenge in der beobachteten Periode zu variieren. Die niedrigste Outputvariabilität war bei den unspezialisierten Betrieben (Gemischtbetrieben) festzustellen. Eine mögliche Ursache liegt darin, dass die Anpassungen bei diesen überwiegend stark diversifizierten Betrieben hauptsächlich über die Produktionsstruktur- und nicht über die Produktionsmengenänderungen stattgefunden haben. Diese Aspekte der Flexibilität werden in den zwei weiteren Indikatoren (*Flex_MS* und *Flex_Lil*) berücksichtigt.

Tabelle 15: Vergleich der Flexibilität als Krümmung der Durchschnittskostenfunktion mit den herkömmlichen Flexibilitätsmaßen

	Flex_Var	Flex_MS	Flex_Lil
Gemischtbetriebe n = 2429	0.282 (0.097)	0.146 (0.082)	3.158 (7.589)
Spez. Pflanzenbaubetriebe n = 370	0.320 (0.114)	0.188 (0.110)	5.060 (12.369)
Spez. Weideviehbetriebe n = 398	0.329 (0.120)	0.118 (0.071)	1.961 (5.050)
Spez. Veredlungsbetriebe n = 224	0.302 (0.091)	0.115 (0.079)	2.796 (6.800)
Gesamt n = 3441	0.293 (0.103)	0.146 (0.089)	3.199 (7.990)

Quelle: Eigene Berechnungen.

Anm.: In der Tabelle sind die Mittelwerte und Standardabweichungen (in Klammern) ausgewiesen.

Was die Anpassungen der Produktionsstruktur betrifft, zeichneten sich die spezialisierten Pflanzenbaubetriebe durch die überdurchschnittlich hohen Werte bei *Flex_MS* und *Flex_Lil* aus. Das bedeutet, dass bei dieser Kategorie der landwirtschaftlichen Unternehmen größere Änderungen in der Struktur der produzierten Outputs beobachtet wurden als bei den Betrieben aus den anderen Spezialisierungsgruppen. Das korrespondiert mit dem Ergebnis der vorhergehenden Analyse, bei der Pflanzenbaubetriebe in Bezug auf die Verbundeffekte flexibler als andere Betriebe waren. Obwohl Verbundeffekte als Kostenvorteile bei der gemeinsamen Produktion von jeweils zwei Outputs für nur drei verschiedene Outputaggregate berechnet werden, können dadurch die Vorteile der Diversifizierung abgebildet werden. Solche Betriebe würden ihre Produktionsstruktur möglicherweise leichter an die Marktänderungen anpassen, was durch die beiden Strukturänderungsmaße dargestellt wird. Die Unternehmen, die sich auf die tierische Produktion spezialisieren (spezialisierte Weidevieh- und Veredlungsbetriebe), zeichneten sich im Durchschnitt durch die niedrigsten Änderungen der Produktionsstruktur aus, was diesbezüglich auf eine niedrigere Flexibilität dieser Betriebe hinweist.

Der Vergleich verschiedener Indikatoren, die für die Messung der Flexibilität verwendet werden, zeigt, dass diese Kennzahlen unterschiedliche Aspekte der

Anpassungsfähigkeit abbilden. Aus diesem Grund unterscheiden sich die Ergebnisse stark voneinander und können nicht direkt miteinander verglichen werden. Die herkömmlichen Flexibilitätsmaße können verwendet werden, um die Outputvariabilität und die Strukturänderungen der Betriebe zu analysieren. Zur Abbildung der Flexibilität sind allerdings die Indikatoren besser geeignet, die auf dem theoretischen Maß basieren und aus den Parametern einer Produktionstechnologie abgeleitet werden, da dabei die Kostenänderungen berücksichtigt werden, die sich infolge der Abweichungen ergeben. Die Interpretation der Ergebnisse wird außerdem durch die Aufteilung der Gesamtflexibilität in drei Effekte erleichtert, wodurch zusätzliche Erkenntnisse über die Quellen der Flexibilität gewonnen werden können.

Der Frage, warum bestimmte Betriebe über höhere Flexibilität als andere verfügen und welche Faktoren einen Einfluss auf die Anpassungsfähigkeit haben, wird im nächsten Abschnitt nachgegangen.

5.4 Empirische Analyse zur Erklärung der Flexibilität

Nachdem die Flexibilität aus den Parametern der Produktionsfunktion berechnet wurde, werden in der zweiten Stufe der empirischen Analyse die Bestimmungsfaktoren der Flexibilität identifiziert. Mithilfe einer Regressionsanalyse wird hierzu der Einfluss verschiedener, im Kapitel 3.3 diskutierter, Variablen auf die Flexibilität ökonometrisch geschätzt. Zuerst werden die im Datensatz vorhandenen Variablen für die Erklärung der Flexibilität beschrieben, danach die Ergebnisse der Regressionsanalyse vorgestellt und erörtert.

5.4.1 Variablen für die Erklärung von Flexibilität

Für die Erklärung der Flexibilität wurden mehrere ökonomische und soziodemografische Faktoren verwendet. Ökonomische Variablen können, basierend auf den jährlichen Buchführungsdaten, ermittelt werden. Während Werte dieser Variablen mit der Zeit variieren, bleiben die meisten soziodemografischen Faktoren dagegen konstant und ändern sich nicht von einem Jahr zum anderen. Dieser Aspekt ist für die Formulierung des Regressionsmodells wichtig. Deskriptive Statistiken der Variablen zur Erklärung der Flexibilität sind in der Tabelle 16 zusammengefasst.

Ökonomische Variablen

Für die Analyse des Zusammenhangs zwischen **Betriebsgröße** und Flexibilität soll ein geeignetes Maß für die Größe eines landwirtschaftlichen Betriebs definiert werden. In der Literatur werden viele verschiedene Maße für die Betriebsgröße diskutiert (STANTON, 1978; LUND und PRICE, 1998; HADRICH and OLSON, 2011). Einige Autoren benutzen die physische Menge an Ressourcen, die in den Produktionsprozess eingeht, wie z. B. landwirtschaftliche Nutzfläche, Viehbestand oder die Anzahl der Arbeitskräfte. Andere Autoren empfehlen die Nutzung von monetären Größen, u. a. Bilanzvermögen, Ertrag, Gesamtvermögen, Standarddeckungsbeitrag usw. Physische Maße der Betriebsgröße finden bei der Analyse

landwirtschaftlicher Betriebe Anwendung, die entweder auf pflanzliche Produktion oder auf Tierproduktion spezialisiert sind.

Da die Landwirtschaft in Polen durch stark diversifizierte Betriebe gekennzeichnet ist, bietet sich für diese Analyse die Verwendung des Gesamtproduktionswerts, welcher als die Gesamtsumme aller produzierten Outputs zu ihren jeweiligen Preisen definiert ist, als Maß für die Betriebsgröße, an.¹¹⁴ Diese Werte wurden mit den entsprechenden jährlichen Preisindizes deflationiert, um Inflationseffekte auszuschließen.

Der Effekt der **Produktpreisvariabilität** auf die Flexibilität kann nicht ermittelt werden, da im vorhandenen Datensatz keine einzelbetrieblichen Produktpreise vorhanden sind. Mit dem in dieser Arbeit verwendeten Flexibilitätsmaß wird die potenzielle Fähigkeit der Technologie, sich an die Änderungen der Marktsituation anzupassen, erfasst. Von dieser Seite aus betrachtet ist die Flexibilität bei einem Betrieb entweder vorhanden oder nicht – unabhängig von den Preisentwicklungen auf den Märkten. Andererseits würden die Unternehmen bei steigender Preisvolatilität auf den Märkten mehr Flexibilität nachfragen und flexiblere Technologien anwenden. Um diese Effekte zu berücksichtigen, könnten die Schwankungen der Outputpreise in den Jahren vor dem Untersuchungszeitraum als abhängige Variable herangezogen werden. Allerdings ist unklar, wie diese Preisvolatilität ermittelt werden sollte. Auf welchen Märkten, für welche Produkte, in welchen Regionen und für welche Zeitperiode sollten die Preisschwankungen berücksichtigt werden? Es ist zu vermuten, dass der Effekt der Preisvariabilität von dieser Wahl stark abhängen würde. Da keine eindeutige theoretische Begründung für die Auswahl der Variable existiert, wurde auf die Verwendung der Variable Produktpreisvariabilität verzichtet.

Eine weitere ökonomische Variable, die **Kapitalintensität**, wird als der Anteil des Sachanlagevermögens am Gesamtvermögen des Betriebs zu Beginn des untersuchten Jahres definiert.¹¹⁵ Als Sachanlagevermögen gelten eigenes Land,

¹¹⁴ In den FADN-Datensätzen der späteren Zeitperioden sind für jeden Betrieb die Angaben der wirtschaftlichen Betriebsgröße in ESU (Europäische Größeneinheit) vorhanden. Dieses Maß wird unter Verwendung des standardisierten Standarddeckungsbeitrags (SDB) berechnet, der für verschiedene pflanzliche und tierische Produkte auf der Ebene des Erhebungsbezirks bestimmt wird. Durch die Multiplikation der Flächen bzw. der Zahl der Tiere im Betrieb mit den entsprechenden SDB und der anschließenden Addition dieser Produkte erhält man den gesamten Standarddeckungsbeitrag des betreffenden Betriebs. Dieses Maß wird in der EU als ein allgemeines Maß für die wirtschaftliche Betriebsgröße verwendet. In dem für die vorliegende Analyse verwendeten Datensatz sind keine Angaben zur ESU vorhanden.

¹¹⁵ Unter Kapitalintensität wird häufig das Verhältnis von Kapital zur Arbeit verstanden. Dieser Indikator wird für die Ermittlung des Mechanisierungsgrades eines Unternehmens verwendet. In der vorliegenden Analyse wird der Begriff aus der Bilanzanalyse verwendet, wo Kapital- bzw. Anlageintensität als Anteil des Anlagevermögens im Gesamtvermögen definiert ist und als Indikator für die Anpassungsfähigkeit des Unternehmens bzw. seiner Flexibilität verwendet wird (vgl. u. a. HEIDENREICH, 2004, S.12).

Wirtschaftsgebäude, Maschinen und Geräte, Transportmittel, Tiervermögen u. Ä.. Im Durchschnitt stellt das Sachanlagevermögen bei den polnischen Betrieben ungefähr 87 % des Gesamtvermögens dar. Dabei entfällt der größte Anteil auf Gebäude, Bodenkapital und Transportmittel. Diese Kapitalgüter können nicht von heute auf morgen veräußert oder gekauft werden und zählen daher häufig als fixes Kapital. Die damit verbundenen fixen Kosten können aufgrund der längerfristigen Bindung des Anlagevermögens nicht schnell reduziert werden und verringern somit die Anpassungsfähigkeit der Betriebe. Unter den verschiedenen Spezialisierungsgruppen hatten die Weideviehbetriebe (inklusive Milchproduzenten) die höchste Kapitalintensität.

Der **Kommerzialisierungsgrad** ist als Anteil der verkauften Güter in der gesamten Produktion definiert. Die untersuchten Betriebe verkauften im Durchschnitt 55 % der produzierten Güter auf dem Markt. Die restlichen 45 % werden im Betrieb verwendet oder von der Familie konsumiert. Dieser nicht vermarktete Anteil kann als Subsistenzgrad eines landwirtschaftlichen Betriebs betrachtet werden. Den größten Subsistenzgrad haben diversifizierte Betriebe. Sie verkaufen im Durchschnitt nur 50 % des Bruttoproduktionswerts und verwenden die restliche Hälfte selbst. Dagegen liegt der durchschnittliche Vermarktungsanteil der spezialisierten Veredlungsbetriebe bei 61 %.

Der **Anteil der Fremdarbeitskraft** wird als Verhältnis der, in der landwirtschaftlichen Produktion eingesetzten saisonalen und fest angestellten, Fremdarbeitskräfte zum gesamten Arbeitseinsatz berechnet. Mehr als die Hälfte der analysierten Betriebe (56 %) sind reine Familienbetriebe, die keine Fremdarbeitskräfte einsetzten. Die Betriebe decken im Durchschnitt nur 3,5 % des gesamten Arbeitseinsatzes über Fremdarbeitskräfte ab.

Der **Zugang zum Kreditmarkt** wird approximiert, indem berechnet wird, welcher Anteil des gesamten Geldzuflusses des jeweiligen Jahres über die Kredite der Privatbanken finanziert wurde. Die potenzielle Möglichkeit einer Kreditaufnahme wird durch diese Variable zwar nicht erfasst, zumindest aber die Fähigkeit, über die Bankkredite den eigenen finanziellen Bedarf zu decken.

Diversifikation der landwirtschaftlichen Produktion wird unter Verwendung des Berry-Index (JACQUEMIN und BERRY, 1979) wie folgt berechnet: $D_{Berry} = 1 - \sum_j s_j^2$. Dieser Index berücksichtigt die Anteile verschiedener Outputs an der Gesamtproduktion und nimmt die Werte zwischen Null und Eins an. Bei hoch spezialisierten Betrieben, die nur ein einziges Output produzieren, nimmt der Berry-Index den Wert Null an, wogegen der Wert bei unendlich vielen Outputs gegen Eins strebt. Dieser Index wurde für 25 Outputs berechnet.

Technische Effizienz wurde bei der Schätzung der stochastischen Inputdistanzfunktion für jeden Betrieb und jedes Jahr gemäß der Formel (90) berechnet. Die durchschnittliche Effizienz liegt bei 90 % und variiert zwischen 69 % und 97,5 %.

Außerdem wurden drei **Dummy-Variablen für die Spezialisierung** in das Modell aufgenommen, da Unterschiede in der Produktionsausrichtung einen Einfluss auf die Flexibilität haben, wie im Unterkapitel 5.3.3 dargestellt wurde.

Soziodemografische Variablen

Wenn ein landwirtschaftlicher Betrieb im gesamten untersuchten Zeitraum von derselben Person geführt wurde, bleiben die meisten soziodemografischen Variablen, wie Alter, Ausbildungsgrad, Geschlecht und Anzahl der Familienmitglieder (Familiengröße) über alle Perioden unverändert.

Das Durchschnittsalter der Betriebsleiter liegt bei 45 Jahren. Variablen für die allgemeine Ausbildung bestehen aus neun Kategorien. Diese reichen von keiner formalen Ausbildung (Kategorie 1) bis hin zur abgeschlossenen Hochschulbildung (Kategorie 9). Spezielle landwirtschaftliche Ausbildung wird von Eins (keine landwirtschaftliche Ausbildung) bis Sechs (landwirtschaftlicher Hochschulabschluss) kategorisiert. Die meisten Landwirte haben nur einen Grundschulabschluss ohne zusätzliche landwirtschaftliche Ausbildung und ohne speziellen Berufsschulabschluss. Nur ganz wenige Betriebsleiter (weniger als 2 %) besitzen einen Hochschulabschluss. Die Familiengröße wird durch die Anzahl aller Familienmitglieder, einschließlich kleiner Kinder, charakterisiert. Die meisten Familien bestehen aus 4 bis 5 Familienmitgliedern. Das Geschlecht wird über eine Dummy-Variable abgebildet, die den Wert Eins annimmt, wenn der Betrieb von einem Mann geleitet wird. Die meisten Betriebe (87,6 %) werden von Männern geführt. Der Datensatz enthält keine Angaben zur Risikoeinstellung des Betriebsleiters. Daher wird die Risikoaversion über den durchschnittlichen Anteil der jährlichen Ausgaben für die Versicherungen an den Gesamtausgaben approximiert. Dahinter steht die Annahme, dass risikoaverse Entscheidungsträger dazu neigen, verhältnismäßig mehr Versicherungen abzuschließen.

Tabelle 16: Deskriptive Statistiken der Variablen zur Erklärung der Flexibilität

	Mittelwert	Standard- Abweichung	Minimum	Maximum
Ökonomische Variablen:				
Dummy Spez. Pflanzenbaubetriebe	0.108		0	1
Dummy Spez. Weideviehhaltung	0.116		0	1
Dummy Spez. Veredlungsbetriebe	0.071		0	1
Betriebsgröße	26.528	17.756	2.480	140.342
Technische Effizienz	0.909	0.026	0.735	0.974
Diversifikation	0.798	0.083	0	0.967
Kapitalintensität	0.873	0.064	0	0.988
Anteil der Fremdarbeitskräfte	0.030	0.067	0	1
Kommerzialisierungsgrad	0.536	0.144	0	1.733
Zugang zum Kreditmarkt	0.064	0.089	0	0.785
Soziodemografische Variablen:				
Alter	45.572	10.796	18	79
Ausbildung allgemein	3.390	0.864	1	9
Ausbildung landwirtschaftlich	2.362	1.313	1	6
Familiengröße	4.570	1.631	1	14
Geschlecht (Dummy)	0.876		0	1
Risikoaversion	0.012	0.006	0	0.049

Quelle: Eigene Berechnungen.

5.4.2 Ergebnisse der Regressionsanalyse zur Erklärung der Flexibilität

Die Regressionsanalyse zur Erklärung der Flexibilität erfolgt für die 3441 Beobachtungen, die nach der Bereinigung der Daten um die theoretisch inkonsistenten Beobachtungen und Ausreißer übrig geblieben sind. Damit stellt der Datensatz einen unausgeglichene Paneldatensatz dar und ermöglicht über spezielle Paneldatenansätze die Berücksichtigung der nicht beobachteten Heterogenität. Da aber einige erklärende Variablen, die soziodemografische Charakteristika darstellen, zeitinvariant sind, ist das Fixed-Effekte-Modell ungeeignet. Die Verwendung des Random-Effekte-Modells ist ebenfalls nicht möglich, wenn die unbeobachtete Heterogenität – wie bei einigen ökonomischen Variablen zu erwarten ist – mit anderen Regressoren korreliert ist. Aus diesem Grund wird die Schätzung der Regressionsparameter mit dem, im Abschnitt 4.2 beschriebenen, Hausman-Taylor-Ansatz

durchgeführt. Dazu wurden im Modell alle soziodemografischen Variablen als exogen und alle ökonomischen Variablen, wegen ihrer möglichen Korrelation mit der unbeobachteten Heterogenität, als endogen (außer die Spezialisierungs-Dummy-Variablen) gekennzeichnet.

Modell zur Erklärung kurzfristiger Flexibilität

Die Ergebnisse der Regressionsschätzungen zur Erklärung der Flexibilität sind in der Tabelle 17 zusammengefasst. Bei der Interpretation der Koeffizienten ist zu berücksichtigen, dass ein positives Vorzeichen bedeutet, dass bei steigenden Werten der entsprechenden Variablen die Krümmung der Durchschnittskostenfunktion immer steiler wird. Das impliziert, dass diese Variable einen negativen Einfluss auf die Flexibilität hat. Umgekehrt bedeutet ein negatives Vorzeichen des geschätzten Parameters, dass die erklärende Variable in einem positiven Zusammenhang mit Flexibilität steht. Die Wirkungsrichtung der Variablen auf die Flexibilität entspricht damit dem umgekehrten Vorzeichen der geschätzten Parameter.

Die Ergebnisse der Regressionsanalyse zeigen am Beispiel der polnischen Familienbetriebe, dass viele der ökonomischen und soziodemografischen Variablen einen signifikanten Einfluss auf die Flexibilität und ihre einzelnen Komponenten haben. Die hohen Signifikanzen der Dummy-Variablen für die Spezialisierung bestätigen die Hypothese, dass Unterschiede in den Technologien bei verschiedenen Typen der Betriebe für den unterschiedlichen Verlauf der Durchschnittskosten und damit für die Differenzen in der Anpassungsfähigkeit der landwirtschaftlichen Betriebe verantwortlich sind. Die Vorzeichen der geschätzten Parameter bei den Spezialisierungs-Dummy-Variablen zeigen, ob die Unternehmen eines Betriebstyps über eine höhere (bei einem negativen Vorzeichen) oder eine niedrigere (bei einem positiven Vorzeichen) Flexibilität im Vergleich zu den gemischten Betrieben verfügen. In Übereinstimmung mit den im Unterkapitel 5.3.3 getroffenen Aussagen, die auf dem Vergleich der Mittelwerte der Flexibilität zwischen den Betrieben aus verschiedenen Spezialisierungsgruppen basieren, zeigen die Ergebnisse der Regressionsanalyse, dass die Spezialisierung auf die Viehhaltung zu einer höheren Gesamtflexibilität im Vergleich zu den diversifizierten Betrieben führt, während die Spezialisierung auf Pflanzenbau mit einer niedrigeren Flexibilität verbunden ist.

Tabelle 17: Ergebnisse des Modells zur Erklärung der kurzfristigen Flexibilität

	Gesamt-Flexibilität	Verbund-effekt	Krümmungs-effekt	Skalen-effekt
Ökonomische Variablen:				
Dummy Spez. Pflanzenbaubetriebe	0.136 (0.020)	-0.113 (0.011)	0.088 (0.012)	0.158 (0.011)
Dummy Spez. Weideviehhaltung	-0.282 (0.019)	0.198 (0.010)	-0.111 (0.011)	-0.376 (0.010)
Dummy Spez. Veredlungsbetriebe	-0.426 (0.023)	0.275 (0.013)	-0.244 (0.013)	-0.446 (0.012)
Betriebsgröße	0.013 (0.001)	0.013 (0.000)	-0.015 (0.000)	0.012 (0.000)
Technische Effizienz	-1.124 (0.170)	-0.885 (0.100)	1.326 (0.109)	-2.047 (0.103)
Diversifikation	0.797 (0.092)	0.679 (0.052)	-0.885 (0.055)	0.823 (0.051)
Kapitalintensität	0.260 (0.113)	0.091 (0.065)	-0.083 (0.069)	0.228 (0.064)
Anteil der Fremdarbeitskräfte	-0.060 (0.090)	-0.070 (0.051)	-0.053 (0.053)	0.130 (0.048)
Kommerzialisierungsgrad	0.157 (0.045)	0.077 (0.025)	-0.017 (0.026)	0.053 (0.024)
Zugang zum Kreditmarkt	0.063 (0.057)	-0.029 (0.032)	0.032 (0.032)	0.014 (0.029)
Soziodemografische Variablen:				
Alter	0.000 (0.001)	0.000 (0.001)	-0.002 (0.001)	0.005 (0.001)
Ausbildung allgemein	0.021 (0.014)	0.023 (0.009)	-0.041 (0.010)	0.089 (0.010)
Ausbildung landwirtschaftlich	0.016 (0.009)	0.009 (0.006)	-0.030 (0.007)	0.062 (0.007)
Familiengröße	0.009 (0.007)	0.009 (0.004)	-0.025 (0.005)	0.048 (0.005)
Geschlecht	0.065 (0.040)	0.052 (0.027)	-0.172 (0.036)	0.345 (0.048)
Risikoaversion	-0.710 (2.246)	0.313 (1.534)	-0.140 (2.101)	4.196 (2.805)
Anzahl der Beobachtungen	3441	3441	3441	3441

Quelle: Eigene Berechnungen.

Anm.: In der Tabelle sind die geschätzten Parameterwerte und Standardfehler (in Klammern) ausgewiesen. Signifikante Parameter (mit einem Signifikanzniveau bis zu 5 %) wurden fett markiert.

Die wichtigste Hypothese dieser Arbeit über den negativen Zusammenhang zwischen Flexibilität und Betriebsgröße könnte am Beispiel der untersuchten Betriebe empirisch bestätigt werden. Der geschätzte Parameter der Variable, durch die die wirtschaftliche Größe des landwirtschaftlichen Betriebs abgebildet wurde, ist positiv und hoch signifikant. Das bedeutet, dass größere Betriebe im Durchschnitt einen steileren Verlauf der Durchschnittskostenkurven haben, was gemäß der Definition von STIGLER (1939) mit einer niedrigeren Flexibilität verbunden ist. Daraus folgt, dass kleinere Betriebe im betrachteten Zeitraum besser in der Lage waren, die Produktionsmenge kostengünstig anzupassen. Dieses Ergebnis stimmt mit den Ergebnissen anderer empirischer Studien überein, die ebenfalls einen negativen Zusammenhang zwischen Flexibilität und Betriebsgröße feststellen (WEISS, 2001;

MILLS und SCHUMANN, 1985; DAS et al., 1993; ZIMMERMANN, 1995; FIEGENBAUM, 1991; NOR et al., 2007). Die Tatsache, dass kleinere Betriebe in Polen über eine höhere Flexibilität verfügen, weist auf einen Wettbewerbsvorteil dieser Betriebe im Vergleich zu den größeren Betrieben hin. Die Fähigkeit, bei unerwartet eintretenden Änderungen der Marktsituation die Outputs mit möglichst geringen Durchschnittskostenänderungen anzupassen, ist insbesondere für die Länder und in den Zeiten wichtig, in denen die Umwelt durch starke Turbulenzen gekennzeichnet ist. Durch diesen dynamischen Vorteil waren die kleinen landwirtschaftlichen Betriebe in Polen in der Lage, während der gesamten Transformationsperiode den starken Umweltänderungen flexibel zu begegnen und konnten dadurch vermutlich auf dem Markt bestehen.

Außerdem zeigen die Ergebnisse der Regressionen, die für die einzelnen Komponenten der Flexibilität durchgeführt wurden, dass auch andere Eigenschaften der Produktionstechnologie von der Betriebsgröße abhängig sind. So stehen die Betriebsgröße und die Verbundeffekte in einem positiven Zusammenhang zueinander. Das bedeutet: Je größer ein Betrieb ist, umso kleiner sind die Kostenkomplementaritäten zwischen den Outputs bzw. umso höher die Kostennachteile bei der verbundenen Produktion. Das impliziert, dass größere Betriebe weniger von der Diversifikation profitieren und folglich sich tendenziell öfter für die Spezialisierung auf einige wenige Produkte entscheiden und daher weniger diversifiziert sind. Dieser Effekt trägt dazu bei, dass größere Betriebe über eine geringere Flexibilität verfügen.

Die Betriebsgröße wirkt in die entgegengesetzte Richtung auf die Gesamtflexibilität, wenn der Einfluss dieser Variable auf die weitere Komponente der Flexibilität, den Krümmungseffekt, analysiert wird. Das negative Vorzeichen deutet darauf hin, dass größere Betriebe durch einen konkavere Verlauf der variablen Kostenfunktion gekennzeichnet sind. Bei diesen Betrieben führt die Erhöhung der Produktionsmenge in der Summe aller Produkte zu einer noch stärkeren Senkung der Grenzkosten dieser Outputs, was zu einer insgesamt höheren Flexibilität bei größeren Betrieben beiträgt.

Gleichzeitig zeichnen sich größere Betriebe durch die höheren Skaleneffekte (bzw. höhere Skalanelastizität) aus.¹¹⁶ Das bedeutet, dass diese Betriebe in der Summe

¹¹⁶ Dieses Ergebnis kann auf den ersten Blick unplausibel erscheinen. Es wird im Allgemeinen erwartet, dass eine Erhöhung der Produktionsmenge (Betriebsgröße) mit einer zunehmenden Kostenelastizität einhergeht. Wie im Unterkapitel 3.1.5 dargestellt, kann die Kostenelastizität als Verhältnis der Grenzkosten zu den Durchschnittskosten definiert werden (MC/AC). Ist sie über die Gesamtkostenfunktion definiert (MC/ATC), steigt die Kostenelastizität bei der Ausweitung der Produktionsmenge immer an. Ist die Kostenelastizität dagegen über die variable Kostenfunktion definiert (MC/AVC), dann existiert am Anfang des Bereichs der steigenden Skalenerträge ein Gebiet, in dem die Kostenelastizität mit der Erhöhung der Produktionsmenge sinkt. In diesem Bereich sinken die Grenzkosten stärker als die variablen Durchschnittskosten bei der Steigerung der Produktion (vgl. dazu Abbildung 3). Bei der

aller Outputs über niedrigere Kostenelastizitäten (niedrigere Kostenflexibilität) verfügen, was mit einer geringeren Gesamtflexibilität verbunden ist.

Entgegen der Erwartung zeigten die Ergebnisse, dass auf kurze Frist eine höhere technische Effizienz mit der höheren Flexibilität einhergeht, was durch das signifikant negative Vorzeichen des Parameters bei der Effizienz deutlich wird. In der theoretischen Literatur wird meistens von einem Trade-off zwischen beiden Variablen ausgegangen, d. h., dass beide Ziele – hohe Flexibilität und hohe Effizienz – schwer erreichbar sind und deswegen die Betriebe sich nur auf eines der beiden Ziele konzentrieren sollten (EBBEN und JOHNSON, 2005). Das unerwartete Ergebnis hängt möglicherweise damit zusammen, dass Flexibilität in der durchgeführten Analyse, basierend auf einer kurzfristigen Inputdistanzfunktion (dual zu der kurzfristigen Durchschnittskostenfunktion), berechnet wurde. Bei dieser Betrachtungsweise wurden nur die Änderungen der variablen Kosten bei den Anpassungen des Produktionsprogramms berücksichtigt. Die Effekte, die solche Anpassungen auf die optimalen Gesamtkosten haben, können nur bei der Berechnung der langfristigen Flexibilität erfasst werden. Es kann sein, dass kurzfristig beides – sowohl eine hohe Effizienz als auch eine hohe Flexibilität – erreicht wird, während langfristig ein Zielkonflikt vorhanden ist.

Außerdem weisen die Ergebnisse auf einen signifikanten Zusammenhang zwischen der technischen Effizienz und der Skaleneffizienz hin. Ein negatives Vorzeichen des geschätzten Parameters impliziert, dass Betriebe, die eine höhere technische Effizienz erreicht haben, durch die kleineren Werte des Skaleneffekts gekennzeichnet sind. Da fast alle untersuchten Betriebe kurzfristig im Bereich der steigenden Skaleneffekte produzieren, kann der negative Zusammenhang so interpretiert werden, dass technisch effizientere Betriebe gleichzeitig auch skaleneffizienter sind.¹¹⁷ Die Tatsache, dass diese Betriebe gleichzeitig über die hohe Kostenflexibilität verfügen, hat maßgeblich zu einer höheren Gesamtflexibilität bei den effizienteren Betrieben beigetragen.

Abgesehen von der Betriebsgröße und der Effizienz wurde im Modell der Einfluss verschiedener anderer Variablen analysiert, die die Organisationsstruktur des landwirtschaftlichen Betriebs beschreiben: Diversifikation der landwirtschaftlichen Produktion, Kapitalintensität und Anteil der Fremdarbeitskraft. Diversifikation auf verschiedene Produkte wird als eine der weiteren risikominimierenden Strategien neben der Flexibilität genannt. Durch Diversifikation sichern sich die Betriebe ein stabiles Einkommen in Situationen schwankender Preise auf den Produkt- und Inputmärkten. Ein positives Vorzeichen des Parameters der Diversifikation weist

Betrachtung mehrerer Outputs ist es somit durchaus möglich, dass ein positiver Zusammenhang zwischen der Betriebsgröße und dem Skaleneffekt entsteht, wenn einige Outputs im Anfangsbereich der variablen Kostenfunktion produziert werden.

¹¹⁷ Skaleneffizienz bedeutet, dass Betriebe die optimale Outputmenge produzieren, d. h. genau die Menge, bei der die variablen Durchschnittskosten minimiert werden.

auf einen negativen Zusammenhang zwischen den beiden risikominimierenden Maßnahmen hin. Das bedeutet, dass Unternehmen, die bei der Wahl der Produktionstechnologie die Diversifikation der landwirtschaftlichen Tätigkeit als risikomindernde Maßnahme gewählt haben, zusätzlich keine höhere Flexibilität anstreben. Überraschend ist der positive Zusammenhang zwischen der Diversifikation und dem Verbundeffekt. Denn das bedeutet, dass bei Unternehmen, die stärker in verschiedene landwirtschaftliche Aktivitäten diversifizieren, niedrigere Kostenkomplementaritäten zwischen den Outputs beobachtet werden können. Möglicherweise liegt es an der unterschiedlichen Aggregation der Outputs bei den beiden Variablen. Während die Diversifikation für 25 landwirtschaftliche Outputs berechnet wurde, sind die Kostenkomplementaritäten nur zwischen jeweils zwei der drei hochaggregierten Outputs ermittelt. Der hohe Grad der landwirtschaftlichen Diversifikation ist vermutlich auf die Kostenkomplementaritäten zwischen den einzelnen spezifischen Outputs zurückzuführen, die bei dem Verbundeffekt nicht erfasst werden.

Der positive Parameter der Kapitalintensität bedeutet, dass Betriebe, die durch einen höheren Anteil des Sachanlagevermögens in ihrem Gesamtvermögen gekennzeichnet sind, weniger flexibel sind. Dieses Ergebnis steht in Einklang mit den Ergebnissen anderer empirischer Studien (MILLS und SCHUMANN, 1985; NOR et al., 2007) und bestätigt die Hypothese des negativen Zusammenhangs zwischen der Kapitalintensität und Flexibilität, die im Kapitel 3.3 formuliert wurde.

Die Hypothese, dass diejenigen Unternehmen, die sich mehr auf die Fremdarbeitskräfte verlassen, weniger flexibel sind, wurde nicht bestätigt. Da Flexibilität über den Verlauf der kurzfristigen Durchschnittskostenfunktion definiert ist und auf der Grundlage einer kurzfristigen Distanzfunktion berechnet wird, wurden hierbei die Kosten der Anpassung des Produktionsfaktors Arbeit nicht berücksichtigt. Das kann erklären, warum die Struktur der eingesetzten Arbeitskraft keinen Einfluss auf die kurzfristig berechnete Flexibilität hat. Außerdem weisen die signifikanten positiven Parameter des Modells zur Bestimmung der Erklärungsvariablen für den Skaleneffekt darauf hin, dass Betriebe, die mehr Kapitalanlagen und Fremdarbeitskräfte einsetzen, weniger skaleneffizient sind.

Zwei weitere Variablen charakterisieren die Marktintegration des Betriebs. Betriebe, die den größeren Anteil ihrer Produktion auf den Produktmärkten verkaufen (hoher Kommerzialisierungsgrad), waren weniger flexibel im Vergleich zu den Subsistenzbetrieben, die hauptsächlich für den eigenen Bedarf der Familie produziert haben. Dieses Ergebnis kann zum Teil durch eine positive Korrelation zwischen dem Kommerzialisierungsgrad und der Betriebsgröße (Korrelationskoeffizient 0,427) erklärt werden. Da größere Betriebe tendenziell weniger flexibel sind, kann dieser Betriebsgrößeneffekt dazu führen, dass Betriebe mit hohen Verkaufsanteilen ebenfalls weniger flexibel sind, sofern sie gleichzeitig überdurchschnittlich groß

waren.¹¹⁸ Im Gegensatz zum Produktmarkt, hatte der Zugang zum Kapitalmarkt keinen Einfluss auf die Anpassungsfähigkeit der polnischen landwirtschaftlichen Betriebe im untersuchten Zeitraum.

Im Gegensatz zur Studie von WEISS (2001) konnte in der vorliegenden Arbeit kein signifikanter Einfluss der soziodemografischen Variablen auf die Gesamtflexibilität festgestellt werden. Allerdings ist der Einfluss einiger dieser Variablen auf die einzelnen Komponenten der Gesamtflexibilität, insbesondere auf den Skalen- und Krümmungseffekt, signifikant. Die Interpretation der Wirkung der soziodemografischen Variablen auf die Flexibilität ist schwierig. In Bezug auf die Skaleneffekte könnte man aber schließen, dass ältere, männliche Landwirte mit besserer Ausbildung und mit größeren Familien über die niedrigere Kostenflexibilität verfügen. Das bedeutet einerseits, dass diese Betriebe skaleneffizienter sind und andererseits, dass sie tendenziell weniger flexibel sind, da dieser Effekt zu einer niedrigeren Gesamtflexibilität beiträgt. Dieser Einfluss wird allerdings durch die entgegengesetzten Effekte bei der Krümmungskomponente kompensiert. In der Summe aller drei Effekte haben die soziodemografischen Variablen allerdings keinen signifikanten Einfluss auf die Gesamtflexibilität. Die Risikoeinstellung der Betriebsleiter, gemessen am Anteil der Ausgaben für die Versicherungen an den Gesamtausgaben, hatte keinen signifikanten Einfluss auf die gesamte kurzfristige Flexibilität und auf die einzelnen Effekte.

Diese Ergebnisse zeigen, dass durch die Dekomposition der Flexibilität in drei additive Komponenten – Verbundeffekt, Krümmungseffekt und Skaleneffekt – zusätzlich nützliche Informationen bei der Analyse der Flexibilität und ihrer Bestimmungsfaktoren gewonnen werden können. Dadurch kann der Einfluss verschiedener Variablen auf unterschiedliche Eigenschaften der Produktionstechnologie analysiert werden. Einige dieser Eigenschaften (Kostenelastizität, zweite Ableitung der Kostenfunktion) wurden in der Literatur als Flexibilität bezeichnet. Die zweite Ableitung der Kostenfunktion bei Mehrproduktunternehmen beinhaltet nicht nur Informationen über den Verlauf der Grenzkosten (Krümmungseffekt), sondern auch über die Kostenkomplementaritäten zwischen den Outputs (Verbundeffekt). Die in dieser Arbeit durchgeführte Analyse der Bestimmungsfaktoren der Flexibilität beschränkt sich nicht auf den Einfluss der untersuchten Variablen auf diese Eigenschaften der Produktionstechnologie. Dadurch wird außerdem

¹¹⁸ Auch einige andere im Modell verwendete Variablen, wie die Diversifikation, der Anteil der Fremdarbeitskraft, das Ausbildungsniveau oder das Geschlecht korrelierten mit der Betriebsgröße, was einen Einfluss auf die geschätzten Parameter haben konnte (vgl. Tabelle im Anhang 11). Allerdings wurde nach der Berechnung der VIF (variance-inflation factor) keine Multikollinearität im Modell festgestellt. Der VIF wurde für alle Variablen wie folgt berechnet: $VIF_i = 1/(1 - R_i^2)$. Dabei ist R_i^2 die Varianz des geschätzten Regressionsparameters der Variable i . Die berechneten Werte liegen im Bereich zwischen 0,2 und 1,8 und damit weit unter dem kritischen Wert von 10, der für die Feststellung der Multikollinearität verwendet wird (vgl. O'BRIEN, 2007; GREENE, 2007).

deutlich, wie diese Variablen, durch die unterschiedlichen Einflüsse auf die einzelnen Komponenten, die Gesamtflexibilität beeinflussen. Bei einigen Bestimmungsfaktoren konnte zwar kein Einfluss auf die Gesamtflexibilität festgestellt werden, allerdings haben diese Variablen einzelne Komponenten signifikant beeinflusst. Das zeigt die Wichtigkeit der Dekomposition der Flexibilität auf die einzelnen Komponenten, um den Einfluss der Variablen auf die Gesamtflexibilität besser analysieren zu können.

Modell zur Erklärung langfristiger Flexibilität

Zum Vergleich mit dem vorgestellten Modell wurde zusätzlich ein weiteres Modell zur Erklärung der langfristigen Flexibilität und ihrer einzelnen Komponenten berechnet. Dabei wurde die langfristige Flexibilität unter der Annahme ermittelt, dass alle Produktionsfaktoren zu ihren langfristig optimalen Mengen eingesetzt wurden.¹¹⁹ Damit wurden bei der langfristigen Flexibilität die Änderungen der langfristigen durchschnittlichen Gesamtkosten berücksichtigt, die zusätzlich die Änderungen der Kosten der quasi-fixen Faktoren bei den langfristigen Änderungen der Outputmenge einbeziehen.

Die Anzahl der signifikanten Parameter im Modell zur Ermittlung der Bestimmungsfaktoren langfristiger Flexibilität war deutlich geringer (siehe Tabelle 18). Dies ist vermutlich darin begründet, dass Betriebe im Durchschnitt durch einen viel flacheren Verlauf der gesamten Durchschnittskosten gekennzeichnet waren. Dabei ist die Variabilität zwischen den Betrieben viel höher als bei der kurzfristigen Flexibilität (vgl. Tabelle 12).

Die betriebswirtschaftliche Ausrichtung ist auch im Fall der langfristigen Flexibilität von Bedeutung. Wie schon beim Vergleich der Mittelwerte im Kapitel 5.3.3 festgestellt wurde, sind die spezialisierten Betriebe gegenüber den gemischten Betrieben langfristig weniger flexibel (was durch die signifikant positiven Parameter bei allen Spezialisierungs-Dummyvariablen zu sehen ist). Das ist sowohl auf die Nachteile aus den Verbundeffekten bei den Viehhaltungsbetrieben als auch auf die hohen Skalanelastizitäten und die steilen Grenzkosten bei den Pflanzenbaubetrieben zurückzuführen.

¹¹⁹ Langfristige Flexibilität wird durch die Gleichung (30) definiert und unter Verwendung der ersten und zweiten Ableitungen der kurzfristigen Distanzfunktion laut Formel (49) berechnet.

Tabelle 18: Ergebnisse des Modells zur Erklärung der langfristigen Flexibilität

	Gesamt- flexibilität	Verbund- effekt	Krümmungs- effekt	Skalen- effekt
Ökonomische Variablen:				
Dummy Spez. Pflanzenbaubetriebe	0.539 (0.168)	0.148 (0.097)	0.306 (0.072)	0.130 (0.009)
Dummy Spez. Weideviehhaltung	0.343 (0.158)	0.390 (0.092)	0.053 (0.067)	-0.095 (0.008)
Dummy Spez. Veredlungsbetriebe	0.590 (0.199)	0.489 (0.115)	0.032 (0.084)	0.042 (0.010)
Betriebsgröße	-0.030 (0.004)	0.002 (0.002)	-0.027 (0.002)	-0.004 (0.000)
Technische Effizienz	1.616 (1.122)	-0.663 (0.629)	1.553 (0.507)	0.592 (0.076)
Diversifikation	-1.131 (0.700)	0.364 (0.399)	-1.244 (0.305)	-0.119 (0.040)
Kapitalintensität	-0.619 (0.782)	-0.033 (0.435)	-0.242 (0.354)	-0.207 (0.050)
Anteil der Fremdarbeitskräfte	2.614 (0.753)	1.716 (0.435)	1.079 (0.320)	-0.176 (0.039)
Kommerzialisierungsgrad	-0.213 (0.386)	0.031 (0.226)	-0.070 (0.162)	-0.141 (0.020)
Zugang zum Kreditmarkt	-0.042 (0.521)	0.073 (0.306)	0.011 (0.216)	-0.047 (0.025)
Soziodemografische Variablen:				
Alter	-0.003 (0.005)	-0.001 (0.003)	-0.002 (0.003)	-0.001 (0.000)
Ausbildung allgemein	-0.002 (0.066)	0.029 (0.035)	-0.029 (0.033)	-0.014 (0.007)
Ausbildung landwirtschaftlich	0.018 (0.045)	0.028 (0.024)	-0.001 (0.022)	-0.019 (0.004)
Familiengröße	0.002 (0.035)	0.006 (0.019)	-0.009 (0.017)	-0.002 (0.003)
Geschlecht	-0.112 (0.168)	-0.029 (0.089)	-0.104 (0.085)	-0.016 (0.020)
Risikoaversion	6.040 (9.959)	4.560 (5.286)	1.246 (4.967)	-0.323 (1.133)
Anzahl der Beobachtungen	3441	3441	3441	3441

Quelle: Eigene Berechnungen.

Anm.: In der Tabelle sind die geschätzten Parameterwerte und Standardfehler (in Klammern) ausgewiesen. Signifikante Parameter (mit einem Signifikanzniveau bis zu 5 %) wurden fett markiert.

Wenn Flexibilität basierend auf der langfristigen Gesamtkostenfunktion berechnet wird, dann wird ein positiver Zusammenhang zwischen Flexibilität und Betriebsgröße festgestellt, wobei das Vorzeichen des Parameters bei der Betriebsgröße negativ ist. Das betrifft nicht nur die Gesamtflexibilität, sondern auch die einzelnen Komponenten (Skalen- und Krümmungseffekte). Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass die Anpassungen des Produktionsprogramms bei kleinen Betrieben mit dem stärkeren Anstieg der durchschnittlichen Gesamtkosten verbunden sind. Das kann an den unterschiedlichen Schattenpreisen der quasi-fixen Faktoren bei kleinen und großen Betrieben liegen. Da die eingesetzten quasi-fixen Faktoren bei der Ermittlung der langfristigen Gesamtkostenfunktion mit den Schattenpreisen und nicht mit den aktuellen Marktpreisen bewertet werden, hat die Höhe dieser internen

Preise sowohl einen Einfluss auf die Höhe der Gesamtkosten als auch auf die langfristige Flexibilität. Verfügen kleine Betriebe über die höheren Schattenpreise, dann haben sie einen Nachteil gegenüber den größeren Betrieben in Bezug auf die Anpassungsfähigkeit. Mit dem vorhandenen Datensatz kann nicht gezeigt werden, inwieweit die Schattenpreise von den aktuellen Marktpreisen abweichen und damit, ob die Betriebe in ihrem langfristigen Gleichgewicht produzieren. Allerdings kann vermutet werden, dass kleine landwirtschaftliche Betriebe in Polen einen schlechteren Zugang zu bestimmten quasi-fixen Faktoren (insbesondere zum Kapital) haben bzw. viel höhere Preise im Vergleich zu größeren Betrieben zahlen müssen. Das macht die kleinen Betriebe auf lange Frist weniger flexibel.

Langfristig kann kein positiver Zusammenhang zwischen der Flexibilität und der Effizienz festgestellt werden. Beim Skalen- und Krümmungseffekt existiert sogar ein signifikanter negativer Zusammenhang (die Parameter sind positiv). Dieses Ergebnis ist plausibel, da es für die Betriebe schwierig ist solche Technologien zu haben, die ihnen sowohl die Produktion zu möglichst niedrigen Durchschnittskosten ermöglichen als auch kostengünstige Anpassungen der Produktion erlauben. Der Gesamteffekt der technischen Effizienz auf die langfristige Flexibilität bleibt aber unbestimmt.

Von anderen ökonomischen Variablen hat nur der Einsatz der Fremdarbeitskraft einen signifikanten Einfluss auf die langfristige Flexibilität. Betriebe, die einen höheren Anteil der Fremdarbeitskraft im gesamten Arbeitseinsatz haben, sind langfristig tendenziell weniger flexibel. Das bedeutet, dass bei solchen Betrieben die Anpassungen des Produktionsprogramms mit stärkeren Steigerungen der Gesamtkosten einhergehen und bestätigt die Hypothese, dass ein zusätzlicher Einsatz der Fremdarbeitskraft im Vergleich zur Familienarbeitskraft mit höheren Kosten für den Betrieb verbunden ist. Dadurch sind die Betriebe, die mehr auf die Fremdarbeitskraft angewiesen sind, weniger flexibel.

Soziodemografische Variablen haben ebenfalls keinen signifikanten Einfluss auf die langfristige Flexibilität der landwirtschaftlichen Betriebe in Polen.

Die getrennten Analysen der kurz- und langfristigen Flexibilität zeigen, dass einige Bestimmungsfaktoren unterschiedlichen Einfluss auf die Flexibilität haben, je nach dem ob die Anpassungsfähigkeit an den Änderungen der variablen oder gesamten Kosten gemessen wird. Allerdings muss beachtet werden, dass die Analyse der langfristigen Flexibilität nur unter der Annahme eines langfristigen Gleichgewichtes gültig ist. Wegen der noch nicht abgeschlossenen Anpassungsprozesse in der polnischen Landwirtschaft in der untersuchten Periode und den Unvollkommenheiten auf den Produkt- und Faktormärkten ist zu vermuten, dass für die durchgeführten Analysen die kurzfristige Betrachtungsweise besser geeignet ist.

Modell zur Erklärung der nach herkömmlichen Maßen berechneten Flexibilität

Zum Schluss wäre es interessant, die Ergebnisse der durchgeführten Flexibilitätsanalyse mit den Schätzergebnissen drei weiterer Modelle zu vergleichen, bei denen Flexibilität durch die herkömmlichen Maße berechnet wurde. Da Flexibilität bei diesen Modellen über die Variabilität des Outputs (*Flex_Var*), bzw. über die Änderungen der Produktionsstruktur (*Flex_MS* und *Flex_Lil*) approximiert wird, sind die Ergebnisse dieser Modelle mit denen aus den vorher dargestellten Analysen nicht direkt miteinander vergleichbar. Da Flexibilität in den meisten der existierenden empirischen Analysen mithilfe dieser Indikatoren berechnet wird, wurden die drei Modelle zusätzlich geschätzt, um die Unterschiede zu der vorliegenden Analyse festzustellen.

Dabei ist zu beachten, dass im ersten Modell die Outputvariabilität (*Flex_Var*) gegen die Mittelwerte der erklärenden Variablen für die einzelnen Betriebe über die sieben Beobachtungsjahre regressiert wird. Das liegt daran, dass die abhängige Variable – *Flex_Var* – als die Summe der Abweichungen der Produktionsmengen eines Betriebs in allen untersuchten Perioden vom Mittelwert der gesamten Periode berechnet wird (siehe Formel (1)). Damit ist jeder Betrieb durch einen Wert der Outputvariabilität charakterisiert. Das Modell kann mit einem einfachen OLS-Schätzer für 367 Betriebe berechnet werden.¹²⁰

Beide Modelle zur Analyse der Änderungen in der Produktionsstruktur (*Flex_MS* und *Flex_Lil*) wurden mithilfe eines Hausmann-Taylor-Ansatzes berechnet. Allerdings wurden alle Beobachtungen für das erste Jahr (1994) aus der Schätzung entfernt, da in diesem Jahr keine Änderung der Produktionsstruktur zum Vorjahr berechnet werden konnte. Damit hat sich die gesamte Anzahl der berücksichtigten Beobachtungen auf 2292 reduziert.

Die geschätzten Parameterwerte und die Standardfehler der drei Modelle sind in der Tabelle 19 zusammengefasst.

Aus den Ergebnissen der durchgeführten Regressionsanalysen wird deutlich, dass Spezialisierung auf bestimmte landwirtschaftliche Outputs einen Einfluss auf die Flexibilität hat, wenn diese durch die Outputvariabilität approximiert ist. Positive Vorzeichen der Koeffizienten der Dummy-Variablen deuten darauf hin, dass Betriebe, die sich auf die Weideviehhaltung und den Pflanzenbau spezialisieren, durch eine höhere Variabilität des gesamten Outputs im Vergleich zu den gemischten Betrieben charakterisiert sind. Dabei waren die spezialisierten Pflanzenbaubetriebe durch die stärkeren Änderungen der Produktionsstruktur gekennzeichnet. Dagegen waren die Änderungen der Outputstruktur bei den, auf die Weideviehhaltung

¹²⁰ Da durch die Bildung der Mittelwerte aus einem Paneldatensatz ein Querschnittsdatsatz gebildet wird, kann die unbeobachtete Heterogenität nicht mehr berücksichtigt werden. Das kann möglicherweise zu den verzerrten Schätzergebnissen führen.

spezialisierten, Betriebe viel kleiner als bei den Gemischtbetrieben. Wenn *Flex_Var*, *Flex_MS* und *Flex_Lil* als Maß für die Flexibilität verwendet werden, dann konnte daraus geschlossen werden, dass die spezialisierten Pflanzenbaubetriebe anpassungsfähiger sind.

Tabelle 19: Ergebnisse der Regressionsmodelle zur Erklärung der Flexibilität, berechnet über die herkömmlichen Flexibilitätsmaße

	Flex_Var		Flex_MS		Flex_Lil	
Ökonomische Variablen:						
Dummy Spez. Pflanzenbaubetriebe	0.042	(0.017)	0.021	(0.005)	1.594	(0.583)
Dummy Spez. Weideviehhaltung	0.055	(0.012)	-0.018	(0.005)	-0.511	(0.569)
Dummy Spez. Veredlungsbetriebe	-0.008	(0.014)	-0.001	(0.006)	1.168	(0.725)
Betriebsgröße	0.002	(0.000)	-0.001	(0.000)	-0.056	(0.013)
Technische Effizienz	0.130	(0.245)	0.169	(0.045)	3.735	(4.051)
Diversifikation	-0.057	(0.079)	-0.021	(0.024)	3.707	(2.492)
Kapitalintensität	0.093	(0.082)	0.061	(0.030)	-1.037	(2.811)
Anteil der Fremdarbeitskräfte	-0.076	(0.097)	-0.013	(0.024)	-0.013	(2.587)
Kommerzialisierungsgrad	0.077	(0.058)	0.049	(0.012)	1.231	(1.345)
Zugang zum Kreditmarkt	0.234	(0.082)	0.030	(0.015)	1.365	(1.790)
Soziodemografische Variablen:						
Alter	-0.002	(0.001)	0.000	(0.000)	-0.042	(0.019)
Ausbildung allgemein	0.001	(0.006)	0.005	(0.003)	0.651	(0.241)
Ausbildung landwirtschaftlich	-0.004	(0.004)	0.002	(0.002)	0.086	(0.165)
Familiengröße	-0.001	(0.003)	-0.002	(0.002)	-0.201	(0.126)
Geschlecht	0.001	(0.014)	0.000	(0.009)	-0.371	(0.623)
Risikoaversion	-0.983	(0.782)	-0.844	(0.537)	-33.175	(36.500)
Konstante	0.133	(0.234)				
Anzahl der Beobachtungen	367		2992		2992	

Quelle: Eigene Berechnungen.

Anm.: In der Tabelle sind die geschätzten Parameterwerte und Standardfehler (in Klammern) ausgewiesen. Signifikante Parameter (mit einem Signifikanzniveau bis zu 5 %) wurden fett markiert.

Allerdings zeigen die Ergebnisse der Flexibilitätsanalyse, bei denen Flexibilität über die Krümmung der Durchschnittskosten definiert wurde, dass die Produktionstechnologie, die die spezialisierten Pflanzenbaubetriebe verwenden, durch einen steileren Verlauf der Durchschnittskostenfunktion gekennzeichnet ist. Das bedeutet, dass die Outputänderungen, die bei diesen Betrieben durchgeführt werden, mit einem höheren Anstieg der Durchschnittskosten verbunden sind. Selbst wenn die Pflanzenbaubetriebe ihre Outputmenge und -struktur besser anpassen können, sind sie trotzdem weniger flexibel, insofern die Kosten dieser Anpassungen berücksichtigt

werden. Damit ist die Verwendung des in dieser Arbeit verwendeten und weiterentwickelten Flexibilitätsmaßes eher geeignet.

Außerdem zeigen die in der Tabelle 19 dargestellten Ergebnisse, dass größere Betriebe die gesamte Outputmenge stärker variiert haben. Andererseits haben sie, verglichen mit den kleineren Betrieben, geringere Änderungen ihrer Produktionsstruktur durchgeführt. Basierend auf diesen Ergebnissen könnte die Hypothese über den negativen Zusammenhang zwischen Flexibilität und Betriebsgröße nur bezüglich der Strukturanpassungen, nicht aber bezüglich der Mengenanpassungen bestätigt werden. Auch in diesem Fall sind die Schlussfolgerungen über den Einfluss der Betriebsgröße auf die Anpassungsfähigkeit der Betriebe fraglich, da bei dieser Analyse die Kostenaspekte ausbleiben.

Interessanterweise konnte auch in diesen Modellen kein Trade-off zwischen Flexibilität und technischer Effizienz bei polnischen landwirtschaftlichen Betrieben festgestellt werden. Die Betriebe waren gleichzeitig in der Lage, sowohl eine hohe technische Effizienz als auch eine hohe Flexibilität (gemessen an *Flex_Var* und *Flex_MS*) zu erreichen.

Von den anderen ökonomischen Variablen spielten die Kapitalintensität und der Kommerzialisierungsgrad bei den Änderungen der Produktionsstruktur eine Rolle. Dabei sind die Betriebe mit einem höheren Anteil der Sachanlagen und einem höheren Anteil der verkauften Produktion durch die stärkeren Änderungen ihres Output-Mixes charakterisiert. Ein besserer Zugang zu den Bankkrediten hat zu einer stärkeren Variabilität der gesamten Produktionsmenge in der betrachteten Periode geführt. Von den soziodemografischen Variablen hatte nur das Alter einen Einfluss auf die Outputvariabilität: Jüngere Landwirte haben die gesamte Produktionsmenge stärker variiert.

Aus diesen Ausführungen wird deutlich, dass die Bedeutung der Bestimmungsfaktoren unterschiedlich interpretiert werden sollte – in Abhängigkeit davon, ob die Flexibilitätsanalyse für die herkömmlichen Maße, wie Outputvariabilität, Michaely-Stoikov-Index oder Lilien-Index durchgeführt wird oder für die, in dieser Arbeit vorgeschlagenen, Flexibilitätsindikatoren.

6 ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Flexibilität von Unternehmen wird vor dem Hintergrund einer sich immer schneller wandelnden Umwelt als eine der wichtigsten Voraussetzungen für ein erfolgreiches Bestehen auf dem Markt betrachtet. Betriebe können den zunehmenden Unsicherheiten nur dann adäquat begegnen, wenn sie flexible Produktionstechnologien anwenden, die ihnen eine kostengünstige Anpassung an die Änderungen der Marktbedingungen erlauben. Während große Betriebe maßgeblich von der Nutzung steigender Skalenerträge profitieren, wird den kleinen Betrieben eine höhere Flexibilität zugeschrieben. Durch diesen dynamischen Wettbewerbsvorteil sind Kleinbetriebe in der Lage, auf turbulenten Märkten zu bestehen, selbst wenn sie über weniger effiziente Technologien im Vergleich zu den Großbetrieben verfügen. Damit kann durch Flexibilität die Koexistenz von großen und kleinen Unternehmen innerhalb eines Marktes erklärt werden.

Die vorliegende Dissertation beschäftigt sich mit verschiedenen mikroökonomischen Konzepten zur Analyse der Flexibilität und wendet diese Konzepte in einer empirischen Analyse des polnischen Agrarsektors an. Der Schwerpunkt des theoretischen Teils der Arbeit liegt in der Messung der Flexibilität von Unternehmen. Der erste innovative Beitrag besteht in der Weiterentwicklung des existierenden Flexibilitätsmaßes für Mehrproduktunternehmen. In diesem Zusammenhang werden verschiedene zusätzliche Aspekte berücksichtigt: die Rolle der quasi-fixen Faktoren bei der Unterscheidung zwischen kurz- und langfristigen Anpassungen und die alternative primale Darstellung der Produktionstechnologie. Der zweite theoretische Beitrag besteht in der Dekomposition des Flexibilitätsmaßes. Durch die Zerlegung der Flexibilität in drei Komponenten (Skaleneffekte, Verbundeffekte und Krümmungseffekte) wird ein Zusammenhang zwischen Flexibilität und den allgemein bekannten mikroökonomischen Konzepten der Produktionsanalyse hergestellt. Hierdurch wird eine bessere ökonomische Interpretation der Anpassungsfähigkeit von Unternehmen ermöglicht. Der dritte Beitrag besteht in der empirischen Anwendung der entwickelten Flexibilitätskonzepte auf den Agrarsektor in Polen, um das Ausmaß und die Bestimmungsfaktoren der Anpassungsfähigkeit landwirtschaftlicher Betriebe während der Transformationsperiode zu analysieren.

Trotz des großen Interesses am Thema Flexibilität und einer Vielzahl der Arbeiten, die sich mit dem Thema beschäftigen, wurden bis jetzt nur wenige Versuche unternommen, das Konzept der Flexibilität für die empirische Analyse der einzelbetrieblichen Anpassungsfähigkeit zu operationalisieren. Von der Vielzahl der in der Literatur vorgeschlagenen Definitionen der Flexibilität bildet die klassische mikroökonomische Definition von STIGLER (1939) die Grundlage für die vorliegende

Analyse. Basierend auf dieser Definition ist die Anpassungsfähigkeit der Betriebe über den Verlauf der Durchschnittskostenfunktion charakterisiert. Eine flexible Produktionstechnologie weist einen flacheren Verlauf der Durchschnittskostenfunktion auf als eine inflexible. Dies impliziert, dass Produktionsanpassungen bei Betrieben mit flexiblen Technologien geringere Steigerungen der Durchschnittskosten verursachen. Basierend auf dieser Definition wird ein Flexibilitätsmaß für Einproduktunternehmen als zweite Ableitung der Durchschnittskostenfunktion dargestellt. Eine Erweiterung des Flexibilitätsmaßes für den Mehrproduktfall wird in Anlehnung an CREMIEUX et al. (2005) vorgenommen, um zusätzliche Aspekte der Anpassungsfähigkeit bei Mehrproduktunternehmen zu analysieren.

Durch die Dekomposition des Flexibilitätsmaßes wird gezeigt, wie bestimmte Eigenschaften der Produktionstechnologie (Skalen-, Verbund- und Krümmungseffekte) zur Gesamtflexibilität eines Unternehmens beitragen. Die aus den Kostenkomplementaritäten zwischen verschiedenen Outputs in einem Mehrproduktunternehmen entstehenden Verbundvorteile haben einen positiven Effekt auf die Gesamtflexibilität. Außerdem sind die Unternehmen flexibler, wenn die Grenzkosten der einzelnen Outputs weniger stark ansteigen. Diese Eigenschaften der Produktionstechnologie werden, basierend auf den zweiten Ableitungen der Kostenfunktion nach verschiedenen Outputs, definiert und bilden die beiden ersten Komponenten der Gesamtflexibilität. Die dritte Komponente bestimmt, welche Rolle Skaleneffekte bei der Anpassungsfähigkeit der Betriebe spielen. Unternehmen, die über eine niedrigere Skalenelastizität bzw. über höhere Kostenelastizitäten bei den Outputs verfügen, sind flexibler. Die in dieser Arbeit vorgenommene Dekomposition des Flexibilitätsmaßes bringt neue Erkenntnisse über die Quellen der Flexibilität und stellt darüber hinaus einen Zusammenhang zwischen den allgemein verwendeten und bekannten Eigenschaften der Produktionstechnologie dar.

Weitere Aspekte der Anpassungsfähigkeit werden insofern berücksichtigt, als zwischen kurz- und langfristiger Flexibilität unterschieden wird. Wenn Unternehmen bei ihren Produktionsentscheidungen alle Inputs optimal einsetzen können um die Gesamtkosten zu minimieren, dann befinden sie sich im langfristigen Gleichgewicht. Existieren auf kurze Sicht quasi-fixe Faktoren, dann kann nur ein Teil der Produktionsfaktoren optimal alloziert werden, wodurch nur die variablen Kosten minimiert werden. Dies hat Implikationen für die Flexibilität von Unternehmen: Langfristig wird die Technologie der Unternehmen eine höhere Flexibilität aufweisen, da alle Inputfaktoren zu kostenminimalen Mengen eingesetzt sind.

Eine weitere Innovation dieser Arbeit besteht in der Entwicklung der primalen Flexibilitätsmaße, die mithilfe der mikroökonomischen Dualitätstheorie aus den dualen Maßen abgeleitet wurden. Diese Maße werden basierend auf den dualen Darstellungen der Kostenfunktion im primalen Raum entwickelt: für den Einproduktfall basierend auf der Produktionsfunktion und für den Mehrproduktfall basierend auf der Inputdistanzfunktion. Die primalen Flexibilitätsmaße können verwendet werden, wenn die Schätzung einer Kostenfunktion aufgrund mangelnder Daten oder

aus anderen Gründen nicht möglich ist. Die fehlenden Inputpreise im vorhandenen Datensatz dienten als Motivation für die Entwicklung alternativer Flexibilitätsmaße, die basierend auf einer Distanzfunktion hergeleitet wurden.

Unter der Verwendung der entwickelten Maße wurde die Anpassungsfähigkeit landwirtschaftlicher Betriebe in Polen mithilfe einer zweistufigen Vorgehensweise empirisch analysiert. In der ersten Stufe werden anhand einer Inputdistanzfunktion die Technologie abgebildet und einzelbetriebliche Flexibilitäten berechnet. In der zweiten Stufe werden Determinanten der Flexibilität ermittelt. Die Auswahl der Variablen für die Erklärung der Flexibilität basiert auf den existierenden theoretischen Modellen und auf weiteren Plausibilitätsüberlegungen. Da polnische landwirtschaftliche Betriebe in der Regel als Familienbetriebe organisiert sind, wurde neben ökonomischen Faktoren auch der Einfluss von soziodemografischen Faktoren berücksichtigt.

Die empirische Analyse liefert neue interessante Erkenntnisse über die Determinanten der Flexibilität von polnischen Agrarbetrieben. Die wichtigste Hypothese der Arbeit, dass kleine Betriebe über eine höhere Flexibilität verfügen, wurde für den Fall des polnischen Agrarsektors empirisch bestätigt. In der Transformationszeit, die durch starke Änderungen der ökonomischen und politischen Situation gekennzeichnet war, hatten kleine Betriebe damit einen dynamischen Wettbewerbsvorteil gegenüber großen Betrieben, indem sie ihre Produktion zumindest kurzfristig kostengünstiger anpassen konnten. Damit bietet die Flexibilität eine Erklärung für die Persistenz der kleinbetrieblichen Strukturen in einigen Transformationsländern, wie beispielsweise in Polen. Allerdings können wenig entwickelte Märkte für quasi-fixe Faktoren in Polen dazu führen, dass kleine Betriebe auf lange Frist einen Nachteil gegenüber den größeren Betrieben haben, da für sie die Anpassungen der quasi-fixen Faktoren mit höheren Kosten verbunden sind.

Außerdem haben die Ergebnisse der empirischen Analyse gezeigt, dass eine höhere Flexibilität nicht unbedingt auf Kosten einer niedrigeren technischen Effizienz erreicht werden kann. Flexible Betriebe können gleichzeitig effizient sein. Damit konnte die Hypothese über ein mögliches Trade-Off zwischen Flexibilität und Effizienz am Beispiel der polnischen Betriebe nicht bestätigt werden.

Flexibilität wird durch die Wahl der Produktionstechnologie bzw. durch die Spezialisierung auf bestimmte Produktionsrichtungen beeinflusst. Betriebe, die sich auf die Produktion tierischer Herkunft spezialisieren, verwenden Technologien, die durch eine höhere kurzfristige Flexibilität gekennzeichnet sind. Bei diesen Unternehmen führen die Änderungen ihres Produktionsprogramms zu einem relativ kleinen Anstieg der variablen Durchschnittskosten. Dabei profitieren sie vor allem von den Skaleneffekten und stärker abnehmenden Grenzkosten als andere Betriebe. Bezüglich der langfristigen Flexibilität waren die Gemischtbetriebe anpassungsfähiger, weil sie insbesondere Vorteile aus der verbundenen Produktion realisieren konnten. Dieses Ergebnis weist auf die große Bedeutung der Kostenkomplementaritäten zwischen den Outputs für die Anpassungsfähigkeit der Unternehmen hin.

Dies betrifft insbesondere die langfristige Flexibilität, bei der die optimalen Anpassungen der quasi-fixen Faktoren berücksichtigt werden. Dabei ist zu beachten, dass dieser Effekt durch ein hohes Aggregationsniveau der Outputs tendenziell unterbewertet ist. Gleichzeitig haben die Ergebnisse gezeigt, dass spezialisierte Pflanzenbaubetriebe sowohl kurz- als auch langfristig weniger flexibel sind. In dieser Gruppe führten die Skalen- und Krümmungseffekte zu einer geringeren Flexibilität.

Auch die Organisationsstruktur und alternative risikominimierende Maßnahmen (Diversifikation) haben einen Einfluss auf die Flexibilität. So zeigte sich, dass die Betriebe, die stärker in viele landwirtschaftliche Produkte diversifizieren, über weniger flexible Technologien verfügen. Dieses Ergebnis weist darauf hin, dass Betriebe sich bei der Wahl der Produktionstechnologie nur auf eine der beiden risikomindernden Maßnahmen konzentrieren. Außerdem wurde bestätigt, dass kapitalintensive Technologien weniger flexibel sind.

Mithilfe der Dekomposition der Flexibilität konnte der Einfluss der Bestimmungsfaktoren detaillierter analysiert werden. Dadurch konnten weitere Erkenntnisse darüber gewonnen werden, welchen Beitrag bestimmte Eigenschaften der Produktionstechnologie für die Flexibilität haben. Bei den soziodemografischen Faktoren konnte ein Einfluss auf die Skalenelastizität und Konkavität festgestellt werden, obwohl der Einfluss auf die Gesamtflexibilität unbestimmt war. Bezüglich der Skaleneffekte könnte man daraus schließen, dass ältere, männliche Landwirte mit besserer Ausbildung und mit größeren Familien über die niedrigere Kostenflexibilität verfügen. Das bedeutet einerseits, dass diese Betriebe skaleneffizienter sind und andererseits, dass sie tendenziell weniger flexibel sind, da dieser Effekt zu einer niedrigeren Gesamtflexibilität beiträgt. Dieser Einfluss wird allerdings durch entgegengesetzte Effekte bei der Krümmungskomponente kompensiert.

Die weiterentwickelten Flexibilitätsmaße wurden im Rahmen dieser Arbeit zum ersten Mal einer empirischen Untersuchung unterzogen. Daher sind die Ergebnisse nicht unmittelbar mit den Erkenntnissen anderer empirischer Analysen vergleichbar. Wenn Indikatoren, wie die Outputvariabilität und Änderungen der Produktionsstruktur als Maß für Flexibilität verwendet werden, dann führt die entsprechende Analyse zu unterschiedlichen Ergebnissen bezüglich des Einflusses der untersuchten Bestimmungsfaktoren auf die Flexibilität. Die Ursache hierfür ist, dass diese Indikatoren nicht die Kosten der Veränderungen des Produktionsprogramms berücksichtigen und aus diesem Grund nur bedingt für die Flexibilitätsanalyse verwendet werden können. Aus der vorliegenden Arbeit wird deutlich, dass die im theoretischen Teil diskutierten und entwickelten Flexibilitätsmaße eine konsistentere Durchführung und Interpretation ermöglichen und daher den herkömmlichen, in den anderen empirischen Analysen verwendeten, Indizes vorzuziehen sind.

Weitere empirische Analysen der Flexibilität, die mithilfe der in dieser Arbeit entwickelten Methoden gemessen wird, sind notwendig, um die Stabilität und die Aussagefähigkeit der vorgestellten Konzepte zu überprüfen. Diese Flexibilitätsmaße

wurden bewusst allgemein formuliert, sodass sie als Instrument zur Analyse der Anpassungsfähigkeit von Unternehmen aus verschiedenen Sektoren einer Volkswirtschaft und für verschiedene Länder geeignet sind. Vergleichende Analysen könnten zusätzliche Erkenntnisse über das Ausmaß und die Bedeutung der Flexibilität von Unternehmen hervorbringen und die Ursachen für die mangelnde Anpassungsfähigkeit der Betriebe in bestimmten Branchen bzw. Ländern aufdecken.

In künftigen Forschungsvorhaben wäre eine Weiterentwicklung der Flexibilitätsmaße basierend auf alternativen Darstellungen der Produktionstechnologie (beispielsweise einer Gewinnfunktion oder einer direktionalen Distanzfunktion) von Interesse. Hinter diesen Ansätzen stehen andere Annahmen über das ökonomische Verhalten, wodurch neue, bisher noch nicht berücksichtigte, Aspekte der Flexibilität analysiert werden könnten. Außerdem stellen diese Funktionen andere Anforderungen an den Datensatz, was die empirische Implementierung erleichtern könnte. Durch einen umfangreicheren Datensatz mit einer höheren Anzahl von Betrieben bzw. Beobachtungen könnte darüber hinaus die Schätzung verbessert werden, indem Technologien für die einzelnen Betriebstypen getrennt ermittelt werden könnten. Ein weiterer interessanter Aspekt betrifft die Frage der optimalen Flexibilität. Sollten Unternehmen immer eine höhere Flexibilität anstreben oder gibt es ökonomische Grenzen bzw. Zielkonflikte, die zu einer abnehmenden Nachfrage nach Flexibilität ab einem bestimmten Niveau führen.

Der Beitrag dieser Arbeit besteht nicht nur in der Weiterentwicklung der theoretischen und methodischen Ansätze zur Messung der Flexibilität, sondern in neuen Erkenntnissen über die Rolle von Skaleneffekten, Verbundvorteilen und Krümmungseigenschaften der Produktionstechnologie für die Anpassungsfähigkeit der Betriebe. Dies wurde durch die Dekomposition der Gesamtflexibilität und die empirische Untersuchung der einzelnen Faktoren verdeutlicht. Die Ergebnisse der vorliegenden Flexibilitätsanalyse sollen den wirtschaftlichen und politischen Entscheidungsträgern helfen, die Bedeutung verschiedener Faktoren für die Anpassungsfähigkeit besser zu verstehen und in ihren Entscheidungen zu berücksichtigen. Dadurch könnten Unternehmen verbesserte Strategien entwickeln, um auf Änderungen ihrer Umfeldsituation mit kostengünstigen Anpassungen zu reagieren. Darüber hinaus geben die Ergebnisse politischen Entscheidungsträgern wertvolle Hinweise für die Konzeption und Ausgestaltung des wirtschaftspolitischen Instrumentariums. Bei der Analyse der strukturellen Entwicklungen eines Sektors der Volkswirtschaft sollten nicht nur solche Aspekte wie Skalenerträge und Produktivität, sondern auch die Flexibilität der Unternehmen berücksichtigt werden. Eine höhere Anpassungsfähigkeit der kleinen Betriebe deutet auf einen dynamischen Wettbewerbsvorteil dieser Unternehmen hin und trägt zu einem besseren Verständnis der Koexistenz klein- und großbetrieblicher Strukturen in einer modernen und dynamischen Volkswirtschaft bei.

LITERATURVERZEICHNIS

- AIGNER, D., LOVELL, C. A. KNOX, SCHMIDT, P. (1977): Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. In: *Journal of Econometrics*, Jg. 6, H. 1, S. 21-37.
- AKAIKE, H. (HG.) (1973): Information theory and an extension of the maximum likelihood principle: Akademiai Kiada.
- ALLEN, R. G. D. (1938): *Mathematical Analysis for Economists*, London: Macmillan.
- AMEMIYA, T., MACURDY, T. E. (1986): Instrumental-variable estimation of an error-components model. In: *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, S. 869-880.
- ARROW, K. J. (1971): The theory of risk aversion. In: *Essays in the theory of risk-bearing*, S. 90-120.
- ATKINSON, S. E., FÄRE, R., PRIMONT, D. (2003): Stochastic estimation of firm inefficiency using distance functions. In: *Southern economic journal*, S. 596-611.
- ATKINSON, S. E., PRIMONT, D. (2002): Stochastic estimation of firm technology, inefficiency, and productivity growth using shadow cost and distance functions. In: *Journal of Econometrics*, Jg. 108, H. 2, S. 203-225.
- BALCOMBE, K., DAVIDOVA, S., LATRUFFE, L. (2008): The use of bootstrapped Malmquist indices to reassess productivity change findings: an application to a sample of Polish farms. In: *Applied economics*, Jg. 40, H. 16, S. 2055-2061.
- BARRETT, C. B., REARDON, T., WEBB, P. (2001): Nonfarm income diversification and household livelihood strategies in rural Africa: Concepts, dynamics, and policy implications. In: *Food Policy* 26: 315-331.
- BATTESE, G. E., COELLI, T. J. (1988): Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data. In: *Journal of Econometrics*, Jg. 38, H. 3, S. 387-399.
- BAUMOL, W. J., PANZAR, J. C., WILLIG, R. D. (1988): *Contestable markets and the theory of industry structure*. San Diego: Harcourt Brace Jovanovich.
- BILODEAU, D., CRAMIEUX, P., OUELLETTE, P. (2002): Hospital Technology in a Nonmarket Health Care System. In: *Southern economic journal*, Jg. 68, H. 3, S. 511-529.
- BLACKORBY, C., PRIMONT, D., RUSSELL, R. R. (1977): On testing separability restrictions with flexible functional forms. In: *Journal of Econometrics*, Jg. 5, H. 2, S. 195-209.
- BLACKORBY, C., RUSSELL, R. R. (1989): Will the Real Elasticity of Substitution Please Stand Up? (A Comparison of the Allen/Uzawa and Morishima Elasticities). In: *The American Economic Review*, Jg. 79, H. 4, S. 882-888.
- BORZUTZKY, S., KRANIDIS, E. (2005): A struggle for survival: The Polish agricultural sector from communism to EU accession. In: *East European Politics & Societies*, Jg. 19, H. 4, S. 614-654.
- BOUCHET, F., ORDEN, D., NORTON, G. W. (1989): Sources of growth in French agriculture. In: *American Journal of Agricultural Economics*, Jg. 71, H. 2, S. 280-293.

- BOYER, M., MOREAUX, M. (1989): Uncertainty, capacity and flexibility: The monopoly case. In: *Annales d'Economie et de Statistique*, S. 291-313.
- BREUSCH, T. S., MIZON, G. E., SCHMIDT, P. (1989): Efficient estimation using panel data. In: *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, S. 695-700.
- BROWN, R. S. (1979): Modelling the structure of cost and production for multiproduct firms. In: *Southern economic journal*, Jg. 46, H. 1, S. 256-273.
- BRÜMMER, B., GLAUBEN, T., THIJSEN, G. (2002): Decomposition of productivity growth using distance functions: The case of dairy farms in three European countries. In: *American Journal of Agricultural Economics*, Jg. 84, H. 3, S. 628-644.
- CAMERON, A. C., TRIVEDI, P. K. (2005): Microeconometrics. Methods and applications. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- CARLSSON, B. (1989): Flexibility and the theory of the firm. In: *International journal of industrial organization*, Jg. 7, H. 2, S. 179-203.
- CHAMBERS, R. G. (1988): Applied production analysis. A dual approach. Tranf. to digital print. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- CHAVAS, J. P. (2008): On the economics of agricultural production. In: *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, Jg. 52, H. 4, S. 365-380.
- CHAVAS, J. P., CHAMBERS, R. G., POPE, R. D. (2010): Production economics and farm management: A century of contributions. In: *American Journal of Agricultural Economics*, Jg. 92, H. 2, S. 356-375.
- CHAVAS, J.-P., KIM, K. (2010): Economies of diversification: A generalization and decomposition of economies of scope. In: *International Journal of Production Economics*, Jg. 126, H. 2, S. 229-235.
- CHAYANOV, A. V. (1966): Peasant farm organization. In: *The theory of peasant economy*, S. 29-278.
- CHMIELECKI, R. (2006): Die künftige Mechanisierung der polnischen Landwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung der deutschen Erfahrungen mit Kooperationen. Dissertation. Georg-August-Universität Göttingen.
- CHRISTENSEN, L. R., GREENE, W. H. (1976): Economies of scale in US electric power generation. In: *The journal of political economy*, Jg. 84, H. 4, S. 655-676.
- CHRISTENSEN, L. R., JORGENSEN, D. W., LAU, L. J. (1973): Transcendental logarithmic production frontiers. In: *The Review of Economics and Statistics*, S. 28-45.
- COELLI, T. (2005): An introduction to efficiency and productivity analysis: Springer Verlag.
- COELLI, T., FLEMING, E. (2004): Diversification economies and specialisation efficiencies in a mixed food and coffee smallholder farming system in Papua New Guinea. In: *Agricultural economics*, Jg. 31, H. 2-3, S. 229-239.
- COELLI, T., PERELMAN, S. (2000): Technical efficiency of European railways: A distance function approach. In: *Applied economics*, Jg. 32, H. 15, S. 1967-1976.
- COELLI, T. J., RAO, D. S. PRASADA (2005): Total factor productivity growth in agriculture: A Malmquist index analysis of 93 countries, 1980-2000. In: *Agricultural economics*, Jg. 32, S. 115-134.

- CORNWELL, C., SCHMIDT, P., SICKLES, R. C. (1990): Production frontiers with cross-sectional and time-series variation in efficiency levels. In: *Journal of Econometrics*, Jg. 46, H. 1, S. 185-200.
- CREMIEUX, P. Y., OUELLETTE, P., RIMBAUD, F., VIGEANT, S. (2005): Hospital Cost Flexibility in the Presence of Many Outputs: A Public-Private Comparison. In: *Health Care Management Science*, Jg. 8, H. 2, S. 111-120.
- CSAKI, C., NASH, J. (1999): Regional and international trade policy. Lessons for the EU accession in the rural sector; World Bank/FAO workshop, June 20-23, 1998. Washington, DC: World Bank (*World Bank technical paper; 434: Europe and Central Asia environmentally and socially sustainable rural development series*).
- DAS, B. J., CHAPPELL, W. F., SHUGHART, W. F. (1993): Demand fluctuations and firm heterogeneity. In: *The journal of industrial economics*, Jg. 41, H. 1, S. 51-60.
- DELLER, S. C., CHICOINE, D. L., WALZER, N. (1988): Economies of size and scope in rural low-volume roads. In: *The Review of Economics and Statistics*, Jg. 70, H. 3, S. 459-465.
- DEIWEERT, W. E. (1971): An application of the Shepard duality theorem: A generalized Leontief production function. In: *The journal of political economy*, Jg. 79, H. 3, S. 481-507.
- DEIWEERT, W. E., AVRIEL, M., ZANG, I. (1981): Nine kinds of quasiconcavity and concavity. In: *Journal of Economic Theory*, Jg. 25, H. 3, S. 397-420.
- DEIWEERT, W. E., WALES, T. J. (1987): Flexible Functional Forms and Global Curvature Conditions. In: *Econometrica*, Jg. 55, H. 1, S. 43-68.
- DRIES, L., SWINNEN, J. F. M. (2002): Institutional reform and labor reallocation during transition: Theory evidence from Polish agriculture. In: *World Development*, Jg. 30, H. 3, S. 457-474.
- DRIVER, C., SAW, C.-W. (1996): Performance of Structural Change Indices: Analysis Using Real and Simulated Data. In: *Applied Economics Letters*, Jg. 3, H. 3, S. 187-188.
- EBBEN, J. J., JOHNSON, A. C. (2005): Efficiency, flexibility, or both? Evidence linking strategy to performance in small firms. In: *Strategic Management Journal*, Jg. 26, H. 13, S. 1249-1259.
- ELHORST, J. P. (1993): The estimation of investment equations at the farm level. In: *European review of agricultural economics*, Jg. 20, H. 2, S. 167-182.
- ELLIS, F. (2000): Peasant economics. Farm households and agrarian development. 2. ed., reprinted. Cambridge: Cambridge Univ. Press
- EUROPEAN COMMISSION (1985): Decision establishing a Community typology for agricultural holdings. In: *Official Journal of the European Communities*, H. 85/377, S. 1-32.
- EUROPEAN COMMISSION (2010): Rural development in the European Union. Statistical and economic information. Report 2010. Herausgegeben von European Union.
- FARE, R., GROSSKOPF, S. (1990): A distance function approach to price efficiency. In: *Journal of Public Economics*, Jg. 43, H. 1, S. 123-126.
- FÄRE, R., LEHMJOKI, U. (1987): On quasi-convexity of the cost function. In: *The Scandinavian Journal of Economics*, Jg. 89, H. 1, S. 115-118.
- FÄRE, R., PRIMONT, D. A. (1995): Multi-output production and duality. Theory and applications. Boston: Kluwer Acad. Publ.

- FERNANDEZ-CORNEJO, J., GEMPESAW, C. M., ELTERICH, J. G., STEFANOU, S. E. (1992): Dynamic Measures of Scope and Scale Economies: An Application to German Agriculture. In: *American Journal of Agricultural Economics*, Jg. 74, H. 2, S. 329-342.
- FIGENBAUM, A., KARNANI, A. (1991): Output Flexibility-A Competitive Advantage for Small Firms. In: *Strategic Management Journal*, Jg. 12, H. 2, S. 101-114.
- FRISVOLD, G. B. (1994): Does supervision matter? Some hypothesis tests using Indian farm-level data. In: *Journal of Development Economics*, Jg. 43, H. 2, S. 217-238.
- FUSS, M., MCFADDEN, D. (1978): Flexibility versus efficiency in ex ante plant design. In: *Production Economics: A Dual Approach to Theory and Applications*, Jg. 1, S. 311-364.
- FUSS, M., MCFADDEN, D. (1978): Production economics: A dual approach to theory and applications: North-Holland Amsterdam.
- FUSS, MELVYN A. (1977): The Structure of Technology Over Time: A Model for Testing the "Putty-Clay" Hypothesis. In: *Econometrica*, Jg. 45, H. 8, S. 1797-1821.
- GASSON, R. M., ERRINGTON, A. (1993): The farm family business. Wallingford: CAB International.
- GLAUBEN, T., HERZFELD, T., LOY, J.-P., RENNER, S., HOCKMANN, H. (2012): The Impact of Fiscal Policies on Agricultural Household Decisions, *Economic Modelling*, Vol. 29, No. 2, pp. 166-177.
- GREENE, W. H. (2003): Econometric analysis. 5. ed., internat. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- GREENE, W. H. (2004): Distinguishing between heterogeneity and inefficiency: Stochastic frontier analysis of the World Health Organization's panel data on national health care systems. In: *Health Econ.*, Jg. 13, H. 10, S. 959-980.
- GREENE, W. H. (2005): Reconsidering heterogeneity in panel data estimators of the stochastic frontier model. In: *Journal of Econometrics*, Jg. 126, H. 2, S. 269-303.
- GREENE, W. H. (2007): NLOGIT. Version 4.0; reference guide. Plainview: Econometric Software.
- GREENE, W. H. (2008): Econometric analysis. Upper Saddle River, NJ [u.a.]: Pearson Prentice Hall.
- GREENE, W. H. (2008): The econometric approach to efficiency analysis. In: *The measurement of productive efficiency and productivity growth*, S. 92-250.
- GROSSKOPF, S., HAYES, K., HIRSCHBERG, J. (1995): Fiscal stress and the production of public safety: A distance function approach. In: *Journal of Public Economics*, Jg. 57, H. 2, S. 277-296.
- GRUBBSTROEM, R.W., OLHAGER, J. (1997): Productivity and flexibility: Fundamental relations between two major properties and performance measures of the production system. In: *International Journal of Production Economics*. – Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Jg. 52, H. 1-2, S. 73-82.
- GUPTA, Y. P., GOYAL, S. (1989): Flexibility of manufacturing systems. Concepts and measurements. In: *European journal of operational research*, Jg. 43, H. 2.
- GUYOMARD, H., VERMERSCH, D. (1989): Derivation of long-run factor demands from short-run responses. In: *Agricultural economics*, Jg. 3, H. 3, S. 213-230.

- GUYOMARD, H., BAUDRY, M., CARPENTIER, A. (1996): Estimating crop supply response in the presence of farm programmes: application to the CAP. In: *European review of agricultural economics*, Jg. 23, H. 4, S. 401-420.
- GUS (2011C): Budżety gospodarstw domowych w 2010 R. (Household budget surveys in 2010). Warszawa.
- GUS (2011A): Mały rocznik statystyczny Polski (Concise statistical yearbook of Poland). Warszawa.
- GUS (2011B): Rocznik statystyczny rolnictwa (Statistical yearbook of agriculture). Warszawa.
- GUS (1998): Rocznik statystyczny rolnictwa (Statistical yearbook of agriculture). Warszawa.
- GUS (2000): Rocznik statystyczny rolnictwa (Statistical yearbook of agriculture). Warszawa.
- GUS (2001): Rocznik statystyczny rolnictwa (Statistical yearbook of agriculture). Warszawa.
- GUS (2003): Rocznik statystyczny rolnictwa (Statistical yearbook of agriculture). Warszawa.
- GUS (2005): Rocznik statystyczny rolnictwa (Statistical yearbook of agriculture). Warszawa.
- GUS (2006): Rocznik statystyczny rolnictwa (Statistical yearbook of agriculture). Warszawa.
- GUYOMARD, H., BAUDRY, M., CARPENTIER, A. (1996): Estimating crop supply response in the presence of farm programmes: application to the CAP. In: *European review of agricultural economics*, Jg. 23, H. 4, S. 401-420.
- HADRICH, J. C., OLSON, F. E. (2011): Joint measurement of farm size and farm performance: A confirmatory factor analysis. In: *Agricultural Finance Review*, Jg. 71, H. 3, S. 2-2.
- HAJARGASHT, G., COELLI, T., PRASADA R., D. S. (2008): A dual measure of economies of scope. In: *Economics letters*, Jg. 100, H. 2, S. 185-188.
- HALLAM, A. (1991): Economies of size and scale in agriculture. An interpretive review of empirical measurement. In: *Review of agricultural economics*, Jg. 13, H. 1, S. 155-172.
- HANNAN, E. J., QUINN, B. G. (1979): The determination of the order of an autoregression. In: *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, S. 190-195.
- HAUSMAN, J. A. (1978): Specification tests in econometrics. In: *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, S. 1251-1271.
- HAUSMAN, J. A., TAYLOR, W. E. (1981): Panel data and unobservable individual effects. In: *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, S. 1377-1398.
- HEADY, E. O. (1950): Uncertainty in Market Relationships and Resource Allocation in the Short-Run. In: *Journal of Farm Economics*, Jg. 32, H. 2, S. 240-257.
- HEIDENREICH, S. (2004): Analyse des Jahresabschlusses mit Hilfe von Kennzahlen: GRIN Verlag.
- HENNING, C. (1994): Unternehmens-Haushalts-Modelle. Eine theoretische und empirische Analyse. Berlin: Duncker & Humblot (Betriebswirtschaftliche Schriften, 136).
- HENNINGSEN, A. (2009): Why is the Polish farm sector still so underdeveloped? In: *Post-Communist Economies*, Jg. 21, H. 1, S. 47-64.
- HIEBERT, L. D. (1989): Cost Flexibility and Price Dispersion. In: *The journal of industrial economics*, Jg. 38, H. 1, S. 103-109.
- HOCKMANN, H., PIENIADZ, A. (2009): Explaining differences in farms efficiencies in Polish agriculture: International Association of Agricultural Economists.

- HOCKMANN, H., PIENIADZ, A., GORAJ, L. (2007): Modeling heterogeneity in production models: Empirical evidence from individual farming in Poland. In: *IAMO Discussion Papers*.
- HSIAO, C. (2003): Analysis of panel data. 2. ed. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- HUFFMAN, W. E. (1974): Decision making: the role of education. In: *American Journal of Agricultural Economics*, Jg. 56, H. 1, S. 85-97.
- HUFFMAN, W. E. (1980): Farm and off-farm work decisions: the role of human capital. In: *The Review of Economics and Statistics*, Jg. 62, H. 1, S. 14-23.
- IRZ, X., THIRTLE, C. (2004): Dual technological development in Botswana agriculture: A stochastic input distance function approach. In: *Journal of Agricultural Economics*, Jg. 55, H. 3, S. 455-478.
- JACQUEMIN, A. P., BERRY, C. H. (1979): Entropy measure of diversification and corporate growth. In: *The journal of industrial economics*, Jg. 27, H. 4, S. 359-369.
- JANVRY, A., SADOULET, E. (2006): Progress in the Modeling of Rural Households' Behavior under Market Failures. In: JANVRY, A., KANBUR, R. (Hg.): *Poverty, Inequality and Development: Springer US (Economic Studies in Inequality, Social Exclusion and Well-Being)*, Bd. 1, S. 155-181.
- JANVRY, A. DE, FAFCHAMPS, M., SADOULET, E. (1991): Peasant Household Behaviour with Missing Markets: Some Paradoxes Explained. In: *The Economic Journal*, Jg. 101, H. 409, S. 1400-1417.
- JONDROW, J., LOVELL, C. A., MATEROV, I. S., SCHMIDT, P. (1982): On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model. In: *Journal of Econometrics*, Jg. 19, H. 2, S. 233-238.
- JONES, ROBERT A., OSTROY, J. M. (1984): Flexibility and Uncertainty. In: *The Review of Economic Studies*, Jg. 51, H. 1, S. 13-32.
- KALUZA, B., BLECKER, T. (2005): Flexibilität – State of the Art und Entwicklungstrends. In: *Erfolgsfaktor Flexibilität*, S. 1-25.
- KILIC, T., CARLETTO, C., MILUKA, J., SAVASTANO, S. (2009): Rural nonfarm income and its impact on agriculture: Evidence from Albania. In: *Agricultural economics*, Jg. 40, H. 2, S. 139-160.
- KIM, H. Y. (1997): Functional separability and elasticities of complementarity. In: *American Journal of Agricultural Economics*, Jg. 79, H. 4, S. 1177-1181.
- KOESTER, U. (2011): Grundzüge der landwirtschaftlichen Marktlehre. 4. Auflage. München: Franz Vahlen.
- KULATILAKA, N. (1985): Tests on the validity of static equilibrium models. In: *Journal of Econometrics*, Jg. 28, H. 2, S. 253-268.
- KUMBHAKAR, S. C., LIEN, G., HARDAKER, J. B. (2011): Technical efficiency in competing panel data models: A study of Norwegian grain farming. In: *Journal of Productivity Analysis*, S. 1-17.
- KUMBHAKAR, S. C., LIEN, G., FLATEN, O., TVETERAS, R. (2008): Impacts of Norwegian milk quotas on output growth: A modified distance function approach. In: *Journal of Agricultural Economics*, Jg. 59, H. 2, S. 350-369.
- KUMBHAKAR, S. C., LOVELL, C. A.K. (2003): *Stochastic frontier analysis: Cambridge Univ Pr.*

- KUMBHAKAR, S. C., LOVELL, C. A. KNOX (2000): Stochastic frontier analysis. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- LATRUFFE, L. (2005): The impact of credit market imperfections on farm investment in Poland. In: *Post-Communist Economies*, Jg. 17, H. 3, S. 349-362.
- LATRUFFE, L., DAVIDOVA, S., BALCOMBE, K. (2008): Productivity change in Polish agriculture: An illustration of a bootstrapping procedure applied to Malmquist indices. In: *Post-Communist Economies*, Jg. 20, H. 4, S. 449-460.
- LATRUFFE, L., BALCOMBE, K., DAVIDOVA, S., ZAWALINSKA, K. (2005): Technical and scale efficiency of crop and livestock farms in Poland. Does specialization matter? In: *Agricultural economics*, Jg. 32, H. 3, S. 281-296.
- LAU, L. J. (1986): Functional forms in econometric model building. In: GRILICHES, Z., INTRILIGATOR, M. D. (Hg.): Handbook of econometrics. Amsterdam [u.a.]: North-Holland (Vol. 3), S. 1515-1566.
- LEV, L. (1984): The role of flexibility in the design, acquisition, and use of durable inputs, Thesis (Ph. D.), Michigan State University. Dept. of Agriculture Economics, 1984.
- LILJEN, D. M. (1982): Sectoral shifts and cyclical unemployment. In: *The journal of political economy*, Jg. 90, H. 4, S. 777-793.
- LUND, P., PRICE, R. (1998): The measurement of average farm size. In: *Journal of Agricultural Economics*, Jg. 49, H. 1, S. 100-110.
- MAGNANI, E., PRENTICE, D. (2006): Unionization and Input Flexibility in U.S. Manufacturing, 1973-1996. In: *Industrial and Labor Relations Review*, Jg. 59, H. 3, S. 386-407.
- MARSCHAK, T., NELSON, R. (1962): Flexibility, uncertainty, and economic theory. In: *Metroeconomica*, Jg. 14, H. 1/2/3, S. 42-58.
- MCMANARA, K. T., WEISS, C. (2005): Farm household income and on-and-off farm diversification. In: *Journal of Agricultural and Applied Economics*, Jg. 37, H. 01.
- MEISSNER, W., FASSING, W., MEIBNER, W. (1989): Wirtschaftsstruktur und Strukturpolitik: Verl. Vahlen.
- MICHAELY, M. (1962): Concentration in international trade: North-Holland Pub. Co.
- MILLS, D. E. (1984): Demand fluctuations and endogenous flexibility. In: *The journal of industrial economics*, Jg. 33, H. 1, S. 55-71.
- MILLS, D. E. (1986): Flexibility and firm diversity with demand fluctuations. In: *International journal of industrial organization*, Jg. 4, H. 2, S. 202-215.
- MILLS, D. E., SCHUMANN, L. (1985): Industry structure with fluctuating demand. In: *The American economic review*. – Nashville, Tenn.: American Economic Assoc., Jg. 75, H. 4, S. 758-767.
- MISHRA, A. K., EL-OSTA, H. S., SANDRETTO, C. L., USDA, E. R.S. (2004): Factors affecting farm enterprise diversification. In: *Agricultural Finance Review*, Jg. 64, H. 2, S. 151-166.
- MOREY, E. R. (1986): An introduction to checking, testing, and imposing curvature properties: The true function and the estimated function. In: *Canadian Journal of Economics*, S. 207-235.
- MUNDLAK, Y. (1963): Specification and estimation of multiproduct production functions. In: *Journal of Farm Economics*, Jg. 45, H. 2, S. 433-443.
- MUNROE, D. (2001): Economic Efficiency in Polish Peasant Farming: An International Perspective. In: *Regional Studies*, Jg. 35, H. 5, S. 461-471.

- MURRAY, J. D., WHITE, R. W. (1983): Economies of scale and economies of scope in multi-product financial institutions: A study of British Columbia credit unions. In: *Journal of Finance*, S. 887-902.
- NAKAJIMA, C. (1957): Over-occupied and the Theory of the Family Farm. In: Osaka Daigaku Keizaigaku, Jg. 6.
- NAKAJIMA, C. (1986): Subjective equilibrium theory of the farm household. Amsterdam: Elsevier (Developments in agricultural economics, 3).
- NEWBERY, D. M. G., STIGLITZ, J. E. (1981): The theory of commodity price stabilization: A study in the economics of risk: Clarendon Press Oxford.
- NOR, N. M. NOR G. MD., ABDULLAH, A. Z., JALIL, S. A. (2007): Flexibility and small firms' survival: Further evidence from Malaysian manufacturing, Jg. 00014, H. 00012, S. 931-935.
- O'BRIEN, R. M. (2007): A caution regarding rules of thumb for variance inflation factors. In: *Quality & Quantity*, Jg. 41, H. 5, S. 673-690.
- OI, WALTER Y. (1961): The Desirability of Price Instability Under Perfect Competition. In: *Econometrica*, Jg. 29, H. 1, S. 58-64.
- OREA, L., KUMBHAKAR, S. C. (2004): Efficiency measurement using a latent class stochastic frontier model. In: *Empirical Economics*, Jg. 29, H. 1, S. 169-183.
- PANZAR, J. C., WILLIG, R. D. (1977): Economies of scale in multi-output production. In: *The quarterly journal of economics*, Jg. 91, H. 3, S. 481-493.
- PANZAR, J. C., WILLIG, R. D. (1981): Economies of scope. In: *The American Economic Review*, Jg. 71, H. 2, S. 268-272.
- PAUL, C. J. M., NEHRING, R., BANKER, D. (2004): Productivity, economies, and efficiency in US agriculture: A look at contracts. In: *American Journal of Agricultural Economics*, S. 1308-1314.
- PETRICK, M. (2004B): A microeconomic analysis of credit rationing in the Polish farm sector. In: *European review of agricultural economics*, Jg. 31, H. 1, S. 77-101.
- PETRICK, M. (2004A): Farm investment, credit rationing, and governmentally promoted credit access in Poland: A cross-sectional analysis. In: *Food Policy*, Jg. 29, H. 3, S. 275-294.
- PETRICK, M., SPYCHALSKI, G., SWITLYK, M., TYRAN, E. (2002): Economic Situation and Development Perspectives of Farms in Poland-An Analysis Based on Survey Data from Selected Polish Voivodships and a Comparison with German Farms. In: *German Journal of Agricultural Economics*, Jg. 51, H. 4.
- PITT, M. M., LEE, L. F. (1981): The measurement and sources of technical inefficiency in the Indonesian weaving industry. In: *Journal of Development Economics*, Jg. 9, H. 1, S. 43-64.
- POLLAK, R. A. (1985): A transaction cost approach to families and households. In: *Journal of Economic Literature*, Jg. 23, H. 2, S. 581-608.
- PRATT, JOHN W. (1964): Risk Aversion in the Small and in the Large. In: *Econometrica*, Jg. 32, H. 1/2, S. 122-136.
- PRATTEN, C. F. (1991): The competitiveness of small firms. Cambridge: Cambridge Univ. Press (Occasional paper/University of Cambridge, Department of Applied Economics, 57).

- RATHMANN, C., RENNER, S., PIENIADZ, A., GLAUBEN, T., LOY, J.-P. (2010): Einkommensdiversifikation landwirtschaftlicher Haushalte in Schleswig-Holstein (Income diversification of farm households in Schleswig-Holstein). In: *German Journal of Agricultural Economics*, Jg. 59, H. 2, S. 77-90.
- RENNER, S., HOCKMANN, H., PIENIADZ, A., GLAUBEN, T. (2009): The Flexibility of Family Farms in Poland, in: Buchenrieder, G., Möllers, J. (Hrsg.): Structural change in Europe's rural regions. Farm livelihoods between subsistence orientation, modernisation and non-farm diversification, (27th International Conference of Agricultural Economists (IAAE), Beijing, China, August 16-22, 2009), S. 69-89.
- ROBISON, L. J., BARRY, P. J. (1987): The competitive firm's response to risk. New York: Macmillan [u.a.].
- RODRIGUEZ-ALVAREZ, A., FERNANDEZ-BLANCO, V., LOVELL, C. A. (2004): Allocative inefficiency and its cost: The case of Spanish public hospitals. In: *International Journal of Production Economics*, Jg. 92, H. 2, S. 99-111.
- SAKAI, Y. (1974): Substitution and expansion effects in production theory: the case of joint production. In: *Journal of Economic Theory*, Jg. 9, H. 3, S. 255-274.
- SALVANES, K. G., TJØTTA, S. (1998): A Note on the Importance of Testing for Regularities for Estimated Flexible Functional Forms. In: *Journal of Productivity Analysis*, Jg. 9, H. 2, S. 133-143.
- SAMUELSON, P. A. (1947): Foundations of economic analysis. In: Cambridge, Mass.
- SANDMO, A. (1971): On the Theory of the Competitive Firm Under Price Uncertainty. In: *The American Economic Review*, Jg. 61, H. 1, S. 65-73.
- SAUER, J., FROHBERG, K., HOCKMANN, H. (2006): Stochastic efficiency measurement: The curse of theoretical consistency. In: *Journal of Applied Economics*, Jg. 9, H. 1, S. 139-165.
- SCHANKERMAN, M., NADIRI, M. I. (1986): A test of static equilibrium models and rates of return to quasi-fixed factors, with an application to the bell system. In: *Journal of Econometrics*, Jg. 33, H. 1-2, S. 97-118.
- SCHMIDT, P., SICKLES, R. C. (1984): Production frontiers and panel data. In: *Journal of business & economic statistics*, Jg. 2, H. 4, S. 367-374.
- SCHNEEWEIF, C. A., KÜHN, M. A. (1990): Zur Definition und gegenseitigen Abgrenzung der Begriffe Flexibilität, Elastizität und Robustheit. In: *Zfbf*, Jg. 42, H. 5, S. 378-395.
- SCHULTZ, T. W. (1975): The value of the ability to deal with disequilibria. In: *Journal of Economic Literature*, S. 827-846.
- SCHWARZ, G. (1978): Estimating the dimension of a model. In: *The annals of statistics*, Jg. 6, H. 2, S. 461-464.
- SERRA, T., LANSINK, A. O., STEFANO, S. E. (2011): Measurement of dynamic efficiency: A directional distance function parametric approach. In: *American Journal of Agricultural Economics*, Jg. 93, H. 3, S. 756-767.
- SETHI, A. K., SETHI, S. P. (1990): Flexibility in manufacturing. A survey. In: *International journal of flexible manufacturing systems*, Jg. 2, H. 4, S. 289-328.
- SHEPHARD, R. W., GALE, D., KUHN, H. W. (1970): Theory of cost and production functions: Princeton University Press Princeton, NJ.
- SHEPHARD, R. W. (1953): Cost and production functions. Princeton, NJ: Princeton Univ. Press.

- SHESHINSKI, E., DREZE, J. H. (1976): Demand Fluctuations, Capacity Utilization, and Costs. In: *The American Economic Review*, Jg. 66, H. 5, S. 731-742.
- SHEWCHUK, J. P., MOODIE, C. L. (1998): Definition and classification of manufacturing flexibility types and measures. In: *International journal of flexible manufacturing systems*, Jg. 10, H. 4, S. 325-349.
- SIMON, C. P., BLUME, L. E. (1994): *Mathematics for economists*. 1. ed. New York: Norton.
- SINGH, I., SQUIRE, L., STRAUSS, J. (1986A): A Survey of Agricultural Household Models: Recent Findings and Policy Implications. In: *The World Bank Economic Review*, Jg. 1, H. 1, S. 149-179.
- SINGH, I., SQUIRE, L., STRAUSS, J. (1986B): *Agricultural household models. Extensions, applications, and policy*. Baltimore: Johns Hopkins Univ. Press.
- STAMER, M. (1999): *Strukturwandel und wirtschaftliche Entwicklung in Deutschland, den USA und Japan*. Aachen: Shaker (Berichte aus der Volkswirtschaft).
- STANTON, B. F. (1978): Perspective on farm size. In: *American Journal of Agricultural Economics*, Jg. 60, H. 5, S. 727-737.
- STEFANOU, S. E. (1989): Returns to scale in the long run: the dynamic theory of cost. In: *Southern economic journal*, S. 570-579.
- STEGER, H.-D. (2004): *Systemflexibilität. Konzeption und Gestaltungsansätze einer systemorientierten Unternehmensflexibilität*. München: Eberhard (Grenzen und Horizonte).
- STIGLER, G. J. (1939): Production and distribution in the short run. In: *The journal of political economy*, H. Vol. 47, No. 3. (Jun., 1939), S. 305-327.
- STOIKOV, V. (1966): Some determinants of the level of frictional unemployment: A comparative study. In: *International Labour Review*, Jg. 93, S. 530-549.
- SUMNER, D. A., LEIBY, J. D. (1987): An econometric analysis of the effects of human capital on size and growth among dairy farms. In: *American Journal of Agricultural Economics*, Jg. 69, H. 2, S. 465-470.
- TAYLOR, J. E., ADELMAN, I. (2003): *Agricultural household models. Genesis, evolution, and extensions*. In: *Review of Economics of the Household*. Norwell, Mass.: Springer Science + Business Media B.V., Jg. 1, H. 1/2, S. 33-58.
- TISDELL, C. A. (1968): *The theory of price uncertainty, production, and profit*: Univ. Press.
- UNGERN-STERNBERG, T. R. VON (1990): The flexibility to switch between different products. In: *Economica*, Jg. 57, H. 227.
- UZAWA, H. (1962): Production Functions with Constant Elasticities of Substitution. In: *The Review of Economic Studies*, Jg. 29, H. 4, S. 291-299.
- VAN ZYL, J., PARKER, A. N., MILLER, B. R. (2000): The myth of large farm superiority: Lessons from agricultural transition in Poland. In: *The Journal of Policy Reform*, Jg. 3, H. 4, S. 353-372.
- VIVES, X. (1986): Commitment, flexibility and market outcomes* 1. In: *International journal of industrial organization*, Jg. 4, H. 2, S. 217-229.
- VOIGT, K. I. (2007): *Zeit und Zeitgeist in der Betriebswirtschaftslehre. Dargestellt am Beispiel der betriebswirtschaftlichen Flexibilitätsdiskussion*. In: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, Jg. 77, H. 6.

- WALD, A. (1943): Tests of statistical hypotheses concerning several parameters when the number of observations is large. In: *Transactions of the American Mathematical Society*, S. 426-482.
- WEISS, C. R. (2001): On flexibility. In: *Journal of economic behavior & organization*, Jg. 46, H. 3, S. 347-356.
- WILLIAMSON, O. E. (1967): Hierarchical control and optimum firm size. In: *Journal of political economy*, Jg. 75, H. 2, S. 123-138.
- WITZKE, H. P. (1993): Mikrotheorie in der Agrarsektoranalyse. Neoklassischer Standard, Konflikte mit der Realität und Versöhnungsversuche mit Komplikationen. Berlin: Duncker & Humblot (Volkswirtschaftliche Schriften, 431).
- WOOLDRIDGE, J. M. (2002): *Econometric analysis of cross section and panel data*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- WORLD BANK (2001): *Poland: The Functioning of the Labor, Land and Financial Markets: Opportunities and Constraints for Farming Sector Restructuring*. Washington, D.C.: World Bank.
- YOU, J.-IL (1995): Small firms in economic theory. In: *Cambridge journal of economics*, Jg. 19, H. 3, S. 441-462.
- ZELLER, M. (1990): Ein system- und risikothoretisches Erklärungsmodell zur Flexibilität des landwirtschaftlichen Unternehmens. Dissertation.
- ZELLER, M. (1991): Bestimmungsgruende der Flexibilitaet des landwirtschaftlichen Unternehmens. In: *Agrarwirtschaft*. – Frankfurt, M.: Deutscher Fachverl., Jg. 40, H. 1, S. 9-19.
- ZELLER, M., ROBISON, L. J. (1992): Flexibility and risk in the firm. In: *European review of agricultural economics*, Jg. 19, H. 4, S. 473-484.
- ZIMMERMANN, K. F. (1995): Flexibility in the face of demand fluctuations. Employment, capacity utilization, and industry structure. In: *International journal of industrial organization*, Jg. 13, H. 2, S. 179-193.
- ZYL, J. A. VAN (1996): Agrarian structure in Poland. The myth of large-farm superiority. In: MILLER, B. R., PARKER, A.N. (Hg.): Washington, DC: World Bank, Agriculture and Natural Resources Dep., Sector Policy and Water Div. (*Policy research working paper; 1596*).

ANHANG

Anhang 1: Ableitung des kurzfristigen Flexibilitätsmaßes für den Einproduktfall

Ableitung des *kurzfristigen* Flexibilitätsmaßes basierend auf der zweiten Ableitung der *variablen* Durchschnittskostenfunktion:

$$\begin{aligned} Flex^s &= \frac{\partial^2 \left(\frac{VC}{y} \right)}{\partial y^2} = \frac{\partial \left(\frac{VC_y}{y} - \frac{VC}{y^2} \right)}{\partial y} = \\ &= \frac{VC_{yy} \cdot y - VC_y \cdot 1}{y^2} - \frac{VC_y \cdot y^2 - VC \cdot 2y}{y^4} = \\ &= \frac{VC_{yy} \cdot y^2 - VC_y \cdot y - VC_y \cdot y + 2VC}{y^3} = \\ &= \frac{1}{y^3} [VC_{yy} \cdot y^2 - 2VC_y \cdot y + 2VC]. \end{aligned}$$

Anhang 2: Zusammenhang zwischen den Flexibilitätsmaßen, die nach RAVC und AIVC abgeleitet werden

Das gesamte Flexibilitätsmaß für den Zweiproduktfall kann als die zweite Ableitung der RAVC nach τ wie folgt dargestellt werden:

$$RAVC_{\tau\tau} = VC_{y_1y_1} y_1 y_1 + VC_{y_2y_2} y_2 y_2 + 2VC_{y_1y_2} y_1 y_2 - 2VC_{y_1} y_1 - 2VC_{y_2} y_2 + 2VC. \quad (A 1)$$

Produktspezifische Flexibilität wird für beide Outputs als die zweite Ableitung der AIVC wie folgt dargestellt:

$$AIVC_{y_1y_1} = \frac{1}{y_1^3} [VC_{y_1y_1} y_1 y_1 - 2VC_{y_1} y_1 + 2VC - 2VC(0, y_2)]. \quad (A 2)$$

$$AIVC_{y_2y_2} = \frac{1}{y_2^3} [VC_{y_2y_2} y_2 y_2 - 2VC_{y_2} y_2 + 2VC - 2VC(y_1, 0)]. \quad (A 3)$$

Beide Maße können wie folgt zusammengefasst werden:

$$\begin{aligned} y_1^3 AIVC_{y_1y_1} + y_2^3 AIVC_{y_2y_2} &= \\ &= VC_{y_1y_1} y_1 y_1 + VC_{y_2y_2} y_2 y_2 - 2VC_{y_1} y_1 - 2VC_{y_2} y_2 + 2VC + \\ &+ 2[VC - VC(0, y_2) - 2VC(y_1, 0)]. \end{aligned} \quad (A 4)$$

Der erste Ausdruck auf der rechten Seite von (A 4) ist mit dem Ausdruck in (A 1) fast identisch. Den einzigen Unterschied stellen $2VC_{y_1y_2} y_1 y_2$ in (A 1) und der zweite Ausdruck auf der rechten Seite in (A 4) dar. Die letzte Komponente wird in der Literatur zur Ermittlung der Verbundvorteile (Scope Economies) verwendet (BAUMOL et al., 1998, S. 71). Dabei wurde bei BAUMOL et al. (1998, S. 89) gezeigt, dass die Verbundvorteile ebenfalls über die zweite Ableitung der Kostenfunktion nach den unterschiedlichen Outputs (weak cost complementarities) und im Zweiproduktfall über $VC_{y_1y_2}$ definiert werden können. Daraus wird ersichtlich, dass die gesamte Flexibilität bei zwei Outputs der gewichteten Summe der einzelnen produktspezifischen Flexibilitäten entspricht.

Anhang 3: Ableitung des langfristigen Flexibilitätsmaßes für den Einproduktfall

Für den Einproduktfall ist die langfristige Flexibilität gleich der zweiten Ableitung der durchschnittlichen Gesamtkosten nach dem Output y :

$$Flex^l = \frac{\partial^2 TAC^l}{\partial y^2} = \frac{1}{y^3} [TC_{yy} y^2 - 2TC_{y,y} + 2TC]. \quad (A 5)$$

Ausgedrückt über die kurzfristige variable Kostenfunktion ergibt sich folgende Formel für die langfristige Flexibilität:

$$Flex^l = \frac{\partial^2 TAC^l}{\partial y^2} = \frac{1}{y} \left(VC_{yy}^s + VC_{yk}^s (VC_{kk}^s)^{-1} VC_{ky}^s \right) + \frac{2}{y^3} (VC^s - VC_{y,y}^s - VC_k^s \cdot k). \quad (A 6)$$

Die Ableitung des langfristigen Flexibilitätsmaßes erfolgt basierend auf der zweiten Ableitung der langfristigen gesamten Durchschnittskostenfunktion. Dabei ist die langfristige gesamte Kostenfunktion wie folgt definiert:

$$TC^l(\mathbf{w}, \mathbf{r}, y) = \min_{\mathbf{k} > 0} \{ VC(\mathbf{w}, y, \mathbf{k}) + \mathbf{r}'\mathbf{k} \} = VC(\mathbf{w}, y, \mathbf{k}(\mathbf{w}, \mathbf{r}, y)) + \mathbf{r}'\mathbf{k}(\mathbf{w}, \mathbf{r}, y).$$

Die langfristige durchschnittliche Gesamtkostenfunktion bei einem Output y ist dann wie folgt definiert:

$$ATC^l(\mathbf{w}, \mathbf{r}, y) = \frac{TC^l(\mathbf{w}, \mathbf{r}, y)}{y} = \frac{VC(\mathbf{w}, y, \mathbf{k}(\mathbf{w}, \mathbf{r}, y))}{y} + \frac{\mathbf{r}'\mathbf{k}(\mathbf{w}, \mathbf{r}, y)}{y}. \quad (A 7)$$

Die erste Ableitung der langfristigen gesamten Durchschnittskostenfunktion nach y ergibt:

$$\frac{\partial ATC^l}{\partial y} = \frac{VC_{y,y} + \mathbf{V}\mathbf{C}_k' \mathbf{k}_y y - VC}{y^2} + \frac{\mathbf{r}'\mathbf{k}_y y - \mathbf{r}'\mathbf{k}}{y^2}. \quad (A 8)$$

Nach dem Einsetzen der Optimalitätsbedingung $\mathbf{r} = -\mathbf{V}\mathbf{C}_k$ ergibt sich:

$$\frac{\partial ATC^l}{\partial y} = \frac{VC_{y,y} + \mathbf{V}\mathbf{C}_k' \mathbf{k} - VC}{y^2} = \frac{1}{y^2} (VC_{y,y} + \mathbf{V}\mathbf{C}_k' \mathbf{k} - VC). \quad (A 9)$$

Die zweite Ableitung der langfristigen durchschnittlichen Gesamtkostenfunktion nach dem Output y :

$$\frac{\partial^2 ATC^l}{\partial y^2} = \frac{1}{y^2} (VC_{yy,y} + \mathbf{VC}_{yk}' \mathbf{k}_{y,y} + VC_y + \mathbf{VC}_{ky}' \mathbf{k} + \mathbf{k}' \mathbf{VC}_{kk} \mathbf{k}_y + \mathbf{VC}_k' \mathbf{k}_y) - \frac{1}{y^2} (VC_y + \mathbf{VC}_k' \mathbf{k}_y) - \frac{2y}{y^4} (VC_{y,y} + \mathbf{VC}_k' \mathbf{k} - VC). \quad (\text{A } 10)$$

Nach einigen Vereinfachungen ergibt sich:

$$\frac{\partial^2 TAC^l}{\partial y^2} = \frac{1}{y^2} (VC_{yy,y} + \mathbf{VC}_{yk}' \mathbf{k}_{y,y} + \mathbf{VC}_{ky}' \mathbf{k} + \mathbf{k}' \mathbf{VC}_{kk} \mathbf{k}_y) - \frac{2}{y^3} (VC_{y,y} + \mathbf{VC}_k' \mathbf{k} - VC). \quad (\text{A } 11)$$

Nach dem Einsetzen von (33) und (28) in (A 11) ergibt sich folgende Formel für das langfristige Maß für Flexibilität bei einem Output y :

$$Flex^l = \frac{\partial^2 ATC^l}{\partial y^2} = \frac{1}{y^3} \left[VC_{yy,y} y^2 - \mathbf{VC}_{yk}' (\mathbf{VC}_{kk})^{-1} \mathbf{VC}_{ky} y^2 - 2VC_{y,y} - 2\mathbf{VC}_k' \mathbf{k} + 2VC \right]. \quad (\text{A } 12)$$

Zusammenhang zwischen kurzfristiger und langfristiger Flexibilität:

$$Flex^l = Flex^s - \frac{1}{y^3} \left[\mathbf{VC}_{yk}' (\mathbf{VC}_{kk})^{-1} \mathbf{VC}_{ky} y^2 + 2\mathbf{VC}_k' \mathbf{k} \right]. \quad (\text{A } 13)$$

Anhang 4: Ableitung des langfristigen Flexibilitätsmaßes für den Mehrproduktfall

Die langfristige Gesamtkostenfunktion ist als Summe der variablen Kostenfunktion und der Kosten der quasi-fixen Faktoren beim optimalen Einsatz aller Inputs definiert. Dabei muss berücksichtigt werden, dass auch die Nachfrage nach den quasi-fixen Faktoren jeweils eine Funktion vom Outputvektor \mathbf{y} darstellt. Deswegen wird das Ray Average Kost-Konzept für die langfristige durchschnittliche Gesamtkostenfunktion ($RATC^l$ – Ray Average Total Cost function) um die Änderungen der quasi-fixen Faktoren \mathbf{k} bei dem proportionalen Anstieg aller Outputs um τ erweitert:

$$RATC^l = \frac{VC((1+\tau)\mathbf{k}(1+\tau))}{(1+\tau)} + \frac{\mathbf{r}'\mathbf{k}(1+\tau)}{(1+\tau)}. \quad (\text{A } 14)$$

Die erste Ableitung der langfristigen Strahldurchschnittskosten nach τ ist:

$$\frac{\partial RATC^l}{\partial \tau} = \frac{(1+\tau)(VC_\tau + \mathbf{VC}_k' \mathbf{k}_\tau) - VC}{(1+\tau)^2} + \frac{(1+\tau)\mathbf{r}'\mathbf{k}_\tau - \mathbf{r}'\mathbf{k}}{(1+\tau)^2}. \quad (\text{A } 15)$$

Durch das Einsetzen der optimalen Bedingung erster Ordnung $\mathbf{r} = -\mathbf{VC}_k$ in (A 15) und Vereinfachung ergibt sich:

$$\frac{\partial RATC^l}{\partial \tau} = \frac{(1+\tau)VC_\tau - VC^s + \mathbf{VC}_k' \mathbf{k}}{(1+\tau)^2}. \quad (\text{A } 16)$$

Die zweite Ableitung der Strahldurchschnittskosten nach τ ist:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 RATC^l}{\partial \tau^2} = & \frac{(1+\tau)^2 [(1+\tau)\mathbf{VC}_{\tau\tau} + (1+\tau)\mathbf{VC}_{\tau k}' \times \mathbf{k}_\tau + VC_\tau - VC - \mathbf{VC}_k' \mathbf{k}_\tau]}{(1+\tau)^4} + \\ & + \frac{(1+\tau)^2 [\mathbf{VC}_{k\tau}' \times \mathbf{k} + \mathbf{k}' \mathbf{VC}_{kk} \times \mathbf{k}_\tau + \mathbf{VC}_k' \mathbf{k}_\tau]}{(1+\tau)^4} - \frac{2(1+\tau)[(1+\tau)VC_\tau - VC + \mathbf{VC}_k' \mathbf{k}]}{(1+\tau)^4}. \end{aligned} \quad (\text{A } 17)$$

Nach einigen Vereinfachungen ergibt sich die zweite Ableitung der langfristigen durchschnittlichen Gesamtkostenfunktion an der Stelle $\tau = 0$:

$$RATC_{\tau\tau}^l \Big|_{\tau=0} = \mathbf{VC}_{\tau\tau} + \mathbf{VC}_{\tau k}' \cdot \mathbf{k}_\tau + \mathbf{VC}_{k\tau}' \cdot \mathbf{k} + \mathbf{k}' \mathbf{VC}_{kk} \cdot \mathbf{k}_\tau - 2[VC_\tau - VC + \mathbf{VC}_k' \mathbf{k}]. \quad (\text{A } 18)$$

Bei der Ableitung der $RATC^l$ nach τ wird die Regel der directional derivatives verwendet. Diese Regel kann für die Ableitung von VC^s und \mathbf{k} nach τ wie folgt dargestellt werden:

$$VC_{\tau} = \mathbf{VC}_y' \mathbf{y}. \quad (\text{A } 19)$$

$$k_{\tau} = \mathbf{K}_y \mathbf{y}. \quad (\text{A } 20)$$

\mathbf{K}_y sei die $(m \times s)$ -Matrix der Ableitungen der einzelnen quasi-fixen Faktoren k_m nach verschiedenen Outputs y_s . Nach dem Einsetzen von (A 19) und (A 20) in (A 18) und nach einigen Vereinfachungen folgt:

$$RATC_{\tau\tau}^l \Big|_{\tau=0} = \mathbf{y}' \mathbf{VC}_{yy} \mathbf{y} + \mathbf{y}' \mathbf{VC}_{yk} \mathbf{K}_y \mathbf{y} + \mathbf{k}' \mathbf{VC}_{ky} \mathbf{y} + \mathbf{k}' \mathbf{VC}_{kk} \mathbf{K}_y \mathbf{y} - 2 \left[\mathbf{VC}_y' \mathbf{y} - VC + \mathbf{VC}_y' \mathbf{k} \right]. \quad (\text{A } 21)$$

Unter Verwendung der Beziehungen $-\mathbf{VC}_{ky} = \mathbf{VC}_{kk} \mathbf{K}_y$ und $\mathbf{K}_y = -(\mathbf{VC}_{kk})^{-1} \mathbf{VC}_{ky}$ können weitere Vereinfachungen vorgenommen werden. Am Ende ergibt sich die folgende Formel für das langfristige Maß für Flexibilität:

$$Flex^L = \mathbf{y}' \left(\mathbf{VC}_{yy} - \mathbf{VC}_{yk} (\mathbf{VC}_{kk})^{-1} \mathbf{VC}_{ky} \right) \mathbf{y} + 2 \left(VC - \mathbf{VC}_y' \mathbf{y} - \mathbf{VC}_y' \mathbf{k} \right). \quad (\text{A } 22)$$

Anhang 5: Ableitung dualer Beziehungen zwischen der variablen Kostenfunktion und der kurzfristigen Distanzfunktion

Beim Differenzieren der kurzfristigen Inputdistanzfunktion muss berücksichtigt werden, dass diese Funktion in den variablen Inputs \mathbf{x} linear homogen und abhängig von $(\mathbf{x}(\mathbf{w}, \mathbf{k}, \mathbf{y}), \mathbf{k}, \mathbf{y})$ ist.

Differenzierung des Gleichungssystems (36)-(40) nach \mathbf{y} ergibt folgende fünf Gleichungen:

$$0 = \mathbf{D}_x \cdot \mathbf{VC}_y' + VC \cdot (\mathbf{D}_{xx} \mathbf{x}_y + \mathbf{D}_{xy}) \quad (\text{A } 23)$$

$$0 = \mathbf{x}_y' \mathbf{D}_x + \mathbf{D}_y \quad (\text{A } 24)$$

$$\mathbf{VC}_{wy}^s = \mathbf{x}_y \quad (\text{A } 25)$$

$$\mathbf{VC}_{yy} = -\mathbf{D}_y \cdot \mathbf{VC}_y' - VC (\mathbf{D}_{yx} \mathbf{x}_y + \mathbf{D}_{yy}) \quad (\text{A } 26)$$

$$\mathbf{VC}_{ky}^s = -\mathbf{D}_k \cdot \mathbf{VC}_y' - VC (\mathbf{D}_{kx} \mathbf{x}_y + \mathbf{D}_{ky}). \quad (\text{A } 27)$$

Differenzierung des Gleichungssystems (36)-(40) nach \mathbf{k} ergibt weitere fünf Gleichungen:

$$0 = \mathbf{D}_x \cdot \mathbf{VC}_k' + VC \cdot (\mathbf{D}_{xx} \mathbf{x}_k + \mathbf{D}_{xk}) \quad (\text{A } 28)$$

$$0 = \mathbf{x}_k' \mathbf{D}_x + \mathbf{D}_k \quad (\text{A } 29)$$

$$\mathbf{VC}_{wk}^s = \mathbf{x}_k \quad (\text{A } 30)$$

$$\mathbf{VC}_{yk} = -\mathbf{D}_y \cdot \mathbf{VC}_k' - VC (\mathbf{D}_{yk} \mathbf{x}_k + \mathbf{D}_{yk}) \quad (\text{A } 31)$$

$$\mathbf{VC}_{kk}^{cs} = -\mathbf{D}_k \cdot \mathbf{VC}_k' - VC \cdot (\mathbf{D}_{kk} \mathbf{x}_k + \mathbf{D}_{kk}). \quad (\text{A } 32)$$

Das ganze Gleichungssystem wird jetzt nach \mathbf{VC}_y , \mathbf{VC}_k , \mathbf{VC}_{yy} , \mathbf{VC}_{yk} und \mathbf{VC}_{yk} aufgelöst. Dies kann wahlweise über einfaches Einsetzen der Gleichungen in andere Gleichungen oder über die Lösung der Matrizengleichung erfolgen. Eine Lösung des Gleichungssystems über die Matrizenrechnung erfolgt analog zu HAJARGASHT et al. (2008). Im Rahmen dieser Arbeit wird die alternative Vorgehensweise gewählt. Beide Methoden führen zum gleichen Ergebnis.

Nach dem Einsetzen von $\mathbf{VC}_{wy}^{cs} = \mathbf{x}_y$ und $\mathbf{VC}_{wk}^{cs} = \mathbf{x}_k$ in andere Gleichungen ergibt sich:

$$\mathbf{VC}_{yy} = -\mathbf{D}_y \cdot \mathbf{VC}_y' - VC (\mathbf{D}_{yx} \mathbf{VC}_{wy} + \mathbf{D}_{yy}) \quad (\text{A } 33)$$

$$\mathbf{VC}_{ky}^{cs} = -\mathbf{D}_k \cdot \mathbf{VC}_y' - VC \cdot (\mathbf{D}_{kk} \mathbf{VC}_{wy} + \mathbf{D}_{ky}) \quad (\text{A } 34)$$

$$0 = \mathbf{D}_x \cdot \mathbf{VC}_y' + VC \cdot (\mathbf{D}_{xx} \mathbf{VC}_{wy} + \mathbf{D}_{xy}) \quad (\text{A } 35)$$

$$0 = \mathbf{VC}_{wy}' \mathbf{D}_x + \mathbf{D}_y \quad (\text{A } 36)$$

$$\mathbf{VC}_{yk} = -\mathbf{D}_y \cdot \mathbf{VC}_k' - VC (\mathbf{D}_{yk} \mathbf{VC}_{wk} + \mathbf{D}_{yk}) \quad (\text{A } 37)$$

$$\mathbf{VC}_{kk}^{cs} = -\mathbf{D}_k \cdot \mathbf{VC}_k' - VC \cdot (\mathbf{D}_{kk} \mathbf{VC}_{wk} + \mathbf{D}_{kk}) \quad (\text{A } 38)$$

$$0 = \mathbf{D}_x \cdot \mathbf{VC}_k' + VC \cdot (\mathbf{D}_{xx} \mathbf{VC}_{wk} + \mathbf{D}_{xk}) \quad (\text{A } 39)$$

$$0 = \mathbf{VC}_{wk}' \mathbf{D}_x + \mathbf{D}_k \quad (\text{A } 40)$$

Unter Verwendung von (39) kann \mathbf{VC}_y' in (A 35) durch $\mathbf{VC}_y' = -VC \cdot \mathbf{D}_y'$ ersetzt werden:

$$0 = -VC \cdot \mathbf{D}_x \cdot \mathbf{D}_y' + VC \cdot (\mathbf{D}_{xx} \mathbf{VC}_{wy} + \mathbf{D}_{xy}). \quad (\text{A } 41)$$

Daraus folgt nach dem Umformen:

$$\mathbf{D}_x \cdot \mathbf{D}_y' = \mathbf{D}_{xx} \mathbf{VC}_{wy} + \mathbf{D}_{xy}. \quad (\text{A } 42)$$

Weiter wird der Ausdruck in (A 36) genutzt, um $\mathbf{D}_y' = -\mathbf{D}_x' \mathbf{VC}_{wy}$ abzuleiten und in (A 42) einzusetzen. Daraus folgt:

$$-\mathbf{D}_x \cdot \mathbf{D}_x' \mathbf{VC}_{wy} = \mathbf{D}_{xx} \mathbf{VC}_{wy} + \mathbf{D}_{xy}. \quad (\text{A } 43)$$

Nach einigen Umformungen ergibt sich für \mathbf{VC}_{wy} folgender Ausdruck:

$$\mathbf{VC}_{wy} = -[\mathbf{D}_{xx} + \mathbf{D}_x \mathbf{D}_x']^{-1} \mathbf{D}_{xy}. \quad (\text{A } 44)$$

Analog ergibt sich nach dem Einsetzen von \mathbf{VC}_k' aus dem Ausdruck (40) in (A 39):

$$0 = -VC \cdot \mathbf{D}_x \cdot \mathbf{D}_k' + VC \cdot (\mathbf{D}_{xx} \mathbf{VC}_{wk} + \mathbf{D}_{xk}). \quad (\text{A } 45)$$

Daraus folgt nach dem Umformen:

$$\mathbf{D}_x \cdot \mathbf{D}_k' = \mathbf{D}_{xx} \mathbf{VC}_{wk} + \mathbf{D}_{xk}. \quad (\text{A } 46)$$

Weiter wird der Ausdruck in (A 40) genutzt, um $\mathbf{D}_k' = -\mathbf{D}_x' \mathbf{VC}_{wk}$ abzuleiten und in (A 46) einzusetzen. Daraus folgt:

$$-\mathbf{D}_x \cdot \mathbf{D}_x' \mathbf{VC}_{wk} = \mathbf{D}_{xx} \mathbf{VC}_{wk} + \mathbf{D}_{xk}. \quad (\text{A } 47)$$

Nach einigen Umformungen ergibt sich folgender Ausdruck für \mathbf{VC}_{wk} :

$$\mathbf{VC}_{wk} = -[\mathbf{D}_{xx} + \mathbf{D}_x \mathbf{D}_x']^{-1} \mathbf{D}_{xk}. \quad (\text{A } 48)$$

Um nach \mathbf{VC}_{yy} aufzulösen werden \mathbf{VC}_y' von (39) und \mathbf{VC}_{wy} von (A 44) in den Ausdruck (A 33) eingesetzt. Nach einigen Umformungen ergibt sich folgender Ausdruck für \mathbf{VC}_{yy} :

$$\mathbf{VC}_{yy} = VC \left\{ \mathbf{D}_y \mathbf{D}_y' + \mathbf{D}_{yx} [\mathbf{D}_{xx} + \mathbf{D}_x \mathbf{D}_x']^{-1} \mathbf{D}_{xy} + \mathbf{D}_{yy} \right\}. \quad (\text{A } 49)$$

Um nach \mathbf{VC}_{kk} aufzulösen werden \mathbf{VC}_k' von (40) und \mathbf{VC}_{wk} von (A 48) in den Ausdruck (A 38) eingesetzt. Nach einigen Umformungen ergibt sich folgender Ausdruck für \mathbf{VC}_{kk} :

$$\mathbf{VC}_{kk}^s = VC \left\{ \mathbf{D}_k \mathbf{D}_k' + \mathbf{D}_{kx} [\mathbf{D}_{xx} + \mathbf{D}_x \mathbf{D}_x']^{-1} \mathbf{D}_{xk} + \mathbf{D}_{kk} \right\}. \quad (\text{A } 50)$$

Um nach \mathbf{VC}_{ky} bzw. \mathbf{VC}_{yk} aufzulösen werden \mathbf{VC}_y' und \mathbf{VC}_k' sowie \mathbf{VC}_{wy} und \mathbf{VC}_{wk} in (A 34) und (A 37) eingesetzt. Nach einigen Umformungen ergibt sich:

$$\mathbf{VC}_{ky}^s = VC \left\{ \mathbf{D}_k \mathbf{D}_y' + \mathbf{D}_{kx} [\mathbf{D}_{xx} + \mathbf{D}_x \mathbf{D}_x']^{-1} \mathbf{D}_{xy} + \mathbf{D}_{ky} \right\}. \quad (\text{A } 51)$$

$$\mathbf{VC}_{yk}^s = VC \left\{ \mathbf{D}_y \mathbf{D}_k' + \mathbf{D}_{yx} [\mathbf{D}_{xx} + \mathbf{D}_x \mathbf{D}_x']^{-1} \mathbf{D}_{xk} + \mathbf{D}_{yk} \right\}. \quad (\text{A } 52)$$

Anhang 6: Ableitung des primalen Flexibilitätsmaßes basierend auf der Produktionsfunktion

Das primale Flexibilitätsmaß für Einproduktunternehmen wird aus den Eigenschaften der Produktionsfunktion abgeleitet. Diese Funktion ist wie in (32) definiert und kann unter Verwendung der Dualitätstheorie in Verbindung mit der Kostenfunktion gebracht werden. Das kostenminimierende Problem bei Einproduktunternehmen lautet:

$$\begin{aligned} \min VC &= \mathbf{w}'\mathbf{x} \\ \text{c.t. } f(\mathbf{x}) &= y \end{aligned} \quad (\text{A } 53)$$

Die dazu gehörige Lagrangefunktion ist:

$$L = \mathbf{w}'\mathbf{x} - \vartheta(f(\mathbf{x}) - y). \quad (\text{A } 54)$$

Die Bedingung erster Ordnung lautet:

$$\mathbf{w} = \vartheta \mathbf{F}_x. \quad (\text{A } 55)$$

Mit \mathbf{F}_x Vektor der ersten Ableitungen der Produktionsfunktion nach allen Inputs \mathbf{x} (Grenzproduktivitäten). Da der Lagrange-Koeffizient ϑ die Grenzkosten VC_y repräsentiert gilt für die optimale Lösung:

$$\mathbf{w} = VC_y \cdot \mathbf{F}_x. \quad (\text{A } 56)$$

Nach der Multiplikation der beiden Seiten von (A 56) mit \mathbf{x} ergibt sich folgender Ausdruck für variable Kosten:

$$VC = \mathbf{w}'\mathbf{x} = VC_y \cdot \mathbf{F}_x' \mathbf{x} = VC_y \cdot y \cdot \varepsilon_{sc}. \quad (\text{A } 57)$$

Mit ε_{sc} als Skalanelastizität definiert als Summe der Produktionselastizitäten über alle Inputs:

$$\varepsilon_{sc} = \mathbf{F}_x' \mathbf{x} \cdot y^{-1}. \quad (\text{A } 58)$$

Damit kann das Flexibilitätsmaß in (8) wie folgt dargestellt werden:

$$Flex_{VC}^s = \frac{VC_{yy}}{y} - \frac{2VC_y}{y^2} + \frac{2VC}{y^3} = \frac{VC_{yy}}{y} + \frac{2VC_y}{y^2} (\varepsilon_{sc} - 1). \quad (\text{A } 59)$$

Weiterhin wird angenommen, dass Unternehmen sich als Gewinnmaximierer verhalten. Dann gilt die folgende Bedingung:

$$p = VC_y \quad (\text{A } 60)$$

Nach dem Differenzieren von (A 60) nach dem Produktpreis kann ein Zusammenhang zwischen der zweiten Ableitung der Kostenfunktion VC_{yy} und dem Reaktionskoeffizient des Angebots nach seinem Preis hergeleitet werden y_p :

$$VC_{yy} y_p = 1. \quad (\text{A } 61)$$

Nach einigen Umformungen folgt:

$$VC_{yy} = (y_p)^{-1} = \varepsilon_{yp}^{-1} \cdot \frac{p}{y}. \quad (\text{A } 62)$$

ε_{yp} – Angebotselastizität in Bezug auf die Produktpreise (auch Preiselastizität des Angebots genannt):

$$\varepsilon_{yp} = \frac{\partial y}{\partial p} \cdot \frac{p}{y}. \quad (\text{A } 63)$$

ε_{yp} misst die prozentuelle Änderung der Outputmenge infolge einer prozentuellen Veränderung des Produktpreises (Reagibilität der angebotenen Menge in Bezug auf die Preisänderungen).

Durch das Einsetzen von (A 60) und (A 62) in (A 59) ergibt sich folgende Formel für die Flexibilität basierend auf den Skalen- und Angebotselastizitäten:

$$Flex_{VC}^s = \frac{p}{y^2} (\varepsilon_{yp}^{-1} - 2 + 2\varepsilon_{sc}). \quad (\text{A } 64)$$

Beachte, dass das gewinnmaximierende Angebot und die gewinnmaximierende Nachfrage beide von dem Outputpreis p abhängig sind. Dabei kann der gewinnmaximierende Output wie folgt ermittelt werden:

$$y = f(\mathbf{x}(\mathbf{w}, p)). \quad (\text{A } 65)$$

Wenn dieser Ausdruck nach p differenziert wird, ergibt sich folgender Ausdruck für das Reaktionskoeffizient des Angebots:

$$y_p = \mathbf{F}_x' \mathbf{x}_p. \quad (\text{A } 66)$$

Jetzt muss die \mathbf{x}_p über die Produktionsfunktion abgeleitet werden. Wenn die Bedingung (A 60) in (A 56) eingesetzt wird und beide Seiten von $\mathbf{w} = p \cdot \mathbf{F}_x$ nach p differenziert werden, ergibt sich:

$$\mathbf{0} = p \cdot \mathbf{F}_{xx} \cdot \mathbf{x}_p + \mathbf{F}_x. \quad (\text{A } 67)$$

Mit \mathbf{F}_{xx} – Matrix der zweiten Ableitungen der Produktionsfunktion nach den Inputs \mathbf{x} . Nach Umformen und Einsetzen folgt:

$$\mathbf{x}_p = -\frac{1}{p} \mathbf{F}_{xx}^{-1} \mathbf{F}_x. \quad (\text{A } 68)$$

Durch Einsetzen von (A 68) in (A 66) kann das Reaktionskoeffizient des Angebots und damit die zweite Ableitung der Kostenfunktion über die Produktionsfunktion wie folgt dargestellt werden:

$$y_p = -\frac{1}{p} \cdot \mathbf{F}_x' \mathbf{F}_{xx}^{-1} \mathbf{F}_x. \quad (\text{A } 69)$$

Unter Verwendung von (A 60), (A 62) und (A 69) kann jetzt das primale Flexibilitätsmaß über die ersten und die zweiten Ableitungen der Produktionsfunktion wie folgt dargestellt werden:

$$\begin{aligned} Flex^s &= -\frac{p}{y^3} \left[\frac{y^2}{\mathbf{F}_x' \mathbf{F}_{xx}^{-1} \mathbf{F}_x} - 2\mathbf{F}_x' \mathbf{x} + 2y \right] \\ &= -\frac{p}{y} (\mathbf{F}_x' \mathbf{F}_{xx}^{-1} \mathbf{F}_x)^{-1} + \frac{2p}{y^3} (\mathbf{F}_x' \mathbf{x} - y) \\ &= -\frac{p}{y} (\mathbf{F}_x' \mathbf{F}_{xx}^{-1} \mathbf{F}_x)^{-1} + \frac{2p}{y^2} (\varepsilon_{sc} - 1). \end{aligned} \quad (\text{A } 70)$$

Die einzelnen Komponenten des Flexibilitätsmaßes können jetzt aus den geschätzten Parametern der Produktionsfunktion abgeleitet werden. Damit kann dieses Maß in den Situationen angewendet werden, wenn aus empirischen Gründen die Schätzung einer Produktionsfunktion anstatt einer Kostenfunktion durchgeführt werden soll.

Allerdings ist es wichtig zu berücksichtigen, dass das Flexibilitätsmaß nach (A 70) unter der Annahme eines gewinnmaximierenden Verhaltens abgeleitet wird, wogegen für die Ableitung des Maßes nach (16) nur ein kostenminimierendes Verhalten vorausgesetzt wird. Damit können beide Flexibilitätsmaße bzw. ihre Komponenten nur im Fall eines gewinnmaximierenden Verhaltens gleichgesetzt werden.

Anhang 7: Ergebnisse verschiedener Modelle zur Schätzung der kurzfristigen Inputdistanzfunktion

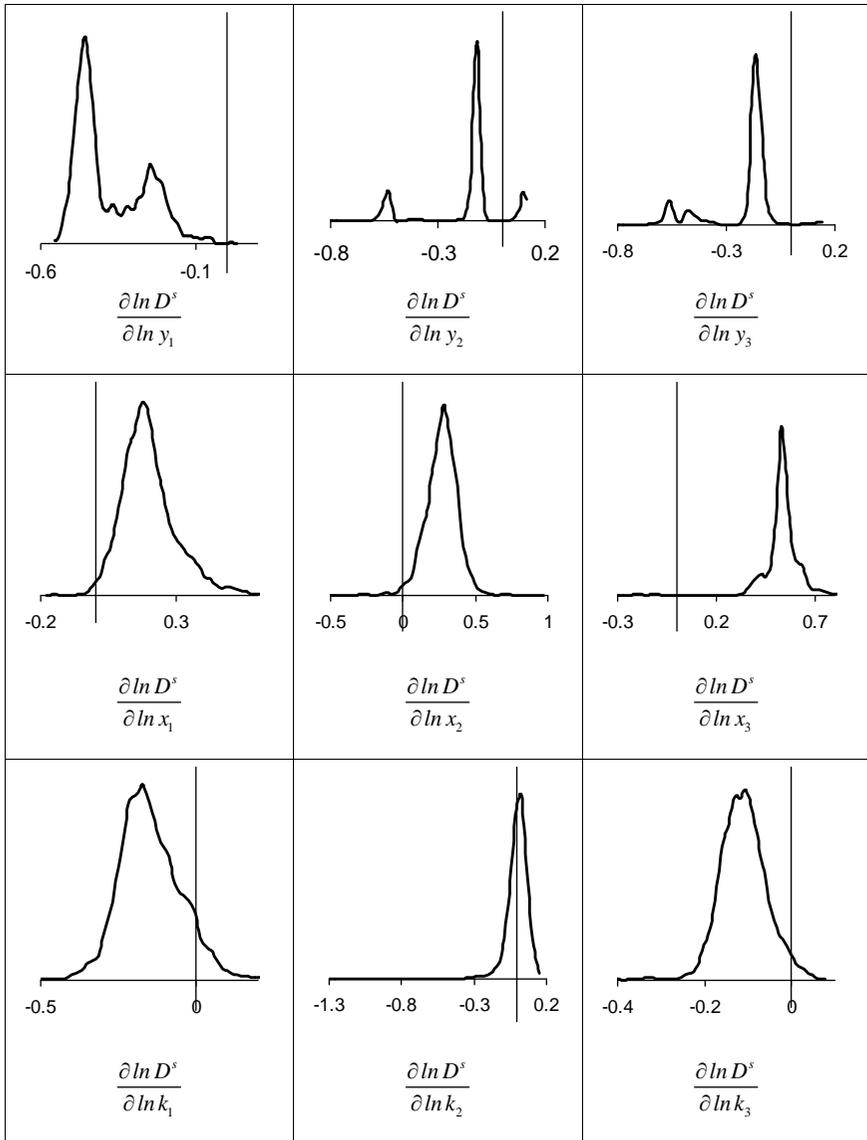
Variable		Modell 1 Pooled SFA ohne Spezialisierungs-Dummies			Modell 2 True FEM ohne Spezialisierungs-Dummies			Modell 4 True FEM mit Spezialisierungs-Dummies		
		Coeff.	Std.Err.	t-ratio	Coeff.	Std.Err.	t-ratio	Coeff.	Std.Err.	t-ratio
1	ONE	0.617	0.015	40.760						
2	T	0.024	0.001	17.087	0.025	0.001	20.606	0.027	0.001	0.000
3	T*T	-0.010	0.001	-7.658	-0.012	0.001	-11.040	-0.009	0.001	0.000
4	Y1	-0.343	0.009	-38.293	-0.348	0.007	-50.458	-0.370	0.009	0.000
5	Y2	-0.146	0.004	-35.145	-0.161	0.001	-125.97	-0.173	0.002	0.000
6	Y3	-0.233	0.005	-51.556	-0.241	0.003	-73.135	-0.240	0.004	0.000
7	X2	0.293	0.008	37.446	0.288	0.006	47.324	0.263	0.006	0.000
8	X3	0.493	0.008	59.274	0.496	0.007	74.768	0.537	0.008	0.000
9	K1	-0.170	0.009	-19.325	-0.156	0.005	-29.206	-0.139	0.005	0.000
10	K2	-0.003	0.010	-0.288	0.009	0.006	1.548	-0.002	0.006	0.758
11	K3	-0.168	0.009	-17.950	-0.159	0.006	-27.189	-0.104	0.006	0.000
12	Y1*T	0.002	0.003	0.570	0.005	0.003	1.634	-0.003	0.003	0.313
13	Y2*T	0.000	0.000	-0.239	0.000	0.000	0.998	0.000	0.000	0.979
14	Y3*T	0.003	0.001	3.131	0.003	0.001	3.841	0.002	0.001	0.005
15	X2*T	-0.002	0.003	-0.595	-0.002	0.002	-0.777	0.000	0.002	0.985
16	X3*T	-0.002	0.001	-1.814	-0.002	0.001	-2.631	-0.002	0.001	0.095
17	K1*T	0.000	0.004	-0.119	-0.002	0.003	-0.632	0.001	0.003	0.819
18	K2*T	0.003	0.004	0.870	0.002	0.003	0.740	0.007	0.003	0.032
19	K3*T	-0.013	0.004	-3.246	-0.014	0.003	-4.124	-0.005	0.003	0.130
20	Y1*Y1	-0.055	0.018	-3.000	-0.066	0.012	-5.509	-0.011	0.017	0.507
21	Y2*Y2	-0.013	0.000	-28.925	-0.014	0.000	-101.03	-0.009	0.000	0.000
22	Y3*Y3	-0.014	0.000	-32.982	-0.015	0.000	-50.585	-0.012	0.000	0.000
23	X2*X2	0.100	0.014	7.377	0.092	0.010	9.378	0.111	0.011	0.000
24	X3*X3	0.045	0.002	23.339	0.046	0.001	31.515	0.036	0.002	0.000
25	K1*K1	-0.080	0.028	-2.913	-0.090	0.017	-5.419	-0.070	0.018	0.000
26	K2*K2	-0.010	0.030	-0.334	-0.047	0.020	-2.376	0.048	0.023	0.035
27	K3*K3	-0.156	0.034	-4.639	-0.164	0.021	-7.883	-0.091	0.021	0.000
28	Y1*Y2	-0.008	0.001	-6.653	-0.008	0.001	-9.776	-0.007	0.001	0.000
29	Y1*Y3	-0.015	0.004	-3.837	-0.016	0.003	-5.625	-0.008	0.004	0.020
30	Y2*Y3	0.016	0.001	20.224	0.017	0.001	28.633	0.013	0.001	0.000
31	X2*X3	-0.040	0.004	-9.058	-0.040	0.003	-12.156	-0.043	0.004	0.000
32	K1*K2	0.032	0.022	1.484	0.038	0.014	2.696	0.012	0.015	0.416
33	K1*K3	-0.015	0.025	-0.600	-0.011	0.016	-0.732	0.035	0.016	0.031
34	K2*K3	-0.104	0.025	-4.154	-0.086	0.016	-5.331	-0.051	0.017	0.003
35	Y1*K1	0.060	0.017	3.489	0.066	0.011	5.919	0.044	0.014	0.002
36	Y1*K2	-0.005	0.022	-0.250	-0.008	0.015	-0.547	-0.023	0.017	0.191
37	Y1*K3	0.125	0.023	5.448	0.123	0.015	8.046	0.028	0.018	0.110
38	Y2*K1	-0.004	0.001	-3.392	-0.004	0.001	-5.208	-0.003	0.001	0.000
39	Y2*K2	0.001	0.001	0.403	0.002	0.001	2.454	0.000	0.001	0.902
40	Y2*K3	0.001	0.001	0.944	0.001	0.001	0.579	0.002	0.001	0.077
41	Y3*K1	0.003	0.003	1.055	0.003	0.002	1.464	0.001	0.002	0.551
42	Y3*K2	0.011	0.004	3.084	0.014	0.003	5.100	0.005	0.004	0.165
43	Y3*K3	0.007	0.005	1.630	0.009	0.003	2.949	0.012	0.004	0.001
44	K1*X2	-0.148	0.016	-8.971	-0.159	0.012	-13.552	-0.140	0.012	0.000
45	K1*X3	0.003	0.006	0.475	0.002	0.004	0.610	-0.004	0.004	0.383
46	K2*X2	0.027	0.016	1.690	0.037	0.011	3.194	-0.010	0.012	0.409

Fortsetzung der Tabelle

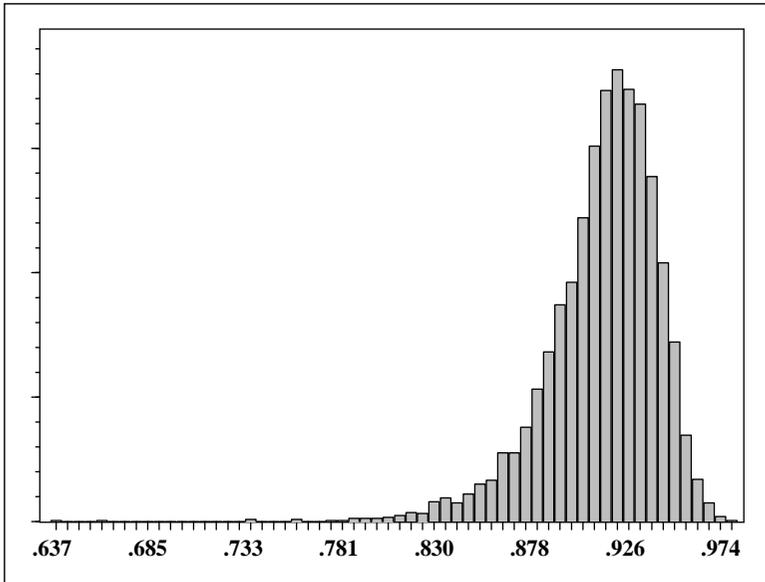
Variable		Modell 1 Pooled SFA ohne Spezialisierungs-Dummies			Modell 2 True FEM ohne Spezialisierungs-Dummies			Modell 4 True FEM mit Spezialisierungs-Dummies		
		Coeff.	Std.Err.	t-ratio	Coeff.	Std.Err.	t-ratio	Coeff.	Std.Err.	t-ratio
47	K2*X3	0.007	0.006	1.246	0.005	0.004	1.107	0.001	0.005	0.796
48	K3*X2	0.043	0.020	2.174	0.052	0.014	3.734	0.060	0.014	0.000
49	K3*X3	-0.002	0.007	-0.262	-0.003	0.005	-0.640	0.000	0.005	0.981
50	Y1*X2	0.003	0.014	0.180	0.001	0.010	0.127	-0.007	0.011	0.513
51	Y1*X3	0.016	0.006	2.617	0.017	0.004	3.805	0.018	0.005	0.001
52	Y2*X2	0.009	0.001	8.170	0.009	0.001	11.611	0.005	0.001	0.000
53	Y2X3	-0.008	0.001	-9.334	-0.009	0.001	-13.896	-0.004	0.001	0.000
54	Y3*X2	0.025	0.003	8.971	0.027	0.002	12.821	0.025	0.002	0.000
55	Y3*X3	-0.014	0.001	-14.130	-0.015	0.001	-19.993	-0.010	0.001	0.000
56	SPEZ1							0.081	0.015	0.000
57	SPEZ2							1.583	0.057	0.000
58	SPEZ3							0.443	0.029	0.000
59	Y1*SP1							0.097	0.023	0.000
60	Y1*SP2							0.269	0.024	0.000
61	Y1*SP3							0.215	0.029	0.000
62	Y2*SP1							0.004	0.001	0.000
63	Y2*SP2							-0.451	0.015	0.000
64	Y2*SP3							-0.010	0.001	0.000
65	Y3*SP1							-0.005	0.004	0.286
66	Y3*SP2							0.000	0.003	0.942
67	Y3*SP3							-0.406	0.021	0.000
68	X2*SP1							-0.112	0.019	0.000
69	X2*SP2							-0.047	0.016	0.003
70	X2*SP3							-0.119	0.020	0.000
71	X3*SP1							-0.073	0.013	0.000
72	X3*SP2							0.038	0.016	0.015
73	X3*SP3							0.116	0.021	0.000
74	K1*SP1							-0.022	0.018	0.228
75	K1*SP2							0.158	0.020	0.000
76	K1*SP3							0.074	0.021	0.000
77	K2*SP1							-0.018	0.022	0.409
78	K2*SP2							-0.027	0.022	0.223
79	K2*SP3							0.015	0.021	0.493
80	K3*SP1							0.034	0.021	0.113
81	K3*SP2							0.036	0.021	0.084
82	K3*SP3							0.113	0.024	0.000
Log Likelihood:					860.76			1680.3		
AIC:					-0.347			-0.450		
BIC:					-0.267			0.433		
HQIC:					-0.319			-0.139		

Quelle: Eigene Berechnungen.

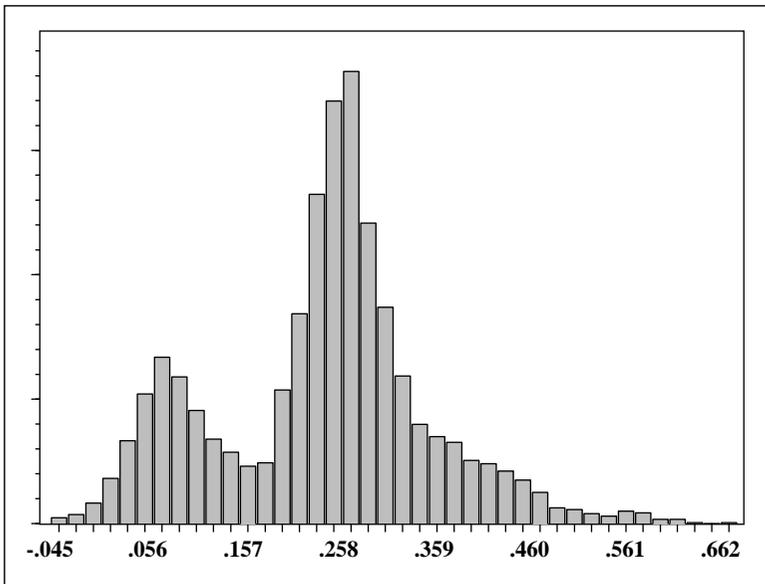
Anm.: Die zu 5 % signifikanten Parameter wurden fett markiert.

Anhang 8: Verteilung der Elastizitäten der kurzfristigen Inputdistanzfunktion


Quelle: Eigene Berechnungen.

Anhang 9: Verteilung der technischen Effizienz

Quelle: Eigene Berechnungen.

Anhang 10: Verteilung der Skalenelastizität

Quelle: Eigene Berechnungen.

Anhang 11: Korrelationskoeffizienten zwischen den Variablen für die Erklärung von Flexibilität

	SPEZ1	SPEZ2	SPEZ3	Größe	Effizienz	Divers	Kapitalint	Fremdarb
SPEZ1	1.000	-0.126	-0.096	0.041	0.014	-0.161	0.031	0.136
SPEZ2	-0.126	1.000	-0.100	0.088	-0.001	-0.296	0.003	0.007
SPEZ3	-0.096	-0.100	1.000	0.214	0.022	-0.315	-0.004	-0.001
Größe	0.041	0.088	0.214	1.000	0.028	-0.375	-0.195	0.329
Effizienz	0.014	-0.001	0.022	0.028	1.000	0.084	0.148	-0.044
Divers.	-0.161	-0.296	-0.315	-0.375	0.084	1.000	0.019	-0.192
Kapitalint	0.031	0.003	-0.004	-0.195	0.148	0.019	1.000	-0.053
Fremdarb.	0.136	0.007	-0.001	0.329	-0.044	-0.192	-0.053	1.000
Kommerz.	0.339	0.052	0.119	0.427	0.003	-0.397	-0.119	0.237
Kredit	0.077	-0.002	-0.015	0.158	0.016	-0.032	0.052	0.062
Alter	-0.084	-0.002	-0.008	-0.174	0.035	0.036	0.066	-0.043
Ausb. A.	0.081	-0.071	-0.034	-0.084	-0.049	0.014	-0.048	0.036
Ausb. L.	0.058	0.033	-0.005	0.271	-0.024	-0.115	-0.007	0.143
Fam. Gr.	-0.005	-0.013	0.063	0.190	0.073	0.011	0.027	-0.130
Geschl.	-0.052	0.048	0.063	0.211	0.018	-0.066	0.002	0.046
Risikoav.	-0.021	-0.048	-0.011	-0.184	0.074	0.085	0.138	-0.089
	Kommerz	Kredit	Alter	Ausb. A.	Ausb. L.	Fam. Gr	Geschl	Risikoav
SPEZ1	0.339	0.077	-0.084	0.081	0.058	-0.005	-0.052	-0.021
SPEZ2	0.052	-0.002	-0.002	-0.071	0.033	-0.013	0.048	-0.048
SPEZ3	0.119	-0.015	-0.008	-0.034	-0.005	0.063	0.063	-0.011
Größe	0.427	0.158	-0.174	-0.084	0.271	0.190	0.211	-0.184
Effizienz	0.003	0.016	0.035	-0.049	-0.024	0.073	0.018	0.074
Divers.	-0.397	-0.032	0.036	0.014	-0.115	0.011	-0.066	0.085
Kapitalint	-0.119	0.052	0.066	-0.048	-0.007	0.027	0.002	0.138
Fremdarb.	0.237	0.062	-0.043	0.036	0.143	-0.130	0.046	-0.089
Kommerz.	1.000	0.071	-0.136	0.030	0.183	-0.026	0.136	-0.081
Kredit	0.071	1.000	-0.126	0.007	0.068	0.128	0.074	-0.143
Alter	-0.136	-0.126	1.000	-0.173	-0.196	-0.248	-0.021	0.033
Ausb. A.	0.030	0.007	-0.173	1.000	-0.309	-0.028	-0.088	-0.066
Ausb. L.	0.183	0.068	-0.196	-0.309	1.000	0.044	0.077	-0.006
Fam. Gr.	-0.026	0.128	-0.248	-0.028	0.044	1.000	0.021	-0.095
Geschl.	0.136	0.074	-0.021	-0.088	0.077	0.021	1.000	0.022
Risikoav.	-0.081	-0.143	0.033	-0.066	-0.006	-0.095	0.022	1.000

Quelle: Eigene Berechnungen.

Studies on the Agricultural and Food Sector in Transition Economies
edited by Leibniz Institute of Agricultural Development in Transition Economies
(IAMO)
ISSN 1436-221X

- Vol. 1 **The importance of institutions for the transition in Central and Eastern Europe with emphasis on agricultural and food industry**
ed. by Klaus Frohberg and Witold-Roger Poganietz
1998, 137 pages, ISBN 3-8175-0258-3
- Vol. 2 **The significance of politics and institutions for the design and formation of agricultural Policies**
ed. by Klaus Frohberg and Peter Weingarten
1999, 254 pages, ISBN 3-8175-0289-3
- Vol. 3 **Food processing and distribution in transition countries. Problems and perspectives**
ed. by Monika Hartmann and Jürgen Wandel
1999, 349 pages, ISBN 3-8175-0293-1
- Vol. 4 **Die private Nachfrage nach Nahrungsmitteln im Transformationsprozeß Tschechiens und Polens**
Stephan Brosig (PhD)
2000, 171 Seiten, ISBN 3-8175-0319-9
- Vol. 5 **Integrating Estonia into the EU: Quantitative analysis of the agricultural and food sector**
Achim Fock (PhD)
2000, 286 pages, ISBN 3-8175-0320-2
- Vol. 6 **Competitiveness of agricultural enterprises and farm activities in transition countries**
ed. by Peter Tillack and Frauke Pirscher
2000, 216 pages, ISBN 3-8175-0322-9
- Vol. 7 **Конкурентоспособность сельскохозяйственных предприятий и фермерской деятельности в странах переходного периода**
под редакцией Петера Тиллака и Фрауке Пиршер
2000, 253 страницы, ISBN 3-8175-0324-5
- Vol. 8 **Perspectives on agriculture in transition: Analytical issues, modelling approaches, and case study results**
ed. by Witold-Roger Poganietz, Alberto Zezza, Klaus Frohberg and Kostas G. Stamoulis
2000, 433 pages, ISBN 3-8175-0323-7

- Vol. 9 **Land ownership, land markets and their influence on the efficiency of agricultural production in Central and Eastern Europe**
ed. by Peter Tillack and Eberhard Schulze
2000, 485 pages, ISBN 3-8175-0325-3
- Vol. 10 **Landwirtschaft und Industrie in Russland – Der Transformationsprozeß in der Ernährungsindustrie**
Jürgen Wandel (PhD)
2000, 361 Seiten, ISBN 3-8175-0334-2
- Vol. 11 **Food consumption in Russia. An econometric analysis based on household data**
Karin Elsner (PhD)
2001, 256 pages, ISBN 3-8175-0335-0
- Vol. 12 **Alexander Wasiljewitsch Tschajanow – Die Tragödie eines großen Agrarökonomen**
hrsg. u. übers. von Eberhard Schulze
2001, 192 Seiten, ISBN 3-8175-0342-3
- Vol. 13 **Analysis of food consumption in Central and Eastern Europe: Relevance and empirical methods**
ed. by Stephan Brosig and Monika Hartmann
2001, 253 pages, ISBN 3-8175-0349-0
- Vol. 14 **Wettbewerbsprozesse und Firmenwachstum in der Transformation am Beispiel der polnischen Fleischindustrie**
Agata Pieniadz (PhD)
2002, 291 Seiten, ISBN 3-8175-0360-1
- Vol. 15 **Agricultural enterprises in transition: Parallels and divergences in Eastern Germany, Poland and Hungary**
ed. by Ludger Hinners-Tobrägel and Jürgen Heinrich
2002, 455 pages, ISBN 3-8175-0366-0
- Vol. 16 **Agricultural technology and economic development of Central and Eastern Europe. Results of the workshop in Halle, 2nd-3rd July 2001**
ed. by Peter Tillack and Ulrich Fiege
2002, 160 pages, ISBN 3-86037-199-1
- Vol. 17 **Региональные аспекты аграрных преобразований: Политика, реструктуризация, рыночная адаптация**
под редакцией Петера Тиллака и Виталия Зиновчука
2003, 236 страницы, ISBN 3-928466-55-0

- Vol. 18 **Alexander Vasilievich Chayanov – The tragedy of an outstanding agricultural economist**
ed. by Eberhard Schulze
2003, 188 pages, ISBN 3-86037-201-7
- Vol. 19 **Development of agricultural market and trade policies in the CEE Candidate Countries**
by the Network of Independent Agricultural Experts in the CEE Candidate Countries
2003, 72 pages, ISBN 3-86037-212-2
- Vol. 20 **Large farm management**
ed. by Alfons Balmann and Alexej Lissitsa
2003, 396 pages, ISBN 3-86037-213-0
- Vol. 21 **Success and failures of transition – The Russian agriculture between fall and resurrection**
ed. by Eberhard Schulze, Elke Knappe, Eugenia Serova, Peter Wehrheim
2003, 521 pages, ISBN 3-9809270-1-6
- Vol. 22 **Subsistence agriculture in Central and Eastern Europe: How to break the vicious circle?**
ed. by Steffen Abele and Klaus Froberg
2003, 233 pages, ISBN 3-9809270-2-4
- Vol. 23 **Pfadabhängigkeiten und Effizienz der Betriebsstrukturen in der ukrainischen Landwirtschaft – Eine theoretische und empirische Analyse**
Andriy Nedoborovsky (PhD)
2004, 197 Seiten, ISBN 3-86037-216-5
- Vol. 24 **Nichtmonetäre Transaktionen in der ukrainischen Landwirtschaft: Determinanten, Spezifika und Folgen**
Olena Dolud (PhD)
2004, 190 Seiten, ISBN 3-9809270-3-2
- Vol. 25 **The role of agriculture in Central and Eastern European rural development: Engine of change or social buffer?**
ed. by Martin Petrick and Peter Weingarten
2004, 426 pages, ISBN 3-9809270-4-0
- Vol. 26 **Credit rationing of Polish farm households – A theoretical and empirical analysis**
Martin Petrick (PhD)
2004, 254 pages, ISBN 3-9809270-6-7

- Vol. 27 **Drei Jahrhunderte Agrarwissenschaft in Russland: Von 1700 bis zur Gegenwart**
Alexander Alexandrowitsch Nikonow und Eberhard Schulze
2004, 232 Seiten, ISBN 3-9809270-8-3
- Vol. 28 **Russlands Weg vom Plan zum Markt: Sektorale Trends und regionale Spezifika**
Peter Voigt (PhD)
2004, 270 Seiten, ISBN 3-9809270-9-1
- Vol. 29 **Auswirkungen des Transformationsprozesses auf die sozio-ökonomischen Funktionen ukrainischer Landwirtschaftsunternehmen**
Helga Biesold (PhD)
2004 182 Seiten, ISBN 3-938584-00-9
- Vol. 30 **Agricultural policies and farm structures – Agent-based modelling and application to EU-policy reform**
Kathrin Happe (PhD)
2004, 291 pages, ISBN 3-938584-01-7
- Vol. 31 **How effective is the invisible hand? Agricultural and food markets in Central and Eastern Europe**
ed. by Stephan Brosig and Heinrich Hockmann
2005, 361 pages, ISBN 3-938584-03-3
- Vol. 32 **Erfolgsfaktoren von landwirtschaftlichen Unternehmen mit Marktfruchtanbau in Sachsen-Anhalt**
Kirsti Dautzenberg (PhD)
2005, 161 Seiten, ISBN 3-938584-06-8
- Vol. 33 **Agriculture in the face of changing markets, institutions and policies: Challenges and strategies**
ed. by Jarmila Curtiss, Alfons Balmann, Kirsti Dautzenberg,
Kathrin Happe
2006, 544 pages, ISBN 3-938584-10-6
- Vol. 34 **Making rural households' livelihoods more resilient – The importance of social capital and the underlying social networks**
ed. by Gertrud Buchenrieder and Thomas Dufhues
2006, 106 pages, ISBN 3-938584-13-0
- Vol. 35 **Außerlandwirtschaftliche Diversifikation im Transformationsprozess. Diversifikationsentscheidungen und -strategien ländlicher Haushalte in Slowenien und Mazedonien**
Judith Möllers (PhD)
2006, 323 Seiten, ISBN 3-938584-14-9

- Vol. 36 **Accessing rural finance – The rural financial market in Northern Vietnam**
Thomas Dufhues (PhD)
2007, 166 Seiten, ISBN 3-938584-16-5
- Vol. 37 **Страхование посевов в Казахстане: Анализ возможностей эффективного управления рисками**
Раушан Бокушева, Олаф Хайдельбах, Талгат Кусайынов
2007, 82 Seiten, ISBN 3-938584-17-3
- Vol. 38 **Rethinking agricultural reform in Ukraine**
Zvi Lerman, David Sedik, Nikolai Pugachov, Aleksandr Goncharuk
2007, 167 Seiten, ISBN 3-938584-18-1
- Vol. 39 **Sustainable rural development: What is the role of the agri-food sector?**
ed. by Martin Petrick, Gertrud Buchenrieder
2007, 293 pages, ISBN 3-938584-22-X
- Vol. 40 **Efficiency of selected risk management instruments – An empirical analysis of risk reduction in Kazakhstani crop production**
Olaf Heidelberg (PhD)
2007, 223 Seiten, ISBN 3-938584-19-X
- Vol. 41 **Marktstruktur und Preisbildung auf dem ukrainischen Markt für Rohmilch**
Oleksandr Perekhozhuk (PhD)
2007, 274 Seiten, ISBN 978-3-938584-24-8
- Vol. 42 **Labor market behavior of Chinese rural households during transition**
Xiaobing Wang (PhD)
2007, 140 Seiten, ISBN 978-3-938584-25-5
- Vol. 43 **Continuity and change: Land and water use reforms in rural Uzbekistan. Socio-economic and legal analyses for the region Khorezm**
ed. by Peter Wehrheim, Anja Schoeller-Schletter, Christopher Martius
2008, 211 Seiten, ISBN 978-3-938584-27-9
- Vol. 44 **Agricultural economics and transition: What was expected, what we observed, the lessons learned (Vol I and II)**
ed. by Csaba Csáki, Csaba Forgács
2008, 634 Seiten, ISBN 978-3-938584-31-6

- Vol. 45 **Theoretical and methodological topics in the institutional economics of European agriculture. With applications to farm organisation and rural credit arrangement**
Martin Petrick
2008, 223 Seiten, ISBN 978-3-938584-31-6
- Vol. 46 **Agri-food business: Global challenges – Innovative solutions**
ed. by Thomas Glauben, Jon H. Hanf, Michael Kopsidis, Agata Pieniadz, Klaus Reinsberg
2008, 152 pages, ISBN 978-3-938584-33-0
- Vol. 47 **Eine Analyse der Transformationsberatung für die "kollektive Landwirtschaft" während der ersten Transformationsphase (1989-1991) am Beispiel Ostdeutschlands: Lehren für Korea**
Jeong Nam Choi (PhD)
2009, 225 Seiten, ISBN 978-3-938584-36-1
- Vol. 48 **Croatia's EU accession. Socio-economic assessment of farm households and policy recommendations**
Judith Möllers, Patrick Zier, Klaus Frohberg, Gertrud Buchenrieder and Štefan Bojnec
2009, 196 Seiten, ISBN 978-3-938584-35-4
- Vol. 49 **Structural change in Europe's rural regions. Farm livelihoods between subsistence orientation, modernisation and non-farm diversification**
ed. by Gertrud Buchenrieder Judith Möllers
2009, 166 Seiten, ISBN 978-3-938584-39-2
- Vol. 50 **Motive beim Weinkonsum – Unterschiede zwischen deutschen und ukrainischen Konsumenten**
Astrid Lucie Rewerts (PhD)
2009, 267 Seiten, ISBN 978-3-938584-40-8
- Vol. 51 **Rural development as provision of local public goods: Theory and evidence from Poland**
Andreas Gramzow (PhD)
2009, 203 Seiten, ISBN 978-3-938584-41-5
- Vol. 52 **Multi-level Processes of Integration and Disintegration. Proceedings of the Third Green Week Scientific Conference**
ed. by Franziska Schaft, Alfons Balmann
2009, 216 Seiten, ISBN 978-3-938584-42-2

- Vol. 53 **Zur Bestimmung der Wettbewerbsfähigkeit des weißrussischen Milchsektors: Aussagefähigkeit von Wettbewerbsindikatoren und Entwicklung eines kohärenten Messungskonzepts**
Mikhail Ramanovich (PhD)
2010, 202 Seiten, ISBN 978-3-938584-44-6
- Vol. 54 **Die Internationalisierung landwirtschaftlicher Unternehmen. Das Beispiel deutscher, dänischer und niederländischer Direktinvestitionen in den ukrainischen Agrarsektor**
Henriette Stange (PhD)
2010, 296 Seiten, ISBN 978-3-938584-45-3
- Vol. 55 **Verhandlungsverhalten und Anpassung im internationalen Verhandlungsprozess: Die WTO-Agrarverhandlungen zum Abbau exportwettbewerbsfördernder Maßnahmen**
Ildiko Lajtos (PhD)
2010, 195 Seiten, ISBN 978-3-938584-48-4
- Vol. 56 **Challenges of education and innovation. Proceedings of the Fourth Green Week Scientific Conference**
ed. by Kelly Labar, Martin Petrick, Gertrud Buchenrieder
2010, 155 Seiten, ISBN 978-3-938584-49-1
- Vol. 57 **Agriculture in the Western Balkan Countries**
ed. by Tina Volk
2010, 249 Seiten, ISBN 978-3-938584-51-4
- Vol. 58 **Perspectives on Institutional Change – Water Management in Europe**
ed. by Insa Theesfeld, Frauke Pirscher
2011, 127 Seiten, ISBN 978-3-938584-52-1
- Vol. 59 **Der ukrainische Außenhandel mit Produkten der Agrar- und Ernährungswirtschaft: Eine quantitative Analyse aus Sicht traditioneller und neuer Außenhandelstheorien**
Inna Levkovych (PhD)
2011, 232 Seiten, ISBN 978-3-938584-53-8
- Vol. 60 **Regional structural change in European agriculture: Effects of decoupling and EU accession**
Christoph Sahrbacher (PhD)
2011, 244 Seiten, ISBN 978-3-938584-58-3

- Vol. 61 **Structural Change in Agriculture and Rural Livelihoods: Policy Implications for the New Member States of the European Union**
ed. by Judith Möllers, Gertrud Buchenrieder, Csaba Csáki
2011, 247 Seiten, ISBN 978-3-938584-59-0
- Vol. 62 **Improving the functioning of the rural financial markets of Armenia**
Milada Kasarjyan (PhD)
2011, 121 Seiten, ISBN 978-3-938584-60-6
- Vol. 63 **Integrierte Strukturen im Agrar- und Ernährungssektor Russlands: Entstehungsgründe, Funktionsweise, Entwicklungsperspektiven und volkswirtschaftliche Auswirkungen**
Jürgen Wandel
2011, 758 Seiten, ISBN 978-3-938584-61-3
- Vol. 64 **Goal Achievement in Supply Chain Networks – A Study of the Ukrainian Agri-Food Business**
Taras Gagalyuk (PhD)
2012, 204 Seiten, ISBN 978-3-938584-63-7
- Vol. 65 **Impacts of CAP reforms on farm structures and performance disparities – An agent-based approach**
Amanda Sahrbacher (PhD)
2012, 284 Seiten, ISBN 978-3-938584-64-4
- Vol. 66 **Land fragmentation and off-farm labor supply in China**
Lili Jia (PhD)
2012, 143 Seiten, ISBN 978-3-938584-65-1
- Vol. 67 **Ausprägung interregionaler Disparitäten und Ansätze zur Entwicklung ländlicher Räume in Mittel- und Osteuropa**
Sabine Baum (PhD)
2012, 214 Seiten, ISBN 978-3-938584-68-2
- Vol. 68 **Patterns Behind Rural Success Stories in the European Union: Major Lessons of Former Enlargements**
ed. by Axel Wolz, Carmen Hubbard, Judith Möllers, Matthew Gorton, Gertrud Buchenrieder
2012, 190 Seiten, ISBN 978-3-938584-69-9
- Vol. 69 **Motives for remitting from Germany to Kosovo**
Wiebke Meyer (PhD)
2012, 142 Seiten, ISBN 978-3-938584-70-5

- Vol. 70 **Effizienz russischer Geflügelfleischproduzenten: Entwicklung und Determinanten**
Elena Epelstejn (PhD)
2013, 272 Seiten, ISBN 978-3-938584-72-9
- Vol. 71 **Econometric impact assessment of the Common Agricultural Policy in East German agriculture**
Patrick Zier (PhD)
2013, 172 Seiten, ISBN 978-3-938584-73-6
- Vol. 72 **Determinants of non-farm entrepreneurial intentions in a transitional context: Evidence from rural Bulgaria**
Diana Traikova (PhD)
2013, 136 Seiten, ISBN 978-3-938584-75-0
- Vol. 73 **Human capital differences or labor market discrimination? The occupational outcomes of ethnic minorities in rural Guizhou (China)**
Bente Castro Campos (PhD)
2013, 266 Seiten, ISBN 978-3-938584-76-7
- Vol. 74 **Identifying and understanding the patterns and processes of forest cover change in Albania and Kosovo**
Kuenda Laze (PhD)
2014, 152 Seiten, ISBN 978-3-938584-78-1
- Vol. 75 **Flexibilität von Unternehmen. Eine theoretische und empirische Analyse**
Swetlana Renner (PhD)
2014, 194 Seiten, ISBN 978-3-938584-79-8

In der Schriftenreihe *Studies on the Agricultural and Food Sector in Transition Economies* werden durch das IAMO Monographien und Tagungsberichte herausgegeben, die sich mit agrarökonomischen Fragestellungen zu Mittel- und Osteuropa beschäftigen. Wissenschaftlern, die in diesem Bereich forschen, steht die Schriftenreihe als Diskussionsforum offen.

In its series *Studies on the Agricultural and Food Sector in Transition Economies* IAMO publishes monographs and proceedings focusing on agricultural economic issues specific to Central and Eastern Europe. This series offers a forum to researchers studying this area.

ISSN 1436-221X
ISBN 978-3-938584-79-8