



Forschungsbericht

Nr. 178

**Etablierung der Effizienzanalyse mittels DEA zur
Verbesserung der Aussagefähigkeit von
Betriebsanalysen in der Milchviehhaltung
Nordrhein-Westfalens**

Verfasser:

Dipl.-Ing. agr. Joseph Allendorf
und
Prof. Dr. Ernst Berg

Institut für Lebensmittel- und Ressourcenökonomik
Professur für Produktions- und Umweltökonomie

Herausgeber: Lehr- und Forschungsschwerpunkt „Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft“, Landwirtschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Meckenheimer Allee 172, 53115 Bonn
Tel.: 0228-73 2285; Fax: 0228-73 1776
www.usl.uni-bonn.de

Forschungsvorhaben im Auftrag des Ministeriums für Klimaschutz,
Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes
Nordrhein-Westfalen
Bonn, November 2014

Projektleitung: Prof. Dr. Ernst Berg

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. agr. Joseph Allendorf

Institut für Lebensmittel- und Ressourcenökonomik
Professur für Produktions- und Umweltökonomie
Meckenheimer Allee 174
53115 Bonn
Tel.: 0228/73-2890
Fax: 0228/73-2758
www.ilr.uni-bonn.de

Zitiervorschlag:

ALLENDORF, J.; BERG, E. (2014): Etablierung der Effizienzanalyse mittels DEA zur Verbesserung der Aussagefähigkeit von Betriebsanalysen in der Milchviehhaltung Nordrhein-Westfalens. Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn, Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes USL, Nr 178, 150 Seiten.

INHALTSVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
1. Einleitung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung der Arbeit	2
1.3 Vorgehensweise	2
2 Milchproduktion auf europäischer und nationaler Ebene	4
2.1 Bedeutung der Milchproduktion für Europa	4
2.2 Entwicklungen und Rahmenbedingungen der europäischen Milchmarktpolitik	5
2.3 Milchviehhaltung in Deutschland	7
2.3.1 Strukturelle Charakteristika	7
2.3.2 Produktions- und Kapazitätsentwicklungen	8
2.3.3 Marktentwicklungen für Faktor- und Produktpreise	11
2.4 Milchviehhaltung in Nordrhein-Westfalen	14
2.4.1 Betriebsgrößenstruktur der Milchviehhaltung	16
2.4.2 Konzentration der Milchviehhaltung	18
2.4.3 Produktionsintensität und Kapazitätsentwicklung auf regionaler Ebene	19
2.5 Bisheriger Ansatz der landwirtschaftlichen Beratungspraxis	21
3 Theoretische Grundlagen der Effizienzanalyse	29
3.1 Abgrenzung von Produktivität und Effizienz	29
3.2 Frontierfunktionen als Unterstützung der Effizienzmessung	31
3.3 Methoden der Effizienzmessung	35
3.3.1 Parametrischer Ansatz: Stochastic Frontier Analysis (SFA)	36
3.3.2 Nicht-parametrischer Ansatz: Data Envelopment Analysis (DEA)	38
3.3.2.1 Grundvorstellung	38
3.3.2.2 Methodik	39
3.3.2.3 Modellberücksichtigung variabler Skalenerträge	41
3.3.2.4 Allokatives Modell	44
3.3.2.5 Nicht-diskretionäre Variablen	44
3.3.2.6 Supereffizienz	45
3.3.2.7 Slacks	47
3.3.2.8 Window Analyse (DEA)	49
3.3.3 Vergleich der Stochastic Frontier Analysis und Data Envelopment Analysis	50
3.4 Bootstrap-Verfahren	52

3.5	Tobit Regression	55
3.6	Zusätzlich angewandte Methodik und Software	56
4	Literaturüberblick über Effizienzanalysen	57
4.1	Nationale Ebene	57
4.2	Internationale Ebene	60
4.3	Hypothesenableitung zur Analyse der Effizienztreiber	65
5	Datenbasis und Effizienzmodell	69
5.1	Datengrundlage und -aufbereitung	69
5.2	Modellspezifikation	71
6	Empirische Ergebnisse der Produktivitäts- und Effizienzanalyse	78
6.1	Ergebnisse der technischen Effizienz	78
6.1.1	Effizienzwerte	79
6.1.2	Stärken- und Schwächenanalyse	81
6.1.3	Einsparungspotenziale der Milchviehbetriebe	83
6.1.4	Ergebnisse der Skaleneffizienz	83
6.2	Ergebnisse der allokativen und ökonomischen Effizienz	86
7	Analyse der effizienzbeeinflussenden Faktoren	88
7.1	Ausprägungen der Effizienz verschiedener Unternehmenscharakteristika	88
7.1.1	Vergleich der Effizienzwerte in den Regionen	88
7.1.2	Divergenz der Effizienz in verschiedenen Betriebsgrößen	90
7.1.3	Unterschiede der Effizienz in den Unternehmensformen	91
7.1.4	Zusammenhang zwischen Unternehmenserfolg und Effizienz	92
7.2	Effizienzbeeinflussende Faktoren	93
8	Diskussion	99
8.1	Diskussion der Datengrundlage und des Effizienzmodells	99
8.2	Diskussion der Ergebnisse aus der Effizienzanalyse	101
8.3	Diskussion der Ergebnisse von effizienzbeeinflussenden Faktoren	104
9	Zusammenfassung	113
10	Schlussfolgerung für die Umsetzung der Ergebnisse in die Praxis	117
11	Konsequenzen und weitere Forschungsfelder	118
12	Literaturverzeichnis	119
13	Liste über Vorträge	132
14	Liste über Posterpräsentationen, Vorführungen und Demonstrationen	132
15	Anhang	133
16	Kurzfassung	142

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anteil produzierter Güter an der landwirtschaftlichen Erzeugung in Europa	4
Abbildung 2: Anteil der Bundesländer an der deutschen Milcherzeugung im Jahr 2012.....	8
Abbildung 3: Milchanlieferung in Deutschland.....	9
Abbildung 4: Milchquotenausnutzung in Deutschland.....	10
Abbildung 5: Quotensalden der Bundesländer.....	11
Abbildung 6: Langfristiger Verlauf monatlicher Milcherzeugerpreise.....	12
Abbildung 7: Vergleich der monatlichen Erzeugerpreise	12
Abbildung 8: Entwicklung der Faktor- und Produktpreise	13
Abbildung 9: Anteil der Rindergruppen am Gesamtbestand Nordrhein-Westfalens.....	14
Abbildung 10: Größenklassen der Milchviehhaltung in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2013 .	16
Abbildung 11: Vergleich der Größenklassen von 2009 und 2013	17
Abbildung 12: Konzentration der Milchkühe je Halter im Jahr 1999 und 2013.....	18
Abbildung 13: Konzentration der Milchkühe je 100 ha im Jahr 1999 und 2013.....	19
Abbildung 14: Produzierte Milchmenge je Hektar im 1999 und 2013	20
Abbildung 15: Quotenzuwachs in Landkreisen Nordrhein-Westfalens.....	21
Abbildung 16: Betriebszweige eines landwirtschaftlichen Milchviehbetriebs	23
Abbildung 17: Gruppenbildung und Bewertungsschema der Betriebszweigauswertung	27
Abbildung 18: Produktionsfunktionen	30
Abbildung 19: Klassifizierung der Methoden der Effizienzanalyse	32
Abbildung 20: Technische und allokativen Effizienz (Inputorientierte Betrachtung).....	33
Abbildung 21: Technische und allokativen Effizienz (Outputorientierte Betrachtung)	35
Abbildung 22: Stochastische Produktionsfunktion.....	37
Abbildung 23: Skalenertragsverhalten und -effizienz.....	43
Abbildung 24: Supereffizienz	47
Abbildung 25: Slacks bei inputorientierter Betrachtungsweise	48
Abbildung 26: Effizienzmodell zur Analyse nordrhein-westfälischer Milchviehbetriebe	72
Abbildung 27: Verteilung der Effizienzwerte unter konstanten Skalenerträgen	80
Abbildung 28: Verteilung der Effizienzwerte unter variablen Skalenerträgen.....	81
Abbildung 29: Relative Inputgewichtungen der Einsatzfaktoren	82
Abbildung 30: Relative Einsparungspotenziale der Einsatzfaktoren.....	83
Abbildung 31: Vergleich der Effizienzwerte unter konstanten und variablen Skalenerträgen	84
Abbildung 32: Skalenerträge der Effizienzanalyse.....	85
Abbildung 33: Verteilung der allokativen und ökonomischen Effizienzwerte.....	86

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Merkmale der Milchstrukturentwicklung in Nordrhein-Westfalen	15
Tabelle 2: Strukturübersicht der Betriebszweigauswertung, Milchproduktion/ Färsen.....	24
Tabelle 3: Cashflow-Ermittlung auf Basis der Betriebszweigauswertung.....	26
Tabelle 4: Strukturdaten der Untersuchungsregionen.....	70
Tabelle 5: Deskriptive Statistik der Variablen für die Effizienzanalyse.....	74
Tabelle 6: Korrelationskoeffizienten der partiellen Produktivitäten.....	75
Tabelle 7: Deskriptive Statistik für Variablen zur Messung der Effizienztreiber.....	76
Tabelle 8: Rangkorrelationen der Effizienzwerte mit der Window-Analyse.....	79
Tabelle 9: Deskriptive Statistik der Effizienzwerte unter verschiedenen Skalenerträgen.....	81
Tabelle 10: Vergleich der Inputgewichtungen	82
Tabelle 11: Charakterisierung der Betriebe anhand von Skalenerträgen.....	85
Tabelle 12: Deskriptive Statistik der allokativen und ökonomischen Effizienz	87
Tabelle 13: Zusammenhang zwischen Effizienz und der Region	89
Tabelle 14: Zusammenhang zwischen Effizienz und der Betriebsgröße	90
Tabelle 15: Zusammenhang zwischen Effizienz und der Unternehmensform	91
Tabelle 16: Zusammenhang zwischen Effizienz und dem Betriebserfolg.....	92
Tabelle 17: Schätzergebnisse der effizienzbeeinflussenden Faktoren	94
Tabelle 18: Marginale Effekte der effizienzbeeinflussenden Faktoren	96
Tabelle 19: Literaturüberblick zu Effizienzanalysen in der Milchviehhaltung.....	140
Tabelle 20: Effizienzmaße einzelner Jahre	141
Tabelle 21: Einsparpotentiale für die jeweiligen Jahre	141
Tabelle 22: Inputgewichte für die jeweiligen Jahre	141
Tabelle 23: Charakterisierung der Betriebe anhand von Skalenerträgen.....	141

Abkürzungsverzeichnis

AE	Allokative Effizienz
BCC	Banker, Charnes, Cooper Modell
BZA	Betriebszweigauswertung
CCR	Charnes, Cooper, Rhodes Modell
CRS	Constant Returns to Scale
ct.	Cent
DEA	Data Envelopment Analysis
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
DMU	Decision Making Unit
ECM	Energy-corrected milk
etc.	et cetera
FM	Frischmasse
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
Ha	Hektar
inkl.	inklusive
Kg	Kilogramm
LP	Lineare Programmierung
LPG	Landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaft
Mio.	Million
MPSS	most productive scale size
MwSt.	Mehrwertsteuer
Ø	Durchschnitt
OE	Ökonomische Effizienz
PFP	partielle Faktorproduktivität
SD	Standard deviation (Standardabweichung)
SE	Skaleneffizienz
SFA	Stochastic Frontier Analysis
t.	Tonne
TE	Technische Effizienz
TFP	Totale Faktorproduktivität
TMR	Totale-Misch-Ration
Tsd.	Tausend
USA	United States of America
vgl.	vergleiche
VRS	Variable Returns to Scale

1. Einleitung

1.1 Problemstellung

Die sich ändernden agrarpolitischen Rahmenbedingungen und die zunehmende Marktliberalisierung auf europäischer Ebene forcieren eine stetige Wettbewerbserhöhung und einen daraus folgenden Konkurrenzdruck für landwirtschaftliche Betriebe. Insbesondere milchviehhaltende Betriebe sind durch das Auslaufen der Garantiemengenregulierung im besonderen Maße betroffen.

Der europäische Milchmarkt war seit 1984 einer der am stärksten regulierten Politikbereiche der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) und durch eine strikte Milchquotenregelung charakterisiert. Durch die Angebotskontingentierung sollten die wirtschaftlichen Bedingungen der Milchviehhalter gestärkt und verbessert werden. Aufgrund der sich ändernden Marktbedingungen auf dem Weltmarkt, welche insbesondere durch steigende Nachfragen aus den Schwellenländern und Industrienationen wie China und Indien hervorgehen, haben sich auch die Voraussetzungen für die Milchquotenregelung geändert (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2007).

Im April 2015 wird die Garantiemengenregulierung endgültig auslaufen, um eine stärkere Marktorientierung des Milchmarktes zu ermöglichen. Folglich lassen sich daraus erhebliche Veränderungen für die beteiligten Akteure, insbesondere der Betriebe, ableiten. Zum einen kann die steigende Nachfrage auf dem Weltmarkt für milchviehhaltende Betriebe als Chance gesehen werden, aus der sich leichtere Wachstumsmöglichkeiten für die Betriebe schließen lassen. In der Vergangenheit war die Betriebsexpansion stets mit dem zusätzlichen Kauf von Milchquote verbunden. Dennoch stehen die milchviehhaltenden Betriebe ebenfalls einem freien Spiel von Angebot und Nachfrage auf dem Weltmarkt gegenüber. Daraus erwachsen ebenso eine Vielzahl an potenziellen Risiken, wie die steigenden Marktvolatilitäten für Produktionsfaktoren und Milchpreise. Aus der bereits gestarteten aktuellen Agrarreform entsteht somit für die Betriebe ein enormer wirtschaftlicher Anpassungsdruck. Diesem wirtschaftlichen Druck versuchen viele milchviehhaltende Unternehmen möglichst frühzeitig, durch Kauf von vergünstigter Quote und somit einer Aufstockung ihrer Milchkuhbestände, zu begegnen (STATISTISCHES BUNDESAMT 2014).

Angesichts dieses zunehmenden Wettbewerbsdrucks, denen sich landwirtschaftliche, speziell Milchviehhalter, gegenüber stehen, steigt ebenso die Relevanz der ökonomischen Beurteilung jener Betriebe. Um den Betrieben eine langfristige Perspektive und eine stetige Weiterentwicklung zu bieten, ist als Unterstützung eine zielführende Betriebsberatung, die sowohl die marktpolitischen, als auch die betriebsindividuellen Gegebenheiten berücksichtigt, essentiell. Dabei gilt es, die Betriebe durch eine Optimierung ihrer Transformationsprozesse zu unterstützen und ein langfristiges Bestehen am Markt zu sichern. Die derzeit

durchgeführten Betriebsanalysen basieren dabei auf Mittelwertvergleichen, woraus sich nur begrenzte Aussagen über die Stärken respektive Schwächen sowie das abgeleitete Entwicklungspotenzial für jeden Betrieb generieren lassen. Dem kann durch den Einsatz moderner Methoden der (agrar-)ökonomischen Forschung begegnet werden. Mit Hilfe der Effizienzanalyse können explizite Aussagen zu den Stärken und Schwächen der Betriebe dargestellt werden. Weiterhin können Informationen zu Einsparungspotenzialen der Produktionsfaktoren gegeben werden und konkrete Zielwerte abgeleitet werden. In dieser Hinsicht können Erkenntnisse über ein ressourcenschonendes und wirtschaftlich erfolgreiches Agrarmanagement gewonnen werden.

1.2 Zielsetzung der Arbeit

Die vorliegende Forschungsarbeit hat zum Ziel, ein Konzept zur Effizienzanalyse für die nordrhein-westfälische Milchviehhaltung zu entwickeln und darüber hinaus effizienzbeeinflussende Faktoren zu identifizieren.

Konkret sollen die folgenden Fragen beantwortet werden:

1. Wie unterscheiden sich milchviehhaltende Betriebe hinsichtlich ihrer Effizienz?
2. Wo liegen die Stärken und Schwächen effizienter Betriebe?
3. Welches Ressourceneinsparpotenzial kann aus der technischen, allokativen und skaleneffizienten Betrachtungsweise abgeleitet werden?
4. Welche exogenen Faktoren beeinflussen die Effizienz der Milchviehbetriebe?

Das Ziel dieses Projektes besteht darin, die milchviehhaltenden Betriebe hinsichtlich der unterschiedlichen Effizienzmaße zu untersuchen und im Anschluss daran die exogenen Faktoren, die Einfluss auf die Effizienz nehmen, mittels statistischer Methoden zu analysieren und identifizieren.

1.3 Vorgehensweise

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in zehn Kapitel. Nachdem im ersten Kapitel die Problemstellung und das Ziel der Arbeit verdeutlicht worden sind, soll das zweite Kapitel die Bedeutung der Milchproduktion und -haltung auf europäischer, deutschlandweiter und nordrhein-westfälischer Ebene veranschaulichen. Eine tiefergehende Analyse findet aufgrund des empirischen Betrachtungsstandortes für die nordrhein-westfälische Milchviehhaltung statt, indem die Strukturcharakteristika und Entwicklungsschritte in den Regionen herausgestellt werden.

Im dritten Kapitel werden die methodischen Grundlagen der Effizienzanalyse sowie die zwei am häufigsten eingesetzten Messkonzepte erläutert. Der Schwerpunkt liegt auf der Vorstellung der Analysemethode der Data Envelopment Analysis (DEA). Das Kapitel endet mit einer kritischen Abwägung beider Konzepte und der Eignung der DEA.

Das vierte Kapitel liefert einen Literaturüberblick über bereits angewendete Effizienzanalysen in der Landwirtschaft. Das Gewicht liegt auf der Milchviehhaltung, jedoch kommen auch Studien über andere Betriebszweige zur Sprache. Im Anhang wird eine tabellarische Übersicht über die beschriebenen Studien gegeben, um die Effizienzmodelle und erzielten Ergebnisse deutlicher zu veranschaulichen. Am Ende des Kapitels werden die Hypothesen für die anschließende Untersuchung effizienzbeeinflussender Faktoren formuliert.

Ferner werden im fünften Kapitel die zur Verfügung stehende Datengrundlage und deren Aufbereitung vorgestellt. Eine bedeutende Rolle kommt dem verwendeten Modell zur Analyse der Effizienz milchviehhaltender Betriebe in Nordrhein-Westfalen zu. Infolgedessen liegt ein Schwerpunkt in der Vorstellung der verwendeten Einsatz- als auch Leistungsmengen. Im Anschluss an die Vorstellung der Datengrundlage und des zugrundeliegenden Effizienzmodells erfolgt im sechsten Kapitel die empirische Anwendung der Effizienzanalyse. Im weiteren Verlauf werden die Ergebnisse anhand der formulierten Modellvarianten vorgestellt. Insbesondere die Ergebnisse aus der Stärken- und Schwächenanalyse sowie die Informationen zu Ressourceneinsparpotenzialen können interessante Einblicke für die Praxis liefern.

Das siebte Kapitel konzentriert sich auf die statistische Untersuchung der Effizienzwerte, hinsichtlich exogener Strukturcharakteristika. Dafür werden zunächst statistische Mittelwertvergleiche herangezogen, um signifikante Unterschiede zwischen den Regionen als auch Betriebsgrößen zu validieren. Im weiteren Verlauf erfolgt mit Hilfe einer zensierten Regression die Einflusserschätzung verschiedener Variablen, unter anderem aus dem biotechnischen System der Betriebe, auf die ermittelten Effizienzwerte.

Die anschließende Diskussion in Kapitel 8 wird zum einen das verwendete Effizienzmodell sowie die erzielten Ergebnisse vor dem Hintergrund der Praxisumsetzung kritisch diskutieren und mögliche Umsetzungsprobleme aufzeigen.

Das vorletzte Kapitel gibt eine Zusammenfassung der diskutierten Kernaussagen in den jeweiligen Kapiteln aus der vorliegenden Projektarbeit wieder, sodass im letzten Kapitel eine präzise Schlussfolgerung für die beteiligten Akteure und Entscheidungsträger formuliert werden kann.

2 Milchproduktion auf europäischer und nationaler Ebene

Der Schwerpunkt der vorliegenden Forschungsarbeit liegt in der Analyse von Effizienzen in nordrhein-westfälischen Milchviehbetrieben und in einer anschließenden Betrachtung effizienzbeeinflussender Faktoren. Die nachfolgenden Ausführungen liefern zunächst Aufschluss über die wirtschaftliche Relevanz der Milchviehhaltung im europäischen Kontext und dokumentieren die politischen Entwicklungen am Milchmarkt. Auf nationaler Ebene werden sowohl Struktur- als auch Marktentwicklungen der Milchviehhaltung aufgezeigt. Ein tieferer Einblick wird im Anschluss in die nordrhein-westfälische Milchviehhaltung gegeben werden, um die wirtschaftliche Bedeutung der Milchproduktion für die nordrhein-westfälische Landwirtschaft zu unterstreichen. Weiterhin werden strukturelle Charakteristika der nordrhein-westfälischen Milchviehhaltung vorgestellt. Das Kapitel schließt mit einem Überblick über die aktuelle Beratungspraxis der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen und stellt mögliche Potenziale hinsichtlich der Beratungsmethodik dar.

2.1 Bedeutung der Milchproduktion für Europa

Auf europäischer Ebene spielt die Milchproduktion eine bedeutsame Rolle. Wertmäßig stellt die Milchproduktion mit etwa 15 % den führenden Produktionssektor der landwirtschaftlichen Erzeugung in der Europäischen Union (EU) dar (vgl. Abbildung 1). Diese Bedeutung hat sich auch in den letzten Jahren kaum verändert. So steht Europa ebenso mit Blick auf die produzierte Milchmenge im internationalen Kontext an vorderster Front. Im Jahr 2012 konnte Europa mit 210 Mio. Tonnen produzierter Milch ein Drittel der weltweiten Produktion von Milch liefern.

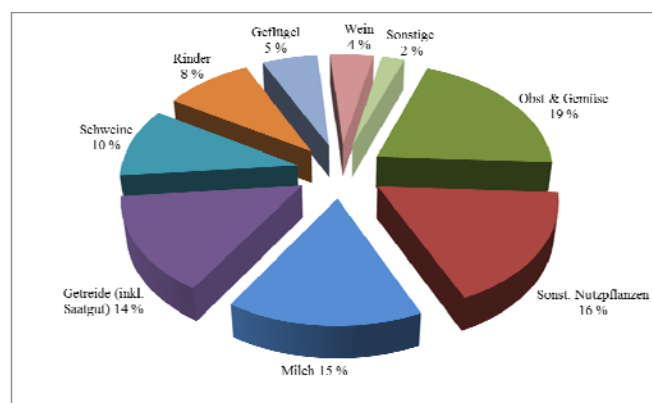


Abbildung 1: Anteil produzierter Güter an der landwirtschaftlichen Erzeugung in Europa

Quelle: Eigene Berechnungen nach EUROSTAT (2014B)

Darüber hinaus besitzen die Vereinigten Staaten von Amerika (16 %), Indien (9 %) und China (6 %) einen gewichtigen Anteil an der Weltproduktion (FAO STATISTICS DIVISION 2014). Im Hinblick auf die Rolle einzelner Mitgliedstaaten innerhalb der Europäischen Union sind in

diesem Zusammenhang vor allem Deutschland, Frankreich, das Vereinigte Königreich, die Niederlande, Italien und Polen zu nennen. Diese sechs Mitgliedsstaaten vereinen 50 % der Milchproduktion in Europa auf sich (EUROSTAT 2014B).

2.2 Entwicklungen und Rahmenbedingungen der europäischen

Milchmarktpolitik

Die vorhergehende Einleitung zur Bedeutung der Milchproduktion auf europäischer Ebene hat den Stellenwert des analysierten Sektors hervorgehoben. Für die Gewährleistung stabiler Markt- und Preisbedingungen für die Milcherzeuger werden seitens der Europäischen Union unterschiedliche Politikinstrumente eingesetzt, die in der gemeinsamen Marktorganisation (GMO) geregelt und festgehalten sind.

Als zentrales Instrument des europäischen Milchmarktes wird die Garantiemengenregelung gesehen, die 1984 aufgrund hoher Lagerbestände an Butter und Milchpulver eingeführt worden ist. Bereits in der Halbzeitbewertung der Agenda 2000 zur gemeinsamen Agrarpolitik wurde über ein Auslaufen der Milchquote diskutiert (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2002, S. 12). Die veränderten Marktbedingungen seit 2003 forcierten den Beschluss der Kommission, die Abschaffung der Milchquote im Jahr 2015 im Health Check von 2008 endgültig zu beschließen (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2007, S. 8; 2009, S. 9). So waren die Märkte seit 2003 nicht mehr von einem wachsenden Angebot und einer stagnierenden Nachfrage nach Milchprodukten gekennzeichnet. Insbesondere der wachsende Bedarf an Milchprodukten in China, Russland, Saudi-Arabien oder den USA führen auf dem Weltmarkt zu einer steigenden Nachfrage (EUROSTAT 2014A). Entgegen des ursprünglichen Beschlusses, die Milchquoten von 2003 nicht aufzustocken, führten die angesprochenen Marktentwicklungen zu einer Revidierung des Beschlusses von 2003. So argumentiert die Europäische Kommission, dass bis zum Auslaufen der Milchquote eine Nicht-Aufstockung der Milchquote dazu führt, dass die Fähigkeit des Sektors, sich stärker am Markt auszurichten und sich auf ein Auslaufen der Quote vorzubereiten, eingeschränkt wird (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2007, S. 8). Als Resultat wurde im Health Check beschlossen, eine schrittweise Aufstockung (1 % jährlich bis zum Jahr 2014/ 2015) der Milchquote vorzunehmen, um eine sogenannte „sanfte Landung“ für die Milcherzeuger zu gewährleisten. Des Weiteren wurde vorgesehen, dass Erzeuger, die ihre zugeteilte Quote in den Jahren 2009 und 2010 um mehr als 6 % überschritten, eine 50 % höhere Abgabe auferlegt bekommen (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2009, S. 2). Es wurde insofern eine Abschwächung dieser strengen Ausgestaltung vorgenommen, als dass eine Korrektur für positive und negative Abweichungen des Referenzfettgehaltes stattgefunden hat. Dies führte dazu, dass faktisch eine Anhebung der Milchquote um einen weiteren Prozentpunkt erfolgte. Dieser Umstand war die Folge aus einer geringeren Gewichtung für Überlieferungen bei einer negativen Abweichung vom Referenzfettgehalt. Dabei wurde

Erzeugern ein weiterer möglicher Spielraum eingeräumt, der ebenfalls geringere Abgaben bei einer zugeteilten Überlieferung der Quote nach sich gezogen hat (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2010, S. 5). Allerdings ist seit dem Wirtschaftsjahr 2011 in Deutschland eine stetige Überlieferung der Quote zu beobachten, welches in Kapitel 2.3.1 näher erläutert wird. Die marktorientierten Anpassungen, die sich aus dem Auslaufen der Quote zum 1. April 2015 ergeben, werden weiterhin durch entkoppelte Direktzahlungen für Acker- bzw. Grünland ergänzt und leisten somit einen stützenden Beitrag für die Sicherung der Betriebseinkommen. Darüber hinaus stehen in der gemeinsamen Marktorganisation der Europäischen Union weitere Instrumente zur Verfügung, um ein Gleichgewicht und eine Stabilisierung der Marktpreise auf dem Milchmarkt sicherzustellen und als Sicherheitsnetz zu fungieren. Dabei sind vor allem Regelungen wie die Intervention für Butter und Magermilchpulver, finanzielle Unterstützungen für private Lagerhaltungen, als auch Beihilfen für die Verteilung von Milcherzeugnissen an Schüler als Instrumente vorgesehen. Das öffentliche Interventionsinstrumentarium greift bei einer Unterschreitung der Referenzpreise (246,39 €/100 kg für Butter und 169,80 €/100 kg für Magermilchpulver). Ebenfalls werden nur Höchstmengen in Höhe von 30.000 Tonnen für Butter und 109.000 Tonnen für Magermilchpulver berücksichtigt (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2013, ARTIKEL 7). Aufgrund günstiger Marktentwicklungen sind im Zeitraum 2010-2012 keine Interventionskäufe getätigt worden (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2013, S. 32; 2012A, S. 4).

Aufgrund der Tragweite, die das Auslaufen der Milchquote mit sich bringt und der Bedeutung des Milchsektors für die Europäische Union, gründete die damalige Agrarkommissarin Mariann Fischer Boel im Jahr 2009 eine Expertengruppe, die die Entwicklungen und Perspektiven für die Milcherzeuger wissenschaftlich durchleuchten sollte. Darüber hinaus sollte der Sektor eine stärkere Orientierung am Markt erfahren und die Wertschöpfungskette im Hinblick auf Nachhaltigkeit effizienter gestaltet werden. So wurden über einen Zeitraum von eineinhalb Jahren Maßnahmen entwickelt, die sich in der Verordnung (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2012B) unter dem Namen „Milchpaket“ wiederfinden lassen. Diese trat am 14. März 2012 in Kraft und zielt auf einen Sicherungsmechanismus für Erzeuger ab und soll ebenso für eine erhöhte Markttransparenz sorgen. Dabei beruht das eingeführte Milchpaket im Wesentlichen auf der Anerkennung von Erzeugerorganisationen, die sich in anderen landwirtschaftlichen Zweigen bereits bewährt haben. Innerhalb des Milchpakets wird der EU-rechtliche Rahmen für Vertragsbeziehungen zwischen Milcherzeuger und Molkerei abgesteckt und so die Verhandlungsmacht der Erzeuger gegenüber Privatmolkereien gestärkt. So besteht nun die Möglichkeit für Milcherzeuger sich zu einer Erzeugerorganisation zusammenzuschließen und dementsprechend als größerer Verhandlungspartner gegenüber Molkereien aufzutreten. Ein größerer Nutzen aus der verbesserten Verhandlungsmacht wird dabei als Ziel verfolgt. Dabei sind jedoch Mengenrestriktionen zu beachten, die sich auf 3,5 %

der europäischen Milchmenge und maximal 33 % der nationalen Menge beziehen. Das Maßnahmenpaket soll zunächst bis 2025 Gültigkeit besitzen und innerhalb dieser Zeit zu zwei Terminen (2014, 2018) unter erneute Bewertung gestellt werden (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2012B). Im Hinblick auf deutsche Produzenten scheint das Milchpaket wenig sinnvoll zu sein, da bereits durch das Genossenschaftssystem entsprechende Erzeugergemeinschaften vorliegen, die bereits eine höhere Verhandlungsmacht zum Ziel haben. Rund 70 % der produzierten Milch werden somit über Genossenschaften erfasst und verarbeitet. Infolgedessen wurde auf die Einführung des Milchpaketes in Deutschland verzichtet (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2014).

2.3 Milchviehhaltung in Deutschland

Im vorangegangenen Kapitel konnte bereits die Bedeutung der Milchproduktion und deren politischer Entwicklungsrahmen auf europäischer Stufe veranschaulicht werden. Aufgrund der Tatsache, dass Deutschland mit 15 % einen erheblichen Anteil an der gesamten erzeugten Milchmenge in Europa (EU-28) hat und somit den bedeutendsten Produzenten darstellt, werden im weiteren Verlauf die strukturellen Charakteristika und die marktpolitischen Entwicklungen vorgestellt.

2.3.1 Strukturelle Charakteristika

Die Milchproduktion stellt ebenfalls für die Landwirtschaft in Deutschland einen bedeutungsvollen Produktionssektor dar. Im Jahr 2012 betrug der Anteil am gesamten Produktionswert der Landwirtschaft 17 % und stellte somit die wichtigste Säule dar. Dabei zeigte sich eine relativ konstante Bedeutung über die letzten fünf Jahre hinweg, wo der Anteil stets bei rund einem Fünftel vom Produktionswert lag (STATISTISCHE ÄMTER 2014). Auch im Hinblick auf die Betriebsstrukturen wird die Relevanz ersichtlich: so betrug der Anteil milchviehhaltender Betriebe (79.537) an den gesamten landwirtschaftlichen Betrieben (285.000) im Mai 2012 28 % (STATISTISCHES BUNDESAMT 2014A). In den letzten zwei Jahren (Mai 2012 bis Mai 2014) sank die Zahl milchviehhaltender Betriebe in Deutschland um knapp 8,5 % von 84.908 auf 77.669 Betriebe. Dieser enorme Rückgang kann durch den fortwährenden Agrarstrukturwandel begründet werden. Deutschlandweit wurden 2012 4,19 Mio. Kühe gehalten bei einer gleichzeitig produzierten Menge von 30,6 Mio. Tonnen Milch. Die Steigerungen in den biologischen Leistungen der Kühe sowie der Anzahl gehaltener Kühe führten dazu, dass, trotz Ausscheidens vieler Betriebe, die produzierte Milchmenge in Nordrhein-Westfalen auf einem nahezu konstanten Niveau gehalten werden konnte. Die aktuelle Milchleistung liegt im Mittelwert für Nordrhein-Westfalen bei 7.323 kg Milch je Kuh (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG 2014B). Konnten in der Vergangenheit aufgrund steigender Milchleistungen sinkende Tierbestände bei

Milchkuhhaltungen beobachtet werden, so sind insbesondere in den letzten zwei Jahren deutschlandweite Aufstockungen in den Beständen zu registrieren. So stocken eine Vielzahl an Milchviehhaltern mit dem Auslaufen der Milchquote im April 2015 auf. Die Gefahr erhöhter Superabgaben wird dabei in Kauf genommen (STATISTISCHES BUNDESAMT 2014C).

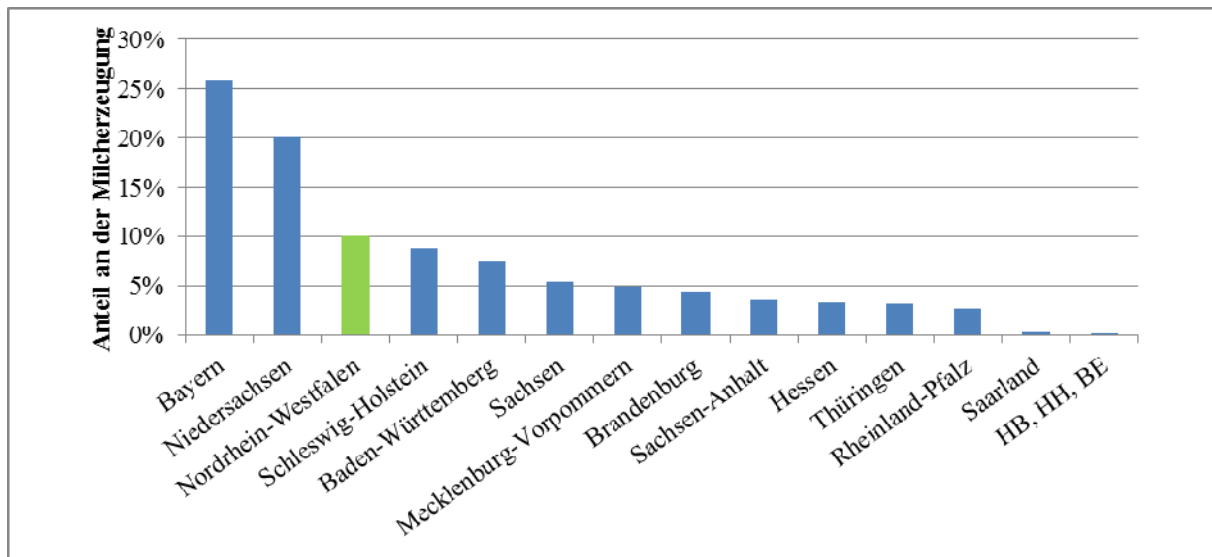


Abbildung 2: Anteil der Bundesländer an der deutschen Milcherzeugung im Jahr 2012

Quelle: Eigene Darstellung nach BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2014B)

In Deutschland bildeten im Jahr 2012 die Bundesländer Bayern, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen mehr als 56 % der gesamten deutschen Milchproduktion ab (vgl. Abbildung 2). Hierbei sind vor allem die unterschiedlichen Strukturen innerhalb der drei Bundesländer interessant: Bayern stellt mit 36.615 Haltern nahezu 50 % der deutschen Milchviehhalter. Dennoch sind die Milchviehbetriebe mit einem Durchschnittsbestand von 33 Milchkühen relativ klein strukturiert. Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen stellen zwar mit 14 % bzw. 9 % den deutlich geringeren Anteil an den Milchviehhaltern, besitzen jedoch mit 74 bzw. 56 Milchkühen die größeren Durchschnittsbestände (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG 2014B). Weiterhin lässt sich zeigen, dass Nordrhein-Westfalen mit 992 Millionen Euro einen Anteil von 10 % am gesamt erzeugten Produktionswert der Milchviehhaltung in Deutschland hat und 13 % am Produktionswert der landwirtschaftlichen Güter in Nordrhein-Westfalen (STATISTISCHE ÄMTER 2014).

2.3.2 Produktions- und Kapazitätsentwicklungen

Wie bereits im vorherigen Kapitel angedeutet, hat die Zahl der gehaltenen Milchkühe in Deutschland deutlich zugenommen. Die Konsequenz ist in eine beträchtliche Zunahme der produzierten Milchmenge. In Abbildung 3 werden die monatlichen Milchanlieferungen in Deutschland dargestellt. Es wird ersichtlich, dass die abgelieferten Milchmengen ab den

Monaten November/ Dezember wieder zu nehmen und im Mai bzw. Juni ihren saisonalen Höhepunkt erreichen. Weiterhin wird sichtbar, dass die Anlieferungen von 2011 und 2012 mit Ausnahme der ersten Monate nahezu identisch verlaufen.

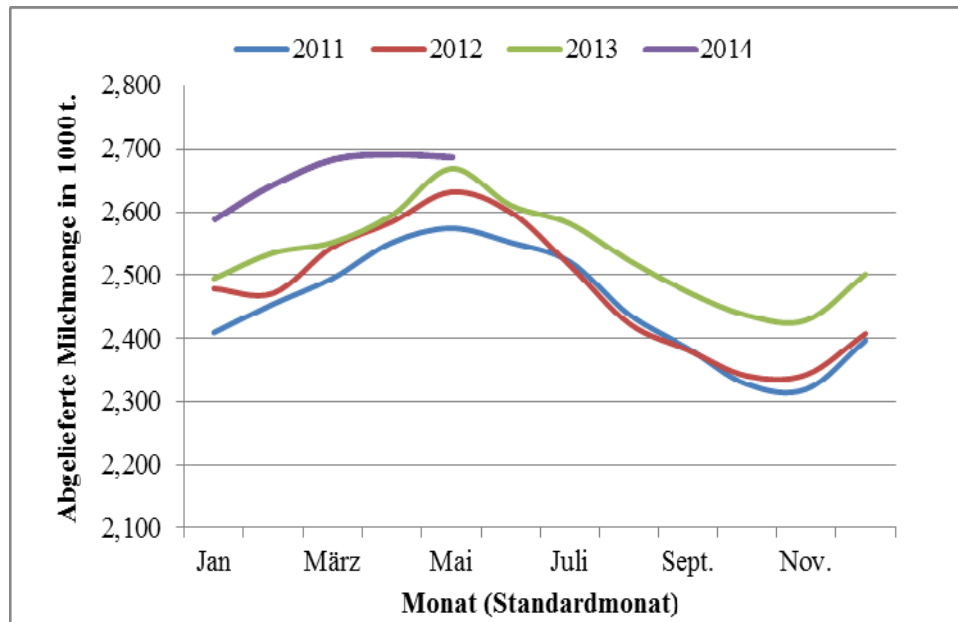


Abbildung 3: Milchanlieferung in Deutschland

Quelle: Eigene Darstellung nach BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2014A)

Im Hinblick auf das vergangene Jahr 2013 wird erstmals deutlich, dass die angelieferten monatlichen Milchmengen deutlich über denen der Vorjahre liegen, insbesondere im zweiten Halbjahr. Dies führt dazu, dass die Garantiemengen für das Jahr 2013 erheblich überschritten worden sind (vgl. Abbildung 4). Sogar die Milchanlieferungen in den ersten Monaten im Jahr 2014 deuten darauf hin, dass auch im Jahr 2014 enorme Quotenüberlieferungen und damit Superabgaben seitens der Milchviehhalter zu erwarten sind. So ergab die Schnellberichterstattung der Zentralen Milchmarkt Berichterstattung, dass die anteilige Milchanlieferung bereits um knapp 2,5 % im Vergleich zum Vorjahr überschritten worden ist (ZMB GMBH 2014B). Die angesprochene Aufstockung der Kuhbestände kann als Grund für die gestiegenen Milchanlieferungen herangezogen werden.

In Abbildung 4 wird die vergangene Entwicklung der Über-/ Unterlieferungen der Milchquoten ersichtlich. In den Jahren von 2008/09 bis 2010/11 waren die Garantiemengen stets von einer Unterlieferung gekennzeichnet. Seit dem Health Check 2008/2009 war ein Auslaufen der Milchquote absehbar, sodass die hohen Preise im dritten sowie vierten Quartal im Jahr 2013 zu einem verstärkten Produktionsanreiz für die Milchviehhalter führten. Als Folge ist eine deutliche Überlieferung der Garantiemenge von 588.000 Tonnen zu vermerken. Prozentual bedeutet dies, eine Überlieferung von 1,9 % der Referenzmenge und eine

Höchstabgabe für milchviehhaltende Betriebe von 12,69 ct/kg Milch (ZMB GMBH 2014A). Daraus wird deutlich, dass sich die Milchviehhalter auf das Auslaufen der Garantiemengenreglung vorbereiten und bereits Vorkehrungen in Form von Investitionen in größere Herden tätigen.

Seit dem Jahr 2000 besteht die Möglichkeit, die eingeführte Milchquote von 1984 ebenfalls zu handeln. Vorher war die Übertragung von Milchquote nur möglich, wenn auch zusätzliche Fläche mitgehandelt worden ist, wodurch die Verlagerung der Milchquote stark eingeschränkt wurde. Die Etablierung des Quotenhandels und der Handelsgebiete Ost und West auf Bundesebene im Jahr 2007 resultierte in einer erkennbaren Verlagerung der Milchquote.

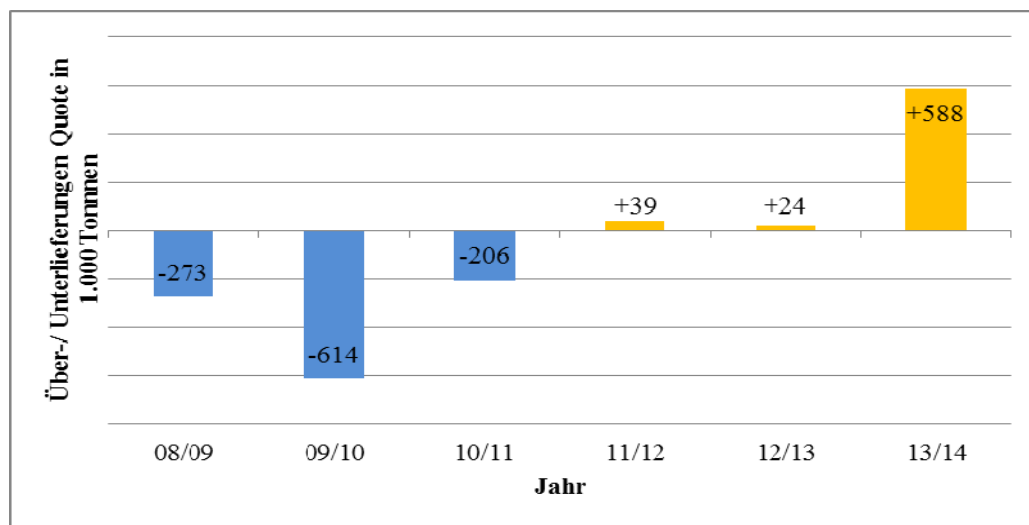


Abbildung 4: Milchquotenausnutzung in Deutschland

Quelle: Eigene Darstellung nach ZMB GMBH (2014A)

Die räumliche Verteilung der Quotensalden seit diesem Zeitraum gibt Aufschluss über die Entwicklungsstrategien der Milcherzeuger in den Bundesländern von Deutschland. Dabei wird mit einem Kauf von großen Milchquoten impliziert, dass ein betriebliches Wachstum stattfindet. Dieses kann sich durch einen Flächenkauf oder Investitionen in größere Milchviehställe, die meist mit dem Kauf neuer Melktechnik einhergehen, äußern. Aufgrund der langfristigen Kapitalbindung, die mit solchen Investitionen zusammenhängt, kann die Quotenverlagerung stets ein Indikator für betriebliche Expansionsstrategien und die jeweiligen Produktionskapazitäten des Bundeslandes sein (STEINMANN 2012).

Um auf nationaler Ebene die Entwicklungen der Betriebe nachvollziehen zu können, werden die Quotensalden von 2007 bis Juli 2014 aggregiert und analysiert. Demnach gibt Abbildung 5 Aufschluss über die Milchquotenverlagerung innerhalb Deutschlands und spiegelt die Saldenzuwächse bzw. -abnahmen in den einzelnen Bundesländern wieder. Es wird sichtbar, dass insgesamt eine Wanderung der Quoten vom Süden in den Norden Deutschlands stattgefunden hat. Insbesondere Bayern (-384.993 Tonnen), Baden-Württemberg (-142.687

Tonnen) und Hessen (-116.477 Tonnen) weisen eine stark negative Quotenbilanz auf. Dabei verlieren Rheinland-Pfalz inklusive des Saarlandes (-37.106 Tonnen), Thüringen (-33.534 Tonnen) und Sachsen-Anhalt (-32.683 Tonnen) vergleichsweise wenig. Bundesländer wie Sachsen (-6.449 Tonnen) oder auch Brandenburg inklusive Berlin (-17.634 Tonnen) besitzen ebenfalls nur ein geringes Negativsaldo. Deutliche Steigerungen können vor allem Mecklenburg-Vorpommern (+90.302 Tonnen), Niedersachsen (+548.202 Tonnen) und entsprechend Nordrhein-Westfalen

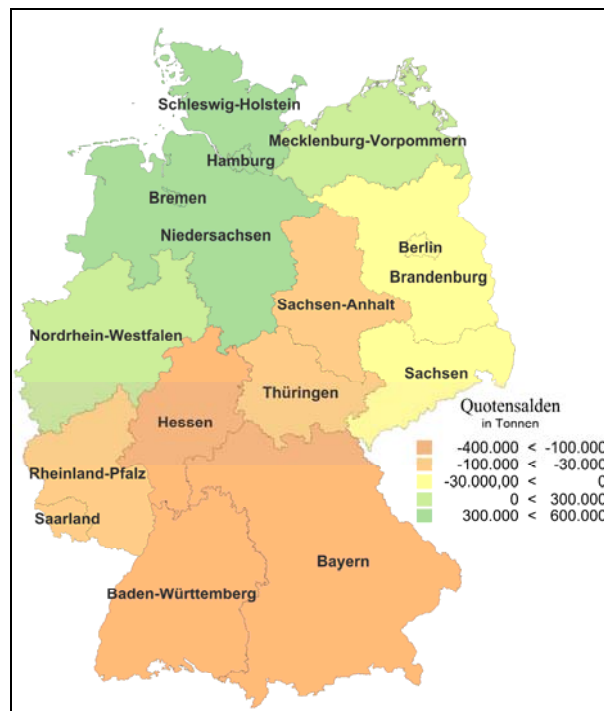


Abbildung 5: Quotensalden der Bundesländer

Quelle: Eigene Berechnung nach DEUTSCHER BAUERNVERBAND (2014)

mit (+133.064 Tonnen) verzeichnen. Somit scheinen insbesondere in diesen Regionen die milchviehhaltenden Betriebe zunehmend wachstumswillig und lassen durch den zunehmenden Kauf von Milchquote auf eine Expansion ihrer Betriebe schließen. Die hohen Nachfragen nach Milchlieferrchten lassen ebenfalls die Kosten für eben diese wieder ansteigen. So bewegten sich die Gleichgewichtspreise für Milchlieferrchte im Juli 2013 noch bei 3 ct/kg Milch, während sie im Juli 2014 bei 9 ct/kg Milch lagen (DEUTSCHER BAUERNVERBAND 2014).

2.3.3 Marktentwicklungen für Faktor- und Produktpreise

Die Wirtschaftlichkeit der Milchviehhaltung wird maßgeblich von den Preisen für die benötigten Produktionsfaktoren, als auch den Marktpreisen für die hergestellte Milch beeinflusst. Abbildung 6 und Abbildung 7 geben ein Einblick in die Produktpreisentwicklung,

indem der jeweils lang- und kurzfristige Verlauf der monatlichen Erzeugerpreise für Milch dargestellt wird. Dabei ist auffällig, dass der Milchpreis starken Volatilitäten unterliegt: konnte 2008 noch ein durchschnittlicher Milchpreis von 34,6 ct/kg Milch erzielt werden, sank dieser 2009 teilweise auf 20 ct/kg, wodurch zahlreiche Milcherzeuger die angefallenen Kosten nicht decken konnten (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG 2014c).

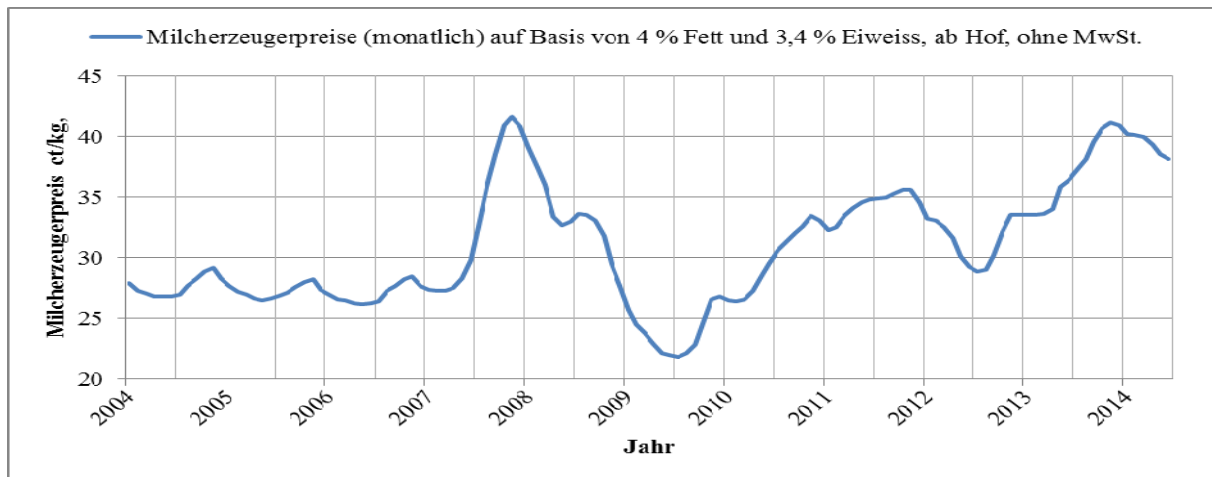


Abbildung 6: Langfristiger Verlauf monatlicher Milcherzeugerpreise

Quelle: Eigene Darstellung nach BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2014c); BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL) (2014)

Im Jahr 2013 konnte sich der Milchmarkt wieder erholen und zeigte eine steigende Tendenz, die in einem durchschnittlichen Auszahlungspreis für energiekorrigierte Milch von 37,1 ct/kg deutlich wird (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG 2014c). In Abbildung 7 ist der kurzfristige Verlauf der letzten zwei Jahre und die aktuelle Entwicklung im Jahr 2014 dargestellt.

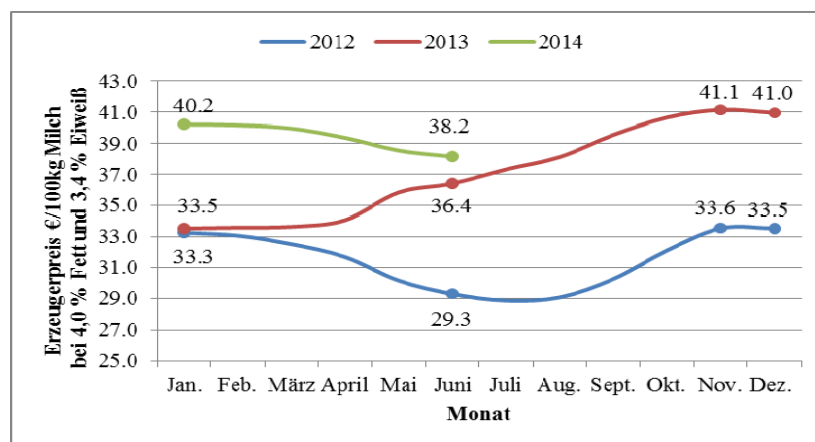


Abbildung 7: Vergleich der monatlichen Erzeugerpreise

Quelle: Eigene Darstellung nach BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL) (2014)

Die bereits angesprochene Erholung des Milchpreises in 2013 war vor allem durch einen hohen Auszahlungspreis in der zweiten Jahreshälfte von 2013 gekennzeichnet. Hier wurde als Spitzenwert ein Erzeugerpreis je 100 kg Milch von 41,1 Euro im November 2013 gezahlt. Der Durchschnittswert der Erzeugerpreise für Milch lag mit 37,1 ct/kg dementsprechend hoch. Dies entspricht einem der höchsten Milchpreisstände im letzten Jahrzehnt. Verglichen mit den Preisen in 2012 entspricht dies einer Steigerung von 22 %. Diese Spitze konnte allerdings im ersten Quartal 2014 nur noch im Januar gehalten werden, danach sank der Milchpreis stetig. Der Preis für fett- und eiweißkorrigierte Rohmilch betrug im Juni 2014 38,2 ct/kg. Trotz des hohen Preisniveaus für Milcherzeugnisse sind diese dennoch vor dem Hintergrund von Kostensteigerungen für Vorleistungen zu betrachten. Dabei zeigt Abbildung 8 den Preisindex der Einkaufspreise landwirtschaftlicher Betriebsmittel anhand der Normierung im Jahr 2010. Dabei stellt die blau schattierte Fläche den Erzeugerpreis für Milchprodukte dar und bietet so einen direkten Vergleich mit den Vorleistungen (STATISTISCHES BUNDESAMT 2014B).

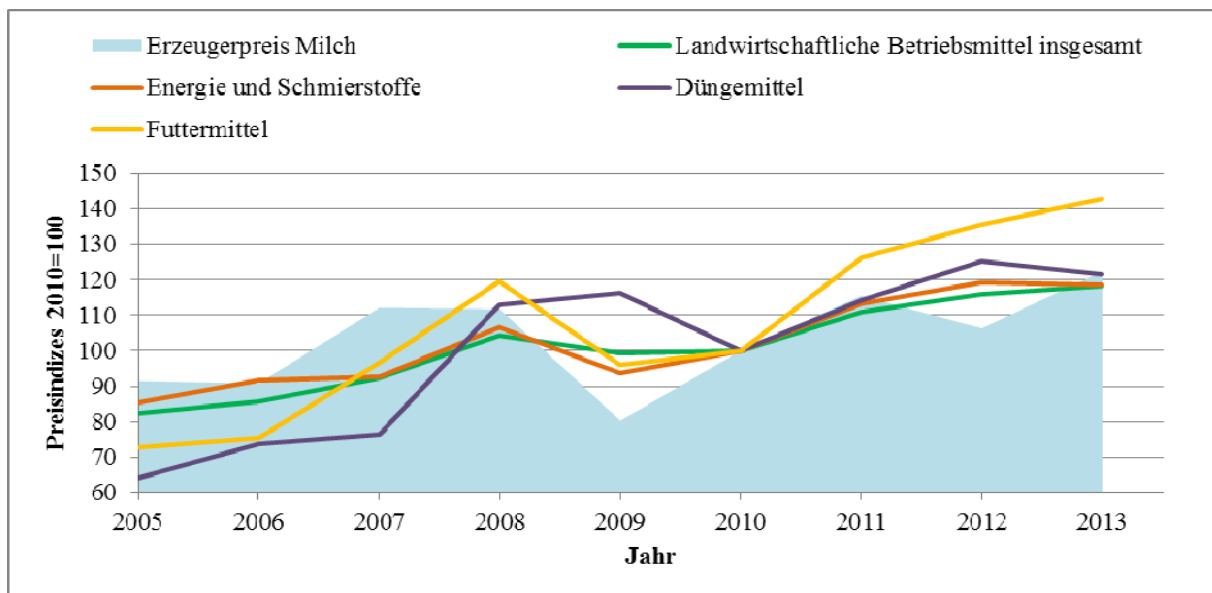


Abbildung 8: Entwicklung der Faktor- und Produktpreise

(Preisindizes, 2010 = 100 %);

Quelle: Eigene Darstellung nach STATISTISCHES BUNDESAMT (2014b)

Zusätzlich wird deutlich, dass die Preise für Betriebsmittel, insbesondere Düngemittel, bis 2012 stark angestiegen sind. Der Anstieg der Preise für Düngemittel, Energie oder auch Schmierstoffe konnte im Jahr 2013 durch den bereits angesprochenen hohen Milcherzeugerpreis abgedeckt werden (STATISTISCHES BUNDESAMT 2014B). Darüber hinaus macht Abbildung 8 deutlich, dass im Zeitraum von 2010 bis 2013 die Preise für Futtermittel stark angestiegen sind. Im Vergleich zum Jahr 2010 hat der Preis um ca. 40 % zugenommen.

2.4 Milchviehhaltung in Nordrhein-Westfalen

Aus der vorherigen Betrachtung konnte die wirtschaftliche Bedeutung Nordrhein-Westfalens für die deutsche Landwirtschaft als Milchproduktionsstandort herausgestellt werden. Anhand der Quotenverlagerung innerhalb Deutschlands, dem positiven Handelssaldo für Milchquoten in Nordrhein-Westfalen sowie einer steigenden jährlichen Produktionsmenge wird deutlich, dass die Milcherzeugung in Nordrhein-Westfalen wächst. Damit einher geht eine einzelbetriebliche Aufstockung der Milchkuhbestände. Im Folgenden soll die wirtschaftliche Situation der nordrhein-westfälischen Milchviehhaltung durch strukturelle Charakteristika ergänzt und vervollständigt werden.

Im November 2013 wurden in Nordrhein-Westfalen 1,45 Mio. Rinder registriert. Wie in Abbildung 9 zu erkennen ist, sind ungefähr jeweils ein Viertel der Rinder weibliche Jungrinder älter als acht Monate und Kälber bis zu einem Lebensjahr.

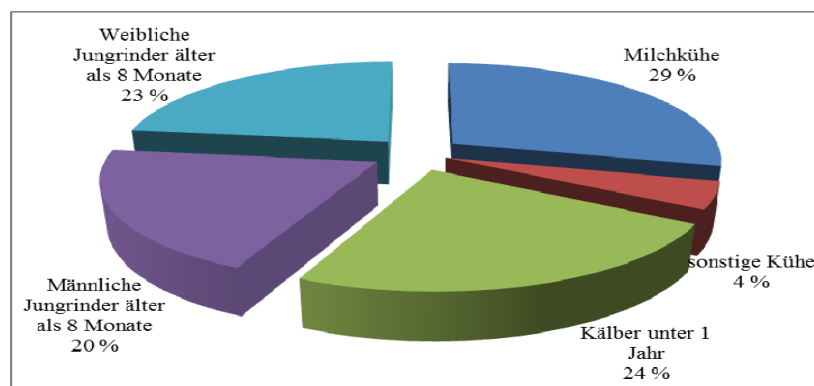


Abbildung 9: Anteil der Rindergruppen am Gesamtbestand Nordrhein-Westfalens

Quelle: Eigene Darstellung nach STATISTISCHES LANDESAMT INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN (2014a)

Etwa ein Drittel (29 %) der Rinder sind Milchkühe. Auf den übrigen Anteil entfallen männliche Jungrinder und sonstige Kühe (STATISTISCHE ÄMTER 2014). Frühere Studien beschäftigten sich bereits mit der Entwicklung der Milchviehhaltung (vgl. STEINMANN 2012). Tabelle 1 zeigt den Strukturwandel in der nordrhein-westfälischen Milchviehhaltung von 1990 bis 2013. Dementsprechend waren im Jahr 1990 27.250 Milchviehhalter in Nordrhein-Westfalen registriert, die mit einem Durchschnittsbestand von 19 Milchkühen je Betrieb 2,8 Mio. Tonnen Milch produzierten. Durch Expansionen und Produktivitätssteigerungen der Betriebe, insbesondere im Bereich der Milchleistungen je Kuh, konnten beachtliche Produktionserhöhungen je Betrieb erzielt werden. Im Jahr 2008 produzierte ein Drittel der milchviehhaltenden Betriebe von 1990 nahezu die gleiche Menge Milch wie im Jahr 1990 alle Betriebe zusammen, obwohl der gesamte Milchkuhbestand in Nordrhein-Westfalen um 26 %

reduziert wurde. Die Leistung je Kuh ist in diesem Zeitraum von 5.326 auf 7.096 kg gestiegen.

Jahr	Anzahl Milchvieh- halter	Milchkuhbestand	Milchkühe je Betrieb	Milcherzeugung NRW insg. [t]	Milchleistung [kg/ Kuh/ Jahr]
1990	27.250	525.920	19	2.800.882	5.326
...	...	...	...	...	...
2000	12.512	391.283	31	2.682.700	6.856
2003	10.497	391.607	37	2.721.029	6.948
2004	9.996	384.002	38	2.708.971	7.055
2005	9.392	382.522	41	2.749.461	7.188
2006	9.001	363.672	40	2.686.815	7.388
2007	9.674	371.918	38	2.750.434	7.395
2008	9.333	390.190	42	2.768.777	7.096
2009	8.946	396.400	44	2.915.043	7.354
2010	8.510	396.005	47	2.948.200	7.405
2011	8.084	400.415	50	3.048.700	7.614
2012	7.652	402.952	53	2.995.155	7.433
2013	7.370	417.665	57	3.127.957	7.489
Durchschnittliche Veränderung in % pro Jahr im Zeitraum von:					
1990-2000	- 7,5	- 2,9	+ 4,9	- 0,4	+ 2,6
2000-2010	- 3,8	+ 0,1	+ 4,1	+ 0,9	+ 0,8
1990-2013	- 5,5	- 1,0	+ 4,8	+ 0,5	+ 1,5
2010-2013	- 4,7	+ 1,8	+ 6,8	+ 2,0	+ 0,4

Tabelle 1: Merkmale der Milchstrukturentwicklung in Nordrhein-Westfalen

Quelle: Eigene Darstellung nach STATISTISCHES LANDESAMT INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN (2014a); STEINMANN (2012)

Im Hinblick auf die jährliche Veränderung von 1990-2013 ist die Zahl der Milchviehhalter im Durchschnitt um 3 % je Jahr gesunken. Dabei sank der Milchkuhbestand in Nordrhein-Westfalen geringfügig um etwa 1 % und die durchschnittliche Anzahl an Kühen je Betrieb nahm in diesem Zeitraum über das Jahr um 8,1 Prozentpunkte zu. Hierdurch wurde auch eine erhöhte Milchproduktion erreicht, die jedoch mit 0,5 % relativ moderat ausfiel. Die Milchleistung je Kuh nahm jedoch innerhalb der Jahre um 1,7 % stetig zu. Ein großer Anstieg konnte insbesondere in den 90er Jahren verzeichnet werden, in denen eine jährliche Steigerung von 2,6 % erreicht werden konnte. Interessant ist der Blick auf die Entwicklung in den zurückliegenden vier Perioden, denn die Zahl der Milchviehhalter nahm, verglichen mit der Periode von 1990-2013, mit -3,3 % überdurchschnittlich ab. Hingegen wird bei Betrachtung der Milchkuhbestände deutlich, dass die Bestände systematisch steigen. Besonders auffällig ist der Zuwachs im Zeitraum von 2012 zu 2013, wo der Milchkuhbestand

in Nordrhein-Westfalen um 3,7 Prozentpunkte zunahm. Hier zeigt sich, dass sowohl auf deutschlandweiter als auch auf nordrhein-westfälischer Ebene die Bestände aufgestockt werden und deutlich wird, dass sich die Betriebe strukturell auf das Auslaufen der Milchquote im Februar 2015 vorbereiten. So zeigten die Jahre zuvor stets eine Reduktion der Bestände, da entsprechende Kompensationen mit Erhöhungen der Milchleistungen einhergingen. Dadurch lassen sich auch die Superabgaben für Milch erklären, die zur höchsten Überlieferung in der Geschichte der Quote geführt haben (ZMB GMBH 2014A).

2.4.1 Betriebsgrößenstruktur der Milchviehhaltung

Um an späterer Stelle auf die Strukturen und Entwicklungsmöglichkeiten der einzelnen Regionen eingehen zu können, werden zunächst die herrschenden Größenklassen und Entwicklungen innerhalb dieser beschrieben. Im November 2013 wurden in Nordrhein-Westfalen laut dem Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere 417.423 Tiere registriert, die sich auf 7.370 Milchviehhaltungen verteilen (STATISTISCHES LANDESAMT INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN 2014A). In Abbildung 10 wird ersichtlich, wie sich die Anzahl der gehaltenen Tiere auf die unterschiedlichen Größenklassen verteilen. Hierbei wird deutlich, dass 55 % der Halter zwischen 20 und 99 Kühen halten. Ebenfalls findet sich die Hälfte der gehaltenen Tiere in Nordrhein-Westfalen in dieser Größenklasse wieder. Weiterhin ist von Interesse, dass ca. ein Fünftel (17 %) der Milchviehhalter bis zu 10 Kühe halten. Dies kann der Tatsache geschuldet sein, dass viele Halter in dieser Größenklasse als Nebenerwerbsbetriebe anzusehen sind. Im Hinblick auf Betriebe, die mehr als 100 Milchkühe halten, ist der Anteil deutlich geringer.

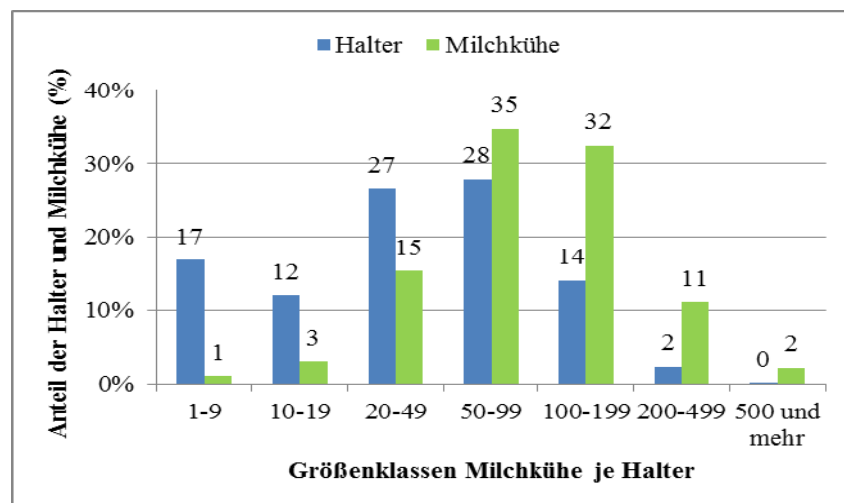


Abbildung 10: Größenklassen der Milchviehhaltung in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2013

Quelle: Eigene Darstellung nach STATISTISCHES LANDESAMT INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN (2014a)

So halten 17 % der Halter mehr als 100 Kühe und 40 % der Milchkühe in Nordrhein-Westfalen werden in den drei Größenklassen ab 100 Kühe gehalten (vgl. Abbildung 10). Mit dem Ziel die Entwicklung innerhalb der Größenklassen zu veranschaulichen, wurde ein fünfjähriger Betrachtungszeitraum gewählt (2009-2013), um die Wanderung der Milchviehhalter zwischen den Größen nachvollziehen zu können. Da die Größenklassen in den Jahren variieren, wurden diese normiert und auf identische Größen skaliert. Hierbei sei auf Abbildung 11 verwiesen, die die Entwicklungen innerhalb der Größenklassen sichtbar werden lässt. So verlieren innerhalb der fünf Jahre die beiden kleinsten Größenklassen bis 10 und 19 Kühe an Bedeutung. Die sich ändernden Strukturen werden insbesondere in der Größenklasse von 20-49 Kühe ersichtlich. Demnach nimmt der Anteil der Milchviehhalter in dieser Größenklasse um vier Prozentpunkte ab, der Anteil der Milchkühe in dieser Klasse verliert mit 8 % noch drastischer an Bedeutung. Ebenfalls verringerte sich die Anzahl der Kühe im Bereich von 50-99 um 9 %, obwohl die Anzahl der Halter stagnierte. Dementsprechend findet eine deutliche Verschiebung in größere Klassen statt.

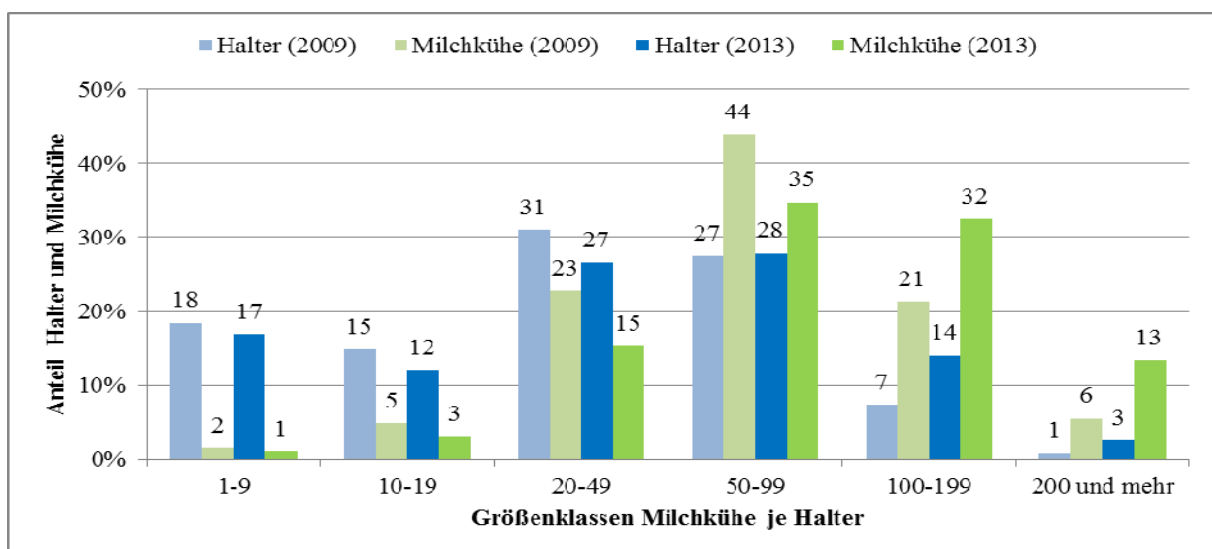


Abbildung 11: Vergleich der Größenklassen von 2009 und 2013

Quelle: Eigene Darstellung nach STATISTISCHES LANDESAMT INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN (2014a)

So nahm der Anteil der Milchkuhhalter im Bereich von 100-199 um das Doppelte auf 14 % zu, wobei sich der Anteil der gehaltenen Milchkühe um 11 % erhöhte. Dies lässt den Schluss zu, dass besonders die Halter aus der Größenklasse von 20-49 in den vergangenen Jahren in eine Betriebserweiterung investiert haben, um konkurrenzfähig für zukünftige Entwicklungen am Milchmarkt zu sein. Dabei wird zunehmend deutlich, dass Betriebsgrößen ab 100 Kühen an Bedeutung gewinnen werden. Demnach findet sich etwa ein Sechstel der Halter und ein Drittel der Milchkühe in der Größe von 100-199 Kühen wieder. Des Weiteren hat ebenfalls

die Bedeutung der Halter und Milchkühe in der größten Skalierung mit 200 Milchkühen und größer zugenommen. So erhöhte sich der Anteil der Milchkühe von 6 auf 7 % und der Anteil der Halter stieg um zwei Prozentpunkte. In Abbildung 11 wird deutlich, dass in Nordrhein-Westfalen, insbesondere die Größenklassen ab 100 Milchkühen und größer deutlich an Bedeutung gewinnen und die kleineren Betriebsgrößenklassen an Bedeutung verlieren werden.

2.4.2 Konzentration der Milchviehhaltung

Die unterschiedlichen Bestandsgrößen lassen sich ebenfalls auf Landkreisebene nachzeichnen (vgl. Abbildung 12). Abbildung 12 zeigt den Vergleich zwischen den Milchkühen je Haltung in NRW von 1999 in der linken Karte dargestellt und die Situation des Jahres 2013 auf der rechten Karte (STATISTISCHES LANDESAMT INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN 2014B). Dabei wird ersichtlich, dass im Jahr 1999 eine erhöhte Konzentration der Milchkühe je Haltung in den Regionen vom Niederrhein, der Eifel, dem Bergischen Land und dem Südwestfälische Bergland vorzufinden waren.

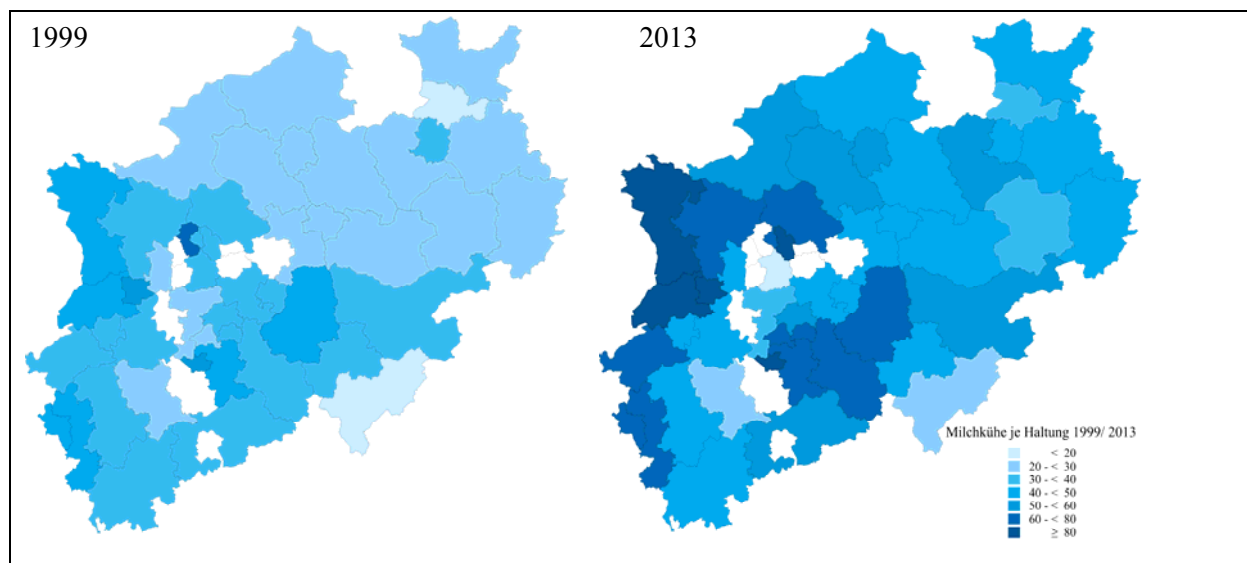


Abbildung 12: Konzentration der Milchkühe je Halter im Jahr 1999 und 2013

Quelle: Eigene Darstellung nach STATISTISCHES LANDESAMT INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN (2014b)

Insbesondere werden in der Region Kleve am Niederrhein durchschnittlich 50 Kühe gehalten. Des Weiteren sind die Landkreise Viersen, Aachen, der Oberbergische Kreis sowie der Märkische Kreis zu nennen, in denen die durchschnittlichen Tierzahlen je Halter deutlich über dem nordrhein-westfälischen Durchschnitt von 30 Kühen im Jahr 1999 liegen. Mit Blick auf die westliche und östliche Münsterländer Bucht kann von einem sehr homogenen Bild ausgegangen werden, da der durchschnittliche Bestand je Milchkuhhalter bei ungefähr 25

Kühen lag. Innerhalb der 14 zurückliegenden Jahre haben sich hinsichtlich der Bestandsdichte regionale Änderungen ergeben. Die Konzentration konnte in Regionen wie dem Niederrhein, dem Bergischen oder auch zu Teilen der Eifel deutlich zunehmen. So haben sich die Bestände in diesen Regionen nahezu verdoppelt. Die durchschnittliche Kuhzahl je Haltung stieg in Nordrhein-Westfalen von 1999 bis 2013 auf 51 Kühe an.

2.4.3 Produktionsintensität und Kapazitätsentwicklung auf regionaler Ebene

Um die Produktionsintensität der Milch darzustellen, wird die Besatzdichte von Milchkühen je 100 Hektar landwirtschaftlicher Fläche in den Karten der Abbildung 13 eingezeichnet. Werden die Besatzdichten von Milchkühen je 100 Hektar betrachtet, ist auffällig, dass innerhalb Nordrhein-Westfalens regionale Unterschiede bestehen. Demnach verfügen die Ackerbau- bzw. Marktfruchtstandorte im Norden in den Münsterländer Buchten über eine relativ geringe Besatzdichte an Milchkühen, die sich ebenfalls auf einen regionalen Schwerpunkt der Veredelung zurückführen lässt.

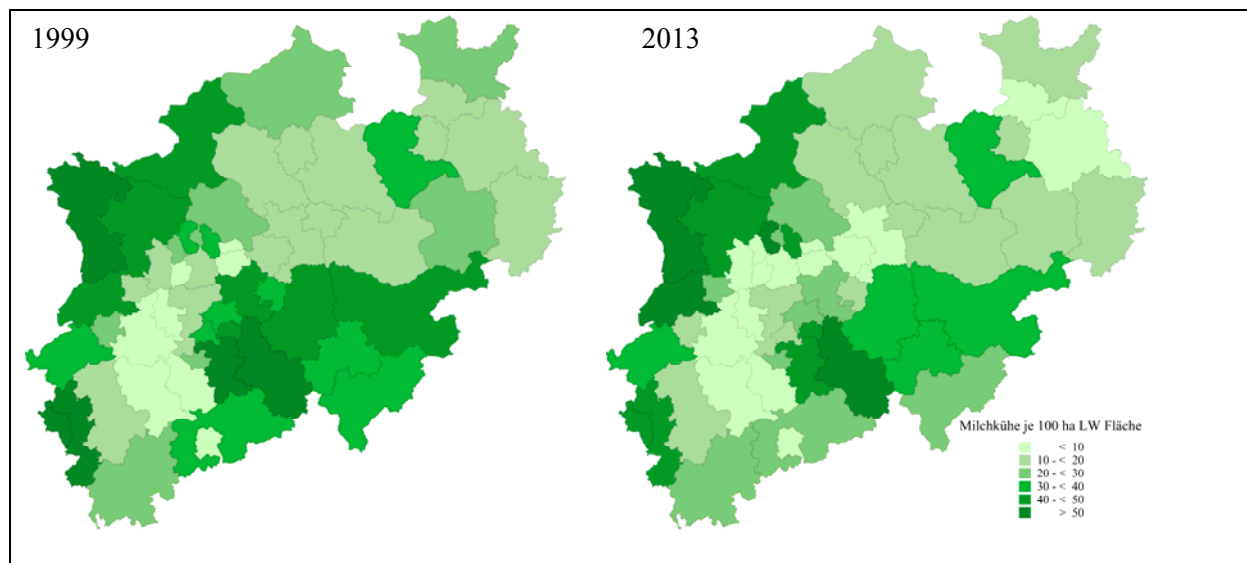


Abbildung 13: Konzentration der Milchkühe je 100 ha im Jahr 1999 und 2013

Quelle: Eigene Darstellung nach STATISTISCHES LANDESAMT INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN (2014b)

Des Weiteren wird die Köln-Aachener Bucht mit einer geringen Besatzdichte vorgefunden. Besonders in den Niederungsregionen, als auch den Grünlandstandorten des Mittelgebirges sind höhere Bestände je 100 Hektar zu verzeichnen. Diese Struktur zieht sich einmal am westlichen Rand von Nordrhein-Westfalen von Borken über Kleve bis hinunter zu den Landkreisen Aachen und Heinsberg. Der Grünlandstandort des Mittelgebirges umfasst die Landkreise des Rheinisch-Bergischen Kreises und des Oberbergischen Kreises. Weiterhin verfügt das Südwestfälische Bergland mit dem Märkischen Kreis, dem Hochsauerlandkreis

sowie dem Kreis Olpe überdurchschnittliche Besatzdichten von bis 30 Kühen je 100 Hektar landwirtschaftlicher Fläche. Dennoch lässt sich beim Vergleich der beiden Karten feststellen, dass insgesamt die Konzentration der Milchkühe je 100 Hektar zurückgegangen ist. Dementsprechend ist die durchschnittliche Besatzdichte von 1999 bis 2013 von 26 Milchkühen auf 23 Kühe je 100 Hektar zurückgegangen. Als möglicher Grund kann die Steigerung der biologischen Leistung der Tiere gesehen werden, welches sich durch Abbildung 14 verdeutlichen lässt.

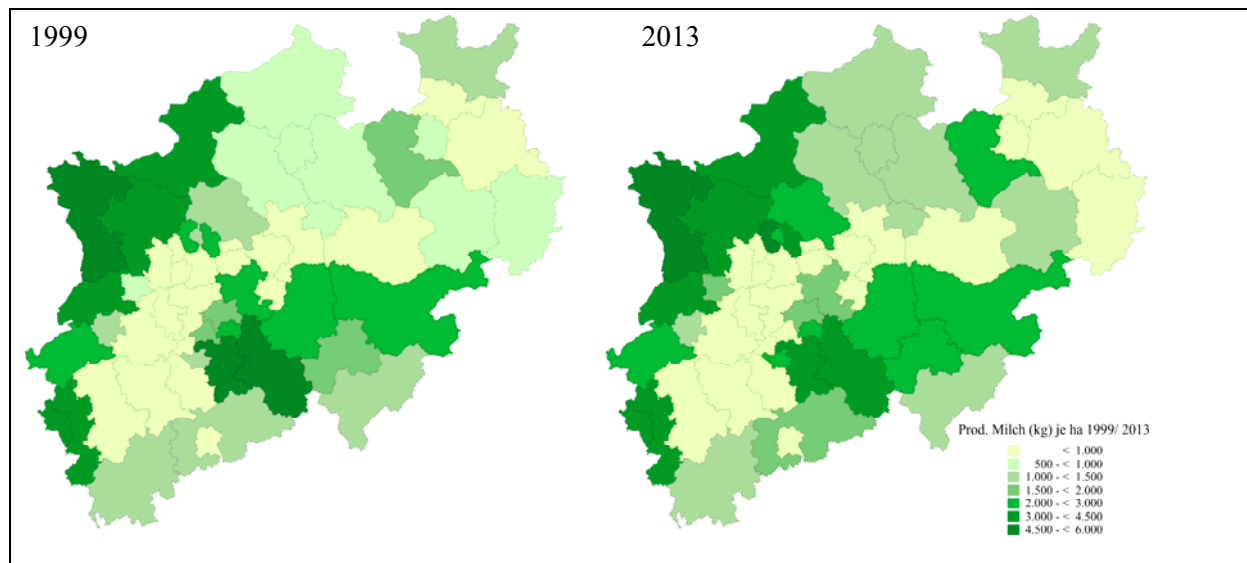


Abbildung 14: Produzierte Milchmenge je Hektar im 1999 und 2013

Quelle: Eigene Darstellung nach STATISTISCHES LANDESAMT INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN (2014b)

Analog steigerte sich in den genannten Konzentrationsgebieten der Milchkuhhaltung auf 100 Hektar auch die Milchproduktion. In Nordrhein Westfalen konnte die durchschnittliche Leistung der Milchkühe in den verglichenen Zeiträumen von 1999 bis 2013 von 6.671 auf 7.381 kg je Kuh und Jahr ansteigen.

Wie bereits in Kapitel 2.3.2 erwähnt, lassen sich seit der Möglichkeit der Handelbarkeit von Milchquoten deren räumliche Entwicklung und Verteilung nachvollziehen. Die räumliche Verteilung, die auf nationaler Ebene bereits verdeutlicht werden konnte, kann auch mit Blick auf Nordrhein-Westfalen durchgeführt werden. In Abbildung 15 werden die Quotensalden vom 30.10.2000 bis 01.07.2014 für Nordrhein-Westfalen dargestellt.

Die Farbskalen geben Auskunft über die unterschiedlichen Zu- bzw. Verkäufe von Milchquote in den einzelnen Regionen von Nordrhein-Westfalen. Wie in den vorgelagerten Regionsanalysen zeigen sich insbesondere die Regionen wachstumswillig, die bereits über hohe Produktionsintensitäten verfügen (vgl. Abbildung 12). In diesem Zusammenhang sind die stärksten Zuwächse in den Regionen Kleve, Wesel, Borken, Recklinghausen dem

Oberbergischen Kreis sowie im Hochsauerlandkreis zu verzeichnen. Weiterhin sind die übrigen Kreise des südwestfälischen Berglands (Olpe, Ennepetal, etc.), Rheinisch-Bergischer Kreis, Euskirchen und größtenteils das westliche Münsterland zu nennen, die positive Salden auf sich vereinen. Stark negative Salden weisen vor allem das ost-westfälische Münsterland mit Paderborn und Höxter auf. Auffallend sind ebenso die Regionen um die Köln Aachener Bucht, die zu starken Ackerbauregionen gehören.

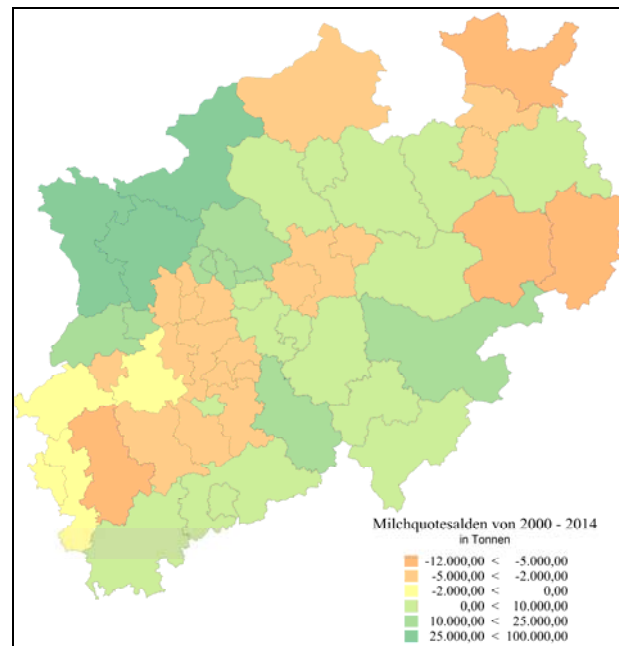


Abbildung 15: Quotenzuwachs in Landkreisen Nordrhein-Westfalens

Quelle: Eigene Darstellung nach GÖBBEL (2014)

2.5 Bisheriger Ansatz der landwirtschaftlichen Beratungspraxis

Das folgende Unterkapitel soll sich der aktuellen Beratungsmethodik in landwirtschaftlichen Betrieben widmen und dabei den Aufbau der Betriebszweigabrechnung (BZA)¹ verdeutlichen und auf mögliche Potenziale dieser Methodik hinweisen.

Die „*Neue Betriebszweigabrechnung*“ konnte durch die Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft als bundesweiter Standard für die Vollkostenrechnung in landwirtschaftlichen Betrieben im Jahr 2000 eingeführt werden. Die Einführung der Betriebszweigabrechnung erfolgte, um zunächst einen einheitlichen Bewertungsansatz und eine einheitliche Struktur der Auswertung landwirtschaftlicher Betriebszweige zu ermöglichen (SCHAFFNER 2011, S. 9). Zwar lassen sich einzelbetriebliche Sachverhalte ebenfalls durch die steuerliche Bilanz oder auch den Jahresabschluss ableiten, dennoch ist ihre Aussagefähigkeit in mehreren Punkten

¹ Die Begriffe „Betriebszweigabrechnung“ und „Betriebszweigauswertung“ werden in dieser Arbeit synonym verwendet.

begrenzt. So erlauben die aus den steuerlichen Abschlüssen abgeleiteten Erfolgsgrößen Gewinn und Verlust den Periodenerfolg bzw. -misserfolg wiederzugeben, dennoch ist diese Kennzahl stark aggregiert und lässt keine Aussagen zu den einzelnen Produktionsrichtungen des Unternehmens zu. Des Weiteren ist die Vergleichbarkeit der Betrachtung der Kenngrößen aus der Bilanz und dem Jahresabschluss insofern eingeschränkt, dass keine betriebsübergreifenden Vergleiche zwischen Regionen als solches vorgenommen werden können, da betriebsindividuelle Faktoransätze und Kenngrößen unberücksichtigt bleiben (STEINMANN 2012, S. 187).

Der Betriebszweig stellt einen Teilbereich des landwirtschaftlich geprägten Unternehmens dar, der die Produktion eines oder mehrerer Erzeugnisse zum Ziel hat (SCHAFFNER 2011, S. 13). Dabei basiert die Betriebsauswertung auf einer Vollkostenrechnung, die eine möglichst korrekte *„Bewertung der im Eigentum befindlichen Faktoren wie Boden, Kapital und Lieferrechte sowie der nicht entlohten Arbeitskräfte“* gewährleisten soll (SCHAFFNER 2004, S. 11).

Das Ziel der Betriebszweigauswertung soll laut Reil (2005, S. 37) und Schaffner (2011, S. 18) eine ex-post-Analyse des Betriebes auf vertikaler als auch horizontaler Ebene sein, um so vergangenheitsbezogene Daten mit denen aus den betriebsindividuellen Vorjahren und denen anderer Berufskollegen zu vergleichen (vertikaler und horizontaler Betriebsvergleich). Durch die standardisierte Erhebung sind somit Vergleiche mit landwirtschaftlichen Betrieben unterschiedlicher Regionen, Rechtsformen, Produktionsintensitäten, aber auch Betriebstypen mit unterschiedlichen Faktorausstattungen möglich. Dabei werden Stärken und Schwächen des Betriebes anhand von Gruppendurchschnitten ersichtlich (SCHAFFNER 2011, S. 18).

Ebenso besteht in der Betriebszweigauswertung die Möglichkeit die Daten als Planungsgrundlage zu verwenden, um über das Einschränken bzw. die Ausdehnung einzelner Betriebszweige zu entscheiden. Ferner können die Daten als Basis dienen, um die Vorabschätzung der Rentabilität einzelner Investitionen vorzunehmen (REIL 2005, S. 37). Darüber hinaus betont REIL (2005, S. 37), dass auf Grundlage der Betriebszweigabrechnung zukünftige Zahlungsströme abgeschätzt werden können, um Finanzierungsfragen der Betriebe zu beantworten.

Wie bereits erläutert, stellt der Betriebszweig des landwirtschaftlich geprägten Unternehmens einen Teilbereich zur Produktion eines oder mehrerer Erzeugnisse dar. Dabei werden Abgrenzungen zwischen Betriebszweigen nach deren Funktion vorgenommen. Grundsätzlich bietet sich eine Unterscheidung zwischen Haupt- und Hilfsbetriebszweigen an. Hierbei stellt der Hauptbetriebszweig den Betriebszweig dar, der letztlich Leistungen abgibt, die tatsächlich oder potenziell vermarktet werden können (SCHAFFNER 2011, S. 14). Dagegen kann ein Betriebszweig, der nur Leistungen an andere Betriebszweige abgibt, als Hilfsbetriebszweig verstanden werden. In Abbildung 16 sind mögliche Betriebszweige eines landwirtschaftlich

geprägten Unternehmens mit Schwerpunkt Milchproduktion aufgezeigt. Als Beispiel für Hilfsbetriebszweige kann der Ackerfutterbau aus Abbildung 16 dienen, wenn das hieraus gewonnene Futter nur für die Milchproduktion bzw. Rindermast genutzt wird. Aufgrund der Schwerpunktlegerung der vorliegenden Arbeit auf Milchviehbetriebe, können in Abbildung 16 neben typischen Betriebszweigen wie der Ackerfutterbau, Grünland und Rinder auch sonstige Betriebszweige ergänzt werden. Dementsprechend lassen sich eine mögliche Direktvermarktung, Energieerzeugung oder aber Vermietung/ Verpachtung als sonstige Betriebszweig klassifizieren, die ebenfalls Leistungen an den Milchviehbetrieb abgeben können.

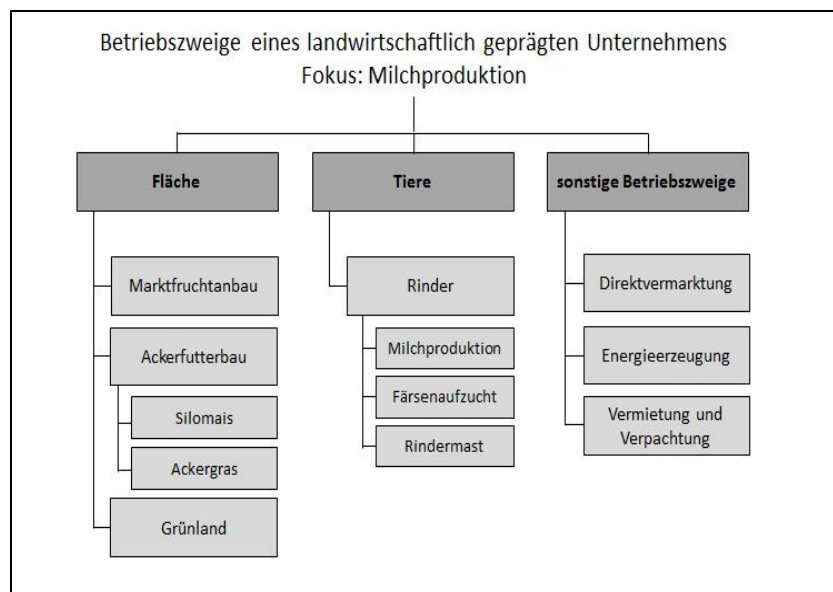


Abbildung 16: Betriebszweige eines landwirtschaftlichen Milchviehbetriebs

Quelle: Eigene Darstellung nach SCHAFFNER (2011, S. 15)

Sind die Betriebszweige entsprechend abgegrenzt und differenziert, kann über die Darstellung von Leistungen und Kosten des Betriebszweigs die Betriebszweigabrechnung vorgenommen werden (SCHAFFNER 2011, S. 16). Zunächst steht im Interesse der Beratungseinrichtungen die Teilkostenrechnung, die sich über die Differenz von Leistungen und Kosten jedes Betriebszweiges bilden lässt. Zusätzlich lässt sich die Teilkostenrechnung über die Berücksichtigung von Faktoransätzen für Produktionsfaktoren auf eine Vollkostenrechnung erweitern (SCHAFFNER 2011, S. 16). Für die Durchführung einer Vollkostenrechnung sind jedoch zusätzliche Sammlungen, Aufbereitungen, als auch Zuordnungen monetärer und leistungsbezogener Ergänzungsdaten des jeweiligen Betriebszweiges erforderlich (STEINMANN 2012, S. 188). Neben dem Jahresabschluss als Grundlage der Betriebszweigauswertung werden zusätzlich zu betriebswirtschaftlichen Informationen durch EDV-gestützte Managementsysteme, wie Herdenplaner oder Ackerschlagkarteien,

Ergänzungsdaten gewonnen, die zu einer Plausibilitätskontrolle eingesetzt werden können (SCHAFFNER 2011, S. 35).

Die angesprochene standardisierte Erhebungsweise und Vorgehensweise basiert auf den Arbeiten der *Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft* (DLG). In Tabelle 2 ist diese beispielhaft für den Betriebszweig Milchviehhaltung inklusive Färsenaufzucht dargestellt. Es wird ersichtlich, dass zunächst die Leistungen des Betriebszweiges aggregiert werden. Diese setzen sich aus Umsätzen durch Milchverkäufe oder auch Tiervverkäufe zusammen.

Leistungs- und Kostenart	Einzelpositionen
+ Leistungen	Milchverkauf, Naturalentnahmen, Tiervverkäufe, Bestandsveränderungen, gekoppelte Direktzahlungen, innerbetrieblicher Verbrauch, organischer Dünger
- Direktkosten	Tierzukauf/ -versetzungen, Kraftfutter/ Milch/ Milchaustauscher, Saftfutter/ Nassfutter, Grobfutter (Zukauf, eigen), Besamung/ Sperma, Tierarzt/ Medikamente, Heizmaterial/ Strom/ Wasser/ Abwasser, Beiträge/ Tierversicherung/ Spezialberatung/ Milchkontrolle, sonstige Direktkosten, Zinsansatz Viehvermögen
= Direktkostenfreie Leistung	
- Arbeiterledigungskosten	Personalaufwand (fremd), Lohnansatz, Berufsgenossenschaft, Lohnarbeit/ Maschinenmiete (Saldo), Leasing, Abschreibung Maschinen, Maschinenunterhaltung/ KFZ-Steuer, Treibstoffe/ Schmierstoffe/ Agrardieselerstattung (Saldo), Maschinenversicherung, Betriebs-PKW (Unterhaltung/ AfA/ Steuer/ Versicherung), Zinsansatz Maschinenkapital
= Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung	
- Rechtekosten	Abschreibung, Pacht/ Miete, Zinssatz-Rechte
- Gebäudekosten	Abschreibung, Pacht/ Miete, Unterhalt, Versicherung, Zinsansatz, Gebäudekapital
- Allgemeine Kosten	Beiträge/ Gebühren, sonstige Versicherungen, Buchführung/ Beratung, Büro/ Verwaltung, Sonstiges
= Kalkulatorisches Betriebszweigergebnis	

Tabelle 2: Strukturübersicht der Betriebszweigauswertung, Milchproduktion/ Färsen

Quelle: Eigene Darstellung nach SCHAFFNER (2011, S. 61); STEINMANN (2012, S. 189)

Zusätzlich werden Naturalentnahmen, Bestandsveränderungen, gekoppelte Direktzahlungen und der innerbetriebliche Verbrauch summiert. Dabei werden gekoppelte Direktzahlungen direkt in der Betriebszweigauswertung erfasst. Im Bereich Milchproduktion fallen unter anderem Zahlungen für die Teilnahme an der Grünlandextensivierung, der Weidehaltung von Milchvieh, der Förderung der Tierhaltung auf Stroh oder auch dem Uferrandstreifenprogramm an. Darauf folgend werden die Direktkosten, welche eine direkte Zurechnung zum Betriebszweig erlauben, von den aggregierten Leistungen abgezogen. Dabei umfassen Direktkosten Positionen wie den Tierzukauf, die Aufwendungen für Kraftfutter, Saftfutter oder auch Grundfutter. Ferner können Kosten wie Besamung oder Sperma, als auch Tierarztkosten direkt zugerechnet werden. Weiterhin werden noch Energiekosten sowie Aufwendungen für Tierversicherungen, Milchkontrollen und den Zinsansatz für das Viehvermögen den Direktkosten hinzugerechnet. Aus der Differenz zwischen Leistungen und Direktkosten lässt sich die direktkostenfreie Leistung ableiten. Aufgrund ihres engen Bezugs zur Produktion besteht bereits die Möglichkeit, die direktkostenfreie Leistung als Indikator der produktionswirtschaftlichen Leistung des Unternehmens unabhängig von Eigentum- und Besitzverhältnissen heranzuziehen. In dieser Kennzahl spiegeln sich vor allem kurzfristige Entscheidungen, meist aus dem operativen (Tages-) Geschäft wieder (SCHAFFNER 2011, S. 27).

Um zur Direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung zu gelangen, müssen von der direktkostenfreien Leistung die Arbeitserledigungskosten subtrahiert werden. Diese umfassen insbesondere produktionsbezogene Dienstleistungen, den Personalaufwand, den Lohnansatz für nicht entlohnte (Familien-) Arbeitskräfte, Leasing, Maschinenversicherung, wie auch das gebundene Kapital durch Maschinen.

Das kalkulatorische Betriebszweigergebnis wird nun durch den Abzug der Rechte-, Gebäude- und allgemeinen Kosten erreicht. Das Resultat spiegelt sich im Unternehmergewinn, also dem kalkulatorischen Betriebszweigergebnis (vor Zinsen und Ertragssteuern), wieder. Hiermit wird der Betrag gekennzeichnet, der nach Abzug der Entlohnung der betriebseigenen Produktionsfaktoren (Arbeit, Boden, Kapital, Lieferrechte) als Gewinn des Unternehmers verbleibt. Durch die Berücksichtigung betriebsindividueller Faktorkosten wird ein Vergleich der Betriebe über unterschiedliche Regionen, Rechtsformen Arbeitsverfassungen und Eigentumsverhältnisse ermöglicht und ist daher von enormer praktischer Relevanz (STEINMANN 2012, S. 188; SCHAFFNER 2011, S. 23ff.)

Kalkulatorische Kosten werden für jene Produktionsfaktoren angesetzt, die einer alternativen Verwendung (Arbeit, Boden, Kapital und Rechte) zugeführt werden können und so nach dem Opportunitäts-/ Ersatzkostenprinzip berücksichtigt werden müssen. Hierzu gilt es für die eigenen Flächen einen geeigneten Pachtansatz, für die nicht entlohten Familienarbeitskräfte

einen angemessenen Lohnsatz, für das Eigenkapital einen Zinssatz und für die Lieferrechte einen Pacht- oder Zinssatz zu berücksichtigen (SCHAFFNER 2011, S. 42).

In der nachfolgenden Aufstellung wird zur vollständigen Betrachtung die Ermittlung des Gewinnbeitrages des Betriebszweiges veranschaulicht. Dabei werden ausgehend vom kalkulatorischen Betriebszweigergebnis die Faktorkosten wieder hinzuaddiert und die Abschreibungen sowie gezahlten Zinsen subtrahiert. Der Gewinn eignet sich dabei auf horizontaler Ebene nicht mehr als Vergleichskennzahl mit anderen Betrieben, da die Faktorkosten nun nicht mehr berücksichtigt sind. Um die Höhe der entkoppelten Betriebsprämien zu berücksichtigen, da diese nicht wie die gekoppelten Betriebsprämien direkt zurechenbar sind, wird das Prämienvolumen anhand der Produkteinheit wie beispielsweise kg/ECM Milch normiert. So führt die Berechnung zum Cashflow-Beitrag des Betriebszweiges (vgl. Tabelle 3). Wird der Cashflow um Entnahmen und Tilgungen korrigiert, lassen sich Aussagen über die Liquidität für Nettoinvestitionen und damit die mittel- bis langfristige Überlebensfähigkeit des Betriebes treffen. Die aussagekräftige Größe Cashflow III gibt somit den Wert der zur Verfügung stehenden Nettoinvestitionen an. Positive Werte induzieren verfügbare Mittel zur Investition.

Ausgehend vom kalkulatorischen Betriebszweigergebnis	
+ Ansätze für Faktorkosten	(Lohnansatz, Zinsansatz, Pachtansatz)
- AfA Quote	
- gezahlte Zinsen	
= Gewinn des Betriebszweiges	
+ AfA Maschinen, Gebäude, Quote	
+ Betriebsprämie anteilig	
= Cashflow-Beitrag des Betriebszweigs	
- Entnahmen	
= Cashflow II	
- Tilgung	
= Cashflow III	

Tabelle 3: Cashflow-Ermittlung auf Basis der Betriebszweigauswertung

Quelle: Eigene Darstellung nach SCHAFFNER (2011, S. 61); STEINMANN (2012, S. 189)

Nachdem die Rohdaten zu Kennzahlen verdichtet worden sind, kann die Produktivität und Rentabilität der Betriebe und ihrer Betriebszweige untersucht werden. Um nun die Ursachen möglicher Schwachstellen der Betriebe herausfiltern zu können, werden die landwirtschaftlichen Unternehmen anhand ihres wirtschaftlichen Erfolgs (kalk. Betriebszweigergebnis) gruppiert. Die Gruppenbildungen decken meist die erfolgreichen, die

durchschnittlichen und die weniger erfolgreichen Betriebe ab. Dabei bilden die besten 25 % der Betriebe die erfolgreiche Gruppe und analog die schlechteren 25 % die weniger erfolgreichen Unternehmen. Die verbleibenden Betriebe rangieren in der Durchschnittsgruppe, die sich aus den übrigen 50 % zusammensetzt. Mit Hilfe dieser Klassifizierung ist es für Beratungsinstitutionen nun möglich, Durchschnittswerte der einzelnen Kennzahlen für die Gruppen zu bilden (vgl. Abbildung 17). Wie in Abbildung 17 zu sehen, bilden die erfolgreichen Betriebe eine Vergleichsgruppe für die übrigen zwei Gruppen. Dabei wird deutlich, dass über die Durchschnittswerte der Gruppen, beispielsweise die Produktionskosten, Aussagen über die durchschnittliche Kostenstruktur der Gruppen getroffen werden können und bei Betrachtung der tiefergehenden Kenngrößen (vgl. Tabelle 2) weitere Empfehlungen abgegeben werden können. Diese Vorgehensweise liefert erste interessante, wirtschaftliche Erkenntnisse, ist allerdings in dreierlei Hinsicht limitiert: erstens können für Unternehmen, die oberhalb des Mittelwertes liegen, sozusagen zu den besten 25 % der Betriebe gehören, keinerlei Beratungsempfehlungen abgegeben werden. Lediglich die Aussage, dass diese zu den besten 25 % gehören scheint in diesem Fall unbefriedigend zu sein. Beratungsempfehlungen können hauptsächlich für Betriebe in der Durchschnitts- bzw. weniger erfolgreichen Gruppe generiert werden. Daher profitieren die Betriebe aus diesen Gruppen zu großen Teilen von den erfolgreichen 25 %.

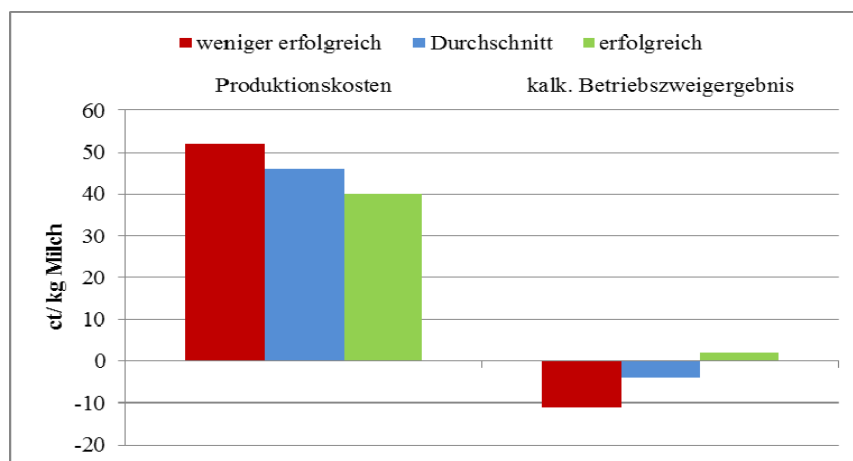


Abbildung 17: Gruppenbildung und Bewertungsschema der Betriebszweigausswertung

Quelle: Eigene Darstellung

Zweitens besteht die Möglichkeit, dass die angesetzten Faktoransätze für die Produktionsfaktoren Arbeit, Boden, Kapital nicht den wirklichen Marktwert widerspiegeln. Insbesondere das aktuelle Zinsniveau ist mit den in der Betriebszweigausswertung angesetzten Zinssätzen kaum vergleichbar. Dementsprechend können die Bewertungsansätze der Produktionsfaktoren verzerrt sein und folglich Auswirkungen auf die Gruppeneinteilung haben. Drittens und darauf aufbauend können Aussagen beispielsweise zur ökonomisch

optimalen Milchleistung oder Zellzahl systematisch verzerrt sein, für den Fall dass über die Mittelwerte Kausalitäten dargestellt werden. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die kontinuierliche Pflicht zur Bewertung von Produktionsfaktoren bei der Betriebszweigauswertung zu Problemen führen kann. Als Möglichkeit diese Grenzen zu überwinden, bietet sich die Nutzung moderner Controlling Methoden der (agrar-) ökonomischen Forschung, wie der Effizienzanalyse, an.

3 Theoretische Grundlagen der Effizienzanalyse

Im vorliegenden Kapitel werden die methodischen Grundlagen der Effizienzanalyse näher erläutert. Zunächst wird eine Einführung über die Abgrenzung von Produktivität und Effizienz gegeben, die mit Ausführungen zur Effizienzmessung schließt. Dazu werden die in der wissenschaftlichen Literatur am häufigsten genutzten Methoden veranschaulicht. Hierbei liegt der Fokus auf der Data Envelopment Analysis (DEA), die detailliert beleuchtet wird. Die Vorstellung der Methoden endet mit einer kritischen Abwägung beider Konzepte und geht auf zusätzlich angewendete Methoden ein.

3.1 Abgrenzung von Produktivität und Effizienz

In den Medien und der grauen Literatur werden die Begrifflichkeiten von Produktivität und Effizienz² häufig synonym zueinander verwendet. Die Begriffe sind teilweise ohne eindeutige Definition klassifiziert und hinsichtlich ihrer Bedeutung nur selten korrekt voneinander abgegrenzt (COELLI 2005).

In den Wirtschaftswissenschaften beschreibt CANTNER ET AL. (2007, S. 1) Produktivität als „den Quotienten aus Produktionsergebnis (Ausbringung, Output) und einem, mehreren oder allen zur Produktion eingesetzten Produktionsfaktoren (Einsatz, Inputs)“. Diesbezüglich kann die Produktivität hinsichtlich ihrer Strukturen differenziert werden. So gilt es zwischen der partiellen Faktorproduktivität (PFP) und der totalen Faktorproduktivität (TFP) zu unterscheiden. Partielle Faktorproduktivitäten beschreiben das Verhältnis eines Produktionsfaktors oder Inputs zu bestimmten Outputs. Zu den bekannten partiellen Faktorproduktivitäten gehören die Arbeits-, Kapital- oder auch Bodenproduktivität. Diese Produktivitätsmaße können allerdings bei isolierter Betrachtung zu irreführenden Interpretationen führen. Um dieses Problem zu umgehen, wird, wie auch in der späteren Analyse, die totale Faktorproduktivität verwendet, welche die Möglichkeit bietet, alle Produktionsfaktoren sowie Outputs zu berücksichtigen. Der grundsätzliche Unterschied zur Effizienz besteht in der Gegenüberstellung der tatsächlichen Produktivität zur maximal möglichen Produktivität. Dies wird nachfolgend in Abbildung 18 veranschaulicht. Demnach stellt die Effizienz ein normatives Maß dar und orientiert sich dabei am ökonomischen Prinzip, indem entweder mit den gegebenen Mitteln der höchste Zielertrag (Maximum-Prinzip), oder ein gegebenes Ziel mit dem geringsten Mitteleinsatz (Minimum-Prinzip) erreicht wird. Dieses Konzept geht auf KOOPMANS (1951, S. 80) zurück, der befand, dass eine

² Ebenso wird Effizienz vermehrt mit Effektivität gleichgesetzt. Diese misst lediglich das Verhältnis zwischen angestrebtem und erreichtem Ziel und ist somit ein Maß der Zielerreichung. Hierbei werden die eingesetzten Mittel zur Verwirklichung der Ziele außer Acht gelassen (CANTNER ET AL. 2007).

Organisationseinheit dann als technisch effizient³ beschrieben werden kann, wenn „[...] *an increase in any output requires a reduction in at least one other output or an increase in at least one input and if a reduction in any input requires an increase in at least one other input or a reduction in at least one output*“. Diese Situation wird auch als „*Pareto-Koopman Effizienz*“ bezeichnet. Im Weiteren wird für Organisationseinheit der in der Literatur gebräuchliche Begriff „DMU“ (Decision Making Unit) verwendet, um die analysierten Unternehmen oder Entscheidungseinheiten zu beschreiben. Folglich wird eine DMU als technisch effizient klassifiziert, wenn unter ansonsten gleichen Bedingungen keine andere DMU existiert, die die gleiche oder eine höhere Outputmenge mit einer geringeren Inputmenge produziert. Um den Unterschied zwischen Produktivität und technischer Effizienz grafisch zu veranschaulichen, wird Abbildung 18 herangezogen. In der ökonomischen Theorie wird auf Konzepte von Technologien und Produktionsfunktionen zurückgegriffen. Die Technologiemenge umfasst dabei alle möglichen Input- und Output Kombinationen von Wirtschaftseinheiten, die in der folgenden Abbildung als Produktionspunkte abgebildet sind (CANTNER ET AL. 2007, S. 3 F.).

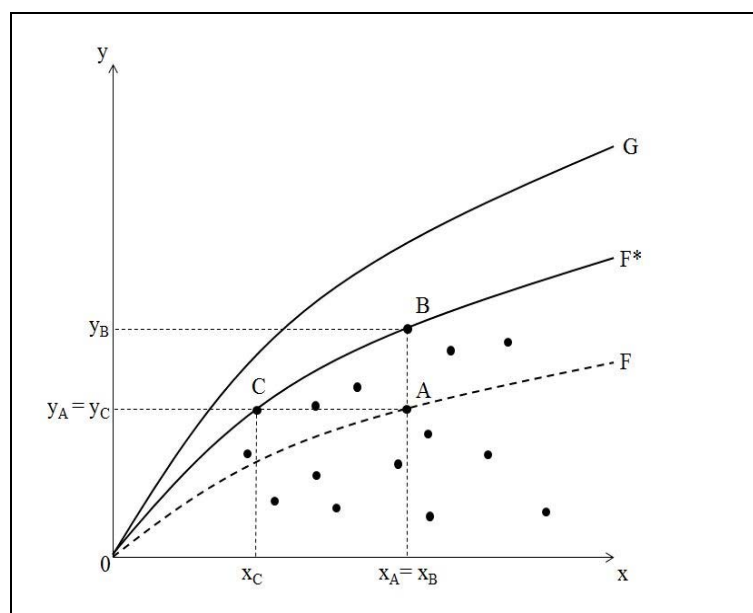


Abbildung 18: Produktionsfunktionen

Quelle: Eigene Darstellung abgewandelt nach CANTNER ET AL. (2007)

In Abbildung 18 wird ein Output der Menge y mit einem Input der Menge x dargestellt. Dem zu Grunde liegt die Vorstellung, dass durch jeden Produktionspunkt eine Produktionsfunktion verläuft, die die möglichen Input-/ Output Kombinationen eines Unternehmens oder auch DMU darstellt. Die Funktion G markiert den theoretisch effizienten Rand der

³ Der Effizienzbegriff wird in Kapitel 3.3.2.1 im Detail besprochen.

Technologiemenge und somit die Grenze, bis zu der alle Input- Outputkombinationen möglich sind. Empirisch beobachtbar, sind allerdings nur die schwarzen Produktionspunkte und die Input/ Outputkombinationen von A, B, und C. Mit Blick auf die genannten Punkte A, B und C wird deutlich, dass Unterschiede in der Produktivität der DMUs vorliegen. Die DMU A setzt die gleiche Menge an Input x wie Einheit B ein, produziert jedoch lediglich die Menge an Output y_A . Ebenfalls benötigt Organisationseinheit C nur die Menge an Input x_C , um die gleiche Menge an Output wie A zu erzeugen. So wird deutlich, dass die Punkte B und C über eine höhere Produktivität als A verfügen, da diese einen höheren Output bei konstanten Inputs als A bzw. den gleichen Output bei geringerem Inputeinsatz erzielen. Darüber hinaus wird sichtbar, dass dadurch die Punkte B und C den äußeren Rand der Produktionsfunktion F' darstellen und die anderen Produktionspunkte umhüllen. Diese Funktion wird dabei als „*best-practice*“ Funktion bezeichnet, auf der alle Einheiten liegen, die technisch effizient sind. Unterhalb dieser Technologiegrenze liegen die DMUs, die technisch ineffizient wirtschaften und Verbesserungspotenzial hinsichtlich ihres Ressourceneinsatzes besitzen. Die Effizienz stellt somit eine Maßzahl für das Verhältnis von beobachtbarer Produktivität zur bestmöglichen Produktivität dar (CANTNER ET AL. 2007; COELLI 2005).

3.2 Frontierfunktionen als Unterstützung der Effizienzmessung

Der Betrachtungswinkel zur Messung der Effizienz kann auf unterschiedliche Ebenen ausgeweitet werden. So können Effizienzanalysen auf bestimmte Prozesse innerhalb von Unternehmen, Unternehmen als Ganzes, Branchen oder aber Volkswirtschaften angewendet werden. Ebenfalls lassen sich statische wie auch dynamische Betrachtungsebenen darstellen. Um nun die technische Effizienz der DMUs einer jeweiligen Betrachtungsebene zu analysieren, werden unterschiedliche Ansätze verwendet. Generell werden Effizienzanalysen mit Hilfe von Frontierfunktionen dargestellt. Das Ziel von Frontierfunktionen besteht darin, eine zusammenfassende Maßzahl für die Effizienz von DMUs auszugeben und dabei Variablen unterschiedlicher Skalierung miteinander in Bezug zu setzen. In der ökonomischen Literatur lassen sich zwei Kriterien differenzieren, nach denen grundsätzlich bei der Effizienzanalyse durch Frontierfunktionen unterschieden wird: zunächst wird eine Unterteilung zwischen parametrischen und nicht-parametrischen Ansätzen vorgenommen. Als weitere Stufe werden die Methoden in deterministische und stochastische Verfahren abgegrenzt (vgl. Abbildung 19). Der Unterschied zwischen den parametrischen und nicht-parametrischen Methoden liegt in der Bildung der „*best-practice*“ Frontier, dem sogenannten effizienten Rand der Technologiemenge. So wird unter Verwendung des parametrischen Ansatzes a priori eine Funktionsform unterstellt und dabei die Parameter und die Effizienz durch Anwendung ökonometrischer Verfahren geschätzt. Der Vorteil dieser parametrischen

Methode liegt in der möglichen stochastischen Berücksichtigung von Datenausreißern (COELLI 2005, S. 312).

Im Gegensatz dazu versucht der nicht-parametrische Ansatz durch lineare Optimierung die empirisch beobachtbaren Werte möglichst eng zu umschließen. Dabei liegt in der engen Umhüllung gleichwohl ein Vor- als auch ein Nachteil. Demnach wird die „best-practice“ Frontier nur mit Hilfe real existierender Betriebe gebildet. Diese Grenze erscheint daher sehr praxisrelevant, da die bestmögliche Produktivität tatsächlich durch beobachtbare DMUs erreicht werden kann.

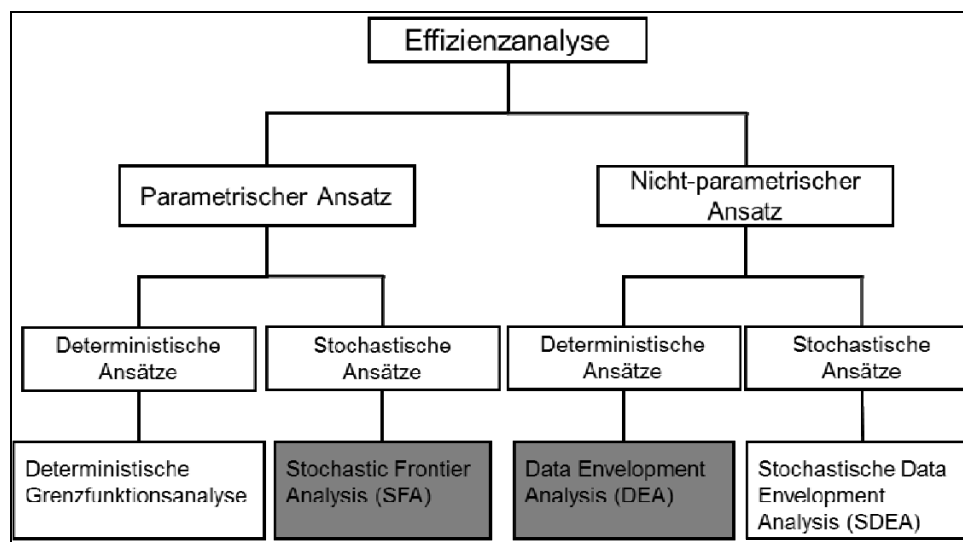


Abbildung 19: Klassifizierung der Methoden der Effizienzanalyse

Quelle: Eigene Darstellung

Dennoch können DMUs, die Ausreißer darstellen, die Lage der „best-practice“ Frontier bedeutend beeinflussen und haben somit erhebliche Wirkung auf die Effizienzwerte der anderen Unternehmen.

In einer tieferen Betrachtung können diese zwei Ansätze noch in deterministische und stochastische Ansätze unterteilt werden. Der deterministische Ansatz ermöglicht die Abbildung der Produktionsfunktion direkt am maximal möglichen Output (vgl. Abbildung 18), wohingegen stochastische Ansätze eine Störvariable aufweisen, die sogenanntes „weißes Rauschen“ der Daten auffängt. Dadurch wird die geschätzte Funktion nicht mehr allein durch die Produktionsparameter gebildet, sondern berücksichtigt zufällige Schwankungen und Ausreißer in den Daten (COELLI 2005, S. 312).

In der Literatur besteht keine eindeutige Präferenz hinsichtlich der genutzten Methoden zur Effizienzmessung. Dennoch haben sich aus den in Abbildung 19 dargestellten Ansätzen die Data Envelopment Analysis, als nicht-parametrisch, deterministische Methode und konträr dazu die Stochastic Frontier Analysis als parametrisch stochastische Analyse bewährt. Durch

die vorangegangene Abgrenzung zwischen Produktivität und Effizienz und den unterschiedlichen Ansätzen der Frontierfunktion lassen sich im Folgenden die einzelnen Effizienzmaße detaillierter betrachten.

Innerhalb der Effizienzmessung werden unterschiedliche Effizienzmaße unterschieden. Der folgende Überblick soll eine kurze Einführung in die Thematik der Effizienzmessung darstellen. Detaillierte Ausführungen finden sich bei CANTNER ET AL. (2007), COOPER ET AL. (2007), COELLI (2005), FRIED ET AL. (1993) sowie FÄRE ET AL. (1985).

Der Beginn der Diskussion um Effizienzmessungen lässt sich auf FARRELL (1957) zurückführen, der die Arbeiten von DEBREU (1951) und die in Kapitel 3.1 bereits angesprochene Arbeit von KOOPMANS (1951) als Grundgerüst nutzte, um ein Maß für die Effizienz einer Firma zu konstruieren. Dabei unterteilte er die Effizienz in zwei Komponenten. Zunächst beschreibt er mit der technischen Effizienz ein Maß für die Fähigkeit einer Firma, den maximalen Output mit einer gegebenen Menge an Input oder einen gegebenen Output mit dem geringsten Inputeinsatz zu produzieren (FARRELL 1957, S. 253). Die alloкатive Effizienz, bei Farrell als Preiseffizienz definiert, umschreibt die Eignung eines Unternehmens, die Inputmengen anhand von Preisen kostenminimal einzusetzen. Zusammengefasst werden die technische und alloкатive Effizienz zur ökonomischen Effizienz von Unternehmen dargestellt (FARRELL 1957, S. 254 F.).

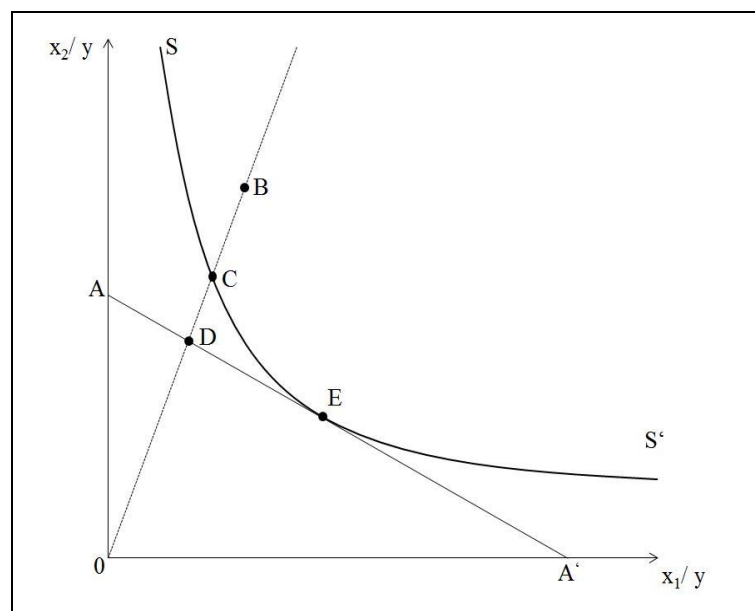


Abbildung 20: Technische und allokativen Effizienz (Inputorientierte Betrachtung)

Quelle: Eigene Darstellung nach COELLI (2005, S. 52)

In Abbildung 20 werden die Konzepte Farrells illustrativ verdeutlicht. Dabei nimmt Farrell die Produktion eines Outputs durch zwei Inputs an. Die Isoquante in Abbildung 20 ist als bekannt vorausgesetzt und mit SS' gekennzeichnet. Diese stellt den effizienten Rand der

Technologiemenge dar, bei der die Vergleichseinheiten, die auf dieser „best-practice“ Frontier liegen, den geringsten Inputeinsatz je Output einsetzen. Die Bestimmung der technischen Effizienz (TE) ist nun relativ trivial. Um die Höhe der Ineffizienz und gleichzeitig das proportionale Inputreduktionspotenzial für B aufzuzeigen, wird ein Fahrstrahl vom Ursprung bis hin zu B gelegt. Dabei wird die Isoquante SS' im Punkt C geschnitten, sodass sich nun die Ineffizienz durch den Abstand von C bis B klassifizieren lässt. Die Strecke CB oder das prozentuale Verhältnis der Strecke von CB/OB gibt das proportionale Reduktionspotenzial der zwei Inputs an, um das Unternehmen B seine zwei Inputs radial reduzieren müsste, um technisch effizient zu sein. Insgesamt lässt sich die technische Ineffizienz laut FARRELL (1957) im Quotienten $TE = OC/OB$ beschreiben. Dies lässt sich ebenfalls durch $1 - CB/OB$ abbilden. Das entspricht dem „Farrell Maß“, welches definiert ist als 1 minus der möglichen proportionalen Reduktion aller Inputs. Dabei indiziert ein Maß von 1 vollkommene technische Effizienz und somit einen Punkt auf der „best-practice“ Frontier. Ein Wert kleiner 1 impliziert die technische Ineffizienz des Produktionspunktes und somit eine Lage unterhalb der „best-practice“ Frontier (vgl. Produktionspunkt B). Weiterhin ist anzumerken, dass das „Farrell Maß“ das Reziprok zu einer Distanzfunktion darstellt, die ursprünglich auf SHEPHARD (1970) und im Zusammenhang zur Effizienzmessung auf FÄRE (1988) zurückgeht.

Sind überdies Informationen über Preise der Inputs bzw. Outputs bekannt, kann darüber hinaus die alloкатive Effizienz bestimmt werden, die die kostenoptimale Inputallokation für die Organisationseinheiten darstellt. In Abbildung 20 soll die Isokostenlinie AA' das kostenminimale Einsatzverhältnis der Inputs darstellen. Für die DMU B würde das kostenoptimale Einsatzverhältnis erreicht, wenn es über die Reduktion der Inputs bis C eine weitere Reduzierung seiner Inputs bis zum Punkt D vornehmen würde. In diesem Punkt würde B die kostenminimale Produktion des Gutes Y erreichen. Folglich ist die alloкатive Effizienz (AE) als das Verhältnis der Strecke von OD/OC definiert. Dieses Verhältnis gibt das radiale Einsparungspotenzial der Produktionskosten für DMU B an. Im Anschluss daran lässt sich die in Farrell angesprochene ökonomische Effizienz als das Produkt der beiden Effizienzmaße berechnen. So ergibt sich

$$\text{Ökonomische Effizienz} = TE * AE = OC/OB * OD/OC = OD/OB \quad (3.1)$$

In der vorgestellten Betrachtung wurde stets eine inputorientierte Sicht unterstellt. Dies bedeutet, dass bei konstant gehaltenem Output nach einem Reduktionspotenzial der Inputs gesucht wurde (Minimum-Prinzip). Konträr dazu, stellt die output-orientierte Sichtweise die maximal möglichen Produktkombinationen dar, die mit einem gegebenen Inputeinsatz erreicht werden können (Maximum-Prinzip). Die Transformationskurve ZZ' in Abbildung 21

repräsentiert dabei die Produktion zweier Outputs durch einen Inputfaktor. Der Produktionspunkt C stellt dazu eine ineffiziente DMU dar, wobei B auf der Produktionsmöglichkeitenkurve liegt und somit effizient ist. Die technische Ineffizienz wird folglich als das Verhältnis der Strecken von OC/OB beschrieben und gibt das Ausmaß an, um das sich der Output erhöhen lässt, bei gleichzeitig konstantem Input. Analog dazu stellt die Erlöseffizienz oder allokativen Effizienz das richtige Produktionsverhältnis hinsichtlich der Berücksichtigung von Preisen dar (COELLI 2005, S. 56).

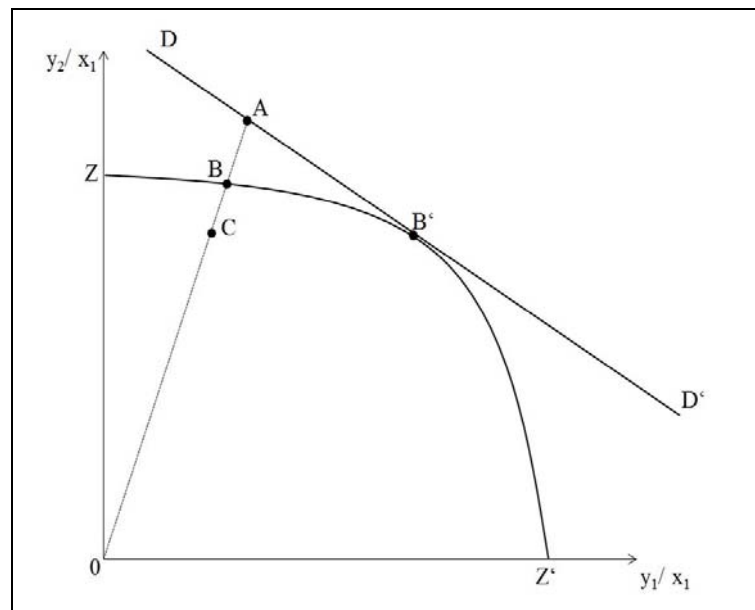


Abbildung 21: Technische und allokativen Effizienz (Outputorientierte Betrachtung)

Quelle: Eigene Darstellung nach COELLI (2005, S. 55)

Während B zwar auf der Transformationskurve liegt, jedoch nicht auf der Isoerlösgeraden DD' , bildet B' in diesem Fall das erlösmaximale Produktionsverhältnis der Outputs. Dies lässt sich als Streckenverhältnis von OB/OA beschreiben (COELLI 2005, S. 56).

3.3 Methoden der Effizienzmessung

In den folgenden Abschnitten werden die zwei bekanntesten Effizienzanalysemethoden, die Stochastic Frontier Analysis (SFA) und die Data Envelopment Analysis (DEA) vorgestellt, die den heutigen wissenschaftlichen Standard in der Effizienzmessung darstellen. Beiden Methoden liegt die Bildung einer „best-practice“ Produktionsfunktion zugrunde, die den Raum der Produktionsmöglichkeiten der Beobachtungen abgrenzt. Der Unterschied der beiden Methoden ist in der Schätzung der Produktionsfunktion begründet. Die Stochastic Frontier Analysis verfolgt den parametrischen Ansatz und schätzt die „best-practice“ Frontier mit Hilfe ökonometrischer Verfahren. Im Gegensatz dazu versucht die Data Envelopment Analysis die Beobachtungspunkte mit der „best-practice“ Produktionsfunktion möglichst eng

zu umhüllen. Wie in den vorherigen Kapiteln vorgestellt, wird der Effizienzwert der untersuchten Vergleichseinheit dadurch berechnet, dass der Abstand des Produktionspunktes zur jeweiligen Produktionsfunktion ermittelt wird. Für Beobachtungen, die sich auf der Produktionsfunktion befinden, können keine Verbesserungsmöglichkeiten identifiziert werden. Sie gelten somit als effizient.

Da in der vorliegenden Arbeit der Fokus auf der Data Envelopment Analysis liegt, folgt im nachfolgenden Abschnitt nur eine kurze Einführung in die Methode der Stochastic Frontier Analysis. Der Leser wird für tiefergehende Informationen auf COELLI (2005), BATTESE UND COELLI (1992) sowie AIGNER ET AL. (1977) verwiesen.

3.3.1 Parametrischer Ansatz: Stochastic Frontier Analysis (SFA)

Die stochastische Frontier Analysis zählt zu den parametrischen Methoden der Effizienzmessung. COELLI (2005, S. 242) merkt dazu an, dass insbesondere nicht-parametrische Methoden, wie die DEA darunter leiden, dass Messfehler, als auch Störterme in der Schätzung der „best-practice“ Funktion nicht berücksichtigt werden. Diesen Problemen begegnet die Stochastic Frontier Analysis. Die Methode schätzt eine Frontierfunktion über alle DMUs und bestimmt für jede Beobachtung einen Störterm ε , der die Abweichung von der Frontier repräsentiert. Dabei kann der Störterm in zwei Komponenten zerlegt werden: die symmetrische Komponente ($v \sim N(0, \sigma_v^2)$) gibt dabei das „weiße Rauschen“ wieder, das Messfehler oder zufällige Schwankungen (Wetter, etc.) umfasst. Die zweite Komponente ($u \geq 0$) gibt dabei die technische Ineffizienz an. Der Störterm v kann positive, als auch negative Werte annehmen. Hingegen kann u nur positive Werte annehmen. AIGNER ET AL. (1977) und MEEUSEN UND VAN DEN BROECK, JULIEN (1977) schlagen eine Produktionsfunktion der folgenden Form vor:

$$\begin{aligned} \ln q_i &= x_i' \beta + v_i - u_i \\ i &= 1, \dots, I \end{aligned} \tag{3.2}$$

Der Parameter q_i stellt den Output des Unternehmens i dar. Der Vektor x_i repräsentiert einen $k \times 1$ Vektor des logarithmierten Inputs. Die Variable β ist als unbekannt vorausgesetzt. Die Variable u_i stellt die nicht-negative, allerdings noch unbekannte, technische Ineffizienz dar. Ebenfalls wird in Gleichung (3.2) der statistische Störterm berücksichtigt. Dabei bildet die Variable v_i die statistischen Störungen ab, die aus Messfehlern oder Schätzfehlern (Fehlspezifikation der funktionalen Form) herrühren (COELLI 2005, S. 241 F.). Abbildung 22 verdeutlicht diesen Sachverhalt. Für die Funktion aus Abbildung 22 wird eine Cobb-Douglas

Funktion zugrunde gelegt. Die Cobb-Douglas Funktion repräsentiert eine vereinfachte Funktionsform, die konstante Skalenerträge unterstellt:

$$q_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_i) * \exp(v_i) * \exp(-u_i) \quad (3.3)$$

In Abbildung 22 sind zwei Unternehmen dargestellt, die mit dem Input x den Output y erzeugen. Die Inputs sind dabei auf der Abszisse abgetragen und die Ordinate repräsentiert den erzeugten Output. Das Unternehmen A nutzt das Inputlevel x_A um den Output q_A zu produzieren. Analog dazu nutzt Unternehmen B den Input x_B zur Erzeugung des Outputs q_B . Diese sind als Punkte in Abbildung 22 abgebildet. Wenn keine Ineffizienzen zu beobachten sind, dann wären die geschätzten Outputs wie folgt (COELLI 2005, S. 243):

$$q_A^* = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_A + v_A) \quad q_B^* = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_B + v_B) \quad (3.4)$$

Diese Werte sind in Abbildung 22 als Kreuze dargestellt. Es fällt auf, dass der geschätzte Output für A oberhalb der geschätzten Produktionsfunktion liegt, da der Störterm positiv ist ($v_A > 0$), entsprechend ($v_B < 0$) für Beobachtung B. Dazu ist anzuführen, dass der beobachtbare Output von A unterhalb der Frontier liegt. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass die Summe aus Ineffizienz und Störeffekten negativ ist ($v_A - u_A < 0$) (COELLI 2005, S. 243).

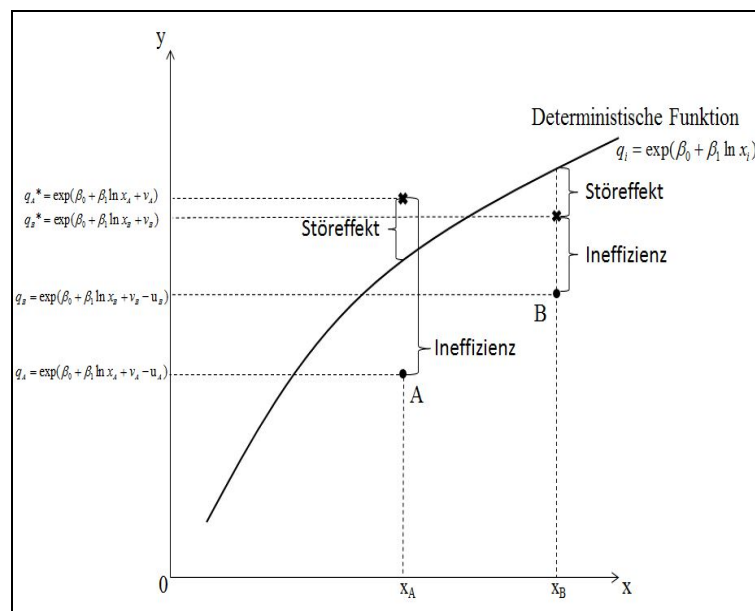


Abbildung 22: Stochastische Produktionsfunktion

Quelle: Eigene Darstellung nach COELLI (2005, S. 244)

Dabei lässt sich der Anteil der systematischen Komponente an der Gesamtvarianz durch $\sigma_s^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ und $\gamma = \sigma_u^2 / \sigma_s^2$ herleiten (JONDROW ET AL. 1982, S. 235). Um die technische Ineffizienz aus dem output-orientierten Model abzuleiten, wird der beobachtbare Output mit dem stochastisch geschätzten Output in Relation zueinander gesetzt:

$$TE_i = \frac{q_i}{\exp(x_i' \beta + v_i)} = \frac{\exp(x_i' \beta + v_i - u_i)}{\exp(x_i' \beta + v_i)} = \exp(-u_i) \quad (3.5)$$

Als Ergebnis ergibt sich ein Wert zwischen 0 und 1, der wiederum das Maß für die Effizienz jedes Unternehmens bzw. DMUs darstellt (COELLI 2005, S. 244).

3.3.2 Nicht-parametrischer Ansatz: Data Envelopment Analysis (DEA)

Als Nachteil der Stochastic Frontier Analysis ist die vorausgehende Unterstellung einer funktionalen Form der Produktionsfunktion zu sehen. Bei nicht-parametrischen Verfahren wie der DEA entfällt diese gänzlich, wodurch die Flexibilität in der Schätzung der „*best-practice*“ Funktion steigt und eine hohe Praxisrelevanz bietet (CANTNER ET AL. 2007, S. 70). Die nachfolgenden Ausführungen geben Aufschluss über die Data Envelopment Analysis sowie über die im späteren Verlauf angewendeten Spezifizierungen.

3.3.2.1 Grundvorstellung

Aufbauend auf den Arbeiten von Farrell (1957) entwickelten die amerikanischen Ökonomen Charnes und Cooper 1978 die unter dem Namen Data Envelopment Analysis bekannte Methode zur Effizienzmessung von Entscheidungseinheiten. Die DEA kann als eine weitere Entscheidungsunterstützung von ex-post Analysen verstanden werden. Dabei bietet sie die Möglichkeit mehrdimensionale Input- bzw. Outputgrößen in einer Maßzahl zu komprimieren. Die DEA zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass sich die zu ermittelnden Gewichtungsfaktoren für die Input- und Outputs objektiv ermitteln lassen. Sie versucht die zu untersuchenden DMUs im „bestmöglichen Licht“ darzustellen (COELLI 2005; CANTNER ET AL. 2007). Des Weiteren werden die Unternehmen nur mit DMUs verglichen, die eine ähnliche Produktionsstruktur aufweisen und somit bei Lage auf der „*best-practice*“ Frontier einen optimalen Vergleich ermöglichen. Diese Eigenschaften tragen zu einer hohen Praxisrelevanz und –akzeptanz bei, woraus sich sinnvolle Strategieempfehlungen ableiten lassen. Des Weiteren bietet die DEA die Möglichkeit zur Verwendung physischer Größen, sodass beispielsweise in die landwirtschaftliche Produktion einfließende Größen wie die

landwirtschaftlichen Hektare oder die Arbeitskraftstunden nicht in monetäre Größen umgerechnet werden müssen.

3.3.2.2 Methodik

Im Folgenden werden die formalen Darstellungen der DEA mit Interpretationen dargestellt werden. Ausführliche Modellbeschreibungen werden von COOPER ET AL. (2007), CANTNER ET AL. (2007), COELLI (2005) sowie THANASSOULIS (2001) gegeben. Das Basismodell geht dabei auf CHARNES ET AL. (1978) zurück, weshalb das vorgestellte Modell in der Literatur als CCR-Modell bekannt ist. Es wird eine inputorientierte Betrachtungsweise verwendet, da diese in der späteren Analyse Anwendung findet. Darüber hinaus war die Ursprungsannahme der Autoren, dass die DMUs unter konstanten Skalenerträgen wirtschaften und diesbezüglich ein gleichbleibender proportionaler Zusammenhang zwischen den In- und Outputs unterstellt wird. Die Data Envelopment Analysis stellt ein lineares Programmierungsmodell (LP) dar, sodass zwischen einem primalen und einem dualen Ansatz unterschieden wird, die jedoch zu einem gleichen Zielfunktionswert führen (COELLI 2005, S. 162 F.). Das duale Modell oder auch Multiplier Modell genannt, versucht für jedes Unternehmen i einen Produktivitätswert zu ermitteln. Dabei sei vorausgesetzt, dass I Unternehmen N Inputs verwenden, um M Outputs zu produzieren. Für jedes Unternehmen i steht ein Vektor der Inputs x_i und der Outputs y_i zur Verfügung. Dazu stellt $N \times I$ die vollständige Input Matrix aller Unternehmen dar und entsprechend $M \times I$ die dazugehörige Output Matrix aller Unternehmen. Der Produktivitätswert für Unternehmen i ergibt sich nun aus dem Verhältnis des gewichteten Outputs zum gewichteten Input. Das folgende Optimierungsproblem aus (3.6) muss gelöst werden, um die optimalen Input- bzw. Outputgewichte zu erhalten.

$$\begin{aligned}
 & \max_{u,v} \frac{u' y_i}{v' x_i} \\
 & \text{s.t.} : \frac{u' y_j}{v' x_j} \leq 1, \\
 & u, v \geq 0 \\
 & j = 1, 2, \dots, I
 \end{aligned} \tag{3.6}$$

Dabei stellt u einen $M \times 1$ Vektor der Outputgewichte dar und v einen $N \times 1$ Vektor der Inputgewichte. Für jedes Unternehmen i werden die Werte für u und v gesucht, die das Verhältnis und somit die Produktivität des Unternehmens optimieren. Dabei werden die Gewichtungsfaktoren so gewählt, dass das Verhältnis nur kleiner oder gleich 1 ist. Die Gewichtungsfaktoren u und v enthalten Informationen, in welchen Bereichen der DMU die jeweiligen Stärken und Schwächen liegen. Dabei symbolisieren die Inputgewichte ein Maß

für die Grenzproduktivität der einzelnen Produktionsfaktoren. Im Gegensatz dazu geben die Outputgewichte Auskunft über den marginalen Beitrag des Outputs zur Gesamteffizienz und lassen sich dementsprechend als „Schattenpreise“ interpretieren (CANTNER ET AL. 2007, S. 93 FF.). Wird beispielsweise eine relativ hohe Menge von einem Input der DMU genutzt, wird der Gewichtungsfaktor für den jeweiligen Input vergleichsweise gering sein. Problematisch wird es in der Gleichung (3.6), da ein lineares Quotientenproblem vorliegt und es dementsprechend unendlich viele Lösungen gibt (COELLI 2005, S. 163). Durch die Hinzunahme einer weiteren Nebenbedingung in die Gleichung (3.6) kann dem Problem entgegnet werden. Folglich wird in Gleichung (3.7) eine Normierung der Summe der gewichteten Inputs auf 1 vorgenommen. Dabei sollen die Bezeichnungen μ und ν zusätzlich darauf aufmerksam machen, dass eine unterschiedliche Gleichung vorliegt (COELLI 2005, S. 163).

$$\begin{aligned}
 &\max_{\mu, \nu} (\mu' y_i) \\
 &\text{s.t. : } \nu' x_i = 1, \\
 &\mu' y_j - \nu' x_j \leq 0, \\
 &\mu, \nu \geq 0 \\
 &j = 1, 2, \dots, I
 \end{aligned} \tag{3.7}$$

Durch Anwendung des Simplex-Algorithmus kann das Optimierungsproblem gelöst werden. Der Zielfunktionswert indiziert den Effizienzwert für das Unternehmen i . In der Literatur wird häufig auf die primale Form, besser bekannt unter der Envelopment Form, verwiesen. Dieser Ansatz hat gegenüber dem Multiplier-Modell den Vorteil, dass sich weitere Handlungsempfehlungen für die Praxis ableiten lassen. Dabei wird der Effizienzwert nicht verändert und bleibt gegenüber dem Multiplier Ansatz konsistent. Hingegen bietet sich für die ineffizienten Unternehmen die Möglichkeit, bestimmte Targets, also Zielwerte, auf der „best-practice“ Frontier, dem effizienten Rand durch Linearkombinationen als Benchmarks identifizieren zu lassen (COELLI 2005; CANTNER ET AL. 2007). Weitere Modellumwandlungen lassen zwischen der angesprochenen Output- und Inputbetrachtung wählen. Nachfolgend ist ein input-orientiertes Envelopment-Modell (3.8) dargestellt. Neben dem identischen Effizienzwert θ können auch die Skalenniveaufaktoren λ als $I \times 1$ Vektor identifiziert werden, die der DMU Informationen über die entsprechenden Referenz- oder Benchmarkbetriebe auf der Frontier liefern. Dabei stellen X und Y die Input- ($N \times I$) sowie Outputmatrix ($M \times I$) aller Unternehmen I dar. Dementsprechend ist es möglich, die effizienten Betriebe und deren Anteil am konstruierten Benchmarkbetrieb zu bestimmen (COELLI 2005, S. 163). Der Benchmarkbetrieb wird in der Praxis meist durch Kombinationen

mehrerer effizienter Unternehmen gebildet. Unternehmen, die einen größeren Anteil am Benchmarkbetrieb besitzen, bekommen so einen höheren Skalenniveaufaktor zugeteilt.

$$\begin{aligned}
 &\min_{\theta, \lambda} \theta, \\
 &s.t.: -y_i + Y\lambda \geq 0, \\
 &\theta x_i - X\lambda \geq 0, \\
 &\lambda \geq 0,
 \end{aligned} \tag{3.8}$$

Als effizientes Unternehmen ist der Betrieb zu sich selbst der Benchmark, da dieser bereits auf der „best-practice“ Frontier liegt. Dies wird durch eine 1 als Skalenniveaufaktor verdeutlicht. Durch den Effizienzwert lassen sich auch mögliche Einsparungspotenziale im Ressourceneinsatz quantifizieren. Für das in Gleichung (3.8) beschriebene lineare Optimierungsmodell kann die Technologiemenge laut Färe et al. (1994) wie folgt definiert werden:

$$T = \{(x, q) : y \leq Y\lambda, x \geq X\lambda\} \tag{3.9}$$

3.3.2.3 Modellberücksichtigung variabler Skalenerträge

Unter Annahme konstanter Skalenerträge wird implizit unterstellt, dass Unternehmen an ihrer optimalen Größe produzieren und dass eine proportionale Steigerung in den Inputs stets zu einer ebenso proportionalen Erhöhung der Outputs führt (COELLI 2005, S. 172). COELLI (2005) fügt dazu an, dass jedoch durch imperfekten Wettbewerb, staatliche Regulierungen oder auch finanzielle Reglementierungen diese Annahmen nicht gerechtfertigt sein müssen. Dies führt dazu, dass Unternehmen nicht unbedingt an ihrer optimalen Größe produzieren. Hinsichtlich der Annahme variabler Skalenerträge schlagen FÄRE ET AL. (1983) und BANKER ET AL. (1984) eine Modifizierung des CCR-Modells von Charnes, Cooper und Rhodes vor.

Das abgebildete Multiplier-Modell (3.10) wird dabei als BCC-Modell bezeichnet, welches auf Banker, Charnes und Cooper zurückgeht. Das Modell entspricht der Multiplier Formulierung. Der Unterschied zum vorgestellten CCR-Modell besteht in der Berücksichtigung des Skalenertragsverhaltens einer DMU. Dies wird durch den Term u_0 ermöglicht. Dabei ist u_0 vorzeichenunbeschränkt und kann sowohl positive als auch negative Werte annehmen. Liegt der Lösungswert für u_0 im Bereich (<0), kann von abnehmenden Skalenerträgen gesprochen werden. Analog dazu sprechen Werte (>0) für zunehmende Skalenerträge einer DMU und implizieren, dass die untersuchte DMU unterhalb ihrer optimalen Größe produziert. Als

konstante Skalenerträge lassen sich Werte (=0) identifizieren, die mit einem Effizienzwert von 1 verbunden sind (BANKER ET AL. 1984, S. 1087).

$$\begin{aligned}
 & \max \sum_{i=1}^I u_i y_{i0} - u_0 \\
 & \text{s.t.} : \sum_{i=1}^I u_i y_j - \sum_{i=1}^m v_i y_j - u_0 \leq 0 \\
 & \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1, \\
 & u_i, v_i \geq 0 \\
 & j = 1, 2, \dots, I
 \end{aligned} \tag{3.10}$$

Sinngemäß ist in (3.11) die Envelopment Form des BCC-Modells dargestellt. Dabei sind die Änderungen ebenfalls nur als geringfügig vom Ursprungsmodell von Charnes, Cooper, Rhodes anzusehen. Die Nebenbedingung $\sum_{i=1}^I \lambda_i = 1$ erlaubt Konvexitätsannahmen, sodass die Skalenniveaufaktoren in der Summe 1 ergeben (COELLI 2005, S. 172).

$$\begin{aligned}
 & \min_{\theta, \lambda} \theta, \\
 & \text{s.t.} : -y_i + Y\lambda \geq 0, \\
 & \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\
 & \lambda \geq 0, \\
 & \sum_{i=1}^I \lambda_i = 1
 \end{aligned} \tag{3.11}$$

In der folgenden Abbildung 23 werden die Unterschiede zwischen dem Modell unter konstanten Skalenerträgen (CRS) und variablen Skalenerträgen (VRS) dargestellt. Dabei produzieren die Unternehmen A, B, C, D, E mit einem Input (x) den Output (y). Zunächst fällt auf, dass unter konstanten Skalenerträgen nur B auf der CRS Frontier liegt und effizient produziert. Unter der VRS Frontier produzieren die DMUs A, B, und C effizient. Es kann zunächst festgehalten werden, dass die Wahl der Skalenerträge ebenfalls einen erheblichen Einfluss auf die Effizienzmessung der Unternehmen hat. Dies lässt sich aus der engeren Hülle erklären, die die Beobachtungen präziser umschließt. Die angesprochenen Bereiche zunehmender bzw. abnehmender Skalenträge lassen sich ebenfalls in Abbildung 23 identifizieren. So wirtschaften die Unternehmen, deren Benchmarkbetriebe unterhalb von DMU B liegen, im Bereich zunehmender Skalenerträge, da eine proportionale Steigerung der Inputs in einer überproportionalen Steigerung in den Outputs resultiert. Analog dazu

produzieren die Unternehmen, die oberhalb der DMU B liegen, im Bereich abnehmender Skalenerträge und so resultiert eine proportionale Steigerung in den Inputs in einer unterproportionalen Steigerung in den Outputs.

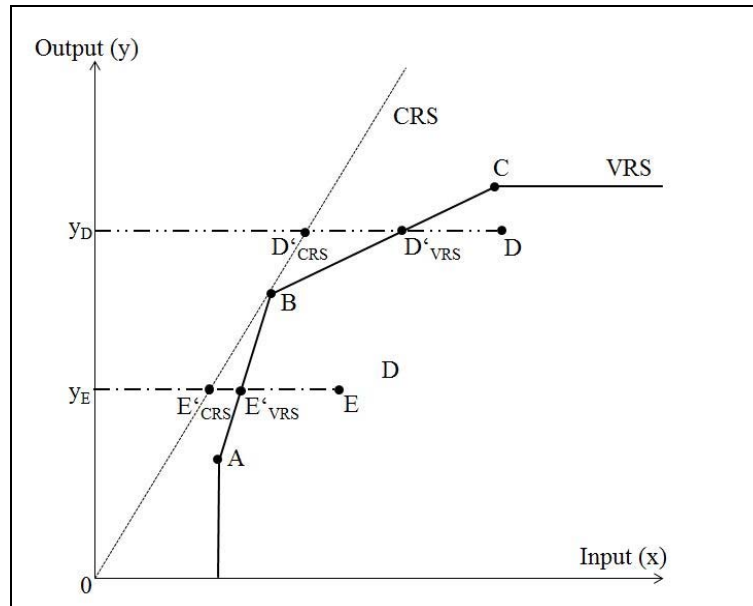


Abbildung 23: Skalenertragsverhalten und -effizienz

Quelle: Eigene Darstellung nach COOPER ET AL. (2007, S. 153)

Die DMU B setzt dabei die Inputs am produktivsten ein. Dies wird als „*most productive scale size*“ (MPSS) bezeichnet.⁴

Dementsprechend können Beratungsempfehlungen wie beispielsweise eine Expansion der Betriebsgröße für die DMU abgegeben werden. Dennoch ist die Quantifizierung der Effizienzgewinne daraus nicht direkt ableitbar. Für diesen Fall kann die Skaleneffizienz berechnet werden, die sich aus dem Verhältnis der technischen Effizienz unter konstanten Skalenerträgen und der technischen Effizienz unter variablen Skalenerträgen berechnen lässt.

$$SE = \frac{TE_{CRS}}{TE_{VRS}} \quad (3.12)$$

Mit abermaligen Blick auf Abbildung 23 wird dies bei DMU D deutlich. Wie zu erkennen ist, produziert D ineffizient, da es auf keiner der beiden Frontiers liegt. Wird DMU D (Punkt D'CRS) mit der CRS Frontier in Bezug gesetzt, so wird D mit dem optimalen Faktoreinsatzniveau verglichen. Erfolgt ein Vergleich zur VRS Frontier (Punkt D'VRS), so wird D mit DMUs verglichen, die ein ähnliches Outputniveau erreichen. Das Verhältnis oder

⁴ Die Most Productive Scale Size gibt die produktivste Stelle auf der Frontier an – dabei muss dies nicht unbedingt mit dem höchsten Betriebserfolg gleichgesetzt sein

die Distanz zwischen den Punkten D'_{CRS} und D'_{VRS} wird als Skaleneffizienz bezeichnet. Dementsprechend lässt sich die technische Effizienz unter konstanten Skalenerträgen in die technische Effizienz unter variablen Skalenerträgen und die Skaleneffizienz an sich zerlegen. Eine Skaleneffizienz von 100 % lässt darauf schließen, dass die höchst mögliche Produktivität der eingesetzten Inputs erreicht wird. Skalenineffiziente Betriebe können durch Ausweitung bzw. Einschränkung ihrer Produktion die optimale Betriebsgröße oder auch Produktivität erreichen.

3.3.2.4 Allokatives Modell

Im Hinblick auf das theoretische Modell der Kosteneffizienz (vgl. Kapitel 3.2) spielen Preise eine bedeutsame Rolle. So lassen sich zu der technischen Effizienz zusätzliche Potenziale über den kostenminimalen Einsatz von Produktionsfaktoren herleiten. Für das inputorientierte DEA Modell wird unter variablen Skalenerträgen das Kostenminimierungsproblem gelöst (vgl. (3.13)). Dabei stellt w_i einen $N \times 1$ Vektor der Inputpreise jeder DMU dar. Weiterhin symbolisiert x_i^* den kostenminimalen Vektor der Inputmengen für jede DMU (COELLI 2005, S. 184).

$$\begin{aligned}
 &\min_{\lambda, x_i^*} w_i' x_i^*, \\
 &s.t.: -y_i + Y\lambda \geq 0 \\
 &x_i^* - X\lambda \geq 0, \\
 &\lambda \geq 0, \\
 &\sum_{i=1}^I \lambda_i = 1
 \end{aligned} \tag{3.13}$$

3.3.2.5 Nicht-diskretionäre Variablen

Generell wird in den bisher vorgestellten Modellen davon ausgegangen, dass der Entscheidungsträger stets die Kontrolle über alle In- bzw. Outputgrößen hat und diese in seiner Entscheidungsgewalt kurzfristig anpassbar erscheinen. Dabei entspricht diese Annahme oft nicht der Realität wie COELLI (2005, S. 188) zeigen kann. Als Beispiel zieht der Autor den Vergleich zur Milchviehhaltung, wo fixe Produktionsmengen in Form der Milchquote, zumindest in kurzfristiger Hinsicht, vorherrschen. Weitere Inputgrößen bleiben jedoch anpassbar. COELLI merkt jedoch an, dass dies nicht ganz richtig sei, denn auch Inputs wie Land oder Gebäudekosten können nicht direkt angepasst werden. So stellt sich nach COELLI (2005) die Frage, um wie viel Prozent der Landwirt seine Inputs reduzieren kann, bei gleichzeitiger Konstanthaltung der Outputmenge, Land und Gebäude.

$$\begin{aligned}
& \min_{\theta, \lambda} \theta, \\
& \text{s.t.} : -y_i + Y\lambda \geq 0, \\
& \theta x_i^D - X^D \lambda \geq 0, \\
& x_i^{ND} - X^{ND} \lambda \geq 0, \\
& \lambda \geq 0, \\
& \sum_{i=1}^I \lambda_i = 1
\end{aligned} \tag{3.14}$$

Nach COELLI (2005, S. 189) lässt sich dieses Problem mit vorangegangener Gleichung lösen, wobei nach Reduktionen in Inputs gesucht wird, die der Landwirt variieren kann. In diesem Fall wird eine Einteilung in diskretionäre und nicht-diskretionäre Mengen, die durch X^D und X^{ND} repräsentiert werden, vorgenommen. Gleichung (3.14) beschreibt das DEA-Problem formal im Fall variabler Skalenerträge. Der Parameter θ umfasst nur die radiale Reduktion der diskretionären Variablen (im Modell mit D gekennzeichnet). Somit werden die nicht-diskretionären Variablen konstant gehalten und erfahren keine Änderung in der Reduktionsmenge. Diese Modellannahme lässt sich analog auf das alloкатive Modell übertragen.

$$\begin{aligned}
& \min_{\lambda, x_i^{D*}} w_i^D x_i^{D*}, \\
& \text{s.t.} : -y_i + Y\lambda \geq 0, \\
& \theta x_i^{D*} - X^D \lambda \geq 0, \\
& x_i^{ND} - X^{ND} \lambda \geq 0, \\
& \lambda \geq 0, \\
& \sum_{i=1}^I \lambda_i = 1
\end{aligned} \tag{3.15}$$

In der oben stehenden Gleichung werden Preisinformationen bezüglich der Inputs wie in Kapitel 3.3.2.4 beschrieben, einbezogen. Es lässt sich nach COELLI (2005, S. 190) ebenso die kurzfristige Kosteneffizienz der Unternehmen betrachten, sodass die langfristigen Anpassungsfaktoren (wie beispielsweise Kapital) konstant gehalten werden. Für weiterführende Einblicke sei an dieser Stelle auf BANKER UND MOREY (1986) verwiesen.

3.3.2.6 Supereffizienz

Aufgrund der hohen Datenanforderungen, die an die DEA gestellt werden, spielen mögliche Ausreißer in dem Datensatz eine bedeutsame Rolle. Dementsprechend wird in diesem Unterkapitel auf die Identifikation dieser Ausreißer mit Hilfe der Ermittlung der

Supereffizienz eingegangen und sogleich ein Maß geliefert, das ermöglicht, effiziente Einheiten, denen eine Effizienzzahl von 100 % zugeteilt wird, untereinander zu ranken. Das von ANDERSEN UND PETERSEN (1993) entwickelte Verfahren der Supereffizienz greift die Problematik auf, dass effiziente Einheiten nicht untereinander gerankt werden können.

$$\begin{aligned}
 & \min_{\theta_k, \lambda_k} \theta_i^{\text{sup}} \\
 & \text{s.t.} : y_i \leq \sum_{i=1, i \neq k}^I \lambda_{ik} Y_i, \\
 & \theta_k^{\text{sup}} x_{nk} \geq \sum_{i=1, i \neq k}^I \lambda_{ik} x_{ni}, \\
 & \lambda_{ik} \geq 0, \\
 & \sum_{i=1}^I \lambda_{ik} = 1
 \end{aligned} \tag{3.16}$$

Dabei gibt die Supereffizienz Auskunft darüber, inwieweit ein effizientes Unternehmen, im Vergleich zu allen anderen „best-practice“ Unternehmen produktiver ist (CANTNER ET AL. 2007, S. 228). Das mathematische Optimierungsmodell ist in Gleichung (3.16) beschrieben. Hierbei wird exemplarisch k als jeweilige DMU stets einzeln von der Technologiemenge ausgeschlossen. Das beschriebene Modell basiert auf der Annahme von variablen Skalenerträgen. In Abbildung 24 wird das angesprochene Konzept grafisch verdeutlicht. So produzieren vier Unternehmen mit zwei Inputs einen bestimmten Output. Es fällt auf, dass die Unternehmen B, C und D auf der „best-practice“ Frontier liegen und die Effizienzhülle aufspannen. Unternehmen A produziert ineffizient, da durch den Abstand zur „best-practice“ Frontier das Inputreduktionspotenzial gekennzeichnet ist. Zur Berechnung der Supereffizienz wird das Unternehmen C näher betrachtet. Dabei wird es aus der Technologiemenge herausgenommen, sodass nur die Unternehmen B und D die effiziente Hülle aufspannen. Nun wird das Potenzial für die DMU durch den Abstand zur neuen „best-practice“ Frontier gekennzeichnet (in Abbildung 24 mit Punkt C' gekennzeichnet). Das Potenzial lässt sich aus dem Verhältnis von OC'/OC ableiten und erreicht beispielsweise den Wert 1,2. Dies bedeutet als Resultat, dass die DMU C ihre Inputs um 20 % steigern könnte, ohne ineffizient zu werden bzw. zu produzieren. Nichtsdestotrotz kann das lineare Optimierungsproblem unter variablen Skalenerträgen vereinzelt zu keinen Lösungen führen, da Referenzpunkte fehlen. Davon sind insbesondere DMUs betroffen, die in einem Bereich liegen, indem keine direkten Referenzpunkte anzutreffen sind. Die Effizienz der ineffizienten Einheiten, wie DMU A, ändert sich bei Analyse der Supereffizienz nicht (COELLI 2005, S. 201). Aus den bestimmten Supereffizienzen lassen sich nun Aussagen zu Ausreißern treffen. BOGETOFT UND OTTO (2013, S. 149) schlagen hierfür unter anderem die Supereffizienz vor. Sehr hohe

Supereffizienzlevels bspw. ab 300 oder 400 % können auf Ausreißer hinweisen. Das bedeutet, dass die DMUs die „best-practice“ Frontier nach außen ziehen. Dieses Verfahren hat sich in praktischen Anwendungen bewährt (BOGETOFT UND OTTO 2011, S. 149).

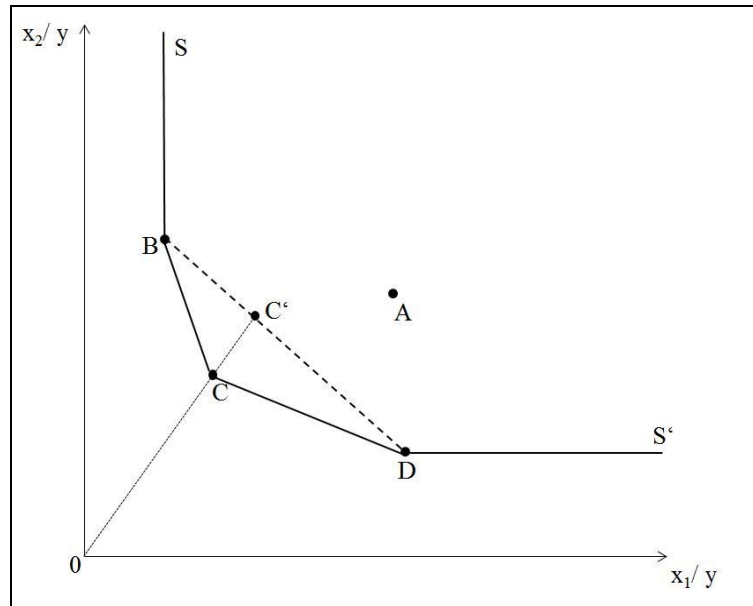


Abbildung 24: Supereffizienz

Quelle: Eigene Darstellung nach COELLI (2005, S. 201)

3.3.2.7 Slacks

Bei der DEA werden bei einer Inputorientierung die Inputvariablen für die DMUs soweit proportional reduziert, bis diese auf der „best-practice“ Funktion liegen und anhand eines Benchmarks verglichen werden können. Dabei können einige Probleme im Hinblick auf die Effizienzmessung entstehen. Abbildung 25 verdeutlicht, das hier angeschnittene Problem von Schlupfvariablen oder auch Slacks genannt. In der angesprochenen Abbildung operieren vier DMUs von denen Unternehmen C und D effizient wirtschaften und somit die „best-practice“ Funktion SS' aufspannen. Die Unternehmen A und B sind sichtbar ineffizient. Die Ineffizienz der beiden DMUs kann durch das „Farrell Maß“ $TE_A = 1 - \frac{0A'}{0A}$ oder $TE_B = 1 - \frac{0B'}{0B}$ geschätzt werden. Dabei reicht eine proportionale Reduktion der Inputvariablen nicht aus, um die Ineffizienzen abzubauen. Dies wird insbesondere für die DMU B ersichtlich: zwar bekommt sie einen Referenzpunkt mit B' auf der Isoquante SS' zugewiesen, jedoch bleibt das Unternehmen C deutlich effizienter, da es noch eine geringere Menge des Inputs x_2 einsetzt. Hierbei wird die Unterscheidung zwischen KOOPMANS (1951) und FARRELL (1957) deutlich: so wäre der Punkt B' unter KOOPMANS Kriterien nicht effizient, während dies unter FARRELL durchaus der Fall wäre. Man kann demnach von einer schwachen Effizienz bzw. Farrell-Effizienz sprechen kann. Stark effiziente DMUs weisen keine Slacks auf und werden

somit als Koopmans-effizient angesehen. In Hinblick auf die Berücksichtigung von Slacks in der allgemeinen Effizienzanalyse werden in der Literatur verschiedenen Ansätze aufgezeigt. COELLI (2005, S. 198) verweist dabei auf die Autoren FRIED ET AL. (1993), die ein zweites lineares Optimierungsmodell zur Identifikation von Slacks vorschlagen, welches sich wie folgt darstellt:

$$\begin{aligned}
 & \min_{\lambda, OS, IS} -(M1'OS + N1'IS), \\
 & \text{s.t.} : -y_i + Y\lambda - OS = 0, \\
 & \theta x_i - X\lambda - IS = 0, \\
 & \lambda \geq 0, OS \geq 0, IS \geq 0
 \end{aligned}
 \tag{3.17}$$

Bei dem Modell wird die Summe derjenigen Slacks maximiert, die in Abbildung 25 benötigt werden, um vom Punkt B' zu Punkt C zu gelangen. In Gleichung (3.17) stellt OS einen $M \times 1$ Vektor der Outputslacks dar und IS einen $K \times 1$ fachen Vektor an Inputslacks. Die Variable θ stellt das Ergebnis aus der ersten Stufe dar. In COELLI (2005, S. 199) werden zwei Probleme hinsichtlich dieses Ansatzes gedeutet.

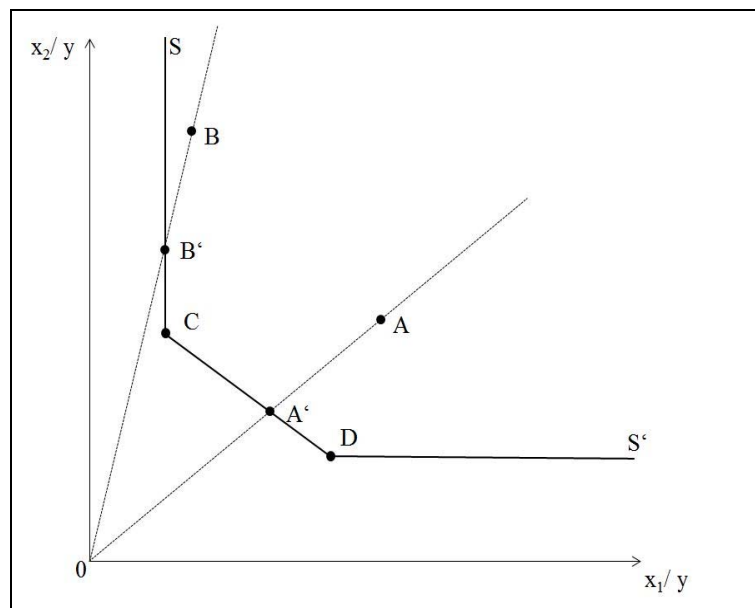


Abbildung 25: Slacks bei inputorientierter Betrachtungsweise

Quelle: Eigene Darstellung nach (COELLI 2005, S. 165)

Zum einen wird die Summe der Slacks maximiert, welches im Umkehrschluss bedeutet, dass der weiteste effiziente Punkt gesucht wird und nicht der Nächstegelegene. Des Weiteren ist die zweite Stufe nicht invariant gegenüber Veränderungen der Einheiten selbst. So kommt es beispielsweise zu Verzerrungen hinsichtlich der Benchmarks und Effizienzbewertungen.

Abschließend kommt COELLI (2005, S. 199) zu dem Schluss, dass die Relevanz von Slacks überschätzt wird und die ermittelten Effizienzwerte nach Farrell zur Analyse der technischen Effizienz zulässig sind. Modelle, die Slacks berücksichtigen, sind als „Artefakte der Frontiermodelle“ anzusehen.

3.3.2.8 Window Analyse (DEA)

Für die anschließende Analyse der Effizienzen und effizienzbeeinflussenden Faktoren ist es notwendig, eine hinreichende Anzahl an Beobachtungen sicherzustellen. Dieses Analyseverfahren hat zum Ziel, DMUs, die über mehrere Perioden beobachtet worden sind, so zu behandeln, als ob diese voneinander unabhängig sind. Dabei beschreiben sie einander unterschiedliche und voneinander unabhängige DMUs. Die Analyse geht auf CHARNES ET AL. (1984) zurück, die Organisationseinheiten mehrerer Jahre als unabhängige Beobachtungen zusammenfassten und anschließend hinsichtlich der Effizienz analysierten. Dieses Verfahren wurde unter anderem in GUBI (2006), ASMILD ET AL. (2004) sowie LISSITSA (2002) verwendet. Das Verfahren ermöglicht die Bildung einer höheren Anzahl an Vergleichsbeobachtungen, die durch die Datenpunkte berücksichtigt werden. Dabei kann die Anzahl an aufgenommenen Zeitperioden, die in der Analyse berücksichtigt werden, variieren. Die Spannweite an Zeitperioden kann hierbei von einer Zeitperiode bis hin zu intertemporalen Analysen reichen, in denen alle Beobachtungen mehrerer Zeitperioden verwendet werden (GUBI (2006, S. 32)). GUBI geht davon aus, dass stochastische Einflüsse in den betrachteten Zeitperioden identisch sowie technischer Fortschritt in den Folgeperioden bekannt sind. Die Wahl enger Zeitfenster wird somit empfohlen, um Verzerrungen durch technischen Fortschritt und stochastische Einflüsse zu vermeiden. Dabei wird folgende formale Ergänzung nach GUBI (2006, S. 32) vorgenommen: es bestehen I Vergleichseinheiten in T verschiedenen Zeitperioden. Weiterhin werden N Produktionsfaktoren eingesetzt, um M Outputs zu produzieren. Somit weist jede Beobachtung i in der Periode t (VE_t^i) einen m -dimensionalen Inputvektor $x_t^i = (x_{1t}^i, x_{2t}^i, \dots, x_{mt}^i)$ und einen s -dimensionalen Outputvektor $y_t^i = (y_{1t}^i, y_{2t}^i, \dots, y_{st}^i)$ auf. Das Zeitfenster wird mit k_w bezeichnet und umfasst dabei $I \times w$ Beobachtungen. Die Variable k gibt den Zeitpunkt an, an dem das Zeitfenster mit der Fensterbreite von w ($1 \leq w \leq T-k$) beginnt. In Gleichung (3.18) ist die mathematische Formulierung der inputorientierten DEA Analyse zur Ermittlung des Effizienzwertes θ^i unter Annahme variabler Skalenerträge dargestellt (GUBI 2006, S. 32).

$$\begin{aligned}
\theta_{k_w}^i &= \min_{\theta, \lambda} \theta, \\
\text{s.t. : } -y_t^i + Y_{k_w} \lambda &\geq 0, \\
\theta x_t^i - X_{k_w} \lambda &\geq 0, \\
\sum_{i=1}^I \lambda_i &= 1, \\
\lambda &\geq 0 (I = 1, \dots, I \times w)
\end{aligned} \tag{3.18}$$

Daraus ergibt sich die folgende Inputmatrix für das beschriebene Zeitfenster k_w
 $X_{k_w} = (x_k^1, x_k^2, \dots, x_k^I, x_{k+1}^1, x_{k+1}^2, \dots, x_{k+1}^I, x_{k+w}^1, x_{k+w}^2, \dots, x_{k+w}^I)$. Analog dazu ergibt sich die
Outputmatrix $Y_{k_w} = (y_k^1, y_k^2, \dots, y_k^I, y_{k+1}^1, y_{k+1}^2, \dots, y_{k+1}^I, y_{k+w}^1, y_{k+w}^2, \dots, y_{k+w}^I)$.

3.3.3 Vergleich der Stochastic Frontier Analysis und Data Envelopment Analysis

In der wissenschaftlichen Literatur wurden bereits zahlreiche Vergleiche zwischen den Ergebnissen der SFA und der DEA vorgenommen (vgl. (FERRIER UND LOVELL 1990; HJALMARSSON ET AL. 1996; ABDULAI UND TIETJE 2007; REINHARD ET AL. 2000; LEE 2005; AHMAD UND BRAVO-URETA 1996; WEILL 2004; THIAM ET AL. 2001)). Einige Studien weisen auf substantielle Unterschiede zwischen der SFA und der DEA hin (HJALMARSSON ET AL. 1996; FERRIER UND LOVELL 1990). FERRIER UND LOVELL (1990) betonen, dass die analysierten Kosteneinsparungen zwischen der SFA und linearen Optimierungsmodellen ähnlich sind, sich allerdings die Kosteneffizienzwerte voneinander unterscheiden. Zu negativen Rangkorrelationen zwischen den Ergebnissen der DEA und SFA kommen auch Hjalmarsson et al. (1996) in ihrer Analyse. Dagegen konnten andere Autoren positive Rangkorrelationen und somit Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Frontiermodellen beobachten (THIAM ET AL. 2001; REINHARD ET AL. 2000 (Weill 2004; Lee 2005)).

Zusammenfassend sollen nachstehend die unterschiedlichen Anforderungen der beiden Methoden verglichen werden. Die DEA stellt ein nicht-parametrisches, deterministisches Verfahren zur Effizienzbestimmung von Organisationseinheiten dar. Im Vergleich zur SFA benötigt diese keine Annahmen hinsichtlich der Produktionsfunktion und besitzt infolgedessen eine enorme Flexibilität, da sie durch die „best-practice“ Einheiten auf der Produktionsfunktion aufgespannt wird. DYSON ET AL. (2001) veranschaulichen die Tücken der DEA.

Im Hinblick auf die Daten besteht die Anforderung, dass diese der gleichen Technologiemenge entstammen, da ansonsten die DMUs nicht untereinander vergleichbar sind und daraus folgend systematische Verzerrungen resultieren können. Aufgrund ihres

deterministischen Charakters ist sie im Vergleich zur SFA, welche einen Störterm besitzt, anfällig für Ausreißer. Durch Messfehler oder Datenirregularitäten kann insbesondere die „best-practice“ Frontier durch Ausreißer immens verschoben werden. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, kann mit Hilfe der vorgestellten Supereffizienz-Methode eine Ausreißeranalyse vorgenommen werden. Darüber hinaus wird das vorgestellte „Bootstrap-Verfahren“ von SIMAR UND WILSON (2000b) verwendet, um eine Korrektur der verzerrten Effizienzschatzer vorzunehmen. Die DEA entfaltet ihre Stärken insbesondere, wenn Bewertungsprobleme der Input- bzw. Outputfaktoren vorliegen und unterschiedliche Einheitsskalen miteinander verglichen werden sollen. So findet diese insbesondere in öffentlichen Einrichtungen Anwendung, z.B. in Krankenhäusern RÖHMEL (2009) oder Universitäten ABBOTT UND DOUCOULIAGOS (2003).

Wird im Anschluss an die Datenanforderungen das Effizienzmodell mit ihren Variablen betrachtet, so ist darauf zu achten, dass zur Beschreibung des Input-/ Outputmodells der DMUs nur eine geringe Anzahl an Variablen bzw. Kennzahlen verwendet wird. Dementsprechend erweitert sich der Technologieraum um eine weitere Dimension, welches einer weiteren DMU die Möglichkeit bietet, effizient zu werden. Somit sollte die Zahl der In- und Outputfaktoren im Modell gering gehalten werden. In der Literatur wird empfohlen mindestens so viele DMUs in der Technologiemenge zu besitzen wie das Zweifache des Produkts von In- und Outputvariablen (DYSON ET AL. 2001, S. 248). Dem Umstand, dass durch die Integration von Variablen die Effizienzwerte überschätzt werden und drastisch ansteigen, kann durch die Aggregation der Variablen begegnet werden. Dies lässt sich mit Hilfe von bekannten Preisen für die Variablen durchführen. Ebenso ist dies für die Analyse von Vorteil, da durch die Aggregation eine höhere Diskriminierung der untersuchten DMUs erfolgt. Im Vergleich zur SFA ist die DEA sehr robust gegen auftretende Multikollinearität. Dies bedeutet, dass die Hinzunahme eines weiteren Faktors in das Modell, welcher stark mit einem bereits integrierten Faktor korreliert, kaum zu einer Veränderung der Schätzung der Effizienzwerte führt (DYSON ET AL. 2001, S. 249). Diesem Nachteil der SFA steht der Vorteil gegenüber, dass exogene Faktoren direkt in die Schätzung der Produktionsfunktion mitaufgenommen werden können. Dies ist in der DEA nicht ohne weiteres möglich, da ansonsten ein Dimensionalitätsproblem auftritt und die Effizienzwerte enorm ansteigen würden. HAILU UND VEEMAN (2001, S. 607) sprechen in diesem Fall von einer Inflation der Effizienzwerte. Da sich durch eine Erhöhung der Effizienzwerte kaum Aussagen zu den Effekten effizienzbeeinflussender Faktoren treffen lassen, wird angeregt, diese in einer zweiten Stufe mittels angesprochener Tobit-Regression zu testen. Hinsichtlich der Verwendung von Variablen in der zweiten Stufe ist darauf zu achten, dass diese nicht multikollinear bzw. einen starken Zusammenhang zu den eingesetzten In- bzw. Outputfaktoren

im Effizienzmodell vorweisen, da sich hieraus Verzerrungen für die Schätzung ableiten würden.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass sowohl Vor- als auch Nachteile in den unterschiedlichen Methoden zu sehen sind. Jedoch erscheint im Hinblick auf die praktische Anwendung die DEA sinnvoller. Darüber hinaus wird die SFA nur wenige Chancen haben, in der Praxis Anwendung zu finden, da kaum jemand eine korrekte Annahme über die zugrundeliegende Produktionsfunktion machen kann. Die DEA bietet durch ihren nicht-parametrischen Charakter den Vorteil einer Fehlspezifikation der Produktionsfunktion zu entgehen.

3.4 Bootstrap-Verfahren

Deterministische Frontiermethoden besitzen im Vergleich zu stochastischen SFA insbesondere zwei Nachteile: zum einen können die DEA Effizienzwerte einen nach oben hin verzerrten Schätzer für die wahre technische Effizienz darstellen, da eine Überschätzung der Effizienz insbesondere von der Größe der untersuchten Stichprobe abhängt. Folglich kann die Ineffizienz der anderen DMU unterschätzt werden, wenn eine DMU in Wahrheit keine 100 % Effizienz vorweist. Zum zweiten liegt ein weiterer Nachteil der DEA in der kritischen Überprüfbarkeit der erzielten Ergebnisse begründet. Die Ergebnisse können je nach Stichprobengröße variieren, sodass die Akzeptanz gegenüber ökonometrischen Methoden, wie der SFA, geringer sein kann. Sofern die Verteilungseigenschaften der DEA-Effizienzschatzer bekannt wären, könnten die dazugehörigen Konfidenzintervalle geschätzt werden.

Dem Umstand kann mit dem Bootstrap Verfahren, welches durch EFRON (1979) entwickelt worden ist, begegnet werden. In SIMAR UND WILSON (1998) und SIMAR UND WILSON (2000a) wird das Verfahren explizit auf die DEA angewandt und vorgestellt. So können die Verteilungseigenschaften der Zufallsstichproben ermittelt werden. Dabei beruht die Idee auf einem Resampling der Stichproben, wonach ein „Ziehen mit Zurücklegen“ erfolgt. Dabei wird die benötigte Verteilung durch die vorhandenen Daten generiert. Das Resampling beruht auf der Annahme, dass die vorliegenden Daten die beste Abbildung der in der Grundgesamtheit anzutreffenden Verhältnisse widerspiegelt (BOGETOFT UND OTTO 2011, S. 165 f.). Nachfolgend wird das Bootstrap-Verfahren nach EFRON UND TIBSHIRANI (1994) beschrieben.

Dabei stellt $\hat{F}$ die empirische Verteilung der beobachteten Werte x_i , $i=1,2,\dots,n$ dar. Sei der Parameter θ eine Funktion s der Verteilung $\hat{F}$ der Grundgesamtheit, so gilt: $\theta = s(\hat{F})$. Wird nun $\hat{F}$ durch F ersetzt, kann der Schätzer für den gesuchten Parameter θ ermittelt werden - $\hat{\theta} = s(F)$. Die Ermittlung der wahren Verteilung $\hat{\theta}$ erfolgt durch das Bootstrapping in den aufgeführten Schritten.

Die Bootstrap samples x^{*b} generieren sich jeweils aus einer Ziehung mit Zurücklegen der Stichprobe x_i vom Umfang N und stellen dabei zufällige Stichproben aus der empirischen Verteilungsfunktion von $\hat{F}(x)$ dar. B gibt dabei die Anzahl der Ziehungen zufälliger Stichproben an.

$$\hat{F}(x) : \hat{F}_b(x) \rightarrow x^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_N^*) \quad (3.19)$$

Anschließend wird die Stichprobenfunktion auf das Bootstrap Sample angewendet und die Verteilung B der $\hat{\theta}^*(b)$ ermittelt

$$\hat{\theta}^*(b) = s(x^{*b}) \quad b=1, 2, \dots, B. \quad (3.20)$$

Abschließend lässt sich der Standardfehler $SE_F(\theta)$ des Bootstrap Schätzers durch die Standardabweichung der B Replikationen ermitteln:

$$SE_B = \sqrt{\frac{1}{B-1} \left\{ \sum_{b=1}^B [\hat{\theta}^*(b) - \hat{\theta}^*(\cdot)]^2 \right\}} \quad (3.21)$$

wo $\hat{\theta}^*(\cdot) = \sum_{b=1}^B \hat{\theta}^*(b) / B$

Um die Effizienzwerte mit Hilfe des Bootstrap zu korrigieren, wird der von SIMAR UND WILSON (1998) und SIMAR UND WILSON (2000a) angewendete Bootstrap Algorithmus für nicht-parametrische Schätzer in Frontiermodellen angewendet. Dabei gehen die Autoren darauf ein, dass die Schwierigkeiten im datengenerierenden Prozess liegen. Die Herausforderung besteht darin, dass die DEA-Schätzer eine signifikante Zahl der DMUs als effizient, also als $\hat{\theta}_i = 1$ ausweisen. Demnach ist die empirische Verteilungsfunktion $\hat{F}$ nur ein schlechter Schätzer der wahren Verteilung, da diese mit höherer Wahrscheinlichkeit ein Effizienzwert von $\theta = 1$ vorweist. SIMAR UND WILSON (2000a, S. 55) weisen diesbezüglich darauf hin, dass F als Verteilung der Bootstrap Schätzer stetig auf dem Intervall $(0,1]$ definiert und verteilt ist. Ebenfalls sei bekannt, dass Schwierigkeiten auftreten können, die Verteilungsfunktion an den äußeren Rändern abzuleiten, wenn eine Begrenzung der DEA-Schätzer existiere. Dies könnte zu inkonsistenten Schätzern führen (SIMAR UND WILSON 2000A, S. 55). Um diesen Umstand Rechnung zu tragen, schlagen die Autoren für das Korrigieren der DEA Effizienzwerte den „*Smoothed Bootstrap*“ vor. Der Ausgangspunkt liegt

in der Berechnung der Effizienzschatzer und der Berechnung der bereits angesprochenen Effizienzschatzer $\hat{\theta}_i$ für jedes Unternehmen $i=1,2,\dots,N$ durch die Lösung linearer Optimierung. Darauf aufbauend wird unter Anwendung der „*reflection method*“ von Silverman (1986) ein zufälliges „*Sample*“ der Größe N aus $\hat{\theta}_i$ für $i = 1, \dots, n$ generiert und resultiert in $\hat{\theta}_{1b}^*, \dots, \hat{\theta}_{nb}^*$. Als Basis der Scheineffizienzwerte werden bei der inputorientierten Betrachtungsweise daraus Inputs berechnet, die diesen Scheineffizienzen entsprechen. Als nächster Schritt werden aus diesen Scheininputs wiederum die Bootstrap DEA Effizienzwerte berechnet. Dabei finden die beschriebenen Schritte unter B Wiederholungen statt, um eine Zahl konsistenter Bootstrap-Schätzer zu erhalten. Weiterhin bedeutet dies, dass die Verzerrungen, die sich aus einer sehr geringen Stichprobengröße ergeben, durch die Beziehung des Bootstrap-Schätzers zum DEA-Schätzer gut imitiert werden können. Die Verzerrung lässt sich somit als $\text{bias}_i = \text{EV}(\hat{\theta}_i) - \theta_i$ quantifizieren (SIMAR UND WILSON 1998, S. 58; BOGETOFT UND OTTO 2011, S. 173 f.).

Mit dieser Verfahrensweise können für die Bootstrap-Schätzer Konfidenzintervalle zu unterschiedlichen Signifikanzniveaus gebildet werden. In dem vorliegenden Bericht wird die beschriebene Methode von SIMAR UND WILSON (1998) verwendet, welche die DEA Effizienzwerte um Verzerrungen bereinigt, ohne dass ein Nutzen des Störterms erforderlich ist (SIMAR UND WILSON 1999, S. 464). Weiterhin wird seitens der Autoren vorgeschlagen, die Differenzen $\hat{\theta}_{ib}^* - \hat{\theta}_i$ für $b=1,\dots, B$ entsprechend ihrer Größe nach zu ordnen und dabei einen prozentualen Anteil $\alpha / 2 * 100$ an beiden Enden der sortierten Liste abzuschneiden (SIMAR UND WILSON 2000B, S. 791). Werden die beiden Enden an den entsprechenden Stellen durch $\hat{b}_\alpha^*$ und $\hat{a}_\alpha^*$ gleichgesetzt, so kann man folgendes Konfidenzintervall für den Effizienzwert jeder DMU abbilden.

$$\hat{\theta}_i + \hat{a}_\alpha^* \leq \theta_i \leq \hat{\theta}_i + \hat{b}_\alpha^* \quad (3.22)$$

Das gesamte Verfahren ermittelt nicht nur die Korrektur der Effizienzwerte, sondern anhand der Konfidenzintervalle ist es zudem möglich Hypothesentests durchzuführen. Dies ist von Nutzen, wenn Effizienzunterschiede zwischen Beobachtungen statistisch abgesichert werden sollen (BOGETOFT UND OTTO 2011, S. 183).

3.5 Tobit Regression

Im späteren Verlauf der Arbeit sollen die ermittelten Effizienzwerte, die durch das Bootstrap-Verfahren von den Verzerrungen korrigiert wurden, durch die Anwendung quantitativer Methoden auf den Einfluss exogener Faktoren getestet werden.

Da die Werte jedoch per Definition bei einem Wert von 1 bzw. 100 % restringiert sind, würde eine herkömmliche Schätzung mittels Ordinary Least Squares (OLS) zu einem verzerrten Ergebnis führen. Daher erfolgt im späteren Verlauf der Arbeit die Verwendung eines zensierten Regressionsmodells⁵, der sogenannten Tobit-Regression (TOBIN 1958). Allerdings können HIRSCHAUER UND MUSSHOFF (2013) zeigen, dass die inputorientierten Farrell-Effizienzmaße in Bezug auf das Ressourceneinsparpotenzial einen nicht-metrischen Charakter vorweisen und somit für weitergehende statistische Auswertungen ungeeignet sind. Die Lösung kann durch die Inverse des Input Effizienzwertes erzielt werden. Demzufolge wird in das Tobit-Modell die Variable $1/\hat{\theta}_j$ als endogene Größe aufgenommen. Das Tobit-Modell ist somit nicht für das Intervall $]0;1]$ limitiert, sondern für Werte kleiner 1. Da in der späteren Tobit-Regression ebenfalls exogene Faktoren zweiten Grades modelliert werden, stellt sich das Modell, wie folgt dar (vgl. TOBIN 1958; GREENE 2012):

$$\begin{aligned} e_j^* &= \tilde{\alpha} + \tilde{\beta}_1(h_j' - \bar{h}_j') + \tilde{\beta}_2(h_j' - \bar{h}_j')^2 + \varepsilon_j, \\ e_j &= 1, \text{ wenn } e_j^* < 1, \\ e_j^* &= e_j, \text{ wenn } 1 \leq e_j^* \leq +\infty. \end{aligned} \tag{3.23}$$

Der Vektor e_j repräsentiert die endogene Variable als den inversen technischen Effizienzwert $1/\hat{\theta}_j$, der Vektor $h' = (h_1, \dots, h_T) \in R_+^T$ steht für die exogenen Einflussfaktoren, welche am Mittelwert $\bar{h}_j'$ zentriert sind⁶ (vgl. SNEE UND MARQUARDT 1984, S. 84). Die Konstante des Schätzmodells ist in $\tilde{\alpha}$ ausgedrückt, der Vektor $\tilde{\beta}_1$ enthält die zu schätzenden Parameter des linearen Effekts der exogenen Faktoren, und der Vektor $\tilde{\beta}_2$ die zu schätzenden Parameter des quadratischen Effekts der exogenen Faktoren. Die Eigenschaften des hier normalverteilten Störterms ε_j finden sich in GREENE (2012) wieder. Durch die Mittelwertzentrierung der

⁵ Weitere Schätzverfahren der DEA Effizienzwerte werden von Hoff 2007 diskutiert.

⁶ Betrifft lediglich stetige Variablen, diskrete bleiben unverändert

exogenen Einflussfaktoren müssen die zu schätzenden Parameter $\tilde{\alpha}$ und für jedes Element t der Vektoren $\tilde{\beta}_1$ und $\tilde{\beta}_2$ wie folgt korrigiert werden⁷:

$$\begin{aligned}\alpha &= \tilde{\alpha} - \sum_{t=1}^T (\tilde{\beta}_{1t} * \bar{h}_{jt}' + \tilde{\beta}_{2t} * \bar{h}_{jt}^2) \\ \beta_{1t} &= \tilde{\beta}_{1t} - 2 * \tilde{\beta}_{2t} * \bar{h}_{jt}' \\ \beta_{2t} &= \tilde{\beta}_{2t}.\end{aligned}\tag{3.24}$$

Die Ermittlung marginaler Effekte aus Modell (3.23) stellt sich somit, wie folgt dar:

$$\frac{\partial E[e_j | h_j]}{\partial h_{jt}} = \beta_{1t} * \text{Prob}[1 < e_j^*] + 2 * \beta_{2t} * \bar{h}_{jt} \text{Prob}[1 < e_j^*]\tag{3.25}$$

Wie Gleichung (3.25) zeigt, müssen bei der Berechnung marginaler Effekte die β -Koeffizienten um die Wahrscheinlichkeit, dass e_j^* einen nicht-limitierten Wert annimmt, korrigiert werden (GREENE 2012). Schließlich sei noch darauf verwiesen, dass sich bei Polynomen zweiten Grades die Minima/ Maxima durch Gleichsetzung mit Null von Gleichung (3.25) ermitteln lassen.

3.6 Zusätzlich angewandte Methodik und Software

Neben den bereits vorgestellten Techniken kommen zur Analyse von Effizienzunterschieden der Kruskal-Wallis und der Mann-Whitney-U Test zur Überprüfung von Gruppendifferenzen zur Anwendung. Da es sich hierbei um Standardmethoden der wissenschaftlichen Forschung handelt, werden diese im Weiteren nicht präzisiert. Eine weiterführende Beschreibung dieser Methoden findet sich in BACKHAUS (2011).

Die Analyse der Effizienz nordrhein-westfälischer Betriebe und die anschließenden statistischen Anwendungen erfolgen mit der Software R (R CORE TEAM 2013). Weiterhin wurden die Add-on packages von PAUL W. WILSON (2013) und BOGETOFT UND OTTO (2013). Der Leser sei bei Interesse an dem dazugehörigen Analysecode an den Autor des Projektberichtes verwiesen.

⁷ Für weitere Information zur Mittelwertkorrektur sei auf ECHAMBADI UND HESS 2007 verwiesen.

4 Literaturüberblick über Effizienzanalysen

Im Anschluss an die methodischen Grundlagen der DEA stehen im folgenden Kapitel die bereits durchgeführten Effizienzanalysen anderer Autoren im Fokus. Hierzu werden zunächst ausgewählte Effizienzanalysen auf Basis der DEA und SFA im nationalen Kontext vorgestellt und analysiert. Anschließend werden die effizienzanalytischen Betrachtungen im Bereich der Milchviehhaltung auf die internationale Ebene ausgeweitet. In diesem Fall kann auf eine größere Anzahl an Studien auf Basis der Data Envelopment Analysis zurückgegriffen werden. Zusammenfassend sollen aus den vorgestellten wissenschaftlichen Studien Hypothesen generiert werden, die in der Analyse effizienzbeeinflussender Faktoren überprüft werden. Die Tabelle 19 im Anhang der Arbeit gibt einen zusammenfassenden Überblick über die durchgeführten Effizienzanalysen und erlangten Ergebnisse für den Milchviehsektor wieder.

4.1 Nationale Ebene

Auf deutschlandweiter Ebene sind vergleichsweise wenige Studien mit dem Fokus auf Milchviehhaltung durchgeführt worden. THIELE UND BRODERSEN (1999) führten für die Jahre 1995-1998 für 600 west- und ostdeutsche Betriebe eine Analyse der technischen Effizienz durch, um diese innerhalb des Transformationsprozesses hinsichtlich ihrer Effizienzunterschiede zu analysieren. Dabei werden die Einsatzfaktoren Arbeitskraft, landwirtschaftliche Fläche, Kapital, variable Inputs sowie sonstige Inputfaktoren zur Beschreibung des Inputsystems genutzt, um als Output Erlöse aus Marktfrüchten, Viehhaltung (Milch und Rindermast) oder sonstigen (Schweine, Geflügel) zu generieren. THIELE UND BRODERSEN (1999) entdeckten, dass auch fünf Jahre nach der Wiedervereinigung ostdeutsche Betriebe noch immer über eine geringere Effizienz als westdeutsche Betriebe verfügen. Die Autoren führten dies insbesondere auf die größeren Skalenineffizienzen zurück und weniger auf die technische Ineffizienz. Weiterhin werden deutlich mehr Personengesellschaften als Genossenschaften als effizient klassifiziert. Dies kann lediglich für Marktfrucht- und sonstige Betriebe als statistisch signifikant dargestellt werden. Darüber hinaus stellen die Autoren heraus, dass die eindimensionale Betrachtung des Gewinns von Betrieben nicht weit genug greift, um die Effizienz eben dieser zu analysieren. Dies würde in Konsequenz zu Fehlinterpretationen bei der Bewertung landwirtschaftlicher Betriebe führen. In BALMANN UND CZASCH (2001) wird ebenfalls die Effizienz ostdeutscher Großbetriebe miteinander verglichen. Die Autoren berücksichtigten die Buchführungsabschlüsse von 210 Marktfrucht- und Futterbaubetrieben, die sich über den Zeitraum von 1992-1996 verteilen. Es werden klassische Inputs wie die Arbeitskraft, die landwirtschaftliche Fläche, Abschreibungen als Kapitalproxy und Vorleistungen der Betriebe berücksichtigt. Als Output werden wie bereits in THIELE UND BRODERSEN (1999) die Erlöse aus Pflanzenproduktion und Tierproduktion genutzt, diese aber jedoch durch erhaltene Subventionen ergänzt. Als Ergebnis

können die Autoren Steigerungen in der Effizienz der früheren LPGs und nun juristischen Personen verzeichnen. Dies verlief allerdings zu Lasten vieler Arbeitnehmer, da der Arbeitskraftbesatz deutlich reduziert wurde. Ebenfalls können Steigerungen in den biologischen Leistungen der Betriebe beobachtet werden. Abschließend wird seitens der Autoren angemerkt, dass die Frage nach der optimalen Organisation und der Größe landwirtschaftlicher Betriebe deutlich komplexer ist als komparativ-statistische Überlegungen offenbaren (vgl. BALMANN UND CZASCH 2001).

In der Studie von EHRMANN (2008) werden unterschiedliche methodische Konzepte, darunter die DEA, miteinander verglichen, um die Nachhaltigkeit in deutschen Milchviehbetrieben zu quantifizieren. Hinsichtlich des Einsatzes der DEA zur Messung der Effizienz, unter besonderer Berücksichtigung der Nachhaltigkeit, wurden 4093 Betriebe aus Deutschland berücksichtigt. Die Inputs umfassten neben den klassischen Inputs Arbeitskraft, Kapital und landwirtschaftliche Fläche, die Nachhaltigkeitsindikatoren Energieeinsatz und mit Stickstoff, Phosphor und Kalium drei Bodennährstoffe. Als Output wird die Wertschöpfung des Betriebes verwendet. Die Ergebnisse suggerieren, dass die effizienten Betriebe eine Durchschnittsgröße von 299 Hektar landwirtschaftlicher Fläche vorweisen und ineffiziente dagegen 71 Hektar besitzen. Darüber hinaus wirtschaften effiziente Betriebe mit einer höheren Anzahl an Milchkühen und können deutlich höhere Milchleistungen vorweisen. Zudem wurde in Bezug auf die Größe weitergehend festgestellt, dass die größeren Milchviehbetriebe die höchste durchschnittliche Effizienz aufweisen. Kleine Betriebe konnten jedoch im Durchschnitt eine höhere Effizienz im Durchschnitt erreichen als mittelgroße Betriebe. Die Aussagekraft ist allerdings begrenzt, da nur Mittelwertvergleiche herangezogen wurden und diese hinsichtlich ihrer statistischen Signifikanz nicht überprüft wurden.

Die Studie von KOVACS UND EMVALOMATIS (2011) analysiert die Effizienzunterschiede zwischen deutschen, niederländischen und ungarischen Milchproduzenten. Die DEA fand in der Studie Anwendung, um die Effizienz der 1183 Milchviehbetriebe zu analysieren. Die Autoren verwenden die Milcherlöse als Outputgröße. Darüber hinaus werden neben den drei klassischen Inputfaktoren der Materialaufwand, die Anzahl der Kühe sowie das zugekaufte Futter als Inputs berücksichtigt. Die Ergebnisse lassen darauf schließen, dass die Effizienz in niederländischen Betrieben am höchsten ist. Ferner weisen die ungarischen Produzenten eine hohe Effizienz auf. Die geringste Durchschnittseffizienz wird allerdings von deutschen Milchviehproduzenten erreicht. Auf den ersten Blick scheinen die Ergebnisse zu verwundern, jedoch ist die Beobachtungszahl der niederländischen Produzenten mit 15 % an den Gesamtbeobachtungen relativ gering. Gleiches gilt für den Fall für die ungarischen Produzenten mit 2 %. Dies lässt somit keine präzisen Schlüsse hinsichtlich der Effizienzunterschiede zwischen den Betrieben zu.

In TIEDEMANN (2011) werden die Produktivitätsentwicklungen ökologischer und konventioneller Betriebe gegenüber gestellt. Dabei wird ein balancierter Paneldatensatz für 1999 bis 2006 bestehend aus jeweils 151 ökologischen und konventionellen Futterbau- und Verbundbetrieben verwendet, um den Produktivitätsfortschritt mittels SFA zu ermitteln. Die verwendeten Inputs sind landwirtschaftliche Fläche, Arbeitskraft, Kapital, Milchquote und die verwendeten Vorleistungen. Die verwendeten Inputs stehen dem Betriebsertrag als Output gegenüber. Das Ergebnis zeigt, dass es hinsichtlich der Produktivitätsentwicklung zwischen ökologischen und konventionell wirtschaftenden Futterbau- und Verbundbetrieben keinen signifikanten Unterschied gibt. Dennoch ergeben sich für die Ackerbaubetriebe Unterschiede in den Produktivitätsniveaus. Bei den ökologisch wirtschaftenden Ackerbaubetrieben wird zwischenzeitlich ein Produktivitätsrückgang beobachtet. Dieser Rückgang ist nach den Autoren nicht auf den mangelnden technischen Fortschritt zurückzuführen, sondern besteht eher in einer mangelnden technischen Effizienz, einhergehend mit ungünstigen Skaleneffekten.

KELLERMANN ET AL. (2011) nutzten ebenfalls die SFA, um den Zusammenhang zwischen technischer Effizienz und wirtschaftlichem Erfolg zu erforschen. Die Analyse wurde auf ein unbalanciertes Panel von 2.000 Milchviehbetrieben vom Jahr 2000 bis 2008 angewendet. In ihrer Analyse verwendeten die Autoren Arbeitskräfteeinsatz, landwirtschaftliche Fläche, Materialaufwand, Kapital und den sonstigen betrieblichen Aufwand, um diese in die Outputvariable „Umsatzerlöse“ zu transformieren. Als Ergebnis können die Autoren einen Zusammenhang zwischen der technischen Effizienz und dem wirtschaftlichen Erfolg der Betriebe nachweisen. Um der Ursache von Effizienzunterschieden auf den Grund zu gehen, werden mit Hilfe der SFA ebenfalls exogene Faktoren auf die Effizienz der Milchviehbetriebe geschätzt. Insbesondere Haupterwerbsbetriebe konnten einen höheren signifikanten Effizienzwert erlangen. Als weiteren Faktor konnte die Berufsausbildung einen positiven Effekt auf die Effizienz von Milchviehbetrieben erzielen.

Als eine weitere Anwendung der SFA ist die Studie von ZHU ET AL. (2012) zu sehen, die den Einfluss von Direktzahlungen auf die Effizienz von Milchviehbetrieben in drei EU Staaten, darunter Deutschland, Schweden und die Niederlande, zwischen den Jahren 1995 und 2004 analysiert. Dafür werden als Output die Milcherlöse der Betriebe verwendet. Die Inputseite besteht aus der landwirtschaftlichen Fläche, dem Arbeitskräfteeinsatz, dem Kapitaleinsatz, variablen Inputs und sonstigen Inputs. Die Ergebnisse zeigen, dass die schwedischen Betriebe über die höchste technische Effizienz verfügen, gefolgt von Deutschland. Die Niederlande weisen die geringste Effizienz der drei Länder auf, sodass diese Ergebnisse in Kontrast zu den Ergebnissen von KOVACS UND EMVALOMATIS (2011) stehen. Insbesondere eine höhere Betriebsgröße, ein geringerer Anteil der Familienarbeitskraft, ein höherer Pachtanteil der Flächen und ein geringerer Verschuldungsgrad verbessern die Effizienz der schwedischen und

deutschen Milchviehbetriebe. Neben der technischen Effizienz betrachten die Autoren ebenso die unterschiedlichen zugrundeliegenden Produktionstechnologien der drei Staaten. So weist die niederländische Produktionstechnologie die höchste relative Produktivität auf. Dies bedeutet, dass die genutzten Inputs im höchsten Milchoutput im Vergleich der unterschiedlichen Produktionstechnologien resultieren. Im Vergleich der Produktionstechnologien besteht für die Milchviehbetriebe in Deutschland und Schweden ein deutliches Verbesserungspotenzial. Wird der Einfluss von Direktzahlungen auf die Effizienz von Milchviehbetrieben beleuchtet, so kann nachgewiesen werden, dass ein negativer Einfluss von EU Beihilfen auf die technische Effizienz in Deutschland und den Niederlanden vorliegt. So führt ein höherer Anteil von Direktzahlungen am Einkommen der Milchviehhalter zu einem Absinken der technischen Effizienz der Betriebe. Die Autoren gehen abschließend davon aus, dass die Wettbewerbsfähigkeit der Milchviehbetriebe seit der GAP Reform von 1992 aufgrund der Reduktion der technischen Effizienz gesunken ist.

4.2 Internationale Ebene

In der internationalen ökonomischen Literatur kann die DEA ein breiteres Anwendungsspektrum vorweisen, um die Leistung makro- und mikroökonomischer Institutionen und Unternehmen zu untersuchen. In diesem Zusammenhang sind vor allem LATRUFFE ET AL. 2004; BARNES ET AL. 2011; WEERSINK ET AL. 1990; CLOUTIER UND ROWLEY 1993; CABRERA ET AL. 2010; HANSSON UND ÖHLMÉR 2008; LAWSON ET AL. 2004; KELLY ET AL. 2012; JOHANSSON 2005; JAFORULLAH UND WHITEMAN 1999; FRASER UND CORDINA 1999; LISSITSA UND ODENING 2005; LUIK ET AL. 2014 zu nennen, die die Effizienz von Milchviehbetrieben analysieren. Einige Studien beschäftigen sich mit der Einflussmessung von ökonomischen Gesundheitsfaktoren auf die Effizienz. Aufgrund der ähnlichen Thematik und des Vorliegens identischer Parameter zur Einflussmessung im vorliegenden Projekt werden die relevanten Studien im späteren Verlauf ausführlich diskutiert.

WEERSINK ET AL. (1990) beleuchten die Effizienz und deren Determinanten für milchviehhaltende Betriebe in Ontario, Kanada. Das Effizienzmodell berücksichtigt auf der Inputseite Faktoren wie das gebundene Kapital durch gehaltene Tiere, den Maschinenwert, den Gebäudewert und die zusätzlichen Kapitalkosten, die als Proxy für den Einsatz von Kapital dienen sollen. Weiterhin verwenden die Autoren Futterkosten, sonstige Kosten und den Arbeitskrafteinsatz als Inputvariablen, um die Milchmenge zu produzieren. Es werden nahezu 42 % der Betriebe als effizient klassifiziert. Als signifikant positiven Einfluss auf die Effizienz konnten die Autoren mit Hilfe einer zensierten Regression Bestandsgröße, Milchleistung und Milchfettgehalt identifizieren. Hingegen stellen die Überkapitalisierung und der Anteil an hinzugekauftem Futter negative Effizienztreiber dar.

CLOUTIER UND ROWLEY (1993) erforschten ebenfalls die Effizienz milchviehhaltender Betriebe von 1988 bis 1989, allerdings in Quebec, Kanada. Die Autoren beschreiben den „Transformationsprozess“ durch die Inputs Anzahl der Kühe, Arbeitskräfte im Betrieb, landwirtschaftliche Fläche, Futter und sonstige Inputs, um die Milchmenge zu produzieren. Von 1988 zu 1989 stieg die Anzahl effizienter Betriebe. Darüber hinaus können insbesondere größere Betriebe als effizienter gegenüber kleineren Betrieben herausgestellt werden. Hierbei wurden zwei Untergruppen der Betriebe gebildet und diese nach ihrer Größe (< 39 ; ≥ 39 Kühe) aufgeteilt.

In JAFORULLAH UND WHITEMAN (1999) steht neben der technischen Effizienz die Skaleneffizienz neuseeländischer Milchviehbetriebe im Fokus. Da diese in der vorliegenden Arbeit ebenfalls betrachtet wird, ist diese Studie von hoher Relevanz. Dabei besteht das „Sample“ aus 264 Milchviehbetrieben, die jeweils im Jahr 1993 analysiert worden sind. Die Autoren nutzten eine erhöhte Anzahl von Inputs, die sich aus der landwirtschaftlichen Fläche, dem Arbeitskräfteeinsatz, der Anzahl der Kühe, den Ausgaben für den Tierarzt, Weide- und zugesetztes Futter, Dünger und dem Kapital zusammen setzt. Als Output wird neben der Milchtrockenmasse der MilCHFettgehalt und der Milcheiweißgehalt berücksichtigt. Die Autoren fanden heraus, dass 19 % der Milchviehbetriebe sowohl unter konstanten als auch variablen Skalenerträgen effizient arbeiten. Darüber hinaus bewegten sich über die Hälfte der Betriebe im Bereich zunehmender Skalenerträge. Demnach besteht für diese Betriebe die Möglichkeit, durch die Erhöhung ihrer Inputs eine überproportionale Steigerung des Outputs zu erzielen. Nach JAFORULLAH UND WHITEMAN (1999) liegt die „*Most productive scale size*“ bei 260 Milchkühen und einer landwirtschaftlichen Flächengröße von 83 Hektar.

FRASER UND CORDINA (1999) erforschten im Zeitraum von 1994-1996 die Effizienz von 50 Milchviehbetrieben in Gebieten Australiens, die eine Bewässerung der Flächen erfordern. Da der Faktor Wassermenge als wichtiger Treiber für die Milchviehbetriebe fungiert, wurde dieser in das Input-/ Outputmodell integriert. Ferner wurden die Anzahl der Kühe, das eingebrachte Weideland, der Futter- und Arbeitskräfteeinsatz sowie der Düngereinsatz verwendet, um die Inputseite der Milchviehbetriebe zu beschreiben. Als Output dient die produzierte Milchmenge, inklusive des Fett- und Eiweißgehaltes. Als Ergebnis wird festgehalten, dass mit 89 % ein relativ hoher Durchschnittseffizienzwert für die Betriebe vorliegt. Dies lässt sich allerdings auf die geringe Beobachtungszahl zurückführen. Darüber hinaus konnten die Autoren feststellen, dass zum einen die skalenineffizienten Betriebe vorwiegend im Bereich zunehmender Skalenerträge wirtschaften. Zum anderen kann das Wasser als Inputfaktor im arithmetischen Mittel um 16 % reduziert werden. Dies zeigt, dass die Effizienzanalyse ebenfalls die Möglichkeit der Berücksichtigung alternativer Inputfaktoren bietet.

In LATRUFFE ET AL. (2004) werden 250 Viehhaltungs- und 222 Ackerbaubetriebe in Polen hinsichtlich ihrer Effizienz und Effizienztreiber für das Jahr 2000 untersucht. Dafür verwendeten die Autoren sowohl die SFA als auch DEA, um die Robustheit der Schätzungen zu gewährleisten. Für den Output der Betriebe wird der Wert der produzierten Güter angegeben, welcher durch die genutzten Inputs landwirtschaftliche Fläche, Arbeitskräfteeinsatz, Abschreibung inklusive der Kapitalkosten und der sonstigen Inputfaktoren gebildet wird. LATRUFFE ET AL. (2004) fanden heraus, dass die Ergebnisse der beiden angewendeten Methoden zunächst einmal konsistent zueinander erscheinen. Dies bedeutet, dass die Betriebsgröße einen positiven Einfluss auf die Effizienz der Betriebe hat. Darüber hinaus fanden die Autoren einen positiven Zusammenhang zwischen dem Anteil des Pachtlandes an der landwirtschaftlichen Fläche der Betriebe und ihrer Effizienz. Dieses Ergebnis wird allerdings nur für Ackerbaubetriebe beobachtet, da für Viehhaltungsbetriebe ein gegenteiliges Ergebnis festgestellt wird. Weiterhin wurde herausgestellt, dass die Bodenqualität bei beiden Betriebsformen die technische Effizienz steigerte.

In DAVIDOVA UND LATRUFFE (2007) wurden nicht nur Milchviehbetriebe, sondern auch Marktfruchtbetriebe aus Tschechien in der Effizienzanalyse mittels DEA berücksichtigt. Das Ziel bestand darin, den Einfluss des Finanzmanagements auf die technische Effizienz der Betriebe zu untersuchen. Auf der Inputseite werden landwirtschaftliche Fläche, Arbeitskraft, Kapital und Vorleistungen als Kerngrößen der Einsatzfaktoren der Betriebe beschrieben. Die Outputseite umfasst die Erlöse aus dem Ackerbau, der Viehhaltung und den sonstigen Erlösen. In dieser Studie wurden unterschiedliche Rechtsformen hinsichtlich ihrer Effizienz berücksichtigt. Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass genossenschaftlich organisierte Betriebe deutlich näher an der „best-practice“ Frontier liegen als es bei Personengesellschaften der Fall ist. Ebenso konnte gezeigt werden, dass größere Betriebe einen signifikant höheren Effizienzwert besitzen und dass ein hoher Anteil langfristiger Schulden zu einem Absinken der Effizienz führt. Die Ergebnisse stellen eine Weiterentwicklung der Studie von DAVIDOVA UND LATRUFFE (2003) dar. In der damals durchgeführten Tobit-Regression wurde ebenfalls aufgedeckt, dass die Betriebsgröße einen positiven Einfluss auf die technische Effizienz von Betrieben hat und der Anteil des Pachtlandes zu einem signifikanten Absinken der Effizienz von Betrieben führt. Der Einfluss der Betriebsgröße konnte allerdings nur für milchviehhaltende Betriebe unter der Rechtsform einer Personengesellschaft festgestellt werden. Die Verringerung der Effizienz der Betriebe, die aus einem hohen Pachtanteil resultiert, konnte ebenfalls nur für Viehhaltungs- und Ackerbaubetriebe unter Firmierung einer Personengesellschaft nachgewiesen werden.

In einer weiteren Studie, die von LISSITSA UND ODENING (2005) durchgeführt worden ist, wurde die Effizienz in der ukrainischen Landwirtschaft im Transformationsprozess von 1990-1999 untersucht. Dabei standen 92 Beobachtungen zur Verfügung, bei denen klassische

Inputs wie Arbeit, Boden, Kapital und Vorleistungen den produzierten Werten der pflanzlichen und tierischen Produktion als Outputs gegenüberstanden. Die Autoren führten in einer „Two-Step“-Methode eine zensierte Regression durch, um den Einfluss verschiedener Charakteristika auf die Effizienz von Betrieben zu ermitteln. Dabei konnte für die Faktoren Betriebsgröße, Spezialisierung und Regionszugehörigkeit ein positiver Einfluss auf die Effizienz der Betriebe belegt werden.

Die technische, alloкатive und ökonomische Effizienz von schwedischen Milchviehbetrieben wurde von JOHANSSON (2005) untersucht. Die Daten wurden im Zeitraum von 1998 bis 2002 erhoben und repräsentieren 351 Beobachtungen. In ihrer Analyse wurden neben den üblichen Inputs Arbeitskraft, Futter und Kapital auch der Energieeinsatz, der Dünger und das Saatgut berücksichtigt. Als Outputs dienten die Erlöse aus Milch und sonstigen Verkäufen. Als Ergebnis hält JOHANSSON (2005) fest, dass ein positiver Zusammenhang zwischen der Betriebsgröße und der technischen Effizienz besteht und insbesondere schwedische Milchviehbetriebe eine schwache alloкатive Effizienz (Durchschnitt 57 %) vorweisen. In diesem Bereich sieht JOHANSSON (2005) enormes Entwicklungspotenzial.

In LAWSON ET AL. (2004) wird der Effekt von Lahmheit, metabolischen Stress sowie Verdauungsstörungen der Kühe auf die technische Effizienz dänischer Milchviehbetriebe analysiert. Dabei wurden 574 Beobachtungen mittels der SFA untersucht. Neben der Anzahl der Milchkühe, der Arbeitskraft, den Vorleistungen und sonstigen Ausgaben wurde die Komponente Futter, unterteilt in Kraft- und Grundfutter, als Inputvariablen festgelegt. Output ist die produzierte Milchmenge. Als Ergebnis bleibt festzuhalten, dass der intuitiv negative Zusammenhang zwischen den Gesundheitsstörungen der Kühe und der Effizienz nicht belegt werden konnte. Die Autoren beobachteten eine niedrigere Effizienz bei solchen Betrieben, bei denen eine höhere Frequenz an Milchfieber vorherrscht. Effiziente Betriebe seien durch eine höhere Reproduktionsrate, ein geringeres Erstkalbealter, geringe Zwischenkalbezeiten, eine höhere Frequenz an lahmen Kühen und Ketoseerkrankungen sowie Verdauungsstörungen charakterisiert. Die Autoren führen als Grund die erhöhte Produktivität der effizienten Betriebe an, um die Effekte dieser Gesundheitsstörungen zu überdecken.

Die Studie von HANSSON UND ÖHLMÉR (2008) versucht ebenfalls den Einfluss von Tiergesundheitsfaktoren auf die Effizienz von Milchviehbetrieben mit Hilfe des „Two-Step“-Ansatzes zu ermitteln. In ihrer Arbeit analysierten sie sowohl die technische, alloкатive und die ökonomische Effizienz unter Short- und Long-Run Aspekten. Dabei flossen in der zensierten Regression Faktoren wie das Erstkalbealter, Zwischenkalbezeit und die Trockenstehzeit ein. Ferner wurden exogene Variablen wie der Aufzuchtanteil, die Rasse oder auch Fütterungsabläufe berücksichtigt. Dabei beinhaltet die letzte Komponente Informationen darüber, ob Futteranalysen vorgenommen oder individuelle Futterrationen je Kuh verfüttert wurden. Als Ergebnis halten die Autoren fest, dass von den Tiergesundheitsfaktoren keine

signifikanten Einflüsse auf die Effizienz der schwedischen Milchviehbetriebe ausgehen. Lediglich ein geringer Aufzuchtanteil hat einen negativen Einfluss auf die technische Effizienz. Als Begründung führen HANSSON UND ÖHLMÉR (2008) an, dass ein größerer Nachzuchtanteil die Selektion von geeigneterem Tiermaterial für den Milchviehhalter verbessert. Darüber hinaus hat die Analyse des Tierfutters einen positiven Einfluss auf die allokativen Effizienz der schwedischen Milchviehbetriebe.

Mit Hilfe der SFA untersuchten CABRERA ET AL. (2010) die Effizienz von Milchviehbetrieben in Wisconsin. Dafür lagen 273 Beobachtungen vor, die durch die Inputs Anzahl der Milchkühe, Arbeitskraft, Kapital, Futtermenge und den Output, bestehend aus der produzierten Milch sowie den Erlösen aus Marktfrüchten, charakterisiert werden. Dabei wird herausgestellt, dass Milchviehbetriebe, die stark spezialisiert sind, eine höhere Effizienz gegenüber weniger spezialisierten Betrieben vorweisen. Weiterhin können der Anteil der Familienarbeitskraft, der Einsatz der totalen Mischration in der Fütterung und die Melkhäufigkeit einen positiven Einfluss auf die technische Effizienz von Betrieben nehmen.

Ebenso wie LAWSON ET AL. (2004) ermittelten BARNES ET AL. (2011) den Effekt von Lahmheit bei Kühen auf die technische Effizienz von 80 Milchviehbetrieben in England. Dabei modellierten BARNES ET AL. (2011) das Input-/ Output Modell durch die Abbildung der Anzahl der Milchkühe, der eingesetzten Färsen, der Arbeitskraft, des Kapitals, des Weidelandes, der Futtermenge sowie der durchschnittlichen Zahl lahmender Kühe. Als Output wird die produzierte Milch je Kuh verwendet. Auf diese Weise konnte die technische Effizienz mithilfe der DEA analysiert werden. Modelliert wurde die Schwere der Lahmheit als nicht-diskretionärer Input sowie als Partitionierung der Technologiemenge entlang des Schweregrads der Lahmheitsklassen. Als Ergebnis stellen die Autoren heraus, dass die effizienten Betriebe eine geringe Anzahl lahmender Kühe vorweisen, jedoch unproduktiv in ihren Inputs der eingesetzten Arbeit und der eingesetzten Weidefläche sind. Dies wird jedoch durch eine höhere Produktivität der eingesetzten Futtermittel und einen höheren Milchertrag kompensiert.⁸

Die Bedeutung der Tiergesundheit für die Effizienz spielt auch in der Studie von KELLY ET AL. (2012) eine wichtige Rolle. So analysierten die Autoren 2008 anhand von 1200 Beobachtungen die Wirkung verschiedener ökonomischer Gesundheitsfaktoren auf die Effizienz von Milchviehbetrieben in Irland. Als Inputs wurden landwirtschaftliche Fläche, Anzahl Milchkühe, Arbeitskräfteeinsatz, Kraftfuttereinsatz sowie Dünger und genutzte Vorleistungen berücksichtigt. Als Outputs werden wiederum die produzierte Milchmenge

⁸ Die Ergebnisse von BARNES ET AL. (2011) sind jedoch nur eingeschränkt interpretierbar: Die Verwendung absoluter Werte auf der Inputseite (z.B. Anzahl Färsen zur Remontierung) und relativer Indizes (Milchleistung je Kuh) auf der Outputseite des Modells führen zu fehlerhaften Interpretationen von Ergebnissen (DYSON ET AL. 2001).

sowie Tierversetzungen verwendet. Dabei wirkten sich die Tage der Weidehaltung, das Abkalbedatum, die Milchqualität und die Teilnahme der Milchviehhalter an Beratungsgesprächen positiv auf die technische und ökonomische Effizienz der irischen Milchviehbetriebe aus. Dagegen hatten die Faktoren Milchprotokollierung, künstliche Besamung und Grad der Spezialisierung im Bereich Milchvieh jeweils einen signifikant positiven Einfluss auf die allokativen und ökonomischen Effizienz der Betriebe.

Als letzte Studie untersuchten LUIK ET AL. (2014) die technische Effizienz und den Einfluss verschiedener Parameter wie Gesundheitsfaktoren in estnischen Milchviehbetrieben. Neben den gebräuchlichen Inputs wie Arbeit, Boden und Kapital wurden Futter, sonstige Kosten und Anzahl der Milchkühe auf der Inputseite berücksichtigt. Als Outputs dienten wiederum die Milcherlöse sowie Tierversetzungen. Die durchgeführte Tobit-Regression gibt Aufschluss über signifikante Einflüsse auf den technischen Effizienzwert. So beeinflusst der Zuchtwert, welcher als Proxy für den genetischen Level angesehen wird, die Effizienz der Betriebe positiv. Des Weiteren weisen das Alter des Betriebsleiters und die Zellzahl in der Milch einen signifikant negativen Effekt auf die technische Effizienz der Milchviehbetriebe auf. Als abschließendes Ergebnis kann die Milchleistung inklusive der Milchinhaltsstoffe als positive Effizienztreiber angesehen werden. Eine extensive Milhhaltung in Estland, die durch den Weideanteil der Betriebe ausgedrückt wird, beeinflusst die Effizienz der Milchviehbetriebe negativ.

4.3 Hypothesenableitung zur Analyse der Effizienztreiber

Die vorgestellten Studien aus den Kapiteln 4.1 und 4.2 bilden die Grundlage für die an die Effizienzanalyse angeschlossenen Hypothesentests. Die nachfolgenden Hypothesen stützen sich auf die Ergebnisse der vorgestellten Studien sowie auf die zur Verfügung stehenden Betriebscharakteristika und Gesundheitsparameter aus den nordrhein-westfälischen Milchviehbetrieben.

Betriebscharakteristika:

H1: Ein hoher Anteil von Familienarbeitskraft besitzt einen positiven Effekt auf die Effizienz.

Dabei wird davon ausgegangen, dass ein höherer Anteil der Familienarbeitskräfte an den Beschäftigten auf dem Betrieb zu einer Steigerung der Effizienz von Milchviehbetrieben führt. Familienarbeitskräfte sind eher bestrebt den Nutzen für die Familie, als für sich selbst zu erhöhen und dies durch einen größeren Einsatz in landwirtschaftlichen Betrieben zu zeigen. Dies wurde insbesondere durch CARTER (1984) und CABRERA ET AL. (2010) gestützt (CABRERA ET AL. 2010, S. 391; CARTER 1984, S. 831).

H2: Ein höherer Pachtlandanteil wirkt sich positiv auf die Effizienz aus.

Es wird vermutet, dass Milchviehbetriebe, die einen höheren Pachtlandanteil an ihrer landwirtschaftlichen Fläche vorweisen, einen größeren Antrieb besitzen, effizienter zu arbeiten. Diese Betriebe müssen im Vergleich zu Betrieben mit einem hohen Anteil Eigentumsflächen, die Entlohnung der Pacht berücksichtigen. Demzufolge besitzen Betriebe mit einem hohen Pachtanteil einen wirtschaftlichen Druck die Produktionsfaktoren effizient einzusetzen (vgl. DAVIDOVA UND LATRUFFE 2007, S. 276).

H3: Ein hohes Pachtpreisniveau wirkt sich positiv auf die Effizienz der Betriebe aus.

Als Hypothese wird erwartet, dass ein hohes Pachtpreisniveau einen effizienten Einsatz der Produktionsfaktoren gewährleistet, um entsprechend hohe Pachtpreise entlohnen zu können. Ebenfalls nutzt KHANAL ET AL. (2012) den Pachtpreis als Proxy für die Bodenqualität. Demnach können die Autoren einen positiven Einfluss der Pachtpreise auf die Effizienz von Saatgut-produzierenden Betrieben messen. Weiterhin belegen LATRUFFE ET AL. (2004), dass eine höhere Bodenqualität zu Effizienzsteigerungen bei viehhaltenden Betrieben führt. KELLY ET AL. (2012) decken ebenfalls einen positiven Einfluss der Bodenqualität auf die technische Effizienz von irischen Milchviehbetrieben auf.

H4: Ein hoher Weideflächenanteil führt zu einem Absinken der Effizienz.

Die Hypothese ist dadurch begründet, dass bei einem hohen Weideflächenanteil eine extensivere Betriebsform vorliegt und diese im Vergleich zu nicht weidebasierten Fütterungssystemen bspw. geringere Milchleistungen je Kuh nach sich ziehen kann. Verschiedene Studien wie z.B. KOLVER UND MULLER (1998), DARTT ET AL. (1999) sowie BARGO ET AL. (2002) konnten bereits einen negativen Zusammenhang zwischen den Weidegeführten Betriebsformen und den biologischen Leistungen feststellen.

H5: Der Anteil Maissilage in der Grundfuttermischung hat einen negativen Einfluss auf die Effizienz.

Die Hypothese begründet sich darin, dass ein zu hoher Anteil Maissilage im Grundfutter zu einer geringeren Leistung der laktierenden Milchkühe führen kann (STOCKDALE 1995). Darüber hinaus kann ein zu hoher Energieanteil im Futter zu Erkrankungen wie Pansenacidosen führen. Infolge dessen wird ein negativer Einfluss eines überhöhten Einsatzes von Maissilage im Grundfutter auf die Effizienz von Milchviehbetrieben erwartet.

H6: Der Anteil der Betriebsprämie am Gewinn milchviehhaltender Betriebe beeinflusst die Effizienz negativ.

Es wird erwartet, dass Milchviehhalter einen geringeren Anreiz haben, effizient zu produzieren, wenn die entkoppelten Direktzahlungen einen höheren Anteil am Gewinn des Betriebes ausmachen. Diesbezüglich konnten ZHU UND LANSINK (2010) einen negativen Effekt auf die technische Effizienz von Marktfruchtbetrieben beobachten. (LAKNER 2009; ZHU UND LANSINK 2010; ZHU ET AL. 2012; LATRUFFE ET AL. 2011).

H7: Der Einsatz der totalen Mischration (TMR) wirkt sich positiv auf die Effizienz von milchviehhaltenden Betrieben aus.

In der Hypothese wird davon ausgegangen, dass der Einsatz der TMR in milchviehhaltenden Betrieben zu einer Effizienzsteigerung führt. Der Einsatz der TMR als Fütterungsstrategie führt zu Effizienzsteigerungen, da durch die vollständige Mischung mit allen Bestandteilen der Futterration eine homogenere Mischung erzeugt wird und der Milchkuh somit die Möglichkeit genommen wird, Futterkomponenten in der Futteraufnahme auszulassen (SORIANO ET AL. 2001; CABRERA ET AL. 2010).

H8: Die Betriebsgröße wirkt sich positiv auf die Effizienz der Milchviehbetriebe aus.

Es wird erwartet, dass größere Betriebe Größenvorteile, sogenannte „*Economies of scale*“, ausnutzen können und daraus folgend einen besseren Marktzugang besitzen, der die Möglichkeit bietet, höhere Preise zu erzielen oder eine bessere Position beim Aushandeln von Inputpreisen einzunehmen (vgl. LATRUFFE ET AL. 2004, S. 1256; HALL UND LEVEEN, E. PHILLIP 1978, S. 596; LISSITSA UND ODENING 2005, S. 321)

Gesundheitscharakteristika:**H9: Eine erhöhte Verlustrate an Kühen wirkt sich negativ auf die Effizienz aus.**

Die Studien von RAZZAQUE ET AL. (2009) und WINCKLER ET AL. (2003) kamen zu dem Ergebnis, dass die Verlustrate an Kühen einen wichtigen Gesundheits- und Managementparameter für Milchviehbetriebe darstellt. Die Hypothese begründet sich darin, dass eine hohe Verlustrate mit einer technisch ineffizienten Wirtschaftsweise und somit einem schlechten Management des Betriebsleiters einhergeht.

H10: Ein geringeres Erstkalbealter führt zu einer Steigerung der Effizienz.

Das Erstkalbealter besitzt laut HAWORTH ET AL. (2008) ebenfalls einen erheblichen Einfluss auf die Gesundheit und Langlebigkeit der Kühe. HARE ET AL. (2006) gehen von einem Trend zu kürzeren Erstkalbealtern bei Milchviehbetrieben aus, da demnach die Kosten für die

Färsenaufzucht reduziert werden können. LAWSON ET AL. (2004) konnten bereits eine effizienzsteigernde Wirkung durch ein geringes Erstkalbealter herausstellen.

H11: Eine höhere Reproduktionsrate führt zu einem Absinken der Effizienz.

Die Reproduktionsrate gehört in Milchviehbetrieben zu einer der wichtigsten Gesundheitskenngrößen, da sie die Nutzungsdauer der Milchkühe beschreibt und darüber Auskunft gibt, wie viel Färsen die Betriebe jedes Jahr einsetzen müssen, um die ausscheidenden Kühe im Betrieb zu ersetzen. Daher betont BROOM (1991) die Reproduktionsrate als wichtigen Tiergesundheitsfaktor. Darüber hinaus konnten LAWSON ET AL. (2004) nachweisen, dass der Zusammenhang kontraintuitiv ist: eine Erhöhung der Remontierungsrate führte zu einer Steigerung der Effizienz. Dennoch wird in der vorliegenden Arbeit auf einen intuitiven Zusammenhang geschlossen. Dementsprechend führt eine höhere Reproduktionsrate zu einer geringeren Nutzungsdauer der Kühe und letztlich zu einer Effizienzabnahme in Milchviehbetrieben.

H12: Eine hohe Milchleistung beeinflusst die Effizienz positiv.

Die biologische Leistung der Milchkühe spielt eine essentielle Rolle für Milchviehbetriebe, da sich hieraus wirtschaftliche Vorteile ergeben können. Mehrere Studien wiesen bereits den positiven Einfluss der Milchleistung auf die Effizienz von Milchviehbetrieben nach (vgl. (LUIK ET AL. 2014; LAWSON ET AL. 2004; WEERSINK ET AL. 1990)).

H13: Eine erhöhte Zellzahl beeinflusst die Effizienz der Betriebe negativ

Die Zellzahl in der Milch wird als wichtige Kenngröße der Eutergesundheit und generellen Gesundheit der Kühe verstanden. Demnach wird ein geringes Zellzahlniveau in der Milch mit einer gesunden Milchviehherde und einer effizienten Produktionsweise assoziiert (vgl. SANT'ANNA UND PARANHOS DA COSTA 2011; SCHUKKEN ET AL. 2003). LUIK ET AL. (2014) konnte bereits einen negativen linearen Zusammenhang zwischen der Zellzahl und der Effizienz von Milchviehbetrieben finden.

5 Datenbasis und Effizienzmodell

Voraussetzung für den Einsatz der vorgestellten Modelle zur Produktivitäts- und Effizienzanalyse aus Kapitel 3.3.2 ist eine hochwertige Datengrundlage. Dementsprechend widmet sich das vorliegende Kapitel der Beschreibung der vorhandenen Datenbasis und ihrer Aufbereitung. Schwerpunktmäßig werden das Modell zur Effizienzanalyse vorgestellt sowie die erforderlichen Input- und Outputsysteme abgeleitet und spezifiziert. Ebenso werden die Variablen für die anschließende Tobit-Regression beschrieben. Die zur Verfügung stehenden Daten stammen ausschließlich aus Betrieben in NRW. Die entsprechenden Strukturcharakteristika wurden bereits in Kapitel 2.4 vorgestellt.

5.1 Datengrundlage und -aufbereitung

Die Datengrundlage der vorliegenden Arbeit basiert auf Betriebszweigauswertungen der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. Dabei wurden 244 spezialisierte Milchviehbetriebe über fünf Wirtschaftsjahre (2007-2011) beobachtet. Die vorliegenden Betriebe sind allesamt dem Mittelgebirge Nordrhein-Westfalens zugehörig. Zu dieser Landschaft gehören insbesondere das Bergische Land (48 % des Datensatzes) und das Südwestfälische Bergland im Osten von Nordrhein-Westfalen (44 %). Darüber hinaus sind Beobachtungen enthalten, die der Eifel (5 %) und der Münsterländischen Tiefebene (3 %) entstammen.

Der Großteil der Betriebe (85 %) weist eine konventionelle Wirtschaftsweise auf. Darüber hinaus unterscheiden sich die verbleibenden Betriebe durch eine Extensivierung ihrer Flächen (14 %) und durch eine ökologische Wirtschaftsweise bzw. durch Direktvermarktung (1 %). Weiterhin sind Informationen zu der gewählten Unternehmensform in den Betriebszweigabrechnungen enthalten. Die Rechtsform der Einzelunternehmung ist aufgrund der vorwiegenden Anzahl von Familienbetrieben in Nordrhein-Westfalen dominant. So sind etwa 90 % der Betriebe als Einzelunternehmen registriert. Als zweithäufigste Unternehmensform liegt die Gesellschaft bürgerlichen Rechts (8 %) vor. Ferner firmieren 2 % als Kommanditgesellschaften (KG). Ebenso wird im Datensatz zwischen der Optierung und der Pauschalierung unterschieden. So wählen etwa 82 % der Betriebe die Pauschalierung nach § 24 UStG und 17 % die Optierung der Umsatzsteuer. Darüber hinaus wird 1 % der Betriebe als Kleinunternehmer deklariert.

Die Daten sind nach dem in Kapitel 2.5 vorgestelltem Betriebszweigauswertungsschema strukturiert. So werden zunächst unter dem Betriebszweig Milchproduktion/Färsenaufzucht die vollständigen Daten des Betriebszweiges Milchproduktion und des Betriebszweiges Färsenaufzucht kumuliert. Hierbei lassen sich 175 Variablen vorfinden, die die einzelnen Positionen der Betriebszweigauswertung (BZA) aus Kapitel 2.5 in drei Untergruppen kategorisieren. Demnach umfasst die erste Untergruppe die kompletten Absolutwerte der

Variablen. Die zweite sowie dritte Untergruppe gibt die Absolutwerte als normierte Produktivitätskennwerte (je Kilogramm Energie korrigierte Milch (ECM) oder je Kuh) an. Weiterhin sind die Betriebszweige selbst von Interesse: demzufolge lassen sich 40 Variablen zum Betriebszweig Milchproduktion vorfinden, die jedoch nicht über die Ausführlichkeit verfügen wie es bei der Zusammenfassung beider Betriebszweige der Fall ist. Der Betriebszweig Färsenaufzucht wird mit 91 Variablen repräsentiert und weist im Vergleich zur Einzelbetrachtung der Milchproduktion detailliertere Daten auf. Ferner stehen über die Betriebszweigabrechnungen an sich noch weitere Informationen über die Flächenausstattung der Betriebe und die genutzten Technologien auf den Betrieben (bspw. Melksysteme) zur Verfügung. Als wertvoll sind ebenso die einzelbetrieblichen Daten zum bio-technischen System der Betriebe anzusehen. Hierdurch können Rückschlüsse auf die Tiergesundheit in den Betrieben gezogen und Kausalaussagen zum wirtschaftlichen Erfolg oder der Effizienz durchgeführt werden. In Tabelle 4 sind für ausgewählte Strukturvariablen die Daten zu den Untersuchungsregionen zusammengefasst.

Variable	Bergisches Land		Südwestfälisches Bergland		Eifel		Münsterl. Tiefebene	
	ø	SD	ø	SD	ø	SD	ø	SD
Arbeitskrafteinsatz (h/ Betrieb)	3.504,8	1.164,1	3.720,1	1.358,9	3.725,3	1.071,6	3.629,8	1.185,1
Anteil Fam. Arbeitskraft (%)	79,4	19,9	83,0	19,0	87,3	13,0	86,2	19,4
Flächenausstattung (ha)	98,0	40,1	80,4	28,9	99,6	40,5	76,6	35,6
Anteil Dauergründland (%)	82,3	18,7	85,7	16,0	94,9	9,8	32,4	9,4
Pachtanteil (%)	71,0	19,3	64,8	22,1	71,4	11,4	51,2	28,7
Anzahl Kühe (n)	85,9	34,6	83,8	37,0	89,0	27,4	76,6	27,1
Milchleistung (kg/ Kuh/Jahr)	7.966,0	1.152,1	8.076,6	1.029,0	8.431,8	813,3	9.205,9	644,4

Tabelle 4: Strukturdaten der Untersuchungsregionen

Quelle: Eigene Darstellung; Mittelwert (ø); Standardabweichung (SD)

In Tabelle 4 werden bereits Unterschiede zwischen den Regionen auf den ersten Blick deutlich: die Betriebe im Bergischen Land weisen beispielsweise die geringste Zahl an Arbeitskraftstunden je Betrieb auf. Ebenso verfügen die Betriebe in der Münsterländischen Tiefebene über einen vergleichsweise geringen Arbeitskrafteinsatz. Hingegen können insbesondere die Betriebe im Südwestfälischen Bergland, der Eifel und der Münsterländischen Tiefebene einen hohen Anteil an Familienarbeitskräften (≥ 83 %) vorweisen. Lediglich das Bergische Land weist hier einen Wert von unter 80 Prozent auf. Ebenso unterscheiden sich die Betriebsgrößen im Hinblick auf die Flächenausstattung und die Anzahl der Kühe. Das Bergische Land sowie die Eifel können mit 98 bzw. 99 Hektar und 85 und 89 Kühen im Durchschnitt die größten Betriebe vorweisen. Die Variable Dauergrünland

spiegelt den Anteil Grünland an der bewirtschafteten Fläche der Betriebe wieder. Hinsichtlich des Anteils an Dauergrünland weisen das Bergische Land und das südwestfälische Bergland untereinander keine starken Differenzen auf. Dennoch kann beobachtet werden, dass die Eifel im arithmetischen Mittel einen extrem hohen Dauergrünlandanteil von 94 % vorweisen kann. Betriebe der Münsterländischen Tiefebene besitzen lediglich 32 % Dauergrünland an ihrer bewirtschafteten Fläche. Daraus werden die unterschiedlichen Standortbedingungen sichtbar. In der Beschreibung der Standortgegebenheiten in Kapitel 2.4 wurde bereits deutlich, dass die Münsterländische Tiefebene sich durch eine ackerbauliche Nutzung der Flächen auszeichnet. Die Eifel weist eine eher extensive Bodennutzung auf. Im Hinblick auf den Pachtanteil besteht insbesondere in der Münsterländischen Tiefebene ein hoher Eigentumsanteil der Milchviehbetriebe. Lediglich 50 % der landwirtschaftlichen Fläche sind zugepachtet. In den verbliebenen Regionen scheinen die Pachtanteile an der Fläche homogen verteilt zu sein. Mit Blick auf die Milchleistung in den einzelnen Regionen überrascht die Münsterländische Tiefebene mit über 9.000 kg je Kuh und Jahr. Dieses scheint jedoch der Tatsache der geringen Beobachtungszahl von 3 % am „Sample“ geschuldet zu sein. So liegt der Durchschnitt des vollständigen Datensatzes im Bereich von 8.071 kg je Kuh und Jahr. Die Aufbereitung umfasste dabei die Deflationierung der einzelnen Produktionsgrößen mit den Preisindizes des STATISTISCHES BUNDESAMT (2013). Ebenfalls wurden multiple Ausreißeranalysen mit Hilfe der Supereffizienz durchgeführt. Aufgrund der robusten Daten konnte auf eine Reduzierung des Datensatzes infolge von Ausreißern verzichtet werden.

5.2 Modellspezifikation

Das Effizienzmodell soll nach den Anforderungen aus Kapitel 3.3.3 eine vollständige Abbildung des Produktionssystems repräsentieren. Daher kommt der Wahl der In- und Outputgrößen für die Modellierung des Systems eine essentielle Rolle zu. Für die Identifikation relevanter Faktoren ist es von Bedeutung, dass diese einen Einfluss auf das Produktionsergebnis haben. Dementsprechend sollte die Inputseite alle Größen beinhalten, die zur Erzeugung des Outputs Milch relevant erscheinen. Dagegen sollte der Output alle Erlöse darstellen, die durch den Betriebszweig Milch erzielt werden. Hier sei auf die beschriebenen Grundsätze der Modellierung des In- und Outputsystems aus Kapitel 3.3.3 verwiesen. Folglich ist zu beachten, dass die Variablenanzahl auf der In- und Outputseite möglichst gering gehalten wird, um einem Dimensionalitätsproblem sowie der angesprochenen Inflation der Effizienzwerte entgegen zu wirken. Darüber hinaus besteht der Grundsatz, dass für die Modellierung der technischen Effizienz möglichst physische Mengen verwendet werden sollten, um Verzerrungen durch die Hinzunahme von Preisen zu verhindern.

In Abbildung 26 wird das angewendete Effizienzmodell abgebildet und nachfolgend diskutiert. Um die Betriebszweige Milchproduktion und Färsenaufzucht⁹ ökonomisch möglichst vollständig darzustellen, werden die Betriebe mittels einer ökonomischen Stallbilanz modelliert (siehe Abbildung 26). Als Systemgrenze wird, bildlich gesprochen, die Stalltür der Betriebe verwendet, als Analogie zur weit verbreiteten „*Hofterbilanz*“. Konkret werden bei der ökonomischen Stallbilanz sämtliche Inputs erfasst, die zur Milchproduktion und Färsenaufzucht verwendet werden. Als Komplement erfolgt eine Bilanzierung sämtlicher Leistungen, die im Stall produziert werden. Die Bestimmung der Effizienzwerte erfolgt inputorientiert, d.h. es wird die maximal mögliche Ressourceneinsparung bei konstantem Output ermittelt. Grund hierfür ist die im Betrachtungszeitraum vorhandene Produktionsbeschränkung von Milchviehbetrieben durch das Regime der Milchquote, sodass der Output fix ist.

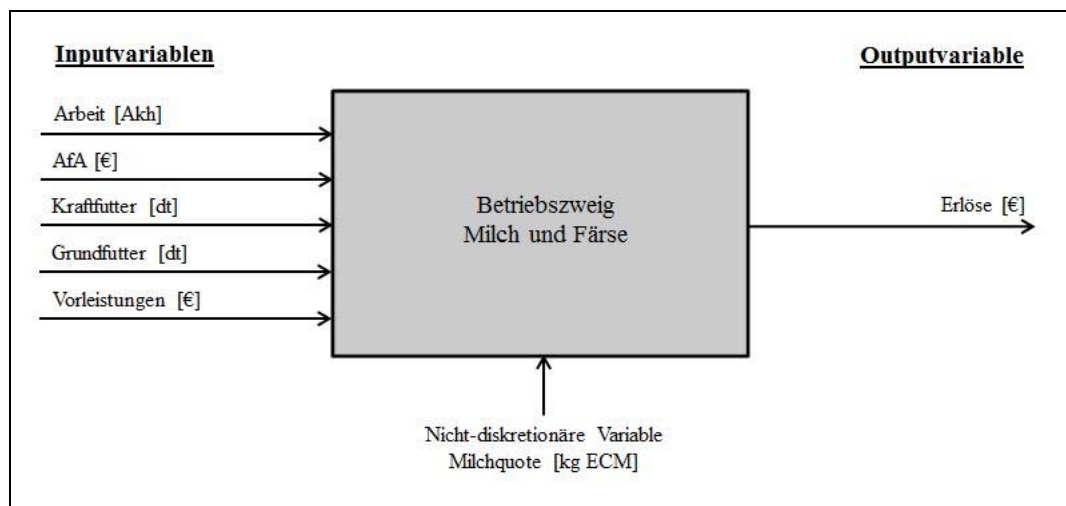


Abbildung 26: Effizienzmodell zur Analyse nordrhein-westfälischer Milchviehbetriebe

Quelle: Eigene Darstellung

Wie aus Abbildung 26 ersichtlich, werden als Inputs die Grund- und Kraftfuttermenge, die Vorleistungen sowie die Arbeit und die Abschreibung für Abnutzung (AfA) als Kapitalproxy verwendet. Die eingesetzte Grundfuttermenge enthält sämtliche Rau- und Saftfuttermittel, die für den Betriebszweig Milchproduktion und Färsenaufzucht eingesetzt werden. Analog zum Grundfutter erfasst die Variable Kraftfutter sämtliche Kraftfutteraufwendungen. Die Futtermengen werden hierbei lediglich physisch erfasst, d.h. Kosten der Grundfutterbergung wie z.B. Diesel finden sich auch nicht in anderen Variablen wieder. Der Input Vorleistungen beinhaltet sämtliche Ausgaben für Tierarzt, Besamung, Strom, Wasser, Berufsgenossenschaft

⁹ Eine Inklusion der Färsenaufzucht erfolgt aufgrund der in der Praxis sehr häufig anzutreffenden engen Verknüpfung der Haltung von Milchkühen und der eigenen Aufzucht von Färsen.

und Versicherungen, kalkulatorische Zinsansätze für Umlaufvermögen sowie Gebäude und Milchlieferrechte, Pachtaufwendungen für Milchquoten, Zahlungen für Superabgaben bei Überlieferungen, Mietaufwendungen sowie sonstige Gemeinkosten und Unterhaltskosten von Gebäuden. Zur Darstellung der eingesetzten eigenen und fremden Arbeitsmenge werden die Arbeitskraftstunden (Akh) pro Betrieb erfasst. Hingegen wird der Kapitaleinsatz über die jährliche AfA dargestellt. Zur Berücksichtigung der Milchquote als Produktionsbeschränkung wird die energiekorrigierte Milchquote (ECM) als nicht-diskretionäre Variable integriert. Die Modellierung der ökonomischen Stallbilanz erfolgt ohne Berücksichtigung der Anzahl der Kühe auf der Inputseite, da diese in die spätere Tobit-Analyse einfließen wird. Die Erlöse werden als Output verwendet und setzen sich aus der mit dem Mittelwert des Milchpreises aller Beobachtungen multiplizierten Milchmenge¹⁰, dem Schlacht-/Kälbererlös des Betriebszweiges sowie dem Verkauf von Zuchtfärsen zusammen. An den Betriebszweig gekoppelte Direktzahlungen werden ebenfalls in den Erlösen erfasst. Zur Vollständigkeit der ökonomischen Stallbilanz muss der Gülleanfall mit berücksichtigt werden. Jedoch kann aufgrund des verwendeten Datensatzes der Düngerwert des Betriebszweiges nicht explizit berücksichtigt werden. Neben des geringen Umsatzanteils des Düngerwertes korreliert die Menge an Gülle bei Herden mit vergleichbarem Leistungsniveau eng mit der Milchproduktion, sodass die zusätzliche Diskriminierung der Effizienzwerte durch die Berücksichtigung des Düngerwertes als vernachlässigbar gering einzuschätzen (vgl. GRÄFE 2008; DYSON ET AL. 2001).

Um Auskunft über die vorliegenden Skalenerträge zu erhalten, wurde der von SIMAR UND WILSON (2002) entwickelte Algorithmus zum Test auf konstante Skalenerträge verwendet. Als Ergebnis lässt sich für den vorliegenden Datensatz festhalten, dass die Nullhypothese, die das Vorliegen von konstanten Skalenerträgen unterstellt, auf Basis des 1 % Niveaus abgelehnt werden kann. Die Skalenerträge sind somit nicht konstant. Dennoch wird die Effizienzanalyse sowohl unter konstanten als auch variablen Skalenerträgen durchgeführt, um die Berechnung von Skaleneffizienzen zu ermöglichen.

Im Gegensatz zu anderen Studien zur Effizienz von Milchviehbetrieben (z.B. LATACZ-LOHMANN ET AL. (2011)) wird im vorliegenden Modell die landwirtschaftlich genutzte Fläche nicht als Input berücksichtigt. Grund hierfür ist, dass die Effizienz des Betriebszweiges Milchproduktion und Färsenaufzucht unabhängig von der Effizienz des Futterbaus ermittelt werden soll. Dementsprechend werden mögliche Verzerrungen durch die Effizienz des Anbaus von Futter ausgeschlossen. Gleichzeitig wird die benötigte Futtermenge über den Input Grundfutter sowie den Anteil an selbst erzeugtem Kraftfutter präziser erfasst, als über die Proxyvariable landwirtschaftlich genutzte Fläche. Auf Basis des in Abbildung 26

¹⁰ Die Verrechnung der Milchmenge und des Milchpreises erfolgt energiekorrigiert. Qualitätsunterschiede in der Milchproduktion werden somit in der Menge an Kilogramm ECM wiedergegeben.

dargestellten ökonomischen Modells erfolgt eine Schätzung von Einflussfaktoren, wie der Betriebs- und Gesundheitscharakteristika auf den Effizienzwert. In Tabelle 5 ist die deskriptive Statistik für die eingesetzten Variablen in der Effizienzanalyse wiedergegeben. Der erste Teil umfasst die Variablen für die Analyse der technischen Effizienz, in der größtenteils die physischen Mengen der Inputfaktoren berücksichtigt worden sind. Der zweite Teil erfasst die deskriptive Statistik für die verwendeten Preise für die anschließende alloкатive Effizienzanalyse. Mit Blick auf die eingesetzten Inputfaktoren wird deutlich, dass ein durchschnittlicher Betrieb 3.616 Arbeitsstunden und 2.236 Dezitonnen Kraftfutter einsetzt.

Variable	Einheit	Mittelwert	Standard- abweichung	Minimum	Maximum
Technische Effizienz					
<i>Inputs</i>					
Arbeit	Akh	3.615,5	1.253,6	862,4	10.632,1
Abschreibungen	Euro	22.628,9	14.801,3	673,3	89.641,7
Kraftfutter	dt FM	2.235,5	1.165,0	430,4	10.668,6
Grundfutter	dt FM	3.923,2	1.706,2	1.249,3	17.186,6
Vorleistungen	Euro	75.557,4	39.136,4	19.333,2	489.816,6
<i>Nicht-diskretionärer Input</i>					
Milchquote	ECM kg	636.013,2	280.695,2	181.491,0	280.292,0
<i>Output</i>					
Erlöse	Euro	251.580,6	115.110,8	63.554,1	1.078.718,6
Allokative Effizienz					
Preis Arbeit	Euro/ Akh	13,4	1,5	8,0	15,1
Preis Abschreibungen	Euro	1,0	1,0	1,0	1,0
Kraftfutterpreis	Euro/ dt FM	22,5	3,7	8,3	45,8
Grundfutterpreis	Euro/ dt FM	21,1	4,2	10,0	48,2
Vorleistungen	Euro	1,0	1,0	1,0	1,0

Tabelle 5: Deskriptive Statistik der Variablen für die Effizienzanalyse

Quelle: Eigene Darstellung, n=1208 Beobachtungen

Darüber hinaus liegt die jährliche Abschreibung für Betriebe bei durchschnittlich 22.629 Euro. Ferner setzen die Betriebe 3.923 Dezitonnen Grundfutter und Vorleistungen im durchschnittlichen Wert von 75.557 Euro ein. Die Milchlieferrechte liegen im Mittel bei 636.013 kg Energie korrigierte Milch. Weiterhin liegen die aggregierten Erlöse, die sich aus den Milcherlösen, den Direktzahlungen und den Erlösen aus Tierversetzungen zusammensetzen, bei 251.581 Euro je Betrieb. Im Hinblick auf die Preise für die Inputfaktoren werden durchschnittlich 13,40 Euro je Arbeitskraftstunde gezahlt und darüber hinaus ein durchschnittlicher Kraftfutterpreis von 22,50 Euro je Dezitonne berechnet. Der Grundfutterpreis liegt auf einem nahezu ähnlichen Niveau. Demnach geben die Betriebe im Mittel 21,10 Euro je Dezitonne Grundfutter aus. Da die Faktoren Abschreibungen und

Vorleistungen bereits monetär bewertet worden sind, findet für die alloкатive Effizienzanalyse eine Gewichtung mit dem Faktor 1 statt. Laut BOGETOFT UND OTTO (2013, S. 132) ist es trotzdem möglich, neben der bereits monetären Bewertung in der technischen Effizienzanalyse, die alloкатive Effizienz und somit das kostenminimale Einsatzverhältnis der Inputs zu berechnen.

Bevor die Effizienzanalyse im folgenden Kapitel angewendet wird, werden die Zusammenhänge zwischen einzelnen partiellen Produktivitäten der Output/Inputs in Tabelle 6 veranschaulicht. Um zu überprüfen, inwieweit die unterschiedlichen Produktivitätsmaße zu unterschiedlichen Ergebnissen führen, werden die Korrelationskoeffizienten der einzelnen Verhältnisse berechnet. Für den Fall, dass die Korrelationskoeffizienten bei ± 1 liegen, kann davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse zur selben Schlussfolgerung führen.

Variable	Output/ Arbeit	Output/ Afa	Output/ Kraftfutter	Output/ Grundfutter	Output/ Vorleistungen
Output/Arbeit	1				
Output/Afa	-0,101	1			
Output/Kraftfutter	-0,022	-0,011	1		
Output/Grundfutter	0,289	-0,007	-0,22	1	
Output/Vorleistungen	0,193	-0,009	0,023	0,229	1

Tabelle 6: Korrelationskoeffizienten der partiellen Produktivitäten

Quelle Eigene Darstellung

Tabelle 6 zeigt, dass die Korrelationskoeffizienten untereinander sehr stark variieren und ebenso negative Werte annehmen. Dies bedeutet letztlich, dass die partiellen Produktivitätsmaße in differenzierten Ergebnissen bei der Bewertung der Produktivität der Betriebe resultieren und eine gesamt einheitliche Betrachtung mit Hilfe der DEA unterstreichen. Im Anschluss an die DEA werden die aufgezeigten Hypothesen aus Kapitel 4.3 mit Hilfe der Tobit Regression überprüft. In Tabelle 7 ist die deskriptive Statistik der einzelnen Variablen zur Messung der Effizienztreiber dargestellt. Die Auswahl dieser exogenen Variablen wird maßgeblich von deren Verfügbarkeit im Datensatz bestimmt. Der Anteil der Familienarbeitskraft wird durch einen Dummy modelliert. Im Fall, dass der Betrieb vollständig auf Familienarbeitskraft setzt, beträgt die Dummyvariable 1. Der Pachtlandanteil liegt im Mittelwert bei ungefähr zwei Drittel der landwirtschaftlichen Fläche. So werden ebenfalls Betriebe beobachtet, die lediglich ihre vollständige Fläche im Eigentum verwalten oder Betriebe, deren Flächen vollständig aus Pachtland besteht. Das durchschnittliche Pachtpreisniveau liegt bei 155 Euro je Hektar landwirtschaftliche Fläche. Als Maximum werden 715 Euro je Hektar landwirtschaftliche Fläche gezahlt. Ebenso von Interesse für die spätere Analyse der Effizienztreiber ist der Anteil an Weidehaltung, der als eine extensivere

Bewirtschaftungsform verstanden werden kann. Die Variable wird ebenfalls als Dummyvariable modelliert. Dementsprechend erhalten Betriebe, die ein Anteil der Weidefläche an der landwirtschaftlichen Fläche von über 10 % halten eine 1 in der Modellierung. In Bezug auf die Futtercharakteristika wird der Anteil der Maissilage im Grundfutter untersucht. In diesem Fall weisen die Betriebe im Durchschnitt einen Maissilageanteil im Grundfutter von 23 % auf. Hier können ebenfalls Betriebe beobachtet werden, die mit knapp 80 % Maissilage im Grundfutter deutlich über dem Durchschnitt liegen. Ebenfalls wird der Anteil der Betriebsprämie am Gewinn abgebildet. In diesem Fall liegt der Mittelwert für den Anteil der Betriebsprämie am Gewinn mit 200 % relativ hoch. Dies lässt aus dem Vorliegen geringer Gewinnmargen der Betriebe erklären. Als Dummyvariable wird ebenso die totale Mischration verwendet. So erhalten Betriebe, die auf TMR als Fütterungsstrategie setzen eine 1 in der Regression. Der Durchschnitt der beobachteten Kühe liegt bei 85 Kühen. Im Minimum werden 27 Kühe ausgewiesen und der größte Betrieb hält 331 Kühe.

Variable	Einheit	Mittelwert	Standard- abweichung	Minimum	Maximum
Betriebscharakteristika					
Anteil Familienarbeitskraft ¹¹	Dummy	0,354	0,48	0	1
Pachtlandanteil	%	67,8	21,0	0,0	1,0
Pachtpreisniveau	Euro	155,2	67,5	8,3	715,3
Weideflächenanteil ¹²	Dummy	0,498	0,5	0	1
Anteil Maissilage im Grundfutter	%	23,1	18,8	0,0	79,3
Anteil Betriebsprämie am Gewinn	%	216	10,54	12,6	2079
TMR ¹³	Dummy	0,095	0,29	0	1
Anzahl Kühe	n/10	8,5	3,52	2,7	33,1
Gesundheitscharakteristika					
Totgeburten	%	4,5	4,5	0,0	29,4
Kuhverluste	%	3,4	3,1	0,0	29,8
Erstkalbealter	Monate	29,0	2,5	22,6	39,6
bereinigte Reproduktionsrate	%	28,9	9,3	0,82	129,8
Milchleistung	100 kg ECM	80,71	10,91	44,64	11,66
Zellzahl	Zehntausend	18,5	4,61	5,5	40,00

Tabelle 7: Deskriptive Statistik für Variablen zur Messung der Effizienztreiber

Quelle: Eigene Darstellung

Ebenfalls wird die Totgeburtenrate der Betriebe berücksichtigt. So werden im Schnitt 4,5 % Totgeburten im „Sample“ beobachtet. Der maximale Wert liegt mit 29,4 % Totgeburten in einer kritischen Höhe. Ebenso sieht es bei den Kuhverlusten aus. So liegt der Durchschnitt bei

¹¹ Dummy für 100 % Familienanteil

¹² Dummy für Weideflächenanteil >10 % = 1

¹³ Dummy für Totale-Misch-Ration = 1

3,4 %. Wie bei den Totgeburten können Betriebe beobachtet werden, die sogar einen Maximalwert von 29 % aufweisen. Das Erstkalbealter, welches nach HAWORTH ET AL. (2008) einen deutlichen Einfluss auf die Konstitution der Tiere hat, wird im Mittel bei 29 Monaten beobachtet. Es gibt auch Betriebe mit einem Erstkalbealter von 39 Monaten, was natürlich mit enormen Aufzuchtkosten verbunden ist. Die Reproduktionsrate, die ein Maß für die Nutzungsdauer der gehaltenen Milchkühe darstellt, liegt durchschnittlich bei 29 %.

Die Milchleistung, die sowohl ein Indikator für das Management als auch für die Tiergesundheit darstellt, kann im Mittel bei 8.071 kg ECM beobachtet werden. Das Minimum liegt bei 4.464 kg ECM, analog das Maximum bei 11.664 kg ECM je Kuh. So kann von einem recht hohen Durchschnittswert der Milchleistung gesprochen werden, da auf nordrhein-westfälischer Ebene eine durchschnittliche Milchleistung von 7.482 kg ECM je Kuh vorliegt. Als letztes Maß wird die Zellzahl verwendet, die als wichtiges Kriterium der Eutergesundheit angesehen wird. In diesem Fall weist der durchschnittliche Betrieb eine Zellzahl von 185.000 Zellen je Milliliter Milch auf. Es können allerdings auch Werte von 55.000 Zellen/ml Milch beobachtet werden. Die maximale Zahl liegt bei 400.000 Zellen je Milliliter Milch.

6 Empirische Ergebnisse der Produktivitäts- und Effizienzanalyse

Aufbauend auf den vorhergehenden Kapiteln werden im Folgenden die Ergebnisse der empirischen Effizienzanalyse für die Milchviehhaltung in Nordrhein-Westfalen vorgestellt. Zunächst wird eine Gegenüberstellung der Zusammenhänge der Effizienzwerte zum einen aus den jährlich durchgeführten Effizienzanalysen und zum anderen aus der vorgestellten Window-Analyse erfolgen. Im Anschluss daran werden die Ergebnisse der technischen Effizienzanalyse, unterschieden nach konstanten sowie variablen Skalenerträgen, vorgestellt. Ferner werden die Resultate des Multiplier-Modells präsentiert, dessen methodische Konzeption in Kapitel 3.3.2.3 vorgestellt wurde. Das Multiplier-Modell gibt Aufschluss über die objektiven Gewichtungen der In- und Outputs und somit über die Stärken bzw. Schwächen der Unternehmen. Anschließend werden die Ergebnisse der Envelopment-Form aufgezeigt, die Rückschlüsse auf die Benchmarks liefern und die jeweiligen Einsparungspotenziale der eingesetzten Produktionsfaktoren aufzeigen. Die parallele Berücksichtigung von konstanten Skalenerträgen erlaubt einen Vergleich der Effizienzwerte unter variablen Skalenerträgen. Demnach lässt sich die Skaleneffizienz der milchviehhaltenden Betriebe berechnen. Aufgrund des Vorliegens von Preisen für Inputfaktoren können ebenfalls die allokativen und ökonomische Effizienz der Unternehmen berechnet werden. Die allokativen Effizienz ermöglicht die Berechnung des kostenminimalen Einsatzverhältnisses der Inputfaktoren und gibt Aufschluss über ein weiteres Potenzial für die Betriebe. Hingegen zeigt die ökonomische Effizienz das Gesamtpotenzial des Unternehmens unter Berücksichtigung der technischen und allokativen Effizienz auf. Angesichts der Vielzahl an betriebsindividuellen Ergebnissen wird auf eine Effizienzbetrachtung auf Betriebsebene in der vorliegenden Arbeit verzichtet. Demnach erfolgt die Ergebnisvorstellung auf Basis der durchschnittlichen Ergebnisse der Betriebe.

6.1 Ergebnisse der technischen Effizienz

Die Analyse der unterschiedlichen Effizienzmaße erfolgt mit Hilfe der Window-Analyse, die die Beobachtungen aus den fünf Jahren zusammenfasst. Aufgrund der diskutierten Bereinigung um Preiseffekte und Inflationsraten in Kapitel 5.1 kann eine Vergleichbarkeit der Beobachtungen gewährleistet werden. Dennoch stellt sich die Frage, inwieweit die Effizienzwerte der Window-Analyse die Ergebnisse der Effizienzwerte bei jährlicher Betrachtung widerspiegeln. Hierzu werden die Ergebnisse der einzelnen Wirtschaftsjahre von 2007 bis 2011 jeweils den errechneten Effizienzwerten aus der Window-Analyse für fünf bis hin zu engeren Zeiträumen von zwei Wirtschaftsjahren einander gegenüber gestellt. Dabei wird mit Hilfe der Rangkorrelationen nach Spearman der Zusammenhang zwischen den einzelnen Ergebnissen analysiert.

Wirtschaftsjahr	2007-2011	2008-2011	2009-2011	2010-2011
2007	0,848			
2008	0,889	0,886		
2009	0,919	0,915	0,909	
2010	0,947	0,951	0,951	0,956
2011	0,959	0,961	0,962	0,976

Tabelle 8: Rangkorrelationen der Effizienzwerte mit der Window-Analyse

Quelle: Eigene Darstellung; Rangkorrelationen sind auf dem Niveau von 0,01 % signifikant

In Tabelle 8 sind die Rangkorrelationen nach Spearman für die einzelnen Jahre und der selektierten Jahre aus der Window-Analyse dargestellt. Es zeigen sich bei der Berücksichtigung aller fünf Jahre bereits starke Rangkorrelationen mit den Ergebnissen einzelner Jahre, die lediglich für das Jahr 2007 unter 0,85 liegen. Der Vollständigkeit werden ebenfalls engere Zeitfenster durch die Window-Analyse ausgewählt und mit den Ergebnissen der jeweiligen Jahre verglichen. Zunächst wird das Jahr 2007 aus der zusammengefassten Analyse ausgeschlossen. Dementsprechend lässt sich auch kein Vergleich zu diesem Jahr ziehen. Durch die Reduzierung der Beobachtungen wird erwartet, dass sich, aufgrund der geringeren Beobachtungsanzahl, die Rangkorrelationen zwischen den Analysen erhöhen. Wie Tabelle 8 zeigt, ist dies der Fall. So nähern sich die Effizienzwerte der jährlichen DEA-Analyse denen der Window-Analyse an. Abschließend werden hohe Rangkorrelation von 0,956 und 0,976 erreicht. Die vorgestellten Inhalte unterstreichen, dass die DEA Window-Analyse zu konsistenten jährlichen Schätzungen der Effizienzwerte führen. Als Konsequenz werden die Analysen der Effizienz, basierend auf der vollständigen Betrachtung des „Samples“, durchgeführt, um einen Vorteil aus der höheren Beobachtungszahl zu generieren. Die Vergleichbarkeit einzelner Jahre wird dabei durch eine Inflationsbereinigung gewährleistet. Die Ergebnisse einzelner Jahre lassen sich im Anhang nachverfolgen.

6.1.1 Effizienzwerte

Wie bereits zu Beginn des Kapitels erläutert, findet im Folgenden zunächst eine Vorstellung der Ergebnisse unter konstanten und anschließend unter variablen Skalenerträgen statt. In Abbildung 27 ist die Verteilung der Effizienzwerte unter Annahme von konstanten Skalenerträgen dargestellt. Bei der Berechnung der konstanten Skalenerträge wird davon ausgegangen, dass die Betriebe mit der optimalen und somit produktivsten Betriebsgröße verglichen werden. Dabei wird ebenfalls unterstellt, dass die Betriebe an ihrer optimalen Skalengröße wirtschaften. In Abbildung 27 wird deutlich, dass lediglich 3 % der Betriebe als effizient klassifiziert werden und somit gleichzeitig die optimale Betriebsgröße vorweisen. 38 Prozent, also über ein Drittel der Betriebe, weisen Effizienzwerte zwischen 70 und 80 % auf.

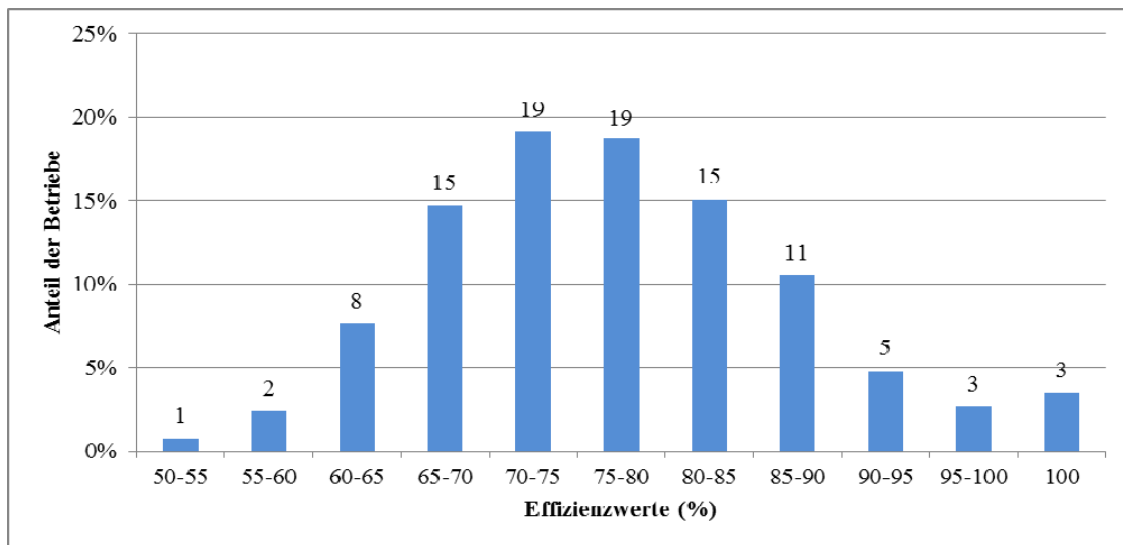


Abbildung 27: Verteilung der Effizienzwerte unter konstanten Skalenerträgen

Quelle: Eigene Darstellung

Dies bedeutet für die Betriebe ein radiales und somit gleichmäßiges Inputreduktionspotenzial von 30 bzw. 20 Prozentpunkten. Der Mittelwert für die analysierten Milchviehbetriebe, liegt bei 77 %. Der ineffizienteste Betrieb weist einen Effizienzwert von 42 % auf, welches als Konsequenz eine Reduktion der Inputs in Höhe von 58 % darstellt. Hierbei handelt es sich um zwei Beobachtungen, die in der aufgeführten Grafik zur Gruppe von 50-55 % gezählt worden sind, um eine überschaubare Darstellung zu gewährleisten.

Wie bereits in Kapitel 5.2 aufgezeigt werden konnte, ist die Annahme, dass Betriebe stets an ihrer optimalen Größe produzieren, nicht immer gerechtfertigt. Dementsprechend können Betriebe durchaus unterhalb oder oberhalb ihrer optimalen Betriebsgröße produzieren. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, bietet sich die Möglichkeit, die Effizienzanalyse unter variablen Skalenerträgen durchzuführen. Abbildung 28 veranschaulicht die Verteilung der Effizienzwerte unter variablen Skalenerträgen. Aufgrund der beschriebenen Charakteristika variabler Skalenerträge in Kapitel 3.3.2.3, werden die Betriebe nun nicht mehr mit der optimalen Skalengröße verglichen, sondern mit den Betrieben einer vergleichbaren Betriebsgröße. Folglich ergibt sich eine engere Umhüllung der unterschiedlichen Output/Input Kombinationen. Diese Tatsache zeichnet sich ebenso in der Verteilung der Effizienzwerte ab: die Durchschnittseffizienzwerte sind höher. Es werden im Vergleich zu den konstanten Skalenerträgen weitere 4 % der Betriebe als effizient klassifiziert. Die Rechtsverschiebung wird ebenso in den untergeordneten Effizienzkategorien deutlich. Dementsprechend werden jeweils drei Prozent mehr Beobachtungen in den Klassen von 80 bis 95 % beobachtet. In Tabelle 9 sind die Effizienzwerte deskriptiv zusammengefasst und repräsentieren die Ergebnisse der unterschiedlichen Annahmen. Im Vergleich der durchschnittlichen

Effizienzwerte können, wie erwartet, höhere Effizienzwerte im Mittel unter variablen Skalenerträgen beobachtet werden.

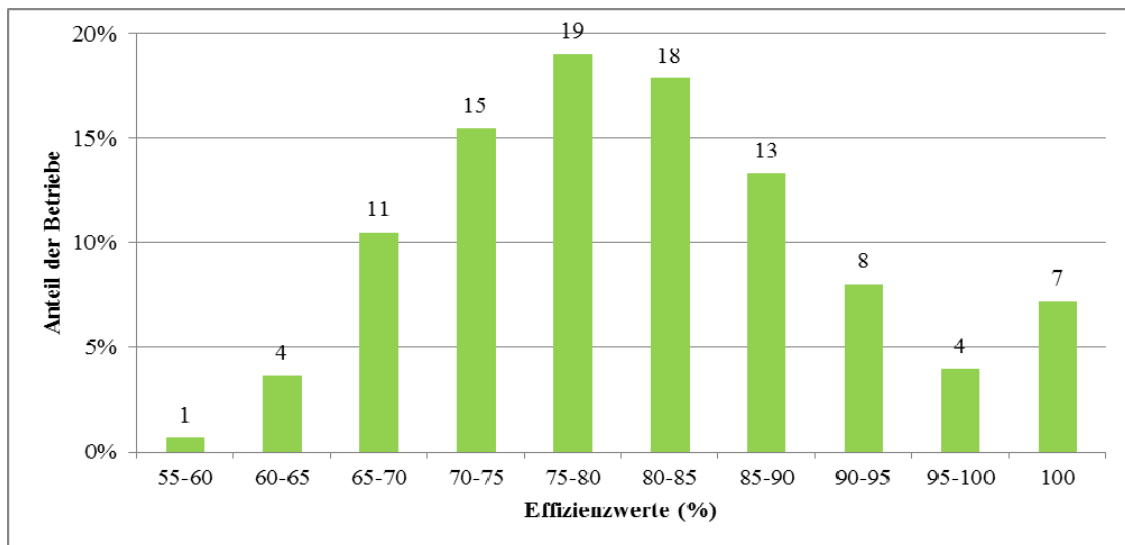


Abbildung 28: Verteilung der Effizienzwerte unter variablen Skalenerträgen

Quelle: Eigene Darstellung

Der Median beider Annahmen zeigt sich minimal unterschiedlich zu den Mittelwerten. Das Minimum der Effizienzwerte unter variablen Skalenerträgen liegt um 6 % höher, als es unter konstanten Skalenerträgen der Fall ist. Aufgrund einer realitätsnäheren Betrachtung, die von variablen Skalenerträgen ausgeht, werden sowohl die Stärken-/ Schwächenanalyse, als auch die Analyse der Einsparungspotenziale unter dieser Annahme durchgeführt.

Betrachtungsebene	Mittelwert	Median	Standardabweichung	Minimum	Maximum
konstante Skalenerträge	77,0%	76,3%	0,102	42,4%	100,0%
variable Skalenerträge	80,8%	80,0%	0,101	48,3%	100,0%

Tabelle 9: Deskriptive Statistik der Effizienzwerte unter verschiedenen Skalenerträgen

Quelle: Eigene Darstellung

6.1.2 Stärken- und Schwächenanalyse

Als eines der Herzstücke der DEA kann das Multiplier Modell bezeichnet werden. Daraus können Rückschlüsse über die Stärken und Schwächen der Betriebe gewonnen werden. Aufgrund des linearen Optimierungsmodells werden bei einem geringen Verbrauch eines Faktors diese entsprechend hoch gewichtet. Hingegen geht eine geringe Gewichtung mit einem übermäßigen Verbrauch des Produktionsfaktors einher.

In Abbildung 29 werden die durchschnittlichen relativen Inputgewichtungen für effiziente und ineffiziente Betriebe dargestellt. Im Hinblick auf effiziente Betriebe kann bei diesen von

einer erhöhten Kapital- respektive Grundfutterproduktivität gesprochen werden. In diesen Fällen liegen die durchschnittlichen Gewichtungen der beiden Faktoren über denen der ineffizienten Betriebe und bedeuten, dass jene Betriebe in diesen Faktoren besonders wenige Ressourcen einsetzen und folglich höhere Durchschnittsgewichte erhalten.

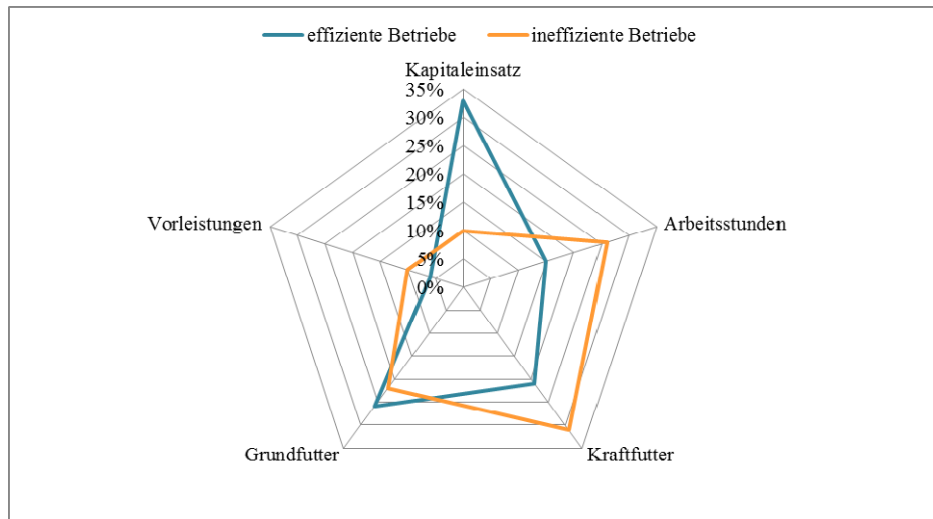


Abbildung 29: Relative Inputgewichtungen der Einsatzfaktoren

Quelle: Eigene Darstellung

In Tabelle 10 werden die exakten Werte der Inputgewichtungen dargestellt. Hierbei wird abermals deutlich, dass die Gewichtung des Kapitaleinsatzes bei den effizienten um über 20 % höher liegt, als es bei den ineffizienten Betrieben der Fall ist.

Klassifizierung	Kapital	Arbeitskraft	Kraftfutter	Grundfutter	Vorleistungen
Effizient	33%	15%	21%	26%	6%
Ineffizient	10%	26%	31%	22%	10%

Tabelle 10: Vergleich der Inputgewichtungen

Quelle: Eigene Darstellung

Nichtsdestotrotz fällt der Unterschied in der Gewichtung im Bereich des Faktors Grundfutters nur minimal höher aus, welches ebenfalls auf eine geringere Nutzung der Ressource hinweist. In der Analyse der einzelnen Jahre werden zu einem überwiegenden Anteil höhere Faktorgewichtungen bei den Inputfaktoren Kapital und Grundfutter für effiziente Betriebe vermerkt, sodass hier auf konsistente Stärken bzw. Schwächen für die ineffizienten Milchviehbetriebe geschlossen werden kann. Die Ergebnisse einzelner Jahre lassen sich im Anhang nachvollziehen.

6.1.3 Einsparungspotenziale der Milchviehbetriebe

Die vorherige Betrachtung der Ergebnisse aus dem Multiplier-Modell dient als Grundlage für die Ergebnisse des Envelopment-Modells. So kann mit Hilfe des vorgestellten Modells aus Kapitel 3.3.2.3 auf Einsparpotenziale der Produktionsfaktoren geschlossen werden. Dies geschieht mit Hilfe der Identifikation der Benchmarkbetriebe auf der „best-practice“ Frontier. Bei genauer Betrachtung stellen diese Benchmarks Konvexkombinationen aus unterschiedlich beobachteten effizienten Betrieben bzw. DMUs dar. Der Vergleich der Inputeinsatzmengen jedes ineffizienten Betriebs mit dem jeweiligen konstruierten Benchmarkbetrieb auf der „best-practice“ Frontier ermöglicht die Bestimmung von Einsparungspotenzialen. Die durchschnittlichen Werte sind in Abbildung 30 dargestellt.

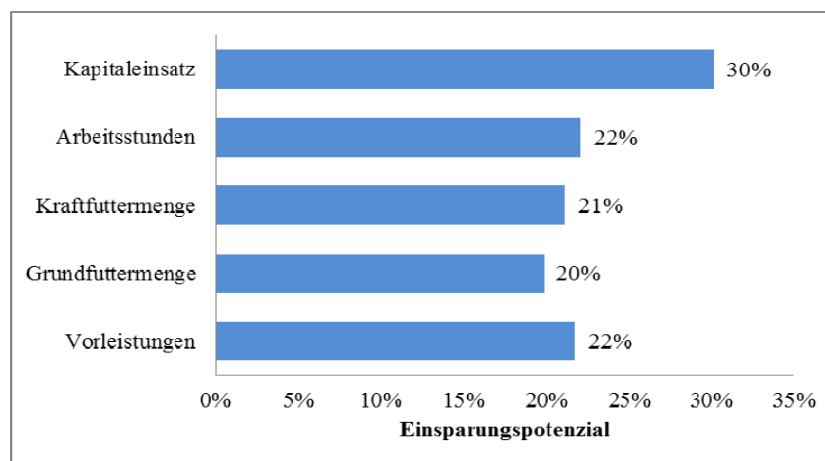


Abbildung 30: Relative Einsparungspotenziale der Einsatzfaktoren

Quelle: Eigene Darstellung

Aus der obigen Darstellung wird ersichtlich, dass insbesondere der Kapitaleinsatz der ineffizienten Betriebe reduziert werden kann. So setzen die Benchmarkbetriebe auf der „best-practice“ Frontier im Mittel 30 Prozent weniger Kapital ein. Daraus folgend kann eine Verbindung zu den vorgestellten Stärken/Schwächen der effizienten Betriebe gezogen werden. Weiterhin wird deutlich, dass die ineffizienten Betriebe rund 20-22 Prozent an den übrigen Produktionsfaktoren einsparen könnten, um ihre Effizienz zu erhöhen.

6.1.4 Ergebnisse der Skaleneffizienz

Unter variablen Skalenerträgen wird angenommen, dass landwirtschaftliche Betriebe nicht an ihrer optimalen Skalengröße wirtschaften. Diese Annahme wurde mit Hilfe statistischer Methoden bereits in Kapitel 5.2 vorgestellt und überprüft. Im Gegensatz zu variablen Skalenerträgen unterstellen konstante Skalenerträge, dass Betriebe bereits an ihrer optimalen Skalengröße arbeiten. Das Verhältnis, das diesen beiden Annahmen zugrunde liegt, kann

durch den Quotienten der Effizienzwerte aus konstanten und variablen Skalenerträgen abgebildet werden. In Abbildung 31 werden die Skalenineffizienzen, die sich aus einer nicht optimalen Betriebsgröße ergeben, veranschaulicht.

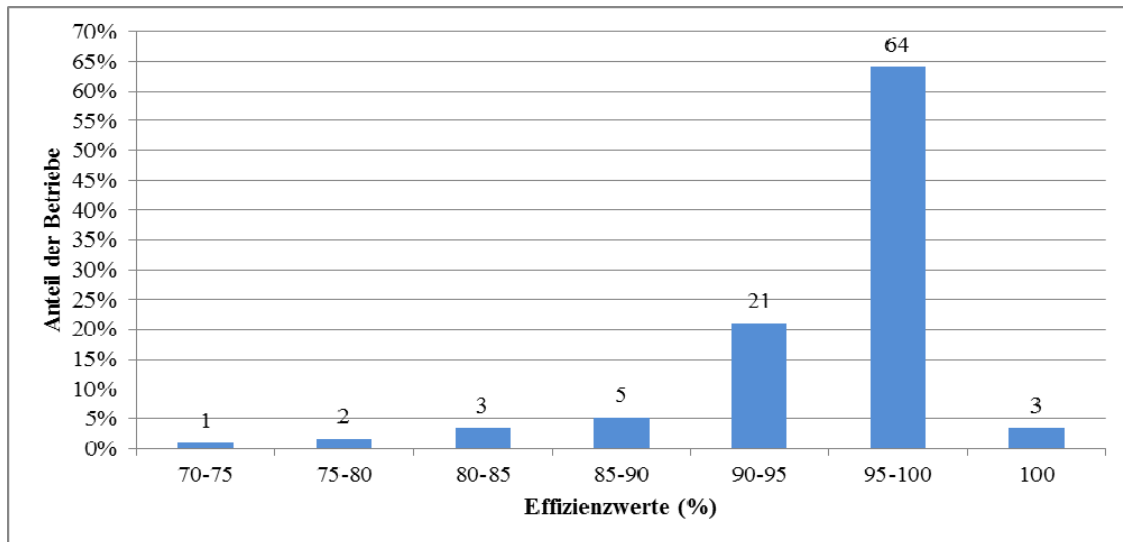


Abbildung 31: Vergleich der Effizienzwerte unter konstanten und variablen Skalenerträgen

Quelle: Eigene Darstellung

Aus Abbildung 31 geht hervor, dass lediglich drei Prozent der Beobachtungen unter den gegebenen Umständen skaleneffizient erscheinen. Über zwei Drittel der Beobachtungen liegen im Bereich zwischen 95 und 100 % Skaleneffizienz. Daraus lässt sich ableiten, dass diese im näheren Umkreis zur produktivsten Betriebsgröße, der sogenannten „*most productive scale size*“ produzieren. Vereinzelt Beobachtungen (11 %) liegen im Bereich zwischen einer 70 und 90-prozentigen Skaleneffizienz und lassen auf deutlich kleinere bzw. größere Betriebsformen schließen. Im Mittel liegen die Skaleneffizienzwerte bei 95 Prozentpunkten. Lediglich zwei Beobachtungen weisen eine Effizienz von 57 und 59 % auf. Das Potenzial der Skaleneffizienz kann durch eine Betriebserweiterung oder -einschränkung erschlossen werden. Der Median liegt im Vergleich zum Mittelwert sogar um 2,5 Prozentpunkte höher bei 97,5 %. Aufgrund einer Vielzahl an Beobachtungen im Bereich dieser Effizienzbereiche fällt die Standardabweichung mit 0,058 relativ gering aus. Aufgrund der bisherigen Ergebnisse kann jedoch noch nicht abgeleitet werden, in welchen Skalenerträgen die Betriebe produzieren. Durch Anwendung des Multiplier-Modells unter Berücksichtigung variabler Skalenerträge aus Kapitel 3.3.2.3 können diesbezüglich Rückschlüsse auf die Art der Skalenerträge gezogen werden. Dies geschieht, indem die Variable u aus dem Multiplier Modell interpretiert wird. Werte größer 1 implizieren dabei abnehmende Skalenerträge, während ein Wert von $u=1$ auf konstante Skalenerträge und dementsprechend auf

skaleneffiziente Einheiten hinweist. Zunehmende Skalenerträge werden mit Werten kleiner 1 aufgeschlüsselt.

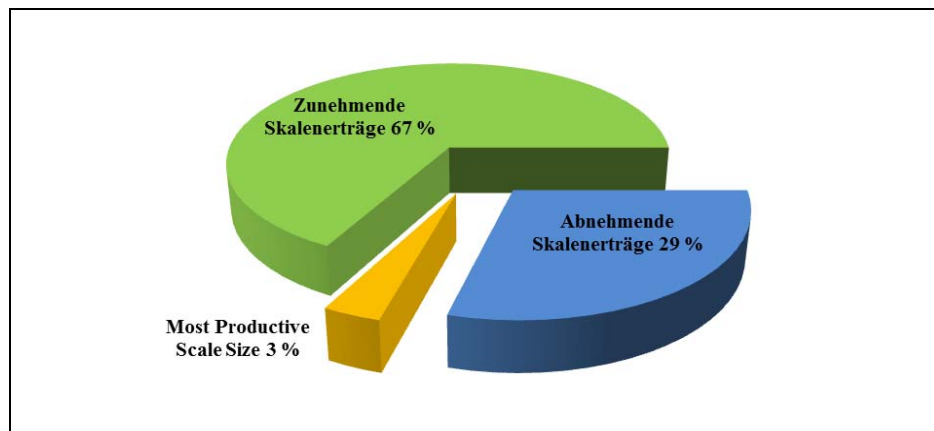


Abbildung 32: Skalenerträge der Effizienzanalyse

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 32 zeigt die Ergebnisse der Analyse des Skalenniveaufaktors u aus dem Datensatz. Drei Prozent der Betriebe wirtschaften an der „*most productive scale size*“, sodass der Parameter u im Multiplier Modell den Wert eins annimmt. Gleichzeitig wirtschaften über zwei Drittel der Betriebe im Bereich zunehmender Skalenerträge. Bei nahezu 30 % der Betriebe werden hingegen abnehmende Skalenerträge konstatiert. Das Ergebnis bedeutet, dass diese Betriebe über der produktivsten Betriebsgröße liegen und bei einer proportionalen Steigerung ihrer Inputs eine unterproportionale Steigerung ihrer Outputs erfahren.

Skalenerträge	Anzahl Milchkühe	Landwirtschaftliche Fläche (ha)
Abnehmende Skalenerträge	117	113
Produktivste Skalengröße (MPSS)	94	103
Zunehmende Skalenerträge	70	78

Tabelle 11: Charakterisierung der Betriebe anhand von Skalenerträgen

Quelle: Eigene Darstellung

Das lässt auf ein enormes Potenzial für Milchviehbetriebe schließen, da bei proportionaler Erhöhung ihrer Inputs eine überproportionale Steigerung ihrer Outputs erfolgt. Um eine präzisere Klassifizierung dieser Betriebe vornehmen zu können, werden die Mittelwerte der Größenvariablen der Betriebe in den jeweiligen Skalenerträgen ermittelt. In Tabelle 11 sind die Ergebnisse dieser Charakterisierung dargestellt. Das Bild von Betrieben, die unterhalb der „*most productive scale size*“ (MPSS) wirtschaften und zunehmende Skalenerträge aufweisen,

zeichnen sich durch eine durchschnittliche Herdengröße von 70 Milchkühen und eine landwirtschaftliche Fläche von 78 Hektar aus.

Skalenerträge	Anzahl Milchkühe	Landwirtschaftliche Fläche (ha)
Abnehmende Skalenerträge	117	113
Produktivste Skalengröße (MPSS)	94	103
Zunehmende Skalenerträge	70	78

Tabelle 11: Charakterisierung der Betriebe anhand von Skalenerträgen

Quelle: Eigene Darstellung

Betriebe, die oberhalb der produktivsten Betriebsgröße wirtschaften, verfügen im Mittel über 117 Milchkühe und eine landwirtschaftliche Fläche von 113 Hektar. Die Betriebe, die an der MPSS liegen und somit sowohl unter konstanten als auch variablen Skalenerträgen gleichermaßen effizient sind, besitzen im Durchschnitt 94 Milchkühe und eine landwirtschaftliche Fläche von 103 Hektar.

6.2 Ergebnisse der allokativen und ökonomischen Effizienz

Ein weiterer Aspekt zu der Analyse der technischen Effizienz ist die Untersuchung der allokativen und ökonomischen Effizienz. Die alloкатive Effizienz gibt Aufschluss über das kostenminimale Inputverhältnis der Einsatzfaktoren, das sich anhand zur Verfügung stehender Preise der Faktoren ableiten lässt. Die ökonomische Effizienz setzt sich aus dem Produkt der technischen und allokativen Effizienz zusammen und ist ein Maß der vollständigen Effizienz.

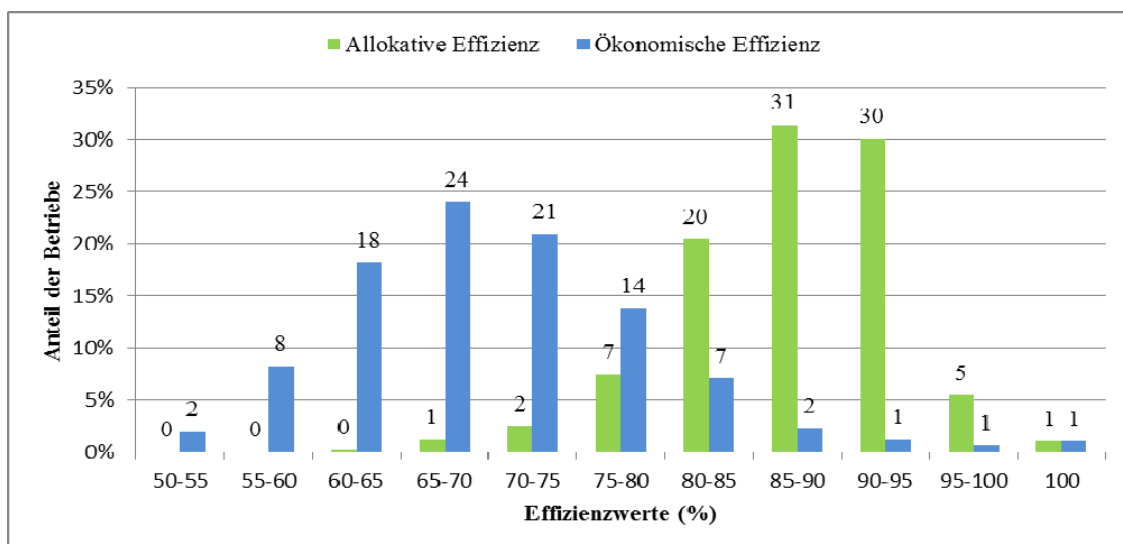


Abbildung 33: Verteilung der allokativen und ökonomischen Effizienzwerte

Quelle: Eigene Darstellung

In Abbildung 33 wird die Verteilung der allokativen und ökonomischen Effizienzwerte abgebildet. So zeigt sich, dass lediglich ein Prozent der technisch effizienten Betriebe eine allokativen und dementsprechend auch eine ökonomische Effizienz von 100 % vorweisen. Etwa 80 % und somit ein Großteil der Beobachtungen liegt im Bereich von 80-95 % allokativer Effizienz, sodass sich ein Mittelwert von 85,4 % über die Betriebe bildet. Ein differenziertes Bild lässt sich mit Blick auf die ökonomische Effizienz ableiten. Durch das Produkt aus technischer und allokativer Effizienz ergibt sich eine links schiefe Verteilung und folglich deutlich geringere Effizienzwerte.

Effizienz	Mittelwert	Median	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Allokative Effizienz	87,2%	88,0%	0,061	63,6%	100.0%
Ökonomische Effizienz	70,2%	69,4%	0,088	46,0%	100.0%

Tabelle 12: Deskriptive Statistik der allokativen und ökonomischen Effizienz

Quelle: Eigene Darstellung

Aus Tabelle 12 lassen sich die deskriptiven Werte der allokativen und ökonomischen Effizienzwerte ablesen. So liegt der Mittelwert der ökonomischen Effizienz bei 70,2 % und lässt auf ein deutliches Potenzial hinsichtlich der technischen und allokativen Effizienz für die Unternehmen schließen.

7 Analyse der effizienzbeeinflussenden Faktoren

Nachdem im vorangegangenen Kapitel die Effizienzwerte und die daraus resultierenden Informationen extrahiert und vorgestellt worden sind, bleibt die Frage nach den effizienzbeeinflussenden Charakteristika der Betriebe offen. Folglich sollen die weiteren Ausführungen über den Einfluss exogener Faktoren auf die Effizienz aufklären, die in der Effizienzanalyse keine Berücksichtigung fanden. Eine Integration exogener Variablen in die Data Envelopment Analysis (DEA) erfolgt aufgrund des bereits angesprochenen Dimensionalitätsproblems nicht, da eine zu große Anzahl an Variablen in der DEA zu einem inflationären Anstieg der Effizienzwerte führen würde. Als Konsequenz wären keine genauen Informationen aus der Analyse mehr ableitbar.

Durch die Zuhilfenahme der zensierten Tobit-Regression ist es möglich, den Einfluss exogener Faktoren auf die Effizienzwerte zu testen. Zunächst findet das aus Kapitel 3.4 vorgestellte Bootstrap-Verfahren Anwendung. Das Verfahren ermöglicht es, die ermittelten Effizienzwerte einer statistischen Korrektur zu unterziehen. So variieren die Effizienzwerte je nach Stichprobengröße und führen zu einer verzerrten Schätzung. Mit Hilfe der Bootstrap Prozedur können die Effizienzwerte durch diese Verzerrung bereinigt werden und lassen konsistente Effizienzschatzer zu.

Zunächst werden die Unterschiede zwischen verschiedenen Betriebscharakteristika durch den Rangsummentest nach Kruskal Wallis und dem anschließenden Wilcoxon bzw. Mann-Whitney-U Test statistisch überprüft und zusammengefasst. Darüber hinaus werden die vorgestellten Hypothesen durch die Tobit-Regression validiert und deren Einfluss auf die Effizienz gemessen.

7.1 Ausprägungen der Effizienz verschiedener Unternehmenscharakteristika

Im Folgenden wird der Zusammenhang zwischen den unterschiedlichen Effizienztypen und bestimmten Betriebscharakteristika durch den Kruskal-Wallis-Test und den Wilcoxon-/Mann-Whitney-U Test verdeutlicht. Da die Effizienzwerte aufgrund ihres zensierten Charakters keiner Normalverteilung folgen, werden nicht-parametrische Tests in der Analyse verwendet. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in komprimierter Form, sodass die wesentlichen Resultate veranschaulicht werden.

7.1.1 Vergleich der Effizienzwerte in den Regionen

Zunächst werden die untersuchten Effizienzmaße im Hinblick auf statistische Unterschiede innerhalb der Region analysiert. Vorab wurde der Rangsummentest nach Kruskal-Wallis durchgeführt, um zu überprüfen, inwieweit ein statistischer Unterschied zwischen den unterschiedlichen Regionen existiert. Die Nullhypothese, dass kein Unterschied zwischen den Gruppen besteht, konnte bis auf die alloкатive Effizienz abgelehnt werden. In Tabelle 13

werden die Ergebnisse des anschließenden Mann-Whitney-U Test veranschaulicht. Hierbei werden die einzelnen Gruppen hinsichtlich des statistischen Unterschieds zu jeder anderen Gruppen analysiert. Die technische Effizienz, welche aus den Bootstrap Effizienzwerten besteht, liefert evidente Unterschiede innerhalb der Regionen: das Bergische Land weist gegenüber den übrigen Regionen einen statistisch geringeren technischen Effizienzwert auf. Innerhalb der anderen Regionen, also dem Südwestfälischen Bergland, der Eifel und der Münsterländischen Tiefebene, werden keine statistischen Gruppenunterschiede hinsichtlich der technischen Effizienz deutlich.

Effizienzmaße	1. Bergisches Land		2. Südwestf. Bergland		3. Eifel		4. Münsterl. Tiefebene	
	Effizienz	Signifik. zu	Effizienz	Signifik. zu	Effizienz	Signifik. zu	Effizienz	Signifik. zu
Technische Effizienz	0,719	* 2,3/ 4	0,746	* 1	0,774	* 1	0,787	* 1
Skaleneffizienz	0,953	* 3	0,952	* 3	0,979	* 1/ 2	0,945	-
Allokative Effizienz	0,872	-	0,872	-	0,866	-	0,880	-
Ökonomische Effizienz	0,688	* 2,3/ 4	0,712	* 1	0,728	* 1	0,740	* 1

Tabelle 13: Zusammenhang zwischen Effizienz und der Region

Quelle: Eigene Darstellung, * Signifikant auf 1 % Niveau

Ein Vergleich der Durchschnittseinsatzfaktoren in den einzelnen Regionen zeigt, dass die Erklärung für die statistisch geringen Effizienzwerte in den durchschnittlich geringeren partiellen Produktivitäten liegt. Das Bergische Land weist insbesondere bei der Kapitalproduktivität den zweitniedrigsten Wert bzw. beim Grundfutter und der Vorleistung die geringste partielle Produktivität auf. Im Hinblick auf Unterschiede in der Skaleneffizienz weist die Region Eifel den durchschnittlich höchsten Effizienzwert mit 97,9 % auf (vgl. Tabelle 13). Werden die Betriebsgrößen anhand der Anzahl der Milchkühe und der landwirtschaftlichen Fläche miteinander verglichen, so liegt die Region Eifel im Mittel am nächsten an der optimalen Betriebsgröße, bestehend aus 94 Milchkühen und einer landwirtschaftlichen Fläche von 103 Hektar. Die Eifel weist im Mittel 89 Milchkühe und nahezu 100 Hektar landwirtschaftliche Fläche je Betrieb auf. Hinsichtlich der allokativen Effizienz können keine signifikanten Unterschiede zwischen den Regionen festgestellt werden. Aufgrund der Zusammensetzung von technischer und allokativer Effizienz zur Gesamtgröße der ökonomischen Effizienz sind die statistischen Unterschiede ausschließlich auf die technische Effizienz zurückzuführen. In diesem Fall sind wiederum die ökonomischen Effizienzwerte der Regionen des südwestfälischen Berglands, der Eifel und der münsterländischen Tiefebene signifikant höher als im Bergischen Land, welche analog für die statistische Auswertung der technischen Effizienz konstatiert worden ist. Die erfolgte Interpretation von signifikanten Unterschieden in der Effizienz von nordrhein-westfälischen

Regionen muss hinsichtlich der allgemein gültigen Aussagefähigkeit eingeschränkt werden, da insbesondere für die Regionen der Eifel und der Münsterländischen Tiefebene nur unzureichende Informationen vorliegen. Demnach wurden für die Eifel nur 65 und für die Münsterländische Tiefebene nur 30 Beobachtungen vermerkt. Hingegen scheinen die Unterschiede sowohl zwischen dem Bergischen Land als auch dem Südwestfälischen Bergland valide interpretierbar zu sein, da für das Bergische Land 576 Beobachtungen und für das Südwestfälische Bergland 537 Beobachtungen vorliegen.

7.1.2 Divergenz der Effizienz in verschiedenen Betriebsgrößen

Im weiteren Verlauf soll die Frage nach dem Einfluss der Betriebsgröße auf die Effizienz geklärt werden. Zunächst werden in diesem Kapitel statistische Mittelwertvergleiche herangezogen, um diese Frage zu beantworten. In der späteren Tobit-Analyse wird der Frage nach einem möglichen Optimum präziser nachgegangen. In Tabelle 14 werden zur Analyse drei Untergruppen der Betriebsgröße gebildet, um den Zusammenhang zu verdeutlichen. So werden kleinere Betriebe mit weniger als 60 Kühen zusammengefasst und repräsentieren dabei mit 293 von 1208 analysierten Beobachtungen 24 % am „Sample“. Dagegen bilden die Betriebe, die 60-120 Kühe halten, mit 744 Beobachtungen (62 % der Gesamtbeobachtungen) den Großteil ab. Betriebe, die über 120 Kühe halten, werden als Großbetriebe repräsentiert und weisen einen Anteil von 14 % an den Gesamtbeobachtungen auf.

Bevor auf Unterschiede zwischen den Gruppen geschaut wird, wird zunächst der Kruskal-Wallis Test durchgeführt, um die Nullhypothese, dass kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Gruppen herrscht, zu testen. Die Nullhypothese kann mit Ausnahme der allokativen Effizienz abgelehnt werden. Erste Rückschlüsse lassen sich aus der technischen Effizienz ableiten.

Effizienzmaße	1. Kleinere Betriebe (<60 Kühe)		2. Mittlere Betriebe (60-120 Kühe)		3. Großbetriebe (>120 Kühe)	
	Effizienz	Signifik. zu	Effizienz	Signifik. zu	Effizienz	Signifik. zu
Technische Effizienz	0,753	* 2	0,721	* 1/ 3	0,764	* 2
Skaleneffizienz	0,897	* 2/ 3	0,974	* 1	0,962	* 1
Allokative Effizienz	0,872	-	0,871	-	0,874	-
Ökonomische Effizienz	0,728	* 2	0,683	* 1/ 3	0,744	* 2

Tabelle 14: Zusammenhang zwischen Effizienz und der Betriebsgröße

Quelle: Eigene Darstellung, * Signifikant auf 1 % Niveau

Kleine Betriebe weisen nach dem Bootstrap Verfahren einen korrigierten Effizienzwert von 75,3 % auf, mittlere Betriebe einen Wert von 72,1 % und größere Betriebe einen höheren Wert von 76,4 %. Statistisch signifikant ist nur der Unterschied zwischen kleinen bzw. großen Betrieben zu mittleren Betrieben. Demnach besitzen kleinere als auch größere Betriebe einen

signifikant höheren Effizienzwert gegenüber mittleren Betrieben. In Bezug auf die Skaleneffizienz können vor allem mittlere Betriebe einen hohen durchschnittlichen Effizienzwert von 97,4 Prozent aufweisen. Dies lässt sich relativ trivial mit dem Vorliegen der optimalen Betriebsgröße in dieser Gruppe erklären. Dementsprechend verfügen die kleineren Betriebe mit 89,7 % über den geringsten Skaleneffizienzwert und somit über einen statistisch geringeren Wert gegenüber den mittleren und großen Betrieben. Allerdings wurde kein statistischer Unterschied zwischen den mittleren und größeren Betrieben aufgedeckt. Ein statischer Unterschied wird hingegen für die ökonomische Effizienz konstatiert. So weisen kleinere und größere Betriebe einen statistisch gesehen höheren ökonomischen Effizienzwert auf, als es bei mittleren Betrieben der Fall ist. Nichtsdestotrotz wird angemerkt, dass die Unterschiede in der ökonomischen Effizienz maßgeblich von der technischen Effizienz abhängen und sich die statistischen Unterschiede hauptsächlich aus dieser Kennzahl generieren.

7.1.3 Unterschiede der Effizienz in den Unternehmensformen

In der Betriebszweigauswertung sind ebenfalls die Unternehmensformen vermerkt, sodass Analysen zu den Zusammenhängen zwischen Unternehmenscharakteristika und den jeweiligen Effizienzmaßen sinnvoll erscheinen. Aufgrund des vermehrten Vorliegens einer großen Anzahl an Familienbetrieben in Nordrhein-Westfalen, firmieren diese oftmals als Einzelunternehmen am Markt. Sofern zwei Gesellschafter sich zusammenschließen, können diese bspw. unter einer Gesellschaft bürgerlichen Rechts oder einer Kommanditgesellschaft firmieren.

Effizienzmaße	1. Einzelunternehmen		2. Gesellschaft bürgerlichen Rechts		3. Kommanditgesellschaft	
	Effizienz	Signifik. zu	Effizienz	Signifik. zu	Effizienz	Signifik. zu
Technische Effizienz	0,736	-	0,724	-	0,732	-
Skaleneffizienz	0,952	* 2	0,979	* 1	0,939	-
Allokative Effizienz	0,870	-	0,892	* 1	0,876	-
Ökonomische Effizienz	0,701	-	0,711	-	0,718	-

Tabelle 15: Zusammenhang zwischen Effizienz und der Unternehmensform

Quelle: Eigene Darstellung, * Signifikant auf 1 % Niveau

Diese angesprochenen Unternehmensformen liegen im Datensatz vor. So wirtschaftet der Großteil der Betriebe (1.088 Beobachtungen = 90 %) als Einzelunternehmen. Die Gesellschaft bürgerlichen Rechts bildet mit immerhin 8 % die zweithäufigste Firmierung. Die übrigen 2 % entfallen dabei auf Kommanditgesellschaften. Daraus folgend gibt Tabelle 15 Aufschluss über signifikante Unterschiede hinsichtlich der Effizienz und der Unternehmensform. In Bezug auf die technische Effizienz können keine statistischen

Differenzen festgestellt werden. So liegen die Durchschnittseffizienzwerte zwischen 72 und 73 % und daraus folgend nah aneinander. Im Hinblick auf die Skaleneffizienz weist die GbR insbesondere im Vergleich zu Einzelunternehmen einen höheren Effizienzwert auf.

Zur weiteren Analyse werden die Mittelwerte dieser Unternehmensformen verglichen. Aufgrund der Annahme, dass Einzelunternehmen gegenüber Personengesellschaften über eine kleinere Betriebsgröße verfügen, lässt sich ein Zusammenhang zwischen der Unternehmensform und der Skaleneffizienz festlegen. So verfügen die Einzelunternehmen im Mittel über 82 Milchkühe und eine landwirtschaftliche Fläche von 86 Hektar. Hingegen können Betriebe, die unter einer GbR firmieren, mit 109 Kühen eine deutlich höhere Anzahl an Milchkühen vorweisen. Darüber hinaus verfügen diese Betriebe über circa 124 Hektar landwirtschaftliche Fläche. Aufgrund der geringen Beobachtungszahl lassen sich keine statistisch validen Aussagen über Kommanditgesellschaften treffen. Dennoch verfügen die vorliegenden 19 Beobachtungen im arithmetischen Mittel über 112 Kühe und 129 Hektar landwirtschaftliche Fläche. Wird die allokativen Effizienz betrachtet, so weisen GbRs einen um zwei Prozentpunkte statistisch höheren Effizienzwert auf. In diesem Fall kann von einer besseren Allokation der Inputs bei Betrieben mit Firmierung der GbR gesprochen werden.

Der ökonomische Effizienzwert weist trotz eines signifikant unterschiedlichen allokativen Effizienzwertes zwischen der GbR und den Einzelunternehmen keine statistisch signifikanten Unterschiede auf.

7.1.4 Zusammenhang zwischen Unternehmenserfolg und Effizienz

Bevor der Einfluss der strukturellen und gesundheitsbeeinflussenden Parameter auf die Effizienz im folgenden Kapitel getestet wird, soll der Zusammenhang zwischen der Effizienz und dem ermittelten Betriebserfolg analysiert werden. Dafür werden die Rangkorrelationen zwischen den Effizienzmaßen und ausgewählten Erfolgsgrößen dargestellt. Zum einen wird die direktkostenfreie Leistung abgebildet. Diese dient wie im Kapitel 2.5 beschrieben als produktionsnahe Kennzahl, da sich in ihr größtenteils kurzfristige Entscheidungen des operativen Geschäfts widerspiegeln.

Effizienzmaße	Direktkostenfreie Leistung	kalkulatorisches Betriebszweigergebnis	Cashflow I
Technische Effizienz	0,170***	0,322***	0,200***
Skaleneffizienz	0,159***	0,206***	0,127***
Allokative Effizienz	0,057*	0,058*	0,101***
Ökonomische Effizienz	0,195 ***	0,359***	0,250***

Tabelle 16: Zusammenhang zwischen Effizienz und dem Betriebserfolg

Quelle: Eigene Darstellung, Signifikanzniveaus: *** 1 %; * 5 %;

Zum anderen wird das kalkulatorische Betriebszweigergebnis und der Cashflow I verwendet, um das Ergebnis und die gewinnnahe Größe des Betriebszweigs abzubilden. In Tabelle 16 wird der Zusammenhang zwischen dem Betriebserfolg und der Effizienz abgebildet. Insgesamt können über die Größen hinweg nur positive und signifikante Rangkorrelationen beobachtet werden. Dementsprechend kann ein positiver Zusammenhang zwischen der Effizienz und dem Betriebserfolg gezogen werden. Hinsichtlich der technischen Effizienz zeigt das kalkulatorische Betriebszweigergebnis den stärksten Zusammenhang. Dies bestätigt sich auch bei den anderen Effizienzmaßen. Bezüglich der allokativen Effizienz lässt sich nur ein schwacher signifikanter Zusammenhang auf einem 5 % Signifikanzniveau erschließen. Die höchste Rangkorrelation ergibt sich aus dem kalkulatorischen Betriebszweigergebnis und der ökonomischen Effizienz. Es wird deutlich, dass die Maße zwar miteinander zusammenhängen, aber dennoch Unterschiede in der Bewertung der Betriebe vorweisen.

7.2 Effizienzbeeinflussende Faktoren

Das vorliegende Kapitel widmet sich der Vorstellung der Ergebnisse aus der Tobit-Regression. Aufgrund des zensierten Charakters der Effizienzwerte bei 1 würde die „*Ordinary Least Squares*“ (OLS) Schätzung verzerrte Schätzergebnisse wiedergeben, sodass auf die zensierte (Tobit-) Regression zurückgegriffen wird. Die bereits erzielten Effizienzwerte der technischen, allokativen und ökonomischen Effizienz fließen als endogene Variablen in die jeweiligen Schätzungen ein. Dementsprechend werden insgesamt drei Schätzungen vorgestellt. Aufgrund der Mittelwert-Zentrierung der quadratisch-modellierten Variablen müssen noch die Koeffizienten einer Korrektur nach den Gleichungen in (3.24) unterzogen werden. Die korrigierten Koeffizienten sind in Tabelle 17 dargestellt. Ebenfalls werden die Signifikanzniveaus und die Standardfehler abgebildet. Darüber hinaus ist auf die Interpretation der Schätzkoeffizienten zu achten. Aufgrund des nicht-metrischen Skalenniveaus werden jeweils die reziproken Effizienzwerte verwendet, um ein einheitliches, metrisches Skalenniveau zu gewährleisten. Für die Interpretation der Koeffizienten bedeutet dies, dass negative Schätzer einen positiven Einfluss auf die Effizienz ausüben und analog dazu positive Koeffizienten einen negativen Einfluss auf die Effizienz der Betriebe haben. Weiterhin ist anzumerken, dass für die Interpretation des Funktionsverlaufes der quadratisch modellierten Einflussgrößen, sowohl der lineare als auch der quadratische Term Berücksichtigung finden sollte. Dabei wird auf die spätere Interpretation der marginalen Effekte verwiesen.

In Tabelle 17 sind die angesprochenen Ergebnisse der Schätzungen von effizienzbeeinflussenden Faktoren veranschaulicht.¹⁴

Effizienzmaß	Technische Effizienz			Allokative Effizienz			Ökonomische Effizienz		
	korrigiert	Signifk.	SE	korrigiert	Signifk.	SE	korrigiert	Signifk.	SE
Variable									
Konstante	2,036	***	0,024	1,149	***	0,014	2,117	***	0,021
Dummy Familienarbeitskraft	-0,0266	**	0,012	0,0016		0,006	-0,0119		0,011
Pachtlandanteil	0,0064		0,026	0,0397	***	0,015	0,0163		0,021
Pachtpreis landw. Fläche	-0,0003	***	0,000	0,0000		0,000	-0,0003	***	0,000
Dummy Weidefläche	0,0348	***	0,011	-0,0111	**	0,005	0,0309	***	0,010
Anteil Maissilage im Grundfutter	0,0015	***	0,000	0,0000		0,000	0,0016	***	0,000
Anteil Betriebsprämie am Gewinn	0,0009	*	0,000	-0,0002		0,000	0,0004		0,000
Dummy TMR	-0,0152		0,019	0,0512	***	0,011	0,0361	*	0,020
Anzahl Kühe	0,019	*	0,002	0,0058		0,001	0,0346	**	0,002
Anzahl Kühe ²	-0,0009	***	0,000	-0,0003	***	0,000	-0,0017	***	0,000
Totgeburten	0,0059	***	0,001	-0,0001		0,001	0,0072	***	0,001
Totgeburten ²	-0,0002		0,000	0,0000		0,000	-0,0002		0,000
Kuhverluste	-0,0018		0,002	0,0001		0,001	0,0018		0,002
Kuhverluste ²	0,0004		0,000	0,0000		0,000	0,0001		0,000
Erstkalbealter	-0,0137	*	0,003	0,0051		0,001	-0,0218	**	0,002
Erstkalbealter ²	0,0002		0,001	-0,0001		0,000	0,0003		0,000
bereinigte Reproduktionsrate	-0,0015		0,001	0,0005		0,000	-0,0010		0,001
bereinigte Reproduktionsrate ²	0,00001		0,000	0,0000		0,000	0,0000		0,000
Zellzahl	-0,0177	*	0,001	0,0007	*	0,001	-0,0144	***	0,001
Zellzahl ²	0,0004	***	0,000	-0,0001		0,000	0,0003	*	0,000
Milchleistung	-0,0137	***	0,001	-0,0014	***	0,000	-0,0087	***	0,001
Milchleistung ²	0,00005		0,000	0,0000		0,000	0,0000		0,000
Log likelihood		358,6			1280			549,5	
Anzahl zensierter Beobachtungen		0			0			0	
H ₀ : Homoskedastizität (LM-Wert, 23 dF) ^b		31,2							

Tabelle 17: Schätzergebnisse der effizienzbeeinflussenden Faktoren

Signifikanzniveaus: *** 1 %; ** 5 %; * 10 %

^b via Breusch-Pagan Test nach BREUSCH UND PAGAN (1979)

Quelle: Eigene Darstellung

¹⁴ Die Schätzungen wurden mittels Breusch-Pagan Test auf Heteroskedastizität überprüft. Für die Schätzung der technischen Effizienz kann die Alternativhypothese mit 93 % abgelehnt werden. Für die Schätzung der allokativen und ökonomischen Effizienz wurden die Standardfehler durch die Newey-White-Korrektur um Heteroskedastizität bereinigt.

Es wird angemerkt, dass in allen drei Schätzungen keine zensierten Beobachtungen vorzufinden sind. Dies ist als Folge des Bootstrap-Verfahrens zur Bereinigung der Effizienzwerte zu sehen, da nach der Korrektur keine Beobachtung einen Effizienzwert von 1 vorweist. Im Hinblick auf die Analyse der beeinflussenden Faktoren der technischen Effizienz zeigt der Anteil der Familienarbeitskraft einen signifikanten, effizienzsteigernden Einfluss. So besitzen Familienbetriebe, die ausschließlich Familienkräfte einsetzen, einen um 2,6 Prozent höheren Effizienzwert als Betriebe, die auf Fremdarbeitskräfte zurückgreifen. Darüber hinaus hat der Pachtpreis einen signifikanten Einfluss. Demnach wird bei einer Steigerung der Pachtpreise eine gleichzeitige Steigerung der technischen Effizienz in den Betrieben beobachtet. Die technische Effizienz nimmt dementsprechend um drei Prozent zu, wenn der Pachtpreis um 100 €/Hektar landwirtschaftlicher Fläche ansteigt. Die Dummyvariable Weidefläche, die dazu genutzt wird, die Betriebe hinsichtlich ihrer extensiveren Flächennutzung zu unterscheiden, ist ebenfalls signifikant. So sind Betriebe, die mindestens über 10 % Weide an ihrer landwirtschaftlichen Fläche verfügen, um 3,5 % ineffizienter, als solche Betriebe, die unterhalb dieser Grenze liegen. Einen signifikant negativen Einfluss hat der Anteil der Maissilage im Grundfutter. Eine Steigerung des Anteils der Maissilage von 10 % korreliert mit einem Absinken der Effizienz um 1,5 %. Gleichfalls ist der Faktor „Anteil der Betriebsprämie am Gewinn“ zu interpretieren. Dementsprechend sinkt die Effizienz der milchviehhaltenden Betriebe je höher sich der Anteil der Betriebsprämie am Gewinn misst. Um die möglichen kritischen Grenzen bei den Gesundheitsfaktoren zu modellieren, wurden quadratische Terme der einzelnen Variablen hinzugefügt. Dementsprechend lassen sich Scheitelpunkte bzw. Optima der exogenen Faktoren nach Nullsetzen der Gleichung (3.25) formulieren. In Tabelle 18 sind in einer kurzen Zusammenfassung die marginalen Effekte der signifikanten Variablen herausgestellt. Weiterhin werden in der ersten Spalte die kritischen Grenzen der signifikanten linearen und quadratisch modellierten Faktoren dargestellt.

Die quadratischen modellierten Variablen „Anzahl der Kühe“ und „Zellzahl“ weisen auf signifikante Optima bei der technischen Effizienz hin. Für den Faktor *Anzahl der Kühe*, der die Betriebsgröße approximieren soll, kann ein Scheitelpunkt bei 104 Kühen gemessen werden. So sinkt zunächst die technische Effizienz der Milchviehbetriebe bis zu der angesprochenen Kuhanzahl. Wird diese Größe von Milchviehbetrieben überschritten, ist mit einer Zunahme der Effizienz zu rechnen. Dies lässt sich ebenfalls an den marginalen Effekten aus Tabelle 18 nachvollziehen. Dementsprechend hat die Erhöhung der Kuhanzahl um den Faktor 10 im vorhandenen Minimum der Werte gehaltener Milchkühe einen negativen Einfluss, der sich auf 1,4 % bemisst. Hingegen kann für den Fall, dass der Bestand um 10 Milchkühe vergrößert wird im Maximum der gehaltenen Milchkühe eine Effizienzsteigerung um 4,1 % konstatiert werden. Weiterhin ist anzumerken, dass die Totgeburtenrate nur im linearen Term signifikant ist. Bei einer Interpretation des linearen Terms wird deutlich, dass

es bei einer Steigerung der Totgeburtenrate um 1 %, eine 0,6 prozentige Verminderung der technischen Effizienz der Betriebe zu erwarten ist. Darüber hinaus ist der lineare Term des Erstkalbealters signifikant. Dieser impliziert, dass eine Erhöhung des Erstkalbealters um einen Monat eine Effizienzsteigerung von 1,4 % zur Folge hat. Als weiterer entscheidender Gesundheitsfaktor ist die Zellzahl von Bedeutung, von der im vorliegenden Modell sowohl vom linearen als auch quadratischen Modell ein signifikanter Einfluss auf die Effizienz ausgeht. Daraus folgend ergibt sich für die Zellzahl ein Scheitelpunkt, der jedoch als kritische Grenze gesehen werden kann. Folglich steigt die technische Effizienz bei einer Steigerung der Zellzahl zunächst bis zu einem kritischen Wert von 211.000 Zellen je Milliliter Milch an, um im späteren Verlauf einen negativen Einfluss auf die technische Effizienz auszuüben. Dies wird durch die Betrachtung der marginalen Effekte am Minimum und am Maximum der beobachteten Zellen deutlich.

Variable	Einheit	$\frac{\partial E[e_j/h_j]}{\partial h_j} = 0$	ME am Mittelwert	ME am Minimum	ME am Maximum	linearer ME
Technische Effizienz						
Dummy	1 = 100 %					-0,0266
Familienarbeitskraft	Familienarbeit					-0,0003
Pachtniveau	€ / ha					0,0348
Dummy Weidefläche	%					0,0015
Anteil Maissilage im Grundfutter	%					0,0009
Anteil Betriebsprämie / Gewinn	%					
Anzahl der Kühe	n	104	0,0036	0,0140	-0,0410	0,0059
Totgeburten	%					-0,0137
Erstkalbealter	Monate					
Zellzahl	10 Tsd. / ml Milch	21,1	-0,0022	-0,0131	0,0158	-0,0137
Milchleistung	100 kg / Kuh					
Ökonomische Effizienz						
Pachtniveau	€ / ha					-0,0003
Dummy Weidefläche	%					0,0309
Anteil Maissilage im Grundfutter	%					0,0016
Dummy TMR	1 = ja					0,0361
Anzahl der Kühe	n	103	0,0061	0,0255	-0,0764	0,0072
Totgeburten	%					-0,0218
Erstkalbealter	Monate					
Zellzahl	10 Tsd. / ml Milch	25,2	-0,0038	-0,0112	0,0085	-0,0087
Milchleistung	100 kg / Kuh					

Tabelle 18: Marginale Effekte der effizienzbeeinflussenden Faktoren

ME = Marginaler Effekt

Quelle: Eigene Darstellung

Dementsprechend steigt im Minimum der Zellzahl die technische Effizienz um 1,3 Prozent an, wenn sich die Zellzahl um 10.000 Zellen/ml Milch erhöht. Bei der Erreichung der kritischen Grenze sinkt die technische Effizienz für den Fall einer Steigerung der Zellzahl von 10.000, um 1,6 %. Abschließend wurde die Milchleistung ins Modell aufgenommen. In diesem Fall ist lediglich der lineare Term signifikant, welches keine Rückschlüsse auf ein

gegebenes Optimum erlaubt. Dennoch kann impliziert werden, dass eine Erhöhung der Milchleistung um 100 Kilogramm je Kuh und Jahr zu einer technischen Effizienzsteigerung von 1,4 % führt. Keinen signifikanten Einfluss auf die technische Effizienz besitzen der Pachtlandanteil der Betriebe und die Dummyvariable für die totale Mischration (TMR). Obwohl die Variable TMR nicht signifikant ist, scheint diese aufgrund des Vorzeichens die technische Effizienz eher positiv zu beeinflussen. Weiterhin haben Kuhverluste sowie die bereinigte Reproduktionsrate, keinen signifikanten Einfluss auf die Effizienz. Hinsichtlich der allokativen Effizienz kann eher von einem geringen Einfluss einzelner Variablen gesprochen werden. Die Verwendung des identischen Modells wie für die technische Effizienz kann lediglich einen geringen Teil erklären. Zumal werden, abgesehen von der Anzahl der Kühe, ausschließlich die linearen Terme signifikant, sodass auf eine weitere Zusammenfassung der marginalen Effekte in Tabelle 18 verzichtet worden ist. Hinsichtlich des Einflusses von exogenen Faktoren auf die allokativen Effizienzwerte geht vom Pachtanteil ein signifikanter Einfluss auf die Effizienz aus. So sinkt im Fall einer Zunahme des Pachtanteils um 1 % die allokativen Effizienz um 3,9 Prozentpunkte. Weiterhin wird ein signifikanter Einfluss von der Dummyvariable TMR beobachtet. So verfügen Milchviehbetriebe, die die totale Mischration als Fütterungssystem einsetzen, über eine signifikant geringere allokativen Effizienz. Ferner wirkt sich der Weideflächenanteil positiv auf die allokativen Effizienz aus. Demnach können Milchviehbetriebe mit einem Weideflächenanteil von mehr als 10 % an ihrer landwirtschaftlichen Nutzfläche eine bessere Kosteneffizienz vorweisen. Da nur der quadratische Term des Betriebsgrößenproxys „Anzahl Kühe“ signifikant erscheint, wird auf eine weitere Interpretation dieser Variablen verzichtet. Milchviehbetriebe, die über ein geringes Zellzahlniveau verfügen, erscheinen im Modell allokativen effizienter. Weiterhin geht von der Milchleistung im linearen Term ein signifikanter Einfluss auf die allokativen Effizienz aus. So erhöht sich die allokativen Effizienz um 0,1 % für den Fall, dass die Milchleistung je Kuh um 100 kg gesteigert wird.

Im Hinblick auf die ökonomische Effizienz, die die technische und allokativen Effizienz in sich vereint, kann von vereinzelten Überschneidungen mit den bereits vorgestellten Ergebnissen gesprochen werden. Demnach erscheint der Pachtpreis einen signifikant positiven Einfluss auf die Effizienz der milchviehhaltenden Betriebe zu haben. So steigt die Effizienz um drei Prozentpunkte, wenn der Pachtpreis um 100 €/ha zunimmt. Ebenfalls konsistent mit der Schätzung der technischen Effizienz erscheint die Dummyvariable Weidefläche. Diese nimmt eine Gruppenunterteilung der Betriebe hinsichtlich des Weideflächenanteils an der Fläche vor. So besitzen milchviehhaltende Betriebe, die über 10 % ihrer landwirtschaftlichen Fläche als Weide nutzen, einen um 3,1 % niedrigeren ökonomischen Effizienzwert. Als ebenfalls übereinstimmend mit dem technischen Effizienzwert zeigt sich der Anteil Maissilage im Grundfutter. So verringert sich die ökonomische Effizienz linear mit einem Anstieg des

Anteils der Maissilage im Grundfutter. Eine Erhöhung des Anteils der Maissilage im Grundfutter um 10 % führt zu einer Verringerung der ökonomischen Effizienz von 1,6 %. Darüber hinaus kann bei der Dummyvariablen für die Totale Mischration ein signifikant negativer Einfluss auf die ökonomische Effizienz lokalisiert werden. Der Einsatz der totalen Mischration führt im Mittel zu einer Verringerung der ökonomischen Effizienz der Betriebe um 3,6 Prozentpunkte. Die Betriebsgröße, gemessen an der Anzahl der gehaltenen Milchkühe, zeigt sich sowohl im linearen als auch quadratischen Term signifikant, sodass ein Scheitelpunkt lokalisiert werden kann. Dieser liegt mit 103 Milchkühen sehr nah an dem der technischen Effizienz. Zunächst kann wiederum mit einem Sinken der ökonomischen Effizienz bis zu dieser Grenze ausgegangen werden. Am Minimum der gehaltenen Milchkühe sinkt die ökonomische Effizienz bei Erhöhung des Bestandes um 10 Milchkühe um 2,5 Prozentpunkte. Wird das Optimum überschritten und das Maximum der Anzahl der Milchkühe betrachtet, wird bei einer Erhöhung der Milchkuhanzahl um den Faktor 10 eine Effizienzsteigerung von 7,6 Prozent registriert. Darüber hinaus wird mit Blick auf die Totgeburtenrate ein signifikanter Einfluss im linearen Term festgestellt. So sinkt die ökonomische Effizienz um 0,7 %, für den Fall, dass die Totgeburtenrate um ein Prozent zunimmt. Das Erstkalbealter zeigt, wie auch schon bei der Schätzung der technischen Effizienz, einen signifikant positiven Einfluss auf die Effizienz. Folglich wird eine Steigerung der ökonomischen Effizienz um 2,2 % impliziert, wenn das Erstkalbealter um jeweils einen Monat erhöht wird. Die Zellzahl kann wiederum als wichtiger Faktor zur Erklärung der ökonomischen Effizienz herausgestellt werden. Ein signifikanter Einfluss wird sowohl im linearen als auch quadratischen Term registriert. Im Vergleich zur Schätzung der technischen Effizienz ist das Optimum auf 252.000 Zellen je Millimeter Milch gestiegen. So kann im Minimum der Werte bei einer gestiegenen Zellzahl von 10.000 Zellen eine Effizienzsteigerung von 1,1 Prozent vernommen werden. Dagegen wird im Maximum der Werte ein Rückgang der Effizienz um 0,8 % zu erwarten sein, falls sich die Zellzahl um 10.000 Zellen je Milliliter Milch erhöhen sollte. Die Milchleistung wird lediglich im linearen Term signifikant. So korreliert ein Anstieg der Milchleistung mit einem Anstieg der ökonomischen Effizienz. Der Anteil der Familienarbeitskraft und der Pachtlandteil zeigen in Kontrast zu den signifikanten Einflüssen auf die technische und allokativen Effizienz keinen Einfluss auf die ökonomische Effizienz. Kein signifikanter Effekt auf die ökonomische Effizienz geht von den Faktoren Anteil der Betriebsprämie am Gewinn der milchviehhaltenden Betriebe, Kuhverluste und Reproduktionsrate aus.

8 Diskussion

Die wesentliche Zielsetzung des Projekts stellt eine Konzeptentwicklung zur Nutzung von Effizienzanalysen in der Milchviehhaltung Nordrhein-Westfalens dar. Dafür wurde eine empirische Effizienzanalyse für den Milchviehsektor mit Hilfe der Data Envelopment Analysis (DEA) durchgeführt. Ein besonderer Fokus wurde auf das Effizienzmodell sowie die Modellierung der effizienzbeeinflussenden Faktoren gelenkt. Zunächst erfolgt im vorliegenden Kapitel eine Diskussion der Daten und des Effizienzmodells. Im Anschluss werden die Ergebnisse aus der Effizienzmessung, den statistischen Vergleichen sowie Einflussmessungen nachgezeichnet und diskutiert.

8.1 Diskussion der Datengrundlage und des Effizienzmodells

Die empirische Effizienzanalyse erfolgt auf Basis eines balancierten Paneldatensatzes von milchviehhaltenden Betrieben der Betriebszweigauswertung (BZA) der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. Im Vergleich zu Datensätzen anderer Effizienzanalysen wie LATRUFFE ET AL. (2004) und LISSITSA UND ODENING (2005), die auf steuerlichen Buchführungsabschlüssen basieren, bieten die Daten der BZA zwei entscheidende Vorteile: zum einen besitzen die Daten der BZA eine hohe Praxisrelevanz, da die eingesetzten Inputmengen für die Produktion von Milch direkt und ohne Verzerrungen zurechenbar sind. Dementsprechend können bspw. die eingesetzten Mengen für Grund- als auch Kraftfutter direkt aus den Daten abgelesen werden. Durch die Informationen zu Produktionsmengen gegenüber bereits mit dem Preis bewerteten Produktionsfaktoren in den Buchführungsabschlüssen bietet die BZA eine geringere Verzerrung der eingesetzten Produktionsfaktoren. Als weiterer entscheidender Vorteil können die zur Verfügung stehenden Informationen zum biotechnischen System gesehen werden. Dementsprechend mangelt es bei üblichen Buchführungsabschlüssen häufig an weiteren Daten, die zum Beispiel den Gesundheitsstatus oder darauf bezogene Managementpraktiken beschreiben. Diese zusätzlichen Informationen finden sich vor allem in weiteren Managementtools, wie dem Herdenplaner oder, in Bezug auf Marktfruchtbetriebe, in Ackerschlagkarteien wieder. Somit sind die angesprochenen Informationen nicht den steuerlichen Jahresabschlüssen anhängend, sodass wichtige Daten zu dem biologischen System der landwirtschaftlichen Betriebe fehlen. Zusammenfassend bietet die BZA eine umfassende Datengrundlage, sodass die auf Vollkosten basierenden finanziellen Kennwerte ebenfalls durch Faktoren wie der Verlustrate, der Remontierungsrate oder dem durchschnittlichen Zellzahlniveau der Milchviehherde auf dem Betrieb ergänzt werden.

Das Effizienzmodell wurde auf Basis der vorangegangenen Ausführungen spezifisch angepasst und modelliert. Die durchgeführte Literaturanalyse kann über bereits angewandte Input-/ Outputmodelle für milchviehhaltende Betriebe aufklären. Dementsprechend werden

die typischen Inputfaktoren wie Arbeit, ausgedrückt in Arbeitskraftstunden, und vollständige Abschreibungen als Proxy für den Kapitaleinsatz verwendet. Um die ausführliche Datenbasis zu nutzen und im weiteren Verlauf konkretere Handlungsempfehlungen abgeben zu können, wurde die Futtereinsatzmenge in Grund- und Kraftfutter unterteilt. Dies erhöht zum einen den Produktionsmöglichkeitenraum um eine weitere Dimension und liefert zum anderen zusätzliche Informationen über produktionstechnische Potenziale. LAWSON ET AL. (2004) und KELLY ET AL. (2012) verwenden ebenfalls diese Größen. Die Ergänzung und Komplettierung der Inputseite erfolgte durch die Aufnahme der aggregierten Vorleistungen und der Milchquote als nicht-diskretionäre Variable, deren Integration ebenfalls COELLI (2005) als sinnvoll erachtet. Auf der Outputseite wurden die aggregierten Erlöse aus der Milchproduktion, Tierversetzungen sowie Direktzahlungen als Aggregat dargestellt. Als Diskussionspunkt kann die Verwendung der Abschreibungen als Kapitalproxy gesehen werden. Durch die Verwendung der Data Envelopment Analysis (DEA) werden die Milchviehbetriebe „im besten Licht“ dargestellt. Dies impliziert, dass Betriebe, die besonders wenige Abschreibungen besitzen, vom Effizienzmodell, relativ gesehen, hoch gewichtet werden. In Konsequenz bedeutet dies, dass Milchviehbetriebe, die keine Investitionen tätigen und somit geringe Abschreibungen besitzen, als effizient bezüglich ihrer hohen Produktivität im Faktor Kapital ausgewiesen werden. Aufgrund von notwendigen Investitionen auf landwirtschaftlichen Betrieben können die Ergebnisse eine geringe Verzerrung beinhalten und fehlleiten. Dennoch wird an der Verwendung des Faktors Abschreibungen festgehalten, da zunächst die Datenbasis keinen vergleichsweise besseren Proxy für den Kapitaleinsatz bietet. Ebenfalls kann die Verwendung der Abschreibungen durch den Großteil der wissenschaftlichen Literatur begründet werden, die ebenfalls den Kapitaleinsatz durch die jährlichen Abschreibungen definieren. Diesbezüglich wären für weitere Untersuchungen historische Anschaffungswerte von Interesse. Im Hinblick auf die Daten für die anschließende Tobit-Regression werden diese maßgeblich von deren Verfügbarkeit im Datensatz bestimmt. Aus diesen Gründen wurde auf eine Betrachtung des Einflusses der Zwischenkalbezeit als tierbezogener Gesundheitsindikator verzichtet, da nur eine geringe Beobachtungszahl dazu vorliegt. Insbesondere für die betriebsbezogenen Gesundheitsindikatoren wäre eine detaillierte Datenbasis zum Gesundheitsstatus auf einzeltierbezogener Basis wünschenswert. Mit Blick auf die Unterstellung variabler Skalenerträge sowie einer input-orientierten Betrachtung kann dies durch zahlreiche wissenschaftliche Studien gerechtfertigt werden, die die gleiche Annahme treffen und somit implizieren, dass Betriebe nicht an ihrer optimalen Betriebsgröße wirtschaften. Die Inputorientierung spiegelt dabei die Annahme wieder, dass nach Reduktionspotenzialen auf der Inputseite gesucht wird, anstatt nach Steigerungspotenzialen auf der Outputseite. Aufgrund der Milchmengenregulierung trifft diese Annahme bei der Analyse von europäischen Milchviehhaltern auf eine breite

wissenschaftliche Basis. Mit dem Auslaufen der Quotenregulierung im Jahr 2015 kann sich diese Annahme als nicht mehr zutreffend erweisen. Dennoch bietet eine input-orientierte Betrachtungsweise der Effizienz einen größeren Handlungsspielraum für Ansatzpunkte in der landwirtschaftlichen Beratung.

Um eine hinreichende Beobachtungszahl für die Analyse der effizienzbeeinflussenden Faktoren zu gewährleisten, wurde die Effizienzanalyse um eine Window-Analyse erweitert. Dementsprechend wurden die Beobachtungen der letzten Jahre in die Effizienzanalyse aufgenommen. Als Vorteile werden insbesondere eine höhere Beobachtungszahl für die statistische Auswertung gesehen sowie eine größere Diskriminierung in der Effizienzanalyse. Als Kritikpunkt kann die Unabhängigkeit der Beobachtungen als Grundbedingung der Effizienzanalyse gesehen werden. Die Verwendung der Window-Analyse kann zu Verzerrungen führen. Diese Verzerrungen können jedoch als vernachlässigbar angesehen werden, da bereits in weiteren Effizienzstudien die Window-Analyse Anwendung fand (vgl. LISSITSA UND ODENING 2005; GUBI 2006). Außerdem konnte mit Hilfe der Rangkorrelation ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Effizienzwerten der Window-Analyse sowie der jeweiligen Jahre gesehen werden. Für die Verwendung der Window-Analyse ist jedoch eine Bereinigung um die jeweiligen Preiseffekte vorzunehmen.

8.2 Diskussion der Ergebnisse aus der Effizienzanalyse

Im Hinblick auf die Ergebnisse der Effizienzanalyse, die unter variablen Skalenerträgen in mittleren technischen, allokativen und auch ökonomischen Effizienzwerten von 80, 87, und 70 Prozent resultieren, kann auf relativ hohe Durchschnittseffizienzwerte für Milchviehbetriebe geschlossen werden. Zwar ist ein Vergleich der Durchschnittswerte mit anderen Studien nur begrenzt sinnvoll, da wie beschrieben die Effizienzwerte je nach Samplegröße und je nach Anzahl der In- und Outputs stark variieren können, dennoch soll mit Hilfe vergleichbarer Studien ein realistischer Vergleich der Werte vorgenommen werden. HANSSON UND ÖHLMÉR (2008) können mit 507 Milchviehbetrieben und insgesamt 13 aufgenommenen In- sowie Outputs durchschnittliche technische, alloкатive und ökonomische Effizienzwerte von 86, 75 und 64 Prozent vorweisen. Auf den ersten Blick scheint der technische Effizienzwert vergleichsweise höher, jedoch muss dieser vor dem Hintergrund einer hohen Anzahl an genutzten In- / Outputs und nur einer halb so großen Zahl an Beobachtungen relativiert werden. In Bezug auf die alloкатive Effizienz können für die nordrhein-westfälische Milchviehhaltung sogar höhere Effizienzwerte trotz einer größeren Beobachtungszahl erreicht werden. Dies resultiert ebenfalls in höheren ökonomischen Effizienzen für die hiesigen Milchviehbetriebe. KELLY ET AL. (2012) haben 1.200 irische Milchviehbetriebe einer Effizienzanalyse unterzogen. Bei einer vergleichbaren Samplegröße und der Verwendung von acht In- und Outputs konnte ein durchschnittlicher technischer

Effizienzwert von 77 %, ein allokativer Effizienzwert von 74 % und ein ökonomischer Effizienzwert von 57 % erreicht werden. Verglichen mit den Effizienzwerten der irischen Milchviehbetriebe scheinen die nordrhein-westfälischen Milchviehbetriebe deutlich enger in ihrer Leistung zusammen zu liegen und einer homogeneren Grundgesamtheit zu entstammen, da die Effizienzwerte wiederum höher liegen. Dies wird ebenso in der durchschnittlichen Milchleistung je Kuh der Betriebe deutlich. Folglich liegen knapp 75 % der Beobachtungen über einer durchschnittlichen Milchleistung von 7.400 kg / Kuh / Jahr. Im Vergleich zu der bekannten Durchschnittsleistung von 7.489 kg/ Kuh/ Jahr für den kompletten nordrhein-westfälischen Raum kann im Datensatz von einem, in Bezug auf die Milchleistung, großen Anteil überdurchschnittlicher Betriebe gesprochen werden.

Eines der Herzstücke der DEA ist die objektive Bestimmung von Gewichten für die In- und Outputs mit Hilfe der linearen Programmierung. Diese Gewichte, auch „*Schattenpreise*“ genannt, werden durch den Prozess der linearen Optimierung festgelegt, um das jeweilige Unternehmen möglichst optimal darzustellen. Dies bedeutet, dass gering eingesetzte Mengen von Inputs relativ stark und übermäßig eingesetzte Mengen relativ gering gewichtet werden. Diese Stärke der objektiven Gewichtung bietet allerdings auch den Nachteil, dass Nullgewichtungen von dem Modell vorgenommen werden können. Daraus resultiert ein Schattenpreis im Wert von Null. Infolgedessen wird der Produktionsfaktor nicht in die Analyse der Effizienz aufgenommen. Ein mit Null bewerteter Produktionsfaktor kongruiert somit nicht mit dem Ziel, das Unternehmen im „*besten Licht*“ darzustellen. Dennoch kann für das zu bewertende Unternehmen eine Null-Gewichtung aussagekräftig sein. Dementsprechend weist eine geringe Gewichtung ebenfalls auf Schwachstellen im jeweiligen Betrieb hin, sodass diese als „*Stellschrauben*“ für die Verbesserung der Betriebe auf lange Sicht gesehen werden können. Als Ergebnis der Stärken-/ Schwächenanalyse wird für die effizienten Unternehmen eine höhere Kapital- als auch Grundfutterproduktivität attestiert. Dies bestätigt sich ebenfalls im Hinblick auf die einzelnen Jahre. Eine mögliche Schwierigkeit in der Interpretation des Kapitaleinsatzes wird bereits in der Diskussion der Daten gegeben. Die höhere Grundfutterproduktivität konnte ebenfalls anhand der höheren Grundfutterleistung belegt werden.

Der Stärken-/ Schwächenanalyse folgend können die Benchmarkbetriebe aus Konvexkombinationen einzelner effizienter Betriebe gebildet werden. Anhand der eingesetzten Inputmengen der Benchmarkbetriebe können factorspezifische Inputreduktionspotenziale berechnet werden. Im vorliegenden Projekt wurden für den Kapitaleinsatz der ineffizienten Betriebe insbesondere Reduktionspotenziale in Höhe von 30 Prozent aufgezeigt. Im Mittel können die Einsatzfaktoren um 22 Prozent reduziert werden. Dies deckt sich mit der Studie von GUBI (2006), der ein durchschnittliches Inputreduktionspotenzial für ökologisch wirtschaftende Milchviehbetrieben von 23 %

identifizierte. Dennoch ergeben sich hieraus wiederum weitere Konsequenzen für die praktische Implementation. Einsatzfaktoren wie die Grundfutter- und Kraftfuttermenge können zwar nahezu direkt angepasst werden, jedoch muss dies stets vor dem Hintergrund der betriebsindividuellen Gegebenheiten geschehen. Darüber hinaus kann die Reduktion von Kapital zu einer komplizierten Angelegenheit werden. Dementsprechend liegt in diesem Einsatzfaktor eher ein mittel- bis langfristiges Reduktionspotenzial, da die Abschreibungen als Kapitalproxy nicht direkt reduziert werden können. Im Hinblick auf den Faktor Arbeitskraftstunden werden insbesondere kurzfristige Reduktionspotenziale für größer strukturierte Unternehmen mit einem hohen Anteil an Lohnarbeitskräften durchführbar sein. Im Hinblick auf nordrhein-westfälische Familienbetriebe können aufgrund einer mangelnden Mobilität des Faktors Arbeit oder einer starken Affinität der Familienmitglieder zur Arbeit in der Landwirtschaft Schwierigkeiten in der Reduktion dieses Inputfaktors auftreten. Demnach kann mehr Arbeit als eigentlich notwendig, vom Betriebsleiter eingesetzt werden (GUBI 2006, S. 105). Eine zusätzliche Information, die sich aus den konstruierten Benchmarkbetrieben ergibt, ist die Identifikation real existierender Betriebe, die als Referenzeinheiten für die untersuchten Unternehmen dienen können. Dementsprechend können ebenfalls Referenzeinheiten für den analysierten Milchviehbetrieb aufgezeigt werden, die hinsichtlich der Herdengröße oder weiteren Strukturindikatoren größtmäßig unter denen der untersuchten Betriebe liegen. Dies kann bei der praktischen Beratung in Akzeptanzproblemen gründen, die jedoch aufgrund der besseren partiellen Faktorproduktivitäten eventueller kleinerer Betriebe als unbegründet erscheinen. Dennoch kann diesem Umstand durch die Auswahl von kleineren Vergleichsgruppen Rechnung getragen werden, sodass eine homogenere Grundgesamtheit an Betrieben in der Analyse entsteht. Vor dem Hintergrund von Praxisempfehlungen können diese für Betriebsleiter realitätsnäher erscheinen und dementsprechend auf eine höhere Akzeptanz stoßen.

Des Weiteren wurden die Skaleneffizienzen für Milchviehbetriebe untersucht. Dabei konnte ein durchschnittlicher Effizienzwert von 95 % herausgestellt werden. Die empirische Verteilung der Skaleneffizienzwerte deutet auf nur geringe Abstände der Betriebe zur „*most productive scale size*“ (MPSS) hin. BALMANN UND CZASCH (2001) sowie GUBI (2006) konnten ebenfalls hohe Durchschnittswerte für die Skaleneffizienz von landwirtschaftlichen Unternehmen, darunter auch Milchviehbetriebe, belegen. In Anbetracht der zeitlichen Entwicklung der Skaleneffizienzwerte kann von einem ähnlich hohen Niveau in Vergleich zur vollständigen Betrachtung des Datensatzes gesprochen werden. Darüber hinaus kann im Hinblick auf die Verteilung in den unterschiedlichen Skalenerträgen ein großer Anteil der Milchviehbetriebe in zunehmenden Skalenerträgen identifiziert werden. Folglich könnten diese Betriebe durch eine Ausweitung ihrer Produktion ihre Produktivität steigern. Ungefähr ein Drittel der Betriebe (29 %) weisen abnehmende Skalenerträge auf, diese könnten

theoretisch durch Einschränkung ihrer Produktion ebenfalls ihre Produktivität steigern. GUBI (2006) und CZASCH ET AL. (1999) beziehen sich dabei auf die vorherrschende Faktorimmobilität und die strukturkonservierende Agrarpolitik, um den großen Anteil von Betrieben in zunehmenden Skalenerträgen zu erklären. Bei der Betrachtung der einzelnen Jahre, insbesondere im Jahr 2011, wird dennoch auffällig, dass der Anteil der Betriebe in abnehmenden Skalenerträgen deutlich zunimmt, was auf Betriebserweiterungen schließen lässt.

8.3 Diskussion der Ergebnisse von effizienzbeeinflussenden Faktoren

Im Folgenden werden zunächst die statistischen Mittelwertvergleiche kritisch diskutiert, um im Anschluss die in Kapitel 4.3 aufgestellten Hypothesen mit den erzielten Ergebnissen aus Kapitel 7 gegenüberzustellen und anhand bisher durchgeführter Studien zu diskutieren.

Im statistischen Vergleich der Mittelwerte wurden zunächst die Zusammenhänge zwischen den Regionen und den Effizienzmaßen erläutert. Dabei wird deutlich, dass das Bergische Land gegenüber den drei Vergleichsregionen im „Sample“ einen signifikant geringeren technischen und somit auch ökonomischen Effizienzwert aufweist. In Bezug auf die Skaleneffizienz kann insbesondere die Eifel einen höheren Mittelwert gegenüber dem Bergischen und Südwestfälischen Bergland aufweisen. Die alloкатive Effizienz kann keine signifikanten Gruppenunterschiede belegen. Jedoch kann die Aussagekraft nicht vollständig aufrechterhalten werden, da für die Regionen Eifel und Münsterländische Tiefebene nur eine geringe Anzahl an Beobachtungen vorliegt (13 bzw. 6 Betriebe). Die Leistungskennwerte dieser Betriebe liegen deutlich über den Durchschnittswerten. Demnach können die Ergebnisse aufgrund ihres verzerrten Charakters nur mit Vorsicht interpretiert werden. In Bezug auf das südwestfälische Bergland für das eine ähnliche Beobachtungszahl wie für das Bergische Land vorliegt, kann die höhere Milchleistung der Milchkühe, gepaart mit einer besseren Kapital- und Grundfutterproduktivität, als Erfolgsfaktoren ausgemacht werden und den höheren technischen Effizienzwert erklären. Infolge der Abhängigkeit der ökonomischen von der technischer Effizienz und den daraus resultierenden Überschneidungen, können die vorangegangenen Erklärungen synonym für die Effizienzunterschiede der ökonomischen Effizienz herhalten.

Des Weiteren wurde die Betriebsgröße anhand dreier ausgewählter Gruppen analysiert. In diesem Fall konnten sowohl die kleineren als auch die größeren Betriebe, gemessen an der Anzahl der gehaltenen Milchkühe, einen statistisch höheren technischen Effizienzwert erzielen als die mittleren Betriebe. Als Konsequenz lässt sich bereits jetzt ein nicht-linearer Verlauf des Zusammenhangs der Betriebsgröße auf die technische Effizienz schlussfolgern, der an späterer Stelle durch die Diskussion der Betriebsgröße bestätigt werden kann. Ebenfalls konnten HELFAND UND LEVINE (2004) einen nicht-linearen Verlauf zwischen der Effizienz

und der Betriebsgröße analysieren. Dagegen können die mittleren Betriebe eine höhere Skaleneffizienz vorweisen. Das Ergebnis lässt sich aus der nähergelegenen Position der mittleren Betriebe zur optimalen Betriebsgröße erklären, die mit 94 Milchkühen und 103 ha als durchschnittlich produktivste Faktorgroße ausgewiesen werden konnte.

Darüber hinaus können Unterschiede in der Unternehmensform ausgemacht werden. Aufgrund der Beobachtungsgröße in den einzelnen Unternehmensformen können nur Differenzen zwischen den Einzelunternehmen und der Gesellschaft bürgerlichen Rechts, kurz GbR, herausgestellt werden. Aufgrund der starken Konzentration von Familienbetrieben in Nordrhein-Westfalen und der dadurch häufig gewählten Unternehmensform der Einzelunternehmung, lässt sich dementsprechend nur ein geringer Anteil von GbRs im Datensatz vorfinden. Die Ergebnisse zeigen auf, dass Betriebe unter der Firmierung der GbR deutlich näher an der optimalen Betriebsgröße liegen, als die Rechtsform der Einzelunternehmung. Aufgrund von größeren Betriebsstrukturen, die sich aus dem Zusammenschluss zweier Gesellschafter als GbR ergeben, kann dies den statistischen Unterschied erklären. WEERSINK ET AL. (1990) und BALMANN UND CZASCH (2001) konnten bereits den Unterschied zwischen juristischen und natürlichen Unternehmensformen herausstellen. Nach WEERSINK ET AL. (1990) verfügen Einzelunternehmen oder partnerschaftlich geführte Unternehmen über einen höheren Effizienzwert als genossenschaftlich geführte Unternehmen. Dieses Ergebnis konnte auch durch CZASCH ET AL. (1999) bestätigt werden. Dementsprechend kann mit der vorliegenden Analyse ein weiterer Beleg von Gruppenunterschieden vorgelegt werden. Als interessant wird das Ergebnis der allokativen Effizienz angesehen. So verfügen GbRs über eine statistisch höhere alloкатive Effizienz. Dies kann zum einen aus einer präziseren Erfassung der eingesetzten Arbeitskraft und somit einer besseren Faktorallokation im Bereich der Arbeitskraft resultieren. Zum anderen können Betriebe, die unter einer GbR firmieren, einen deutlich geringen Kostenaufwand u.a. für den Bereich des Grund- und Kraftfutters vorweisen, welche durch Economies of Scale erzielt werden können.

Für den Bereich der effizienzbeeinflussenden Faktoren werden nachstehend die aufgestellten Hypothesen aufgegriffen und mit Hilfe wissenschaftlicher Literatur diskutiert.

Betriebscharakteristika:

H1: Ein hoher Anteil Familienarbeitskraft besitzt einen positiven Effekt auf die Effizienz.

Die Hypothese wird darin begründet, dass Betriebe, die vollständig auf Familienarbeitskraft angewiesen sind, eher bestrebt sind, den Nutzen für die Familie als für sich selbst zu erhöhen und dies durch einen größeren Einsatz in landwirtschaftlichen Betrieben zeigen (CARTER

1984, S. 831). Außerdem wird ein besseres Herdenmanagement von Familienbetrieben erwartet, die dadurch eine erhöhte Milchleistung erzielen und folglich ihren betrieblichen Output im Modell erhöhen. Hierfür wurde im Schätzmodell eine Dummyvariable eingeführt, die jene Betriebe beinhaltet, die ausschließlich Familienkräfte im milchviehhaltenden Betrieb einsetzen. Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass lediglich für die Schätzung der technischen Effizienz ein signifikanter Unterschied konstatiert werden kann. Betriebe, die vollständig auf Familienkräfte angewiesen sind, sind um 2,7 Prozentpunkte technisch effizienter.

In der wissenschaftlichen Literatur konnten DAVIDOVA UND LATRUFFE (2007) keinen statistischen Zusammenhang für Familienarbeitskräfte und einer höheren Effizienz finden. Allerdings unterscheiden sich die Vorzeichen und somit die Wirkungsrichtung der geschätzten Koeffizienten. So scheinen Marktfruchtbetriebe mit einem höheren Anteil an Fremdarbeitskräften effizienter. Im Gegensatz dazu können die Autoren bei viehhaltenden Betrieben eine effizientere Wirtschaftsweise für familiengeführte Unternehmen vorweisen. Gestützt wird das Ergebnis durch CABRERA ET AL. (2010) gestützt, die ebenfalls einen höheren Effizienzwert bei familiengeführten Milchviehbetrieben herausstellen konnten.

H2: Ein höherer Pachtlandanteil wirkt sich positiv auf die Effizienz aus.

Es wird vermutet, dass Milchviehbetriebe, die einen höheren Pachtlandanteil an ihrer landwirtschaftlichen Fläche vorweisen, einen größeren wirtschaftlichen Anreiz besitzen, effizient zu wirtschaften, da sie von den erzielten Erlösen die Pacht entrichten müssen (DAVIDOVA UND LATRUFFE 2007, S. 276). Die Ergebnisse aus der Schätzung ergeben in diesem Fall keinen signifikanten Einfluss. Für die Schätzung der technischen und ökonomischen Effizienz sind beide Koeffizienten des Pachtanteils nicht signifikant, implizieren jedoch einen negativen Zusammenhang zur Effizienz. Lediglich für die allokativen Effizienz kann ein statistisch signifikant negativer Zusammenhang festgestellt werden. Diese Wirkungsrichtung wurde im Vorhinein nicht erwartet. LATRUFFE ET AL. (2004) stellten ebenfalls einen negativen Einfluss des Pachtanteils auf die technische Effizienz fest. Dieser ist jedoch im Gegensatz zu den ebenfalls untersuchten Marktfruchtbetrieben nicht signifikant. LATRUFFE ET AL. (2004) führen als Grund an, dass die viehhaltenden Betriebe eine effiziente Betriebsgröße mit weniger landwirtschaftlicher Fläche erreichen können, als es bei Marktfruchtbetrieben der Fall ist. Dies lässt sich ebenfalls auf die Milchviehhaltung übertragen, da diese eine geringere funktionelle Abhängigkeit in Bezug auf Pachtland besitzen, als dies für Marktfruchtbetriebe gilt.

H3: Ein hohes Pachtpreisniveau wirkt sich positiv auf die Effizienz der Betriebe aus.

Die Hypothese beruht auf der Annahme, dass, analog zum Einfluss des Pachtlandanteils auf die Effizienz, ein erhöhter Pachtpreis für die landwirtschaftliche Fläche einen weiteren

wirtschaftlichen Antrieb bietet, die eingesetzten Produktionsfaktoren einer effizienteren Produktionsweise zuzuführen. Ebenfalls kann ein hoher Pachtpreis hohe Bodenqualitäten widerspiegeln. Dazu wurden die Pachtpreise für die landwirtschaftliche Fläche der milchviehhaltenden Betriebe verwendet.

Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass ein Anstieg des Pachtpreises für die landwirtschaftliche Fläche um 100 €/ha gleichbedeutend mit einem dreiprozentigen Anstieg der technischen sowie ökonomischen Effizienz ist. KHANAL ET AL. (2012) untersuchten den Einfluss des Pachtpreises auf die technische Effizienz von Saatgut-produzierenden Betrieben und fanden ein signifikant positiven Einfluss auf die technische Effizienz der Betriebe. LATRUFFE ET AL. (2004) testeten den Einfluss der Bodenqualität auf die technische Effizienz der Viehhaltungs- und Marktfruchtbetriebe. In der Studie konnte ebenfalls ein positiver Einfluss der Bodenqualität auf die technische Effizienz beider Betriebsformen belegt werden. Darüber hinaus weisen KELLY ET AL. (2012) ein positiven Einfluss der Bodenqualität auf die Effizienz von irischen Milchviehbetrieben aus. Schlussfolgernd sind die Ergebnisse des Pachtpreisniveaus mit denen in der wissenschaftlichen Literatur gefunden Aussagen konsistent.

H4: Ein hoher Weideflächenanteil führt zu einem Absinken der Effizienz.

Eine extensivere Bewirtschaftungsform, die mit einem hohen Weideflächenanteil an der landwirtschaftlichen Fläche verbunden ist, führt zu geringeren Fütterungseffizienzen, sodass die Milchviehherde nicht leistungsgerecht gefüttert werden kann. Dieser Effekt wird bereits durch KOLVER UND MULLER (1998), DARTT ET AL. (1999) sowie BARGO ET AL. (2002) belegt. Darüber hinaus untersuchten CABRERA ET AL. (2010) den Effekt der Weidehaltung auf die technische Effizienz von Milchviehbetrieben in Wisconsin, allerdings konnten sie keinen signifikanten Einfluss feststellen. Um diese Hypothese zu überprüfen, wurde ebenfalls eine Dummyvariable eingeführt. So werden Betriebe, deren Weideflächenanteil an der landwirtschaftlichen Fläche über 10 % beträgt, mit einer Dummyvariablen von 1 im Modell gekennzeichnet.

Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass die Gruppe von Betrieben mit einem Weideflächenanteil von über 10 % geringere Effizienzwerte aufweisen (technische Effizienz = 3,4; ökonomische Effizienz = 3,0). Überraschenderweise hat ein hoher Weideflächenanteil eine positive Wirkung auf die allokativen Effizienz. Die milchviehhaltenden Betriebe, die über 10 % Weidefläche anteilig an ihrer gesamten Fläche besitzen, sind im Mittel um 1,1 % kosteneffizienter. Als mögliche Erklärung kann ein geringerer Anteil an zugekauftem Futter gesehen werden, welches sich positiv auf die kostenminimale Produktion auswirkt. Das Ergebnis ist konsistent mit den obigen aufgeführten Studien, die letztlich milchviehhaltenden

Betrieben mit einer hohen Weideflächenbewirtschaftung eine geringere technische Effizienz zuschreiben.

H5: Der Anteil Maissilage im Grundfutter hat einen negativen Einfluss auf die Effizienz.

Ein hoher Anteil der Maissilage im Grundfutter kann laut STOCKDALE (1995) zu einer geringeren Leistung der laktierenden Milchkühe führen, besonders in der frühen Phase der Laktation. Weiterhin wird ein zu hoher Anteil von Maissilage mit dem Auftreten von Pansenacidosen in Verbindung gebracht. In der vorliegenden Analyse sank die technische als auch ökonomische Effizienz um 1,5 bzw. 1,6 Prozent, bei einer parallelen Zunahme des Anteils der Maissilage im Grundfutter um 10 %. Neben STOCKDALE (1995) identifizierte ebenfalls Waugh et al. (2005) einen negativen Zusammenhang zwischen dem Anteil der Maissilage und der Qualität der verkauften Milch.

H6: Der Anteil der Betriebsprämie am Gewinn milchviehhaltender Betriebe beeinflusst die Effizienz negativ.

Als Hypothese wird dadurch begründet, dass Milchviehhalter vermutlich einen geringeren Anreiz haben, effizient zu produzieren, wenn die Prämie einen erheblichen Anteil am Gewinn des Betriebes misst. Der Schätzer des Anteils der Betriebsprämie am Gewinn deutet auf einen negativen Zusammenhang mit der technischen Effizienz hin. In Bezug auf die weiteren Effizienzmaße konnten keine weiteren validen Aussagen getroffen werden. Das Ergebnis, dass milchviehhaltende Betriebe, die stärker abhängig von den entkoppelten Direktzahlungen sind, einen geringeren technischen Effizienzwert aufweisen, stimmt mit weiteren wissenschaftlichen Studien überein (LAKNER 2009; ZHU UND LANSINK 2010; ZHU ET AL. 2012; LATRUFFE ET AL. 2011).

H7: Der Einsatz der totalen Mischration (TMR) wirkt sich positiv auf die Effizienz von milchviehhaltenden Betrieben aus.

Die Hypothese geht davon aus, dass der Einsatz der TMR in milchviehhaltenden Betrieben zu einer Effizienzsteigerung führt. Bezogen auf die TMR wird davon ausgegangen, dass der Einsatz dieser Fütterungsstrategie zu einer Effizienzsteigerung führt, da aufgrund der vollständigen Mischung mit allen Bestandteilen der Futterration eine homogenere Mischung erzeugt wird und der Milchkuh somit die Möglichkeit genommen wird, Futterkomponenten in der Futteraufnahme auszulassen.

Die Ergebnisse der Tobit-Regression lassen darauf schließen, dass kein signifikanter Einfluss auf die technische Effizienz angenommen werden kann. Vielmehr weist die TMR Gruppe der Betriebe einen signifikant geringeren allokativen Effizienzwert auf. Ebenfalls kann von einem negativen Einfluss der TMR auf die ökonomische Effizienz der Betriebe geschlossen werden.

Die Ergebnisse implizieren, einen 5 % geringeren allokativen bzw. einen 3 % ökonomischen Effizienzwert für TMR-Betriebe. Diese Ergebnisse erscheinen vor dem Hintergrund einer erwarteten Verbesserung der Futtereffizienz in den Betrieben überraschend.

Bei der Schätzung der technischen Effizienz deutet das Vorzeichen eher auf eine Verbesserung hin, wenn auch nicht signifikant. Hieraus lässt sich schließen, dass die angenommenen Effizienzsteigerungen, infolge eines besseren Fütterungsmanagements der Milchviehherde noch nicht richtig zur Geltung kommen und die Betriebe scheinbar Ineffizienzen in anderen Faktoren aufweisen. Dementsprechend kann aus den Ergebnissen der Effizienzanalyse die Kapitalproduktivität als relative Stärke der effizient wirtschaftenden Milchviehbetriebe identifiziert werden. Insbesondere bei den hohen Anschaffungskosten können TMR-Betriebe, bei denen noch keine signifikante Steigerung der Milchproduktion durch Nutzung der TMR Fütterungsstrategie hervorgegangen ist, eine relative Schwäche gegenüber effizienten Betrieben aufweisen. In Konsequenz führt dies zu einem nicht-signifikanten Schätzer. Die erhöhten Kosten für die Anschaffung der TMR scheinen sich ebenfalls in der allokativen Effizienz niederzuschlagen. Als Ergebnis resultiert ein negativer Einfluss sowohl auf die allokativen als auch ökonomische Effizienz. Die wissenschaftliche Literatur kann einen positiven Effekt der Nutzung der TMR auf die Leistungskennzahlen und die Effizienz der Milchviehbetriebe nachweisen (SORIANO ET AL. 2001; CABRERA ET AL. 2010).

H8: Die Betriebsgröße wirkt sich positiv auf die Effizienz der Milchviehbetriebe aus.

Die Hypothese basiert auf den Gedanken, dass größere Betriebe, gemessen an der bewirtschafteten Fläche oder der Anzahl gehaltener Tiere, durch „*Economies of scale*“ einen besseren Marktzugang haben und eine bessere Position innerhalb des Marktes einnehmen können. Dies ermöglicht eine kostenminimale Produktion, da resultierend aus der größeren Betriebsgröße eine verbesserte Verhandlungsposition gegenüber Händlern von Produktionsfaktoren eingenommen werden kann. Dies gilt auch für die Verhandlung von Verkaufspreisen für die produzierte Milch.

Die Ergebnisse aus den vorangegangenen Kapiteln ergeben ein differenziertes Bild. Durch die vorangegangene Analyse von statistischen Gruppendifferenzen im Rahmen des Kruskal-Wallis Tests und des angeschlossenen Mann-Whitney-U Tests konnten signifikante Unterschiede im Mittelwert der Effizienzmaße zwischen der ersten (<60 Kühe) und zweiten Gruppe (60-120 Kühe) belegt werden. Die kleinere Gruppe besitzt einen mittleren technischen Effizienzwert von 0,753, der statistisch signifikant höher liegt, als der Wert aus der mittleren Gruppe mit 0,721. Darüber hinaus verzeichnet die Gruppe der größeren Betriebe ab 120 Milchkühen mit 0,764 ebenfalls einen statistisch höheren Effizienzwert als die mittelgroßen Betriebe. Dies lässt sich auch für die ökonomische Effizienz bestätigen. Folglich

kann bereits nach den Gruppenmittelwertvergleichen auf eine nicht-lineare Beziehung zwischen der Gruppengröße und der technischen respektive ökonomischen Effizienz geschlossen werden. In der anschließenden zensierten Regression wurde dieser Zusammenhang bestätigt, sodass zunächst sowohl der technische als auch ökonomische Effizienzwert mit einer Vergrößerung des Bestandes abnimmt. Wird der Scheitelpunkt von 104 bzw. 103 Milchkühen erreicht, ist wiederum mit einem Steigen der Effizienz bei Ausweitung des Bestandes zu rechnen. Folglich lässt sich die Hypothese differenziert bestätigen. Die meisten wissenschaftlichen Studien beschreiben einen linearen Zusammenhang zwischen der Betriebsgröße und der Effizienz von Betrieben. So identifizierten LATRUFFE ET AL. (2004) einen positiven linearen Einfluss auf die technische Effizienz von Marktfrucht und viehhaltenden Betrieben in Polen, LISSITSA UND ODENING (2005) konnten dieses Ergebnis für die Ukraine bestätigen. In wenigen Fällen wurde eine quadratische Modellierung der Betriebsgröße vorgenommen. Als eine der wenigen Studien, die ebenfalls einen nicht-linearen Zusammenhang zwischen Betriebsgröße und technischer Effizienz fand, wurde von HELFAND UND LEVINE (2004) durchgeführt.

Gesundheitscharakteristika:

H9: Eine erhöhte Verlustrate an Kühen wirkt sich negativ auf die Effizienz aus.

Als weitere Hypothese wird die Verlustrate der Betriebe aufgegriffen, um einerseits diese als wichtigen Einflussfaktor auf die Wirtschaftlichkeit abzubilden und andererseits wird dieser Parameter als wichtige Kennziffer für das Gesundheitsmanagements des Milchviehbetriebes angesehen (RAZZAQUE ET AL. 2009; WINCKLER ET AL. 2003). Um die Verlustrate im Tobit-Modell zu modellieren, wurden die Totgeburtenrate sowie die Kuhverluste in den Betrieben als Proxy verwendet. Dementsprechend wurden ebenfalls quadratische Terme der beiden Variablen eingeführt, um mögliche Wechselbeziehungen und Optima zu modellieren. In der Analyse konnten, entgegen der Erwartungen, bis auf den linearen Term der Totgeburtenrate keine signifikanten Schätzer ermittelt werden. Folglich scheinen diese eher einen geringen Einfluss auf die Effizienz auszuüben. Die Totgeburtenrate ist hier ausgenommen. Die technische als auch ökonomische Effizienz sinken um 0,6 respektive 0,7 Prozentpunkte bei einem Anstieg der Totgeburtenrate um ein Prozent. RAZZAQUE ET AL. (2009) ermittelten den Einfluss der Verlustrate auf den Gewinn von milchviehhaltenden Betrieben, konnten jedoch ebenfalls keine statistischen Befunde für den Einfluss erbringen. Nichtsdestotrotz betrachten RAZZAQUE ET AL. (2009) und WINCKLER ET AL. (2003) diesen Faktor als wichtige Kenngröße für die Management Fähigkeit des Betriebsleiters und somit die Gesundheit der Milchviehherde.

H10: Ein geringeres Erstkalbealter führt zu einer Steigerung der Effizienz.

Als weiteren Indikator für das Gesundheitsmanagement in Milchviehbetrieben wird das Erstkalbealter der Betriebe herangezogen. Laut HAWORTH ET AL. (2008) besitzt dieser Faktor einen enormen Einfluss auf die Gesundheit sowie die Langlebigkeit der Milchkühe. Dabei konstatieren HARE ET AL. (2006) einen Trend zu kürzeren Erstkalbealtern, um die Kosten für die Färsenaufzucht möglichst gering zu halten. Dies kann jedoch laut STEINBOCK ET AL. (2003) zu Problemen durch schwierige Geburten und Totgeburten führen.

Aus den Ergebnissen der einzelnen Schätzungen lässt sich nur der lineare Term des Erstkalbealters als effizienzbeeinflussender Faktor herausstellen. Um eine Aussage über ein Optimum zu bestimmen, müsste ebenfalls der quadratische Term signifikant von Null verschieden sein. Für die technische Effizienz und ökonomische Effizienz kann bei einer Erhöhung des Erstkalbealters um einen Monat eine Effizienzsteigerung von 1,4 % bzw. 2,2 % erwartet werden. Obwohl das Erstkalbealter in der Schätzung der allokativen Effizienz nicht signifikant ist, deutet ein positiver Schätzer auf eine Verringerung der Kosteneffizienz hin, welches sich mit den Erwartungen von geringeren Kosten bei der Verringerung des Erstkalbealters deckt. Diese Aussage kann jedoch nicht statistisch fundiert werden. Hingegen stehen die signifikanten Resultate der Schätzung der technischen als auch ökonomischen Effizienz teilweise konträr zu den bisher analysierten Studien. LAWSON ET AL. (2004) identifizierten ein geringes Erstkalbealter als positiven Einflussfaktor auf die technische Effizienz von dänischen Milchviehbetrieben. Hingegen konnten HANSSON UND ÖHLMÉR (2008) keinen signifikanten Einfluss des Erstkalbealters auf die Effizienz von schwedischen Milchviehbetrieben nachweisen. Dennoch kann mit der Erhöhung des Erstkalbealters eine robustere Natur der Färsen assoziiert werden, die im Endeffekt eine höhere Resistenz gegenüber Krankheiten bedeutet.

H11: Eine höhere Reproduktionsrate führt zu einem Absinken der Effizienz.

Aufgrund der Bedeutung der Reproduktionsrate für das Gesundheitsmanagement und die Nutzungsdauer des Milchviehbetriebes wurde diese in die Schätzung aufgenommen und durch eine quadratische Modellierung ergänzt. Die Hypothese stützt sich auf die Annahme, dass eine höhere Reproduktionsrate und somit geringere Nutzungsdauer der Milchkühe die Effizienz negativ beeinflusst.

Die Ergebnisse ermöglichen keine signifikanten Aussagen über die Wirkungsrichtung der Remontierungsrate. Dennoch sind diese bei der Schätzung mit einem negativen Vorzeichen versehen, welches einen positiven Einfluss auf die Effizienz aussagen würde.

Dementsprechend würde sich dieses Ergebnis mit denen von LAWSON ET AL. (2004) decken, die ebenfalls einen kontraintuitiven Zusammenhang zwischen der Reproduktionsrate und der technischen Effizienz der Milchviehbetriebe herausstellen konnten.

H12: Eine höhere Milchleistung der Milchkühe führt zu einer Steigerung der Effizienz.

Die biologische Leistung der Milchkühe spielt ebenfalls eine essentielle Rolle für Milchviehbetriebe, da sich hieraus wirtschaftliche Vorteile ergeben können. Als Hypothese wird daher impliziert, dass eine hohe Milchleistung der Kühe mit einer hohen Effizienz korreliert. In der vorliegenden Analyse verbesserten sich bei Erhöhung der Milchleistung um 100 kg je Kuh und Jahr sowohl die technische als auch die allokativen Effizienz um je 1,4 % und die ökonomische Effizienz um 0,8 % bei ceteris paribus Annahme.

Diese Aussage erscheint vor dem Hintergrund, dass die Milchleistung ein strukturiertes Herden- und Gesundheitsmanagement in den Betrieben erfordert, als einleuchtend. PIERRICK ET AL. (2010) konnten jedoch keinen signifikanten Einfluss der Milchleistung auf die Effizienz milchviehhaltender Betriebe in der Schweiz belegen. Dennoch wird der positive lineare Zusammenhang von weiteren wissenschaftlichen Studien wie LUIK ET AL. (2014) und LAWSON ET AL. (2004) gestützt.

H13: Eine erhöhte Zellzahl beeinflusst die Effizienz der Betriebe negativ.

Aufgrund der essentiellen Bedeutung der Zellzahl für die Bewertung der Tier- und Eutergesundheit sowie der Milchqualität wird erwartet, dass eine hohe Zellzahl zu einer geringeren Effizienz der Milchviehbetriebe führt. SANT'ANNA UND PARANHOS DA COSTA (2011) und SCHUKKEN ET AL. (2003) belegen ebenfalls, dass die Zellzahl als eine der zentralen Kenngrößen zur Bewertung der Tiergesundheit in der Milchviehhaltung zu sehen ist. Die Zellzahl wird in den Ergebnissen der technischen sowie ökonomischen Effizienz als signifikant sowohl im linearen als auch quadratischen Modell identifiziert. Dementsprechend steigt mit einer Zunahme der Zellzahl die technische als auch ökonomische Effizienz zunächst an. Bei der technischen Effizienz wird ein Optimum von 211.000 Zellen je Milliliter Milch ausgeben. Hingegen liegt das Optimum der ökonomischen Effizienz bei 255.000 Zellen je Milliliter Milch. Ab diesen Grenzen ist mit einer Abnahme der Effizienz zu rechnen. Bei der technischen Effizienz wird im Maximum der Zellzahlwerte ein Effizienzurückgang von 2 % je Zunahme um 10.000 Zellen/ml Milch herausgestellt.

In der grauen Literatur wird als Ziel 150.000 Zellen/ml Milch angegeben, dass die wenigsten Betriebe in der Praxis erreichen. Die Analyse zeigt jedoch, dass bezogen auf das „Sample“ eine normative Grenze von 211.000 respektive 255.000 noch als vertretbar hinsichtlich der Effizienz gilt. In der wissenschaftlichen Literatur konnten bisher keine Studien gefunden werden, die auf Basis der Ergebnisse der Effizienzanalyse kritische Grenzen der Zellzahlen bestimmen konnten. LUIK ET AL. (2014) können im linearen Term einen signifikant negativen Einfluss nachweisen, sodass zu mindestens die Aussage eines negativen Zusammenhangs gestützt werden kann.

9 Zusammenfassung

Der Ausgangspunkt des Projekts bildet die Verbesserung der Aussagefähigkeit von Betriebsanalysen milchviehhaltender Betriebe in Nordrhein-Westfalen durch den Einsatz moderner Methoden der Effizienzanalyse. Dementsprechend werden anhand einer empirisch durchgeführten Effizienzanalyse und einer im zweiten Schritt durchgeführten Analyse der Einflussfaktoren, die sich aus der Data Envelopment Analysis ergebenen Möglichkeiten, aufgezeigt.

Im Rahmen dieser Projektarbeit wurde zunächst eine Einführung in die aktuelle (markt-) politische Situation auf europäischer und deutschlandweiter Ebene gegeben. Es konnte festgestellt werden, dass die milchviehhaltenden Betriebe auf europäischer Ebene durch das Auslaufen der Garantiemengenregulierung in einen wirtschaftlichen Anpassungsdruck geraten, der im Kontext steigender Faktorpreise und stetiger Marktpreisvolatilitäten eine zusätzliche Dynamik gewinnt. Das Auslaufen der Mengenregulierung offeriert den Milchviehbetrieben auf der einen Seite Chancen, wie z.B. eine erleichterte Expansion ihres Betriebes ohne den Zukauf von Milchquote. Auf der anderen Seite entstehen durch das freie Spiel von Angebot und Nachfrage auf den Weltmärkten Risiken, die durch die steigenden Preisvolatilitäten für Milchviehhalter aufgezeigt werden können. Ferner wird konstatiert, dass ein deutlicher Anstieg der Milchkuhzahlen je Halter sowohl in Deutschland als auch in Nordrhein-Westfalen zu verzeichnen ist. Demnach kann vor dem Auslaufen der Milchquotenkontingentierung auf eine vorzeitige Expansionsstrategie vieler Milcherzeuger geschlossen werden. Abschließend wurde die Systematik der derzeitigen Betriebszweigauswertung dargelegt und potenzielle Schwachstellen in der Methodik aufgezeigt.

Auf Grundlage der dargestellten Situation in der Beratung wird die Effizienzanalyse als methodische Erweiterung des Beratungsinstrumentariums vorgestellt. In der wissenschaftlichen Literatur finden insbesondere die Stochastic Frontier Analysis (SFA) und die Data Envelopment Analysis (DEA) Anwendung. Der SFA liegt eine stärkere Robustheit gegenüber Messfehlern und Datenirregularitäten durch die Integration eines Störterms zugrunde. Nachteil ist, dass im Vorhinein eine Produktionsfunktion bestimmt und angenommen werden muss. Diese Annahme kann und wird als praxisfern angesehen, da kaum jemand im Voraus die zugrundeliegende Produktionsfunktion bestimmen bzw. voraussagen kann. Im Gegensatz dazu bietet die DEA für die Praxis die deutlich flexiblere Lösung an, da vorher keine Annahmen bezüglich einer bestimmten Produktionsfunktion getroffen werden müssen und die DEA die Produktionsfunktion anhand der ihr zugrundeliegenden effizienten Einheiten aufspannt. Dementsprechend sind Praxisempfehlungen auf Grundlage der „best-practice“ Unternehmen von hoher Relevanz und

Praxistauglichkeit. Dem Problem von Ausreißern in den Daten kann durch die Anwendung weiterer Methoden der Effizienzmessung, wie der Supereffizienz, begegnet werden.

Im Anschluss an die Vorstellung der theoretischen Grundlagen der Produktivitäts- und Effizienzanalyse erfolgte ein aktueller Literaturüberblick (tabellarische Zusammenfassung im Anhang). Es gibt eine Vielzahl an wissenschaftlichen Studien zu Effizienzanalysen in der Landwirtschaft. Die Vorstellung diene sogleich der Hypothesenbildung für die anschließende Ableitung effizienzbeeinflussender Faktoren. Die Effizienzwerte der vorgestellten Studien sind nur eingeschränkt vergleichbar, da die durchgeführten Effizienzanalysen auf Basis der DEA von der jeweiligen Stichprobengröße abhängen und somit keine vergleichenden Rückschlüsse mit der durchgeführten Arbeit erlauben. Die mit der wissenschaftlichen Literatur in Einklang stehende Nutzung einer anschließenden Tobit-Regression, erlaubt die Einflussmessung exogener Faktoren auf die Effizienzwerte. Die erzielten Ergebnisse belegen sowohl einen Einfluss von strukturellen Charakteristika als auch von Gesundheitsparametern. Insbesondere für die letzteren Faktoren kann in den letzten Jahren ein gestiegenes Interesse und dementsprechend eine gestiegene Anzahl von Veröffentlichungen registriert werden. Folglich bietet die vorliegende Projektarbeit mit den Informationen zum biotechnischen System eine wissenschaftlich als auch praxisrelevante Grundlage für die Anwendung der Effizienz- und Einflussfaktorenmessung.

Die empirische Analyse der Effizienz basiert auf Daten der Betriebszweigauswertung der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, die für die Analyse einen Paneldatensatz von 244 Milchviehbetrieben über einen Zeitraum von fünf Jahren zur Verfügung stellte. Im weiteren Verlauf wurde die Effizienzanalyse für das „Sample“ der 244 Milchviehbetriebe durchgeführt. Mit Hilfe der Window-Analyse wurden die einzelnen deflationierten Beobachtungen über die Jahre zusammengefasst und als vollständiges „Sample“ betrachtet. Daraus generiert sich zum einen der Vorteil, dass eine höhere Beobachtungszahl erreicht wird und sich daraus folgend statistisch validere Ergebnisse ableiten lassen. Unter der Annahme von konstanten als auch variablen Skalenerträgen wurde die Effizienzanalyse inputorientiert durchgeführt. Die Berücksichtigung von konstanten als auch variablen Skalenerträgen ermöglicht es, im weiteren Verlauf Skaleneffizienzen zu identifizieren. Zunächst wurden die Verteilungen der technischen Effizienzwerte dargestellt und mittlere Effizienzwerte unter konstanten als auch variablen Skalenerträgen von 77 und 80 % herausgestellt. Schließlich ermöglicht die Effizienzanalyse die objektive Darstellung der Effizienz von multiplen Produktivitäten in einer Kennzahl. Als weitere Bereicherung des Beratungsinstrumentariums kann die Analyse der Stärken und Schwächen der Betriebe mit Hilfe des dualen Modells der linearen Optimierung gesehen werden. Ergo lassen sich über den Vergleich der durchschnittlichen Inputgewichte Differenzen zwischen effizienten und ineffizienten Betrieben erkennen. Infolgedessen zeigen effiziente Betriebe eine höhere Kapital- als auch

Grundfutterproduktivität als ineffiziente milchviehhaltende Unternehmen. Daraus folgend ergibt sich für das primale Modell, welches Einsparungspotenziale der Inputs durch den Vergleich mit den Benchmarkbetrieben auf der „best-practice“ Frontier offenbart, dass ineffiziente Milchviehhalter insbesondere beim eingesetzten Kapital Ressourcen einsparen können. Darüber hinaus liegen die weiteren Einsparungspotenziale bei 20-22 %. Die Berechnung der Skaleneffizienz milchviehhaltender Betriebe resultiert in einer optimalen Faktorausstattung von 94 Milchkühen und 103 Hektar landwirtschaftliche Fläche. Ein Großteil der Betriebe wirtschaftet in zunehmenden Skalenerträgen, die durch eine Vergrößerung der Betriebsstrukturen effizienter ausgenutzt werden können. Die alloкатive Effizienz der Betriebe belegt ein mittleres Effizienzniveau von 87 %, welches ebenfalls auf ein Steigerungspotenzial hinsichtlich der kostenminimalen Inputallokation der Milchviehbetriebe schließen lässt.

In der nachfolgenden Analyse wurden die Effizienzwerte in Bezug auf statistisch fundierte Unterschiede überprüft. Zunächst wurden die vier vorhandenen Regionen innerhalb des Datensatzes auf Effizienzunterschiede analysiert. Die Auswertung erbrachte einen statistisch geringeren technischen Effizienzmittelwert im Bergischen Land gegenüber den übrigen Regionen. Darüber hinaus konnte die Eifel im Vergleich zum Bergischen Land und dem südwestfälischen Bergland höhere Skaleneffizienzwerte vorweisen. Ebenfalls wurde der Einfluss der Betriebsgröße auf die Effizienz analysiert. In diesem Bereich können mittlere Betriebe gegenüber kleineren und größeren Betrieben eine signifikant geringere durchschnittliche technische Effizienz vorweisen. Im Hinblick auf die Skaleneffizienz wurde ein geringerer Skaleneffizienzwert bei kleineren Betrieben analysiert, da die Größe einen unmittelbaren Einflussfaktor auf die Skaleneffizienz darstellt. Die überwiegende Anzahl an Einzelunternehmen und den dementsprechenden familiengeprägten Betrieben in der nordrhein-westfälischen Milchviehhaltung lassen keine Rückschlüsse auf statistische Unterschiede erkennen. Lediglich werden Betriebe, die unter der Gesellschaft bürgerlichen Rechts firmieren, als alloкатiv- und skaleneffizienter gegenüber Einzelunternehmen identifiziert.

Ein genauerer Blick auf die effizienzbeeinflussenden Faktoren wurde mit Hilfe der Tobit-Regression unternommen. Die Möglichkeit, die sich aus der quadratischen Modellierung der Gesundheitsparameter ergibt, ist die Bestimmung von kritischen Optima, ab denen die marginalen Effekte der Einflussfaktoren sich drehen bzw. wechseln können. Die zensierte Regression konnte einen positiven Einfluss von vollständig auf Familienarbeitskraft angewiesene Betriebe auf die technische Effizienz analysieren. Ein positiver Einfluss geht vom Pachtpreinsniveau aus, der ebenso als Proxy für die Bodenqualität gesehen werden kann und darüber hinaus dem Milchviehhalter einen wirtschaftlichen Antrieb bietet die Produktionsfaktoren einer effizienteren Nutzung zuzuführen. Darüber hinaus wirkt sich ein

großer Anteil Weidefläche negativ auf die technische Effizienz von Milchviehbetrieben aus, da die Fütterungseffizienz in den Betrieben sinkt. Weiterhin konnte ein steigender Anteil der Maissilage im Grundfutter als negativer Effizienztreiber ausgemacht werden. Hängt das Einkommen im zunehmenden Maße von entkoppelten Betriebsprämien ab, so wird eine Abnahme in der technischen Effizienz der Milchviehbetriebe identifiziert. Dementsprechend bietet eine größere Abhängigkeit von den entkoppelten Direktzahlungen einen geringeren Antrieb die Produktionsfaktoren effizient einzusetzen. Außerdem steigt mit der Erhöhung des Erstkalbealters die technische Effizienz in den Milchviehbetrieben. Es konnte kein Optimum ermittelt werden, sodass zu mindestens in der praktischen Bewertung eine mögliche wirtschaftliche Grenze bezogen auf das Erstkalbealter angenommen werden muss. Ebenso konnte eine steigende Milchleistung als positiver Effizienztreiber herausgestellt werden. Hinsichtlich der Bewertung von Optima kann bezugnehmend auf die Betriebsgröße, gemessen in der Anzahl der gehaltenen Milchkühe, ein Scheitelpunkt bei 104 Milchkühen ausgemacht werden. Folglich sinkt die technische Effizienz mit zunehmender Größe bis zu diesem Scheitelpunkt, um danach einen positiven Effekt auf die Effizienz zu erzielen. Gegensätzlich sieht die Lage für die Variable der Zellzahl aus. So steigt mit zunehmender Zellzahl die technische Effizienz zunächst an, bis zu einem Optimum von 211.000 Zellen je Milliliter Milch. Ist diese Grenze überschritten ist mit einem Sinken der Effizienz von milchviehhaltenden Betrieben zu rechnen.

Hinsichtlich der allokativen Effizienz können die Faktoren nur einen geringen Anteil der Varianz der Effizienzwerte erklären. Dennoch kann aufgezeigt werden, dass ein hoher Pachtlandanteil und der Einsatz der totalen Mischration (TMR) als Fütterungsstrategie zu einem Absinken der allokativen Effizienz auf milchviehhaltenden Betrieben führt. Im Gegensatz zu dem Ergebnis der technischen Effizienz scheint die Weidefläche einen positiven Einfluss auf die Kosteneffizienz der Milchviehbetriebe zu besitzen, was sich aus einer kostengünstigeren Fütterung erklären lässt. Eine erhöhte Zellzahl wirkt sich innerhalb der allokativen Effizienz negativ aus. Konträr dazu kann die Milchleistung wiederum einen positiven Einfluss auf die allokativen Effizienz ausüben. Die Einflussfaktoren auf die ökonomische Effizienz, kongruieren größtenteils mit den Ergebnissen der vorgestellten Effizienzmaße. Allerdings wird die Signifikanz des Pachtlandanteils sowie des Anteils der Betriebsprämie am Gewinn der Milchviehhalter bei der Schätzung der ökonomischen Effizienz abgeschwächt und liefert folglich keine signifikanten Schätzer. Darüber hinaus steigt das Optimum der Zellzahl auf 255.000 Zellen je Milliliter Milch an.

Abschließend kann die Data Envelopment Analysis als sehr praxisnahes Beratungsinstrument beschrieben werden, die der landwirtschaftlichen Betriebsberatung als sinnvolle Hilfestellung bei der Bewertung und Entwicklung landwirtschaftlicher Betriebe dienen kann.

10 Schlussfolgerung für die Umsetzung der Ergebnisse in die Praxis

Auf Grundlage der erzielten Ergebnisse des vorliegenden Forschungsprojekts können für die beteiligten Akteure wesentliche Erkenntnisse für den Wissenstransfer in die Praxis abgeleitet werden.

Für agrarpolitische Entscheidungsträger kann als Ergebnis festgehalten werden, dass die analysierten Milchviehbetriebe in Nordrhein-Westfalen über ein hohes Effizienzniveau verfügen. Nichtsdestotrotz sind agrarpolitische Entscheidungsträger dazu angehalten, die wirtschaftliche Situation als auch die betrieblichen Entwicklungen weiterhin intensiv zu analysieren, sodass die weitere Ausgestaltung von agrarpolitischen Maßnahmenbündeln eine gezieltere Wirkung auf Effizienzsteigerungen in den landwirtschaftlichen Betrieben entfalten kann. Dabei können insbesondere die Ergebnisse der effizienzbeeinflussenden Faktoren als ein wertvoller Beitrag zur Quantifizierung von agrarpolitischen Entscheidungen auf die Effizienz milchviehhaltender Betriebe gesehen werden.

Der Fokus des Forschungsprojekts lag im Besonderen auf einer Verbesserung und anschließenden Weiterentwicklung des Beratungsinstrumentariums der landwirtschaftlichen Beratung. Dementsprechend können für die landwirtschaftliche Beratungspraxis ergänzende Beratungsempfehlungen durch die Effizienzanalyse generiert werden, die einen Beitrag zu einer ressourcenschonenderen und wettbewerbsfähigeren Landwirtschaft leisten können. Folglich können die landwirtschaftlichen Betriebsberater von einer weiteren Hilfestellung bei der Generierung von konkreten Handlungsempfehlungen an die landwirtschaftliche Praxis profitieren, die sowohl auf Fragen nach einem nachhaltigen als auch wirtschaftlich erfolgreichen Agrarmanagement Antworten liefert.

Als wichtige Empfänger der Ergebnisse werden die landwirtschaftlichen, in diesem Fall milchproduzierenden Betriebe gesehen, die durch eine aussagekräftigere Beratungsleistung aus einer kurz- und langfristigen Perspektive einen Nutzen ziehen können. Aus kurzfristiger Sicht kann der operative Erfolg durch eine Ex-Post-Analyse gesteigert werden, indem die Stärken wie auch Schwächen den Betrieben aufgezeigt werden. Darüber hinaus lassen sich die Einsparungspotenziale ihrer eingesetzten Produktionsfaktoren präzise quantifizieren. Auf lange Sicht kann die Erweiterung der Beratungsmethodik um die Effizienzanalyse einen Beitrag zu einem kontinuierlichen Bestehen der Milchviehbetriebe am Markt liefern.

11 Konsequenzen und weitere Forschungsfelder

Im Hinblick auf die durchgeführte Effizienzanalyse können verschiedene Weiterentwicklungen vorgenommen werden.

In Bezug auf den zur Verfügung stehenden Datensatz kann eine dynamische Betrachtung der Effizienzveränderung mit Hilfe des Malmquist-Index vorgenommen werden. Eine anschließende Panelregression kann die abgeleiteten Ergebnisse der vorliegenden Arbeit aus einer dynamischen Perspektive validieren. Ebenfalls scheint eine Weiterentwicklung des Multiplier-Modells sinnvoll, um die Vergabe von infinitesimalen Gewichten zu restringieren.

Detaillierte Daten sind von Nöten, um eine Analyse der Energie- und Treibhausgaseffizienz vornehmen zu können. Demnach sehen sich landwirtschaftliche Betriebe zum einen einer möglichst wirtschaftlich erfolgreichen Produktion und zum anderen einer energie- und klimaschutzfreundlichen Bewirtschaftung ausgesetzt. Stehen ausführlichere Daten zu den eingesetzten Energiekomponenten und Nährstoffbilanzen zur Verfügung, kann ebenfalls ein energie- und klimaschutzfreundliches Optimum modelliert werden. Infolgedessen können die Änderungen im Produktionsprogramm bzw. die Kosten, die vorgenommen und aufgebracht werden müssen, um vom kostenminimalen zum energie- und treibhausgaseffizienten Optimum zu gelangen, quantifiziert werden. Dies könnte einen weiteren Beitrag zu einer ganzheitlichen Modellierung der Effizienz unter Berücksichtigung von Umwelt- als auch wirtschaftlichen Aspekten auf Betriebsebene möglich machen. Aufgrund der zunehmenden Diskussion der Tiergesundheit und des Tierwohls ließe sich diese Methodik ebenfalls aus der Tiergesundheit- bzw. Tierwohlperspektive betrachten.

Wird ein Blick auf die effizienzbeeinflussenden Faktoren geworfen, bietet sich fortführend eine detaillierte Betrachtung der Tiergesundheit und des Tierwohles in Milchviehbetrieben an. Aufgrund der begrenzten Datenbasis wird der Einfluss von Tiergesundheit durch ökonomische Tiergesundheitsindikatoren approximiert und kann gegebenenfalls verzerrt sein. Eine präzisere Abbildung erfordert als Grundlage tierbezogene Indikatoren wie Stoffwechselstörungen, Anzahl der Mastiden oder auch Ketosen je Kuh. Aufgrund der aufwendigen und nicht-standardisierten Erfassung sind diese in der Regel nicht über die einzelbetriebliche Ebene hinaus verfügbar. Dennoch würden diese Informationen die Analyse deutlich bereichern.

12 Literaturverzeichnis

- Abbott, M.; Doucouliagos, C. (2003): The efficiency of Australian universities: a data envelopment analysis. In: *Economics of Education Review* 22 (1), S. 89–97.
- Abdulai, A.; Tietje, H. (2007): Estimating technical efficiency under unobserved heterogeneity with stochastic frontier models: application to northern German dairy farms. In: *European Review of Agricultural Economics* 34 (3), S. 393–416.
- Ahmad, M.; Bravo-Ureta, B. E. (1996): Technical efficiency measures for dairy farms using panel data: A comparison of alternative model specifications. In: *Journal of Productivity Analysis* 7 (4), S. 399–415.
- Aigner, D.; Lovell, C.; Schmidt, P. (1977): Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. In: *Journal of Econometrics* 6 (1), S. 21–37.
- Andersen, P.; Petersen, N. (1993): A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis. In: *Management Science* 39 (10), S. 1261–1264.
- Asmild, M.; Paradi, J. C.; Aggarwall, V.; Schaffnit, C. (2004): Combining DEA Window Analysis with the Malmquist Index Approach in a Study of the Canadian Banking Industry. In: *Journal of Productivity Analysis* 21 (1), S. 67–89.
- Backhaus, K. (2011): Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung. 13. überarbeitete Auflage. Berlin: Springer.
- Bailey, D. (1989): An analysis of technical, allocative and scale inefficiency. The case of ecuadorian dairy farms. In: *Western journal of agricultural economics* 14 (1), S. 30–37.
- Balman, A.; Czasch, B. (2001): Unternehmen und Märkte der Ernährungswirtschaft. Zur Effizienz landwirtschaftlicher Unternehmen in Brandenburg - Eine Data Envelopment Analysis-. In: *Agrarwirtschaft* 50 (3), S. 198–203.
- Banker, R. D.; Charnes, A.; Cooper, W. W. (1984): Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. In: *Management Science* 30 (9), S. 1078–1092.
- Banker, R. D.; Morey, R. C. (1986): Efficiency Analysis for Exogenously Fixed Inputs and Outputs. In: *Operations Research* 34 (4), S. 513–521.
- Bargo, F.; Muller, L. D.; Delahoy, J. E.; Cassidy, T. W. (2002): Performance of High Producing Dairy Cows with Three Different Feeding Systems Combining Pasture and Total Mixed Rations. In: *Journal of Dairy Science* 85 (11), S. 2948–2963.

- Barnes, A. P.; Rutherford, K M D; Langford, F. M.; Haskell, M. J. (2011): The effect of lameness prevalence on technical efficiency at the dairy farm level: an adjusted data envelopment analysis approach. In: *Journal of Dairy Science* 94 (11), S. 5449–5457.
- Battese, G. E.; Coelli, T. J. (1992): Frontier production functions, technical efficiency and panel data: With application to paddy farmers in India. In: *Journal of Productivity Analysis* 3 (1-2), S. 153–169.
- Bogetoft, P.; Otto, L. (2011): Benchmarking with DEA, SFA, and R. New York: Springer (International series in operations research & management science, v. 157).
- Bogetoft, P.; Otto, L. (2013): Benchmarking with DEA and SFA. Version 0.23.
- Breusch, T. S.; Pagan, A. R. (1979): A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation. In: *Econometrica* 47 (5), S. 1287.
- Broom, D. (1991): Animal welfare: concepts and measurement. In: *Journal of Animal Science* 69 (10), S. 4167–4175.
- Brümmer, B.; Glauben, T.; Thijssen, G. (2002): Decomposition of Productivity Growth Using Distance Functions: The Case of Dairy Farms in Three European Countries. In: *American Journal of Agricultural Economics* 84 (3), S. 628–644.
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2014a): Milchanlieferung der Erzeuger an milchwirtschaftliche Unternehmen. Monatliche Ergebnisse (diverse Jahrgänge). Online verfügbar unter http://www.ble.de/DE/01_Markt/09_Marktbeobachtung/01_MilchUndMilcherzeugnisse/MilchUndMilcherzeugnisse_node.html, zuletzt geprüft am 20.08.2014.
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2014b): Milcherzeugung und -verwendung im Jahr 2012 in Deutschland. Online verfügbar unter http://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/01_Markt/09_Marktbeobachtung/02_MilchUndMilcherzeugnisse/Milcherzeugung-Verwendung/2012/MilcherzeugungVerwendung2012.html, zuletzt geprüft am 20.08.2014.
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2014c): Monatliche Milchpreise. Erzeugerpreise für Rohmilch (diverse Jahrgänge). Online verfügbar unter http://www.ble.de/DE/01_Markt/09_Marktbeobachtung/01_MilchUndMilcherzeugnisse/MilchUndMilcherzeugnisse_node.html, zuletzt geprüft am 20.08.2014.
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2014): Statistischer Monatsbericht. Diverse Jahrgänge. Hg. v. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL).

- Cabrera, V. E.; Solís, D.; del Corral, J. (2010): Determinants of technical efficiency among dairy farms in Wisconsin. In: *Journal of Dairy Science* 93 (1), S. 387–393.
- Cantner, U.; Krüger, J.; Hanusch, H. (2007): Produktivitäts- und Effizienzanalyse. Der nichtparametrische Ansatz. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Carter, M. R. (1984): Resource Allocation and Use Under Collective Rights and Labour Management in Peruvian Coastal Agriculture. In: *The Economic Journal* 94 (376), S. 826–846.
- Charnes, A.; Clark, C. T.; Cooper, W. W.; Golany, B. (1984): A developmental study of data envelopment analysis in measuring the efficiency of maintenance units in the U.S. air forces. In: *Annals of Operations Research* 2 (1), S. 95–112.
- Charnes, A.; Cooper, W. W.; Rhodes, E. (1978): Measuring the efficiency of decision making units. In: *European Journal of Operational Research* 2 (6), S. 429–444.
- Cloutier, L. Martin; Rowley, R. (1993): Relative Technical Efficiency: Data Envelopment Analysis and Quebec's Dairy Farms. In: *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie* 41 (2), S. 169–176.
- Coelli, T. (2005): An introduction to efficiency and productivity analysis. 2. Aufl. New York: Springer.
- Cooper, W. W.; Seiford, L. M.; Tone, K. (2007): Data envelopment analysis. A comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software. 2nd ed. New York: Springer.
- Czasch, B.; Balmann, A.; Odening, M. (1999): Organisation und Effizienz landwirtschaftlicher Unternehmen während der Umstrukturierung des Agrarsektors. Eine empirische Analyse für Brandenburg. In: *Finanzwissenschaftliche Diskussionsbeiträge der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät Special Series* (S-11).
- Dartt, B. A.; Lloyd, J. W.; Radke, B. R.; Black, J. R.; Kaneene, J. B. (1999): A Comparison of Profitability and Economic Efficiencies Between Management-Intensive Grazing and Conventionally Managed Dairies in Michigan. In: *Journal of Dairy Science* 82 (11), S. 2412–2420.
- Davidova, S.; Latruffe, L. (2003): Technical efficiency and farm financial management in countries in transition. Working paper. Institut National de la recherche Agronomique. Online verfügbar unter <https://www6.rennes.inra.fr/smart/content/download/3210/32508/version/1/file/WP03-10.pdf>.

- Davidova, S.; Latruffe, L. (2007): Relationships between Technical Efficiency and Financial Management for Czech Republic Farms. In: *Journal of Agricultural Economics* 58 (2), S. 269–288.
- Debreu, G. (1951): The Coefficient of Resource Utilization. In: *Econometrica* 19 (3), S. 273.
- Deutscher Bauernverband (2014): Milchquotenbörse in Deutschland. Handelsergebnisse. Online verfügbar unter <http://www.bauernverband.de/milchquotenboerse>, zuletzt aktualisiert am 20.08.2014.
- Dyson, R. G.; Allen, R.; Camanho, A. S.; Podinovski, V. V.; Sarrico, C. S.; Shale, E. A. (2001): Pitfalls and protocols in DEA. In: *European Journal of Operational Research* 132 (2), S. 245–259.
- Echambadi, R.; Hess, J. D. (2007): Mean-Centering Does Not Alleviate Collinearity Problems in Moderated Multiple Regression Models. In: *Marketing Science* 26 (3), S. 438–445.
- Efron, B. (1979): Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife. In: *The Annals of Statistics* 7 (1), S. 1–26.
- Efron, B.; Tibshirani, R. (1994): An introduction to the bootstrap. New York: Chapman & Hall (Monographs on statistics and applied probability, 57).
- Ehrmann, M. (2008): Comparing Sustainable Value Approach, Data Envelopment Analysis and indicator approaches -An application on German dairy farms. European Association of Agriculture Economists. European Association of Agriculture Economists. Ghent, Belgium, 2008. Online verfügbar unter <http://ageconsearch.umn.edu/handle/44140>.
- Europäische Kommission (2002): Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament. Online verfügbar unter <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52002DC0394&from=en>, zuletzt geprüft am 20.08.2014.
- Europäische Kommission (2007): Mitteilung der Kommission an den Rat und das europäische Parlament: Vorbereitung auf den "GAP-Gesundheitscheck". Online verfügbar unter <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52007DC0722&from=en>, zuletzt geprüft am 20.08.2014.
- Europäische Kommission (2009): Verordnung (EG) Nr. 73/ 2009 des Rates. Online verfügbar unter <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R0073&from=DE>, zuletzt geprüft am 20.08.2014.

- Europäische Kommission (2010): Bericht der europäischen Kommission an das europäische Parlament und den Rat. Online verfügbar unter <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC0727&from=de>, zuletzt geprüft am 20.08.2014.
- Europäische Kommission (2012a): Bericht der europäischen Kommission an das europäische Parlament und den Rat. Online verfügbar unter <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC0727&from=de>, zuletzt geprüft am 20.08.2014.
- Europäische Kommission (2012b): Verordnung (EU) Nr. 261/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates. Online verfügbar unter <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R0261&from=de>, zuletzt geprüft am 20.08.2012.
- Europäische Kommission (2013): Verordnung (EU) Nr. 1308/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Dezember 2013 über eine gemeinsame Marktorganisation für landwirtschaftliche Erzeugnisse und zur Aufhebung der Verordnungen (EWG) Nr. 922/72, (EWG) Nr. 234/79, (EG) Nr. 1037/2001 und (EG) Nr. 1234/2007. Online verfügbar unter <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1308&from=de>.
- Europäische Kommission (2014): Report from the Commission to the European Parliament and the council . Development of the dairy market situation and the operation of the "Milk Package" provisions. Online verfügbar unter http://ec.europa.eu/agriculture/milk/milk-package/com-2014-354_en.pdf, zuletzt geprüft am 20.08.2014.
- Eurostat (2014a): Export Values of dairy products. Online verfügbar unter http://exporthelp.europa.eu/thdapp/comext/ComextServlet?action=output&viewName=eur_partners&simDate=20130101&languageId=en&ahscode1=0401&cb_reporters=000&cb_partners=all&list_years=2013&measureList=ev, zuletzt aktualisiert am 20.08.2014.
- Eurostat (2014b): Landwirtschaftliche Gesamtrechnung. Werte zu jeweiligen Preisen. Hg. v. Europäische Kommission Eurostat. Online verfügbar unter <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/agriculture/data/database>, zuletzt aktualisiert am 20.08.2014.
- FAO Statistics Division (2014): Production facts. Livestock Primary. Hg. v. Food and Agriculture Organization. Online verfügbar unter <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QL/E>, zuletzt aktualisiert am 20.08.2014.

- Färe, R. (1988): Fundamentals of production theory. Berlin, New York: Springer-Verlag (Lecture notes in economics and mathematical systems, 311).
- Färe, R.; Grosskopf, S.; Logan, J. (1983): The relative efficiency of Illinois electric utilities. In: *Resources and Energy* 5 (4), S. 349–367.
- Färe, R.; Grosskopf, S.; Lovell, C. A. Knox (1985): The measurement of efficiency of production. Boston, Hingham, MA, U.S.A.: Kluwer-Nijhoff Pub.; Distributors for North America, Kluwer Academic Publishers (Studies in productivity analysis).
- Färe, R.; Grosskopf, S.; Lovell, C. A. Knox (1994): Production frontiers. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Farrell, M. J. (1957): The Measurement of Productive Efficiency. In: *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)* 120 (3), S. 253–290.
- Ferrier, G. D.; Lovell, C. (1990): Measuring cost efficiency in banking. In: *Journal of Econometrics* 46 (1-2), S. 229–245.
- Fraser, I.; Cordina, D. (1999): An application of data envelopment analysis to irrigated dairy farms in Northern Victoria, Australia. In: *Agricultural Systems* 59 (3), S. 267–282.
- Fried, H. O.; Lovell, C. A. Knox; Schmidt, S. S. (1993): The Measurement of productive efficiency. Techniques and applications. New York: Oxford University Press. Online verfügbar unter <http://site.ebrary.com/lib/academiccompletetitles/home.action>.
- Gal, T. (2012): Efficiency analysis of dairy farms in the northern Great Plain Region using deterministic and stochastic DEA Models. In: *Applied Studies in Agribusiness* 6 (5), S. 113–122.
- Gelan, A.; Muriithi, B. (2012): Measuring and explaining technical efficiency of dairy farms: a case study of smallholder farms in East Africa. In: *Agrekon* 51 (2), S. 53–74.
- Göbbel, T. (2014): Börsenhandel mit Milchquoten. Übertragungsstellentermin 1.07.2014. Hg. v. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen.
- Gonçalves, Rosiane Maria Lima; Vieira, Wilson da Cruz; Lima, João Eustáquio de; Gomes, S. Teixeira (2008): Analysis of technical efficiency of milk-producing farms in Minas Gerais. In: *Economia Aplicada* 12 (2), S. 321–335.
- Gräfe, E. (2008): Betriebswirtschaftliche Richtwerte: Milchproduktion mit Färsenzukauf auf Ackerstandorten. Hg. v. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. Online verfügbar unter <http://www.tll.de/ainfo/pdf/rwza1008.pdf>.
- Greene, W. H. (2012): Econometric analysis. 7th ed., international ed. Boston, London: Pearson.

- Gubi, G. (2006): Analyse der erfolgs- und effizienzbestimmenden Faktoren im ökologischen Landbau.
- Günden, C.; Şahin, A.; Miran, B.; Yıldırım, İ. (2010): Technical, Allocative and Economic Efficiencies of Turkish Dairy Farms: An Application of Data Envelopment Analysis. In: *Journal of Applied Animal Research* 37 (2), S. 213–216.
- Hailu, A.; Veeman, T. S. (2001): Non-Parametric Productivity Analysis with Undesirable Outputs: An Application to the Canadian Pulp and Paper Industry. In: *American Journal of Agricultural Economics* 83 (3), S. 605–616.
- Hall, B. F.; LeVein, E. Phillip (1978): Farm Size and Economic Efficiency: The Case of California. In: *American Journal of Agricultural Economics* 60 (4), S. 589–600.
- Hansson, H.; Öhlmér, B. (2008): The effect of operational managerial practices on economic, technical and allocative efficiency at Swedish dairy farms. In: *Livestock Science* 118 (1-2), S. 34–43.
- Hare, E.; Norman, H. D.; Wright, J. R. (2006): Trends in Calving Ages and Calving Intervals for Dairy Cattle Breeds in the United States. In: *Journal of Dairy Science* 89 (1), S. 365–370.
- Haworth, G. M.; Tranter, W. P.; Chuck, J. N.; Cheng, Z.; Wathes, D. C. (2008): Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime productivity and longevity in dairy cows. In: *Veterinary Record* 162 (20), S. 643–647.
- Helfand, S. M.; Levine, E. S. (2004): Farm size and the determinants of productive efficiency in the Brazilian Center-West. In: *Agricultural Economics* 31 (2-3), S. 241–249.
- Hirschauer, N.; Musshoff, O. (2013): Non-metric data: a note on a neglected problem in DEA studies. In: *European Journal of Law and Economics* 37 (3), S. 489–494.
- Hjalmarsson, L.; Kumbhakar, S. C.; Heshmati, A. (1996): DEA, DFA and SFA: A comparison. In: *Journal of Productivity Analysis* 7 (2-3), S. 303–327.
- Hoff, A. (2007): Second stage DEA: Comparison of approaches for modelling the DEA score. In: *European Journal of Operational Research* 181 (1), S. 425–435.
- Jaforullah, M.; Whiteman, J. (1999): Scale Efficiency in the New Zealand Dairy Industry: a Non-parametric Approach. In: *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 43 (4), S. 523–541.
- Johansson, H. (2005): Technical, Allocative, and Economic Efficiency in Swedish Dairy Farms: The Data Envelopment Analysis Versus the Stochastic Frontier Approach.

- Poster presentation. European Association of Agriculture Economists. Copenhagen, 23.08.2005. Online verfügbar unter <http://ageconsearch.umn.edu/handle/24478>.
- Jondrow, J.; Knox 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* 19 (2-3), S. 233–238.
- Kellermann, M.; Salhofer, K.; Wintzer, W.; Stockinger, C. (2011): Der Zusammenhang zwischen technischer Effizienz und wirtschaftlichem Erfolg: eine Analyse für bayerische Milchviehbetriebe. In: *German Journal of Agricultural Economics* 60 (4), S. 230–242.
- Kelly, E.; Shalloo, L.; Geary, U.; Kinsalla, A.; Thorne, F.; Wallace, M. (2012): The associations of management and demographic factors with technical, allocative and economic efficiency of Irish dairy farms. In: *The Journal of Agricultural Science* 150 (06), S. 738–754.
- Khanal, N. P.; Maharjan, K. L.; Sapkota, A. (2012): Technical efficiency in wheat seed production: A case study from Tarai Region of Nepal. In: *Journal of international development and cooperation* 19 (1), S. 41–50. Online verfügbar unter <http://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp/00033829>.
- Kirner, L.; Ortner, K.; Hambrusch, J. (2007): Using technical efficiency to classify Austrian dairy farms. In: *Die Bodenkultur* 58 (1), S. 15–24.
- Kolver, E. S.; Muller, L. D. (1998): Performance and Nutrient Intake of High Producing Holstein Cows Consuming Pasture or a Total Mixed Ration. In: *Journal of Dairy Science* 81 (5), S. 1403–1411.
- Koopmans, T. C. (1951): Activity analysis of production and allocation: Wiley (Monograph). Online verfügbar unter <http://books.google.de/books?id=0TMeAAAAIAAJ>.
- Kovacs, K.; Emvalomatis, G. (2011): Dutch, Hungarian, and german dairy farms technical efficiency comparison. In: *Applied Studies in Agribusiness and Commerce* (5), S. 1–8. Online verfügbar unter <http://ageconsearch.umn.edu/handle/104651>.
- Lakner, S. (2009): Technical efficiency of organic milk-farms in Germany - the role of subsidies and of regional factors. In: *Agronomy Research* 7 (Special Issue II), S. 632–639.
- Latacz-Lohmann, U.; Tiedemann, T.; Breustedt, G. (2011): Risikoberücksichtigung in der nicht parametrischen Effizienzanalyse: Auswirkungen auf die Effizienzbewertung von deutschen Schweinemastbetrieben. In: *German Journal of Agricultural Economics* (4), S. 215–229.

- Latruffe, L.; Balcombe, K.; Davidova, S.; Zawalinska, K. (2004): Determinants of technical efficiency of crop and livestock farms in Poland. In: *Applied Economics* 36 (12), S. 1255–1263.
- Latruffe, L.; Bravo-Ureta, B. E.; Moreira, V. H.; Desjeux, Y.; Dupraz, P. (2011): Productivity and Subsidies in the European Union: An Analysis for Dairy Farms Using Input Distance Frontiers. European Association of Agriculture Economists. Zürich, 30.09.2011. Online verfügbar unter <http://ageconsearch.umn.edu/handle/114396>.
- Lawson, L. G.; Agger, J. F.; Lund, M.; Coelli, T. (2004): Lameness, metabolic and digestive disorders, and technical efficiency in Danish dairy herds: a stochastic frontier production function approach. In: *Livestock Production Science* 91 (1-2), S. 157–172.
- Lee, J.-Y. (2005): Comparing SFA and DEA methods on measuring production efficiency for forest and paper companies. In: *Forest products journal* 55 (7-8), S. 51–56.
- Lissitsa, A. (2002): Der Transformationsprozess in der Landwirtschaft der Ukraine. Eine Analyse der Effizienz und Produktivität von Grossbetrieben. Aachen: Shaker (Berichte aus der Agrarökonomie).
- Lissitsa, A.; Odening, M. (2005): Efficiency and total factor productivity in Ukrainian agriculture in transition. In: *Agricultural Economics* 32 (3), S. 311–325.
- Luik, H.; Viira, A.-H.; Värnik, R. (2014): Using the information about dairy herd's genetic level and milk quality in explaining the technical efficiency of Estonian dairy farms: a two-stage (DEA and Tobit) approach. Paper presented on the EAAE Congress. Online verfügbar unter <http://ageconsearch.umn.edu/handle/182650>.
- Meeusen, W.; van Den Broeck, Julien (1977): Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error. In: *International Economic Review* 18 (2), S. 435.
- Paul W. Wilson (2013): FEAR: Frontier Efficiency Analysis with R. Version 1.15.
- Pierrick, J.; Lips, M.; Michel, D. (2010): Technial efficiency of Swiss dairy farms located in the mountain area considering both economic and environmental resources. In: *Yearbook of Socioeconomics in Agriculture*, S. 39–76.
- R Core Team (2013): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Version. Online verfügbar unter <http://www.R-project.org>.
- Razzaque, M.; Bedair, M.; Abbas, S.; Al-Mutawa, T. (2009): Economic Impact of calf mortality on dairy farms in kuwait. In: *Pakistan Veterinerian Journal* 29 (3), S. 97–101.

- Reil, A. (2005): Betriebszweigabrechnung in interregionalen und internationalen Vergleichen von Milchviehbetrieben. Sankt Augustin: HLBS-Verl. (Schriftenreihe des Hauptverbandes der Landwirtschaftlichen Buchstellen und Sachverständigen, H. 172).
- Reinhard, S.; Knox Lovell, C.; Thijssen, G. J. (2000): Environmental efficiency with multiple environmentally detrimental variables; estimated with SFA and DEA. In: *European Journal of Operational Research* 121 (2), S. 287–303.
- Röhmel, J. (2009): Effizienzmessung im Gesundheitswesen. Eine Analyse der Effizienz ostdeutscher Krankenhäuser. 1. Aufl. Hamburg: Kovac, J (Schriftenreihe Volkswirtschaftliche Forschungsergebnisse, 141).
- Sant'anna, A. C.; Paranhos da Costa, M. J. (2011): The relationship between dairy cow hygiene and somatic cell count in milk. In: *Journal of Dairy Science* 94 (8), S. 3835–3844.
- Sauer, J.; Latacz-Lohmann, U. (2014): Investment, technical change and efficiency: empirical evidence from German dairy production. In: *European Review of Agricultural Economics*.
- Schaffner, A. (2004): Die neue Betriebszweigabrechnung. Ein Leitfaden für die Praxis ; Vorschlag für bundeseinheitliche Gestaltungen von Betriebszweigabrechnungen auf der Grundlage des BMVEL-Jahresabschlusses. 2. überarbeitete Neuauflage. Frankfurt am Main: DLG-Verlag (Arbeiten der DLG, 197).
- Schaffner, A. (2011): Die neue Betriebszweigabrechnung. Ein Leitfaden für die Praxis; Vorschlag für bundeseinheitliche Gestaltungen von Betriebszweigabrechnungen auf der Grundlage des BMELV-Jahresabschlusses. 3. überarbeitete Neuauflage. Frankfurt am Main: DLG-Verlag (Arbeiten der DLG, 197).
- Schukken, Y. H.; Wilson, D. J.; Welcome, F.; Garrison-Tikofsky, L.; Gonzalez, R. N. (2003): Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. In: *Veterinary research* 34 (5), S. 579–596.
- Shephard, R. William (1970): Theory of cost and production functions. Princeton, N.J.: Princeton University Press (Princeton studies in mathematical economics, no. 4).
- Silverman, B. W. (1986): Density estimation for statistics and data analysis. London, New York: Chapman and Hall (Monographs on statistics and applied probability).
- Simar, L.; Wilson, P. (2000a): Statistical Inference in Nonparametric Frontier Models: The State of the Art. In: *Journal of Productivity Analysis* 13 (1), S. 49-78.
- Simar, L.; Wilson, P. W. (1998): Sensitivity Analysis of Efficiency Scores: How to Bootstrap in Nonparametric Frontier Models. In: *Management Science* 44 (1), S. 49–61.

- Simar, L.; Wilson, P. W. (1999): Estimating and bootstrapping Malmquist indices. In: *European Journal of Operational Research* 115 (3), S. 459–471.
- Simar, L.; Wilson, P. W. (2000b): A general methodology for bootstrapping in non-parametric frontier models. In: *Journal of Applied Statistics* 27 (6), S. 779–802.
- Simar, L.; Wilson, P. W. (2002): Non-parametric tests of returns to scale. In: *European Journal of Operational Research* 139 (1), S. 115–132.
- Snee, R. D.; Marquardt, D. W. (1984): Comment: Collinearity Diagnostics Depend on the Domain of Prediction, the Model, and the Data. In: *The American Statistician* 38 (2), S. 83.
- Soriano, F. D.; Polan, C. E.; Miller, C. N. (2001): Supplementing Pasture to Lactating Holsteins Fed a Total Mixed Ration Diet. In: *Journal of Dairy Science* 84 (11), S. 2460–2468.
- Statistische Ämter (2014): Regionale landwirtschaftliche Gesamtrechnung. Online verfügbar unter http://www.statistik-bw.de/landwirtschaft/LGR/DE_PW_y.asp?y=2009, zuletzt aktualisiert am 20.08.2014.
- Statistisches Bundesamt (2013): Preisindizes. Online verfügbar unter <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>.
- Statistisches Bundesamt (2014a): Agrarstrukturerhebung 2013. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/LandwirtschaftlicheBetriebe/Tabellen/LandwirtschaftlicheBetriebeOekologischerLandbauBundeslaender.html>, zuletzt aktualisiert am 20.08.2014.
- Statistisches Bundesamt (2014b): Preise. Preisindizes für die Land- und Forstwirtschaft. Hg. v. Statistisches Bundesamt.
- Statistisches Bundesamt (2014c): Viehbestand Vorbericht 3.Mai. 2014. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ViehbestandTierischeErzeugung/Viehbestand.html>.
- Statistisches Landesamt Information und Technik Nordrhein-Westfalen (2014a): Rinderhaltungen und Rinderbestände in NRW. Auswertung aus dem Herkunftssicherungs- und Informationssystem Tier (HIT) 2. Halbjahr 2013. Hg. v. Statistisches Landesamt Information und Technik Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter <https://webshop.it.nrw.de/ssearch.php?kategorie=1800&prefix=C42>.

- Statistisches Landesamt Information und Technik Nordrhein-Westfalen (2014b): Statistische Berichte. Rinderhaltungen und Rinderbestände in Nordrhein-Westfalen am 3. November 2013, zuletzt geprüft am 20.08.2014.
- Steinbock, L.; Näsholm, A.; Berglund, B.; Johansson, K.; Philipsson, J. (2003): Genetic Effects on Stillbirth and Calving Difficulty in Swedish Holsteins at First and Second Calving. In: *Journal of Dairy Science* 86 (6), S. 2228–2235.
- Steinmann, M. (2012): Modellanalysen zur Struktur- und Einkommensentwicklung im Milchsektor in NRW (Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes USL).
- Stockdale, C. R. (1995): Maize silage as a supplement for pasture-fed dairy cows in early and late lactation. In: *Australian Journal of Experimental Agriculture* 35 (1), S. 19.
- Stokes, J. R.; Tozer, P. R.; Hyde, J. (2007): Identifying efficient dairy producers using data envelopment analysis. In: *Journal of Dairy Science* 90 (5), S. 2555–2562.
- Tauer, L. W. (1993): Short-Run And Long-Run Efficiencies Of New York Dairy Farms. In: *Agricultural and Resource Economics Review* 22 (1).
- Thanassoulis, E. (2001): Introduction to the theory and application of data envelopment analysis. A foundation text with integrated software. Norwell, Mass.: Kluwer Academic Publishers.
- Thiam, A.; Bravo-Ureta, B. E.; Rivas, T. E. (2001): Technical efficiency in developing country agriculture: a meta-analysis. In: *Agricultural Economics* 25 (2-3), S. 235–243.
- Thiele, H.; Brodersen, C. M. (1999): Differences in farm efficiency in market and transition economies: empirical evidence from West and East Germany. In: *European Review of Agriculture Economics* 26 (3), S. 331–347.
- Tiedemann, T. (2011): Empirische Analysen zur Produktivitätsentwicklung im ökologischen und konventionellen Landbau. In: *German journal of agricultural economics : GJAE*. 60 (2), S. 101–118.
- Tobin, J. (1958): Estimation of Relationships for Limited Dependent Variables. In: *Econometrica* 26 (1), S. 24.
- Waugh, C. D.; Clark, D. A.; Waghorn, G. C.; Woodward, S. L. (2005): Feeding maize silage to dairy cows. Implications for methane emissions. In: *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 65, S. 356–361.
- Weersink, A.; Turvey, C. G.; Godah, A. (1990): Decomposition Measures of Technical Efficiency for Ontario Dairy Farms. In: *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie* 38 (3), S. 439–456.

- Weill, L. (2004): Measuring Cost Efficiency in European Banking: A Comparison of Frontier Techniques. In: *Journal of Productivity Analysis* 21 (2), S. 133-152.
- Winckler, C.; Capdeville, J.; Gebresenbet, G.; Hörning, B.; Roiha, U.; Tosi, M.; Waiblinger, S. (2003): Selection of parameters for on-farm welfare-assessment protocols in cattle and buffalo. In: *Animal Welfare* 12 (4), S. 619–624.
- Zhu, X.; Demeter, R.; Oude Lansink, A. (2012): Technical efficiency and productivity differentials of dairy farms in three EU countries: the role of CAP subsidies. In: *Agricultural Economics Review* 13 (1), S. 66–92.
- Zhu, X.; Lansink, A. Oude (2010): Impact of CAP Subsidies on Technical Efficiency of Crop Farms in Germany, the Netherlands and Sweden. In: *Journal of Agricultural Economics* 61 (3), S. 545–564.
- ZMB GmbH (2014a): Quoteninfo der ZMB. Hg. v. Zentrale Milchmarkt Berichterstattung GmbH. Online verfügbar unter http://www.milk.de/download/Quotespezial2013_14.pdf, zuletzt geprüft am 20.08.2014.
- ZMB GmbH (2014b): ZMB Schnellberichterstattung Milch. Online verfügbar unter <http://www.milk.de/pages/de/Marktinformation.htm>.

13 Liste über Vorträge

Allendorf, J. J. (2014): Achieving sustainability through identifying efficient dairy farms in North-Rhine Westphalia, selected paper presented at the 11th Wageningen International Conference on Chain and Network Management, June 4-6, Isle of Capri, Naples, Italy, 2014.

14 Liste über Posterpräsentationen, Vorführungen und Demonstrationen

Allendorf, J. J.; Wettemann, P. (2014): What drives efficiency of North-Rhine Westphalian dairy farms? A two-stage approach. Poster presented at the 14th EAAE Congress, August 26-29th, Ljubljana, Slovenia 2014

Allendorf, J. J. (2013): Efficiency and productivity analysis in dairy farming, first results presented at the EAAE PhD Workshop, May 29-31st, Leuven, Belgium, 2013

15 Anhang

Literaturüberblick zu Effizienzstudien

Literaturüberblick zu Effizienzanalysen in der Milchviehhaltung					
Studie	Jahr	Fokus/ Besonderheit	Annahmen	Eingesetzte Inputs/ Outputs	Ergebnisse
Bailey (1989)	1989	Ecuadorianische Milchviehbetriebe 69 Beobachtungen	Variable Skalenerträge	Inputs: Arbeitskrafteinsatz Kapital Land Outputs: Produzierte Milch Tierverkäufe	Durchschnittseffizienz: 88 % Größere Betriebe sind allokativ effizienter zu sein. Eine Vielzahl der Betriebe produziert in zunehmenden Skalenerträgen.
Balmann und Czasch (2001)	1992/ 93- 1995/ 96	Marktfrucht, Futterbau, Gemischtbetriebe, Ostdeutschland 210 Beobachtungen	Variable Skalenerträge	Inputs: Arbeitskrafteinsatz Landw. Fläche Abschreibungen Vorleistungen Outputs: Pflanzenproduktion Tierproduktion Subventionen und Sonstiges	Durchschnittseffizienz 92/ 94/ 93 % Frühere LPG's wurden analysiert, bezüglich ihrer Produktivitätsfortschritte. Steigerungen in der Effizienz konnten beobachtet werden, dies ging einher mit einer Senkung des Arbeitskräftebesatzes.
Barnes et al. (2011)	2006	Milchviehbetrieb, England, 80 Beobachtungen	Konstante Skalenerträge Variable Skalenerträge	Inputs: Anzahl Milchkühe Eingesetzte Färsen Arbeitskrafteinsatz Kapital Weideland Futter Durch. Zahl lahmender Kühe Outputs: Produzierte Milch je Kuh	Durchschnittseffizienz: 92 %; 81 %; 78 % Betriebe mit einer geringen Anzahl lahmender Kühe haben im Durchschnitt ein signifikant höheren Effizienzwert. Betriebe mit einer geringen Anzahl an lahmenden Kühen sind ineffizient im Bereich der Arbeit und im Viehbesatz. Dies wird jedoch durch die Milchproduktion je Kuh ausgewogen.
Brümmer et al. (2002)	1991- 1994	Milchviehbetrieb, Deutschland (128), Niederlande (564), Polen (200), Translog- Outputdistanzfunk- tion		Inputs: Arbeit, Kapital, Land, sonstiger Input Outputs: Produzierte Milch, sonstiger Input	Es werden Produktivitätssteigerungen in Deutschland und den Niederlanden konstatiert. Die Ergebnisse sind auf den technischen Fortschritt und die verbesserte allokativen Effizienz zurückzuführen.
Cabrera et al. (2010)	2007	Milchviehbetrieb, Wisconsin, 273	Konstante Skalenerträge	Inputs: Anzahl Milchkühe Arbeitskrafteinsatz	Durchschnittseffizienz 88 % Betriebe, die stark spezialisiert sind, erzielen eine höhere

		Beobachtungen SFA		Kapital Futter Outputs: Produzierte Milch Erlöse aus Marktfrüchten	Effizienz. Ein hoher Anteil der Familienarbeitskraft ist mit einer hohen Effizienz verbunden. Die totale Mischration und die Melkhäufigkeit verbessern die Effizienz milchviehhaltender Betriebe.
Cloutier und Rowley (1993)	1988/ 1989	Milchviehbetrieb, Kanada; 187 Beobachtungen	Variable Skalenerträge	Inputs: Anzahl Milchkühe Arbeitskrafteinsatz Landw. Fläche Futter Vorleistungen Outputs: Produzierte Milch Sonstige Erlöse	14 % der Betriebe effizient Durchschnittseffizienz: 1988: 88 % 1989: 91 % Größere Betriebe haben einen höheren Effizienzwert. Es wurde eine höhere Anzahl effizienter Betriebe im Jahr 1989 beobachtet.
Davidova und Latruffe (2007)	1999	Marktfrucht und Viehhaltung, Tschechien, 88 Viehhaltung, 256 Marktfruchtbetrie- be	Variable Skalenerträge	Inputs: Landw. Fläche Arbeitskrafteinsatz Abschreibungen Vorleistungen Outputs: Erlöse aus Marktfrucht Erlöse aus Viehhaltung Sonstige Erlöse	Genossenschaftlich organisierte Betriebe sind gegenüber Personengesellschaften effizienter. Größere Betriebe verfügen über ein signifikant höheren Effizienzwert. Ein hoher Anteil langfristiger Schulden führt zu einem Absinken des Effizienzwertes.
Ehrmann (2008)	2004/ 05	Milchviehbetrieb, Deutschland, 4093 Betriebe	Variable Skalenerträge	Inputs: Arbeitskrafteinsatz Energieeinsatz Nährstoffe Landw. Fläche Kapital Outputs: Wertschöpfung der Produktion	6 % vollständig effizient Im Durchschnitt hatten effiziente Betriebe 299 ha, hingegen ineffiziente 71 ha Ebenfalls weisen die effizienten Betriebe eine höhere Anzahl Milchkühe und ein höhere Milchleistung auf.
Fraser und Cordina (1999)	1994/ 1995	Milchviehbetrieb, Australien, 50 Beobachtungen	Konstante Skalenerträge Variable Skalenerträge	Inputs: Anzahl Milchkühe Weideland Bewässerung (Wasser) Futter Dünger Arbeitskrafteinsatz	Durchschnittseffizienz: 89 % Über das Sample von 50 Beobachtungen wurde ein relativ hoher durchschnittlicher Effizienzwert beobachtet. Darüber hinaus wird deutlich, dass ein Einsparungspotenzial von 16 % in der

				Outputs: Milchmenge	Wasserproduktivität für ineffiziente Betriebe besteht.
Gal (2012)	2010	Milchviehbetrieb Ungarn, 32 Beobachtungen	Variable Skalenerträge	Inputs: Futterkosten Zugekauftes Futter Arbeitskraftkosten Direktkosten Outputs: Milcherlöse Milchfett	Durchschnittseffizienz: 73 % Durch die Identifizierung effizienter Betriebe wurde festgestellt, dass insbesondere die Futterkosten der effizienten Betriebe geringer sind als bei den ineffizienten Betrieben.
Gelan und Muriithi (2012)	2009	Milchviehbetrieb, Südafrika, 371 Beobachtungen	Konstante Skalenerträge	Inputs: Gebäudekosten Arbeitskrafteinsatz Futterkosten Wasserkosten Tiergesundheitskosten Kosten für Rassennutzung Outputs: Milchverkäufe Güllewert Tierversetzungen	18 % vollständig effizient Durchschnittseffizienz: 48 % Futterinnovationen (Nutzung Leguminosen) haben eine positive Wirkung auf die Effizienz von Betrieben. Betriebe ohne Weidehaltung erzielen einen signifikant höheren Effizienzwert.
Gonçalves, Rosiane Maria Lima et al. (2008)	2005	Milchviehbetrieb, Minas Gerais, 771 Beobachtungen	Konstante Skalenerträge Variable Skalenerträge	Inputs: Arbeitskrafteinsatz Futter Gesundheitsleistungen Energie Gebäudekosten Outputs: Milcherlöse Tierversetzungen	Durchschnittseffizienz: 69 % Als Ergebnis werden zahlreiche Ineffizienzprobleme in der ukrainischen Landwirtschaft aufgedeckt. Als effizienzbeeinflussende Faktoren sind die Teilnahme an Trainingsprogrammen, Zugang zu landwirtschaftlichen Krediten und zur Verfügung stehender technischer Support zu nennen.
Günden et al. (2010)	2008	Milchviehbetrieb Türkei, 87 Beobachtungen		Inputs: Anzahl der Kühe Arbeitskrafteinsatz Kraftfutter Maissilage Vorleistungen Outputs: Milchverkaufswert	Durchschnittseffizienz: 61 %/ 67 %/ 49 % Nahezu zwei Drittel der Betriebe arbeiten in steigenden Skalenerträgen.
Hansson und Öhlmer (2008)	2005	Milchviehbetrieb, Schweden, 507 Beobachtungen	Variable Skalenerträge	Inputs: Futter Arbeitskrafteinsatz	Durchschnittseffizienz: 86/ 88% Ein geringer Anteil der eingebrachten Färsen haben

		Long- und Short run Effizienz		Kapital Energieeinsatz Dünger Saatgut Outputs: Prod. Milch Viehbestand Marktfrüchte Futterbestand Sonstige Erlöse	einen negativen Einfluss auf die Long-Run Effizienz von Betrieben, auf der schlechteren Selektion für Milchviehhalter. Futteranalysen beeinflussen die langfristige allokativen Effizienz positiv. Futteranalysen beeinflusst die kurzfristige ökonomische Effizienz positiv. Heufütterung, anstatt einer Silagefütterung, reduziert die langfristige ökonomische Effizienz.
Jaforullah und Whiteman (1999)	1993	Milchviehbetrieb, Neuseeland, 264 Beobachtungen	Konstante Skalenerträge Variable Skalenerträge	Inputs: Landw. Fläche Arbeitskrafteinsatz Anzahl Milchkühe Ausgaben für Tieruntersuchungen Weide und Futterzusätze Dünger Kapital Outputs: MilCHFett Milchmenge Milcheiweis	Durchschnittseffizienz: 89 % Als Ergebnis wirtschaften 19 % der Betriebe an der optimalen Skalengröße und 53 % unterhalb der optimalen Skalengröße. Die Durchschnittsgröße an der MPSS beträgt für einen Betrieb 83 Hektar und 260 Milchkühe
Johansson (2005)	1998-2002	Milchviehbetrieb Schweden, 351 - 428 Beobachtungen DEA und SFA	Variable Skalenerträge	Inputs: Futter Arbeitskrafteinsatz Kapital Energieeinsatz Dünger Saatgut Outputs: Erlöse aus Milch und sonstiges	Durchschnittseffizienz: 77/ 57 / 43 % Die technische, allokativen und ökonomische Effizienz wurde verglichen. Ein positiver Zusammenhang zwischen der Betriebsgröße und der Effizienz wurde gefunden. Es wurde eine schwache allokativen Effizienz der Betriebe analysiert – hier besteht Potenzial für die Betriebe.
Kellermann et al. (2011)	2000-2008	Milchviehbetrieb, Deutschland (Bayern), 2000 Beobachtungen SFA	Variable Skalenerträge	Inputs: Arbeitskrafteinsatz Kapital Landw. Fläche Materialaufwand Sonstiger betrieblicher Aufwand	Durchschnittseffizienz: 88 % Der vorliegende Beitrag untersuchte den Zusammenhang zwischen dem Betriebserfolg und der Effizienz milchviehhaltender Betriebe. Stark positive Rangkorrelationen wurden

				Outputs: Erzielte Umsatzerlöse	zwischen beiden Größen gefunden. Die Ausbildung des Betriebsleiters, die Führung im Haupterwerb und bessere Ertragsbedingungen wirken sich positiv auf die Effizienz aus.
Kelly et al. (2012)	2008	Milchviehbetrieb, Irland, 1200 Beobachtungen	Variable Skalenerträge	Inputs: Landw. Fläche Anzahl Milchkühe Arbeitskrafteinsatz Kraftfutter Dünger Vorleistungen Outputs: Prod. Milch Tierversetzungen	Durchschnittseffizienz: 77/ 74/ 57 % Das Abkalbedatum, die Tage der Weidehaltung, die Milchqualität und die Teilnahme an Diskussionsrunden beeinflussen die technische und ökonomische Effizienz positiv. Milchprotokollierung und künstliche Befruchtung haben nur einen positiven Einfluss auf die allokativen und ökonomischen Effizienz.
Kirner et al. (2007)	2003	Milchviehbetrieb, Österreich, 222 Beobachtungen	Konstante Skalenerträge	Inputs: Kapital Arbeitskrafteinsatz Landw. Fläche Anzahl Milchkühe Vorleistungen Outputs: Milchverkäufe Sonstige Erlöse	16 % vollständig effizient Durchschnittseffizienz: 78 % Die Clusteranalyse zeigt, dass 60 % der untersuchten Milchbetriebe in der Stichprobe aufgrund kleinerer Betriebsgrößen oder/ und ineffizienter Produktion gefährdet sind.
Kovacs und Emvalomatis (2011)	2001-2005	Milchviehbetrieb, Vergleich Niederlande, Ungarn, Deutschland, 178 Beobachtungen	Konstante Skalenerträge Variable Skalenerträge	Inputs: Kapital Arbeitskrafteinsatz Landw. Fläche Materialaufwand Anzahl Kühe Zugekauftes Futter Outputs: Milcherlöse	Durchschnittseffizienz: 89%/ 92 % Die höchste technische Effizienz weisen die Milchviehbetriebe in den Niederlanden auf, gefolgt von Betrieben in Ungarn. Die deutschen Betriebe besitzen die geringste Effizienz der drei Länder.
Lakner (2009)	1994/ 95 – 2005/ 06	Öko – Milchbetrieb, Deutschland, 305 Betriebe SFA		Inputs: Arbeitskrafteinsatz Materialaufwand Landw. Fläche Vorleistungen Kapital Outputs: Milcherlöse	Die Wirkung von Direktzahlungen und Beihilfen auf die Effizienz ökologischer Milchviehbetriebe wird untersucht. Die Zahlungen für Agrarumweltmaßnahmen besitzen keinen direkten Einfluss auf die Effizienz von

					Betrieben. Betriebe, die Finanzbeihilfen bekommen zeigen geringere Effizienzwerte.
Latruffe et al. (2004)	2000	Marktf Frucht und Milchviehhaltung in Polen, 250 Viehhaltung-, 222 Marktf Fruchtbetrie be DEA und SFA	Variable Skalenerträge	Inputs: Landw. Fläche Arbeitskrafteinsatz Abschreibungen Vorleistungen Outputs: Wert der produzierten Güter	Generell sind größere Betriebe effizienter. Ein positiver Zusammenhang zwischen Pachtanteil und der technischen Effizienz wurde gefunden. Dies gilt nur für Marktf Fruchtbetrie be. Hohe Bodenqualitäten führen zu Effizienzsteigerungen in den Betrieben.
Lawson et al. (2004)	1997	Milchviehbetrieb Dänemark, 574 Beobachtungen SFA	Variable Skalenerträge	Inputs: Anzahl Milchkühe Arbeitskrafteinsatz Kraftfutter Grundfutter Vorleistungen Sonstige Ausgaben Outputs: Milchverkäufe	Durchschnittseffizienz: 81 % Betriebe, die eine höhere Frequenz an Milchfieber aufweisen, besitzen eine niedrigere Effizienz. Weiterhin werden effiziente Betriebe durch eine erhöhte Reproduktionsrate, ein geringeres Erstkalbealter, geringe Zwischenkalbezeiten und eine höhere Frequenz an Erkrankungen der Tiere charakterisiert
Lissitsa und Odening (2005)	1990-1999	Landw. Unternehmen, Ukraine, 92 Beobachtungen	Variable Skalenerträge	Inputs: Arbeit Boden Kapital Vorleistungen Outputs: Wert der pflanzlichen Produktion Wert der tierischen Produktion	Über den genannten Zeitraum sinkt die Produktivität um insgesamt 42 %. Der Produktivitätsrückgang ist besonders zu Anfang stark. Die Betriebsgröße, die Spezialisierung und die Regionszugehörigkeit beeinflussen die Effizienz positiv.
Luik et al. (2014)	2012	Milchviehbetrieb, Estland, 147 Beobachtungen	Variable Skalenerträge	Inputs: Anzahl Milchkühe Landw. Fläche Arbeitskrafteinsatz Futterkosten Kapitalkosten Sonstige Kosten Outputs: Milcherlöse Tierversetzungen	29 % vollständig effizient Die Ergebnisse beleuchten, dass der Aufzuchtswert einen positiven Einfluss auf die Effizienz von Betrieben hat. Weiterhin ist die Milchqualität und eine höhere Anzahl an Inhaltsstoffen in der Milch positive Effizienztreiber. Die Zellzahl beeinflusst die Effizienz negativ.

Nationale Studien					
Sauer und Latacz-Lohmann (2014)	1996-2010	Milchviehbetrieb Deutschland, 2697 Beobachtungen Distanzfunktion		Inputs: Anzahl Kühe Arbeitskrafteinsatz Futter Landw. Fläche Tierarztkosten Vorleistungen Outputs: Milcherlöse Marktfruchterlöse Sonstiger Output	Die Analyse der technischen Effizienz, technologischen Fortschritt und Produktivitätsänderung von Milchviehbetrieben erfolgt. Investition in innovative Technologien steigert die Effizienz von Betrieben. Es wird jedoch ein bestimmtes Maß an Bildung nötig, um eine effizienzsteigernde Wirkung daraus zu erzielen.
Stokes et al. (2007)	2001	Milchviehbetrieb, Pennsylvania, 349 Beobachtungen	Konstante Skalenerträge	Inputs: Landw. Fläche Arbeitskrafteinsatz Anzahl Kühe Outputs: Milchverkäufe Milchfettgehalt	29% vollständig effizient Keine weiteren Ergebnisse herausgestellt.
Tauer (1993)	1990	Milchviehbetrieb, New York, 395 Beobachtungen	Konstante Skalenerträge Variable Skalenerträge	Inputs: Arbeitskrafteinsatz Zugekauftes Futter Angebautes Futter Sonstige Kosten Quasi fixed Input: Anzahl Kühe Arbeitszeit Unternehmer Outputs: Milcherlöse	Durchschnittseffizienz: 79/ 85 % Betriebe waren im Short Run im Durchschnitt mehr allokativ ineffizient. Hingegen wurde eine höhere Ineffizienz im Long Run bei der technischen Effizienz festgestellt.
Thiele und Brodersen (1999)	1995/ 96 1996/ 97 1997/ 98	Marktfrucht/ Gemischt/ Futterbau/ Veredelung/ Dauerkultur Deutschland,	Konstante Skalenerträge Variable Skalenerträge	Inputs: Landw. Fläche Arbeitskrafteinsatz Kapital Variable Inputs Sonstige Inputs Outputs: Erlöse aus Pflanzenproduktion Erlöse aus Tierproduktion Erlösen aus sonstiger Produktion	Durchschnittseffizienz: 94/ 90 % Westdeutsche Betriebe scheinen im Mittel effizienter zu sein als ostdeutsche Betriebe. Dies liegt vor allem an der geringen Skaleneffizienz. Personengesellschaften sind effizienter als Genossenschaften.

Tiedemann (2011)	1999/ 2000- 2006/ 07	Marktfrucht, Futterbau, Gemischtbetrieb, Deutschland 151 Beobachtungen	Konstante Skalenerträge Variable Skalenerträge	Inputs: Landw. Fläche Arbeitskrafteinsatz Kapital Milchquote Vorleistungen Outputs: Betriebsertrag	Die Produktivitätsniveaus in ökologischen Futterbau- und Gemischtbetrieben sind im Mittel niedriger als in den konventionellen Betrieben. Ökologische Ackerbaubetriebe scheinen zu Anfang produktiver, können dieses Niveau allerdings nicht halten. Die Entwicklung ist auf technische Ineffizienzen und mangelnde Skaleneffizienz zurückzuführen.
Weersink et al. (1990)	1987	Milchviehbetrieb, Kanada; 105 Beobachtungen	Konstante Skalenerträge Variable Skalenerträge	Inputs: Wert gehaltener Tiere Maschinenwert Gebäudewert Kapitalkosten Arbeitskrafteinsatz Futter Vorleistungen Outputs: Produzierte Milch	42 % der Betriebe effizient Durchschnittseffizienz: 91 % Eine höhere Effizienz bei größeren Milchviehbetrieben beobachtbar. Die Milchleistung und der Fettgehalt erhöhen die Effizienz von Betrieben. Einen negativen Einfluss auf die Effizienz haben der Anteil zugekauften Futters und die Überkapitalisierung der Betriebe.
Zhu et al. (2012)	1995- 2004	Milchbetrieb, Deutschland, Schweden, Niederlande, 2845 Beobachtungen für Deutschland SFA	Variable Skalenerträge	Inputs: Arbeitskrafteinsatz Landw. Fläche Kapital Variable Inputs Sonstige Inputs Outputs: Milcherlöse	Durchschnittseffizienz: 61 % Die schwedischen Betriebe sind effizienter, als die deutschen und niederländischen. Deutsche Betriebe sind allerdings immer noch effizienter als niederländische Betriebe. Es kann ein negativer Einfluss von EU-Direktzahlungen auf die Effizienz der Milchviehbetriebe aufgedeckt werden.

Tabelle 19: Literaturüberblick zu Effizienzanalysen in der Milchviehhaltung

Quelle: Eigene Darstellung

Ergebnisse einzelner Jahre

Effizienzmaße	2007	2008	2009	2010	2011
Technische Effizienz	88%	88%	85%	84%	85%
Skaleneffizienz	98%	97%	96%	95%	96%
Allokative Effizienz	88%	90%	92%	87%	89%
Ökonomische Effizienz	79%	82%	81%	76%	78%

Tabelle 20: Effizienzmaße einzelner Jahre

Quelle: Eigene Darstellung

Produktionsfaktoren	2007 n=239	2008 n=239	2009 n=240	2010 n=241	2011 n=241
Kapitaleinsatz	19%	16%	17%	21%	18%
Arbeitsstunden	13%	12%	14%	14%	17%
Kraftfuttermenge	11%	10%	13%	14%	14%
Grundfuttermenge	11%	10%	13%	13%	13%
Vorleistungen	12%	11%	13%	14%	15%

Tabelle 21: Einsparpotentiale für die jeweiligen Jahre

Quelle: Eigene Darstellung

Jahr	Effizienzgrad	Kapital	Arbeitskraft	Kraftfutter	Grundfutter	Vorleistungen
2007	effizient	26%	6%	44%	15%	10%
n=239	ineffizient	15%	11%	41%	22%	11%
2008	effizient	23%	8%	36%	24%	9%
n=239	ineffizient	16%	14%	31%	28%	11%
2009	effizient	28%	15%	18%	31%	8%
n=240	ineffizient	18%	18%	26%	25%	13%
2010	effizient	34%	20%	24%	14%	8%
n=241	ineffizient	21%	21%	25%	17%	17%
2011	effizient	33%	7%	33%	17%	9%
n=241	ineffizient	23%	12%	30%	25%	10%

Tabelle 22: Inputgewichte für die jeweiligen Jahre

Quelle: Eigene Darstellung

Skalenerträge	2007 n=239	2008 n=239	2009 n=240	2010 n=241	2011 n=241
Abnehmende Skalenerträge	21%	17%	19%	27%	38%
Most productive Scale Size	13%	17%	13%	9%	12%
Zunehmende Skalenerträge	66%	66%	68%	64%	51%

Tabelle 23: Charakterisierung der Betriebe anhand von Skalenerträgen

Quelle: Eigene Darstellung, jährliche Betrachtung

16 Kurzfassung

Das Auslaufen der Garantiemengenregulierung setzt den Milchmarkt und insbesondere die milchviehhaltenden Betriebe unter einen enormen wirtschaftlichen Anpassungsdruck. Daraus ergibt sich für die landwirtschaftliche Betriebsberatung eine steigende Verantwortung. Das Projekt zeigt mit Hilfe der Effizienzanalyse, als moderne Methode der wissenschaftlichen Forschung, eine Ergänzung des bestehenden Beratungsinstrumentariums auf. Infolgedessen besteht das Ziel des Projektes darin, anhand einer empirisch durchgeführten Effizienzanalyse, ein Konzept zur Messung der Effizienz milchviehhaltender Betriebe aufzuzeigen. Darüber hinaus werden die Stärken bzw. Schwächen der effizienten Betriebe herausgestellt. Aus der Effizienzanalyse sollen zudem Informationen über zusätzliche Einsparpotenziale der Produktionsfaktoren gewonnen werden. Abschließend findet die Identifikation effizienzbeeinflussender Faktoren statt.

Es erfolgt zunächst eine Einführung in die aktuelle (markt-) politische Situation auf europäischer und deutschlandweiter Ebene. Die steigenden Preisvolatilitäten sowohl auf den Faktor- als auch Absatzmärkten lassen parallel zum Auslaufen der Milchquote eine zusätzliche Dynamik im Milchmarkt erwarten. Ferner wird konstatiert, dass ein deutlicher Anstieg der Milchkuhbestände, sowohl in Deutschland als auch Nordrhein-Westfalen zu verzeichnen ist. Demnach kann bereits vor dem Auslaufen der Milchquote auf eine vorzeitige Expansionsstrategie vieler Milcherzeuger geschlossen werden. Die Einführung schließt mit einem Einblick in die aktuelle Beratungsmethodik der landwirtschaftlichen Betriebsberatung. Im weiteren Verlauf der Arbeit wird die Effizienzanalyse als Erweiterung des Beratungsinstrumentariums vorgestellt. In der wissenschaftlichen Literatur finden insbesondere die Stochastic Frontier Analysis (SFA) und die Data Envelopment Analysis (DEA) zur Effizienzmessung Anwendung. Die DEA bietet für den Praxiseinsatz den deutlich flexibleren Lösungsansatz, da vorher keine Annahmen bezüglich der zugrunde liegenden Produktionsfunktion getroffen werden müssen. Die Produktionsfunktion wird anhand der effizienten, der so genannten „best-practice“ Einheiten gebildet. Dementsprechend sind Praxisempfehlungen auf Grundlage der „best-practice“ Unternehmen von hoher Relevanz und Praxistauglichkeit.

Eine Auswahl von bereits durchgeführten Studien zur Effizienzanalyse wird im Literaturüberblick vorgestellt. Zusammenfassend kann eine große Zahl an wissenschaftlichen Studien verzeichnet werden, die sich der Effizienzanalyse in der Landwirtschaft widmen. Die eingesetzte Tobit-Regression wird auch in mehreren Studien verwendet, um den Effekt verschiedener exogener Faktoren zu messen. In erster Linie werden hierfür strukturelle Charakteristika der Betriebe verwendet. In den letzten Jahren kann eine gestiegene Zahl an Veröffentlichungen wahrgenommen werden, die sich mit dem Einfluss von Gesundheitsindikatoren auf die technische Effizienz von Milchviehbetrieben beschäftigen.

Dementsprechend bietet die vorliegende Projektarbeit mit den Informationen zum biotechnischen System eine hohe wissenschaftliche als auch praxisrelevante Grundlage für die Anwendung der Effizienz- und Einflussfaktorenmessung.

Nach einer Vorstellung der Datenbasis, welche 244 Betriebe über einen Zeitraum von fünf Jahren repräsentiert, wird eine Effizienzanalyse durchgeführt. Dabei erfolgt die Analyse der Effizienz unter Annahme variabler Skalenerträge und einer inputorientierten Betrachtung. Als durchschnittlicher Effizienzwert wird ein Niveau von 80 % erreicht. Effiziente Einheiten verfügen gegenüber Ineffizienten über eine höhere Kapital- und Grundfutterproduktivität. Demnach wird ein hohes Ressourceneinsparungspotenzial im Faktor Kapital ausgewiesen. Die Berechnung der Skaleneffizienz milchviehhaltender Betriebe resultiert in einer optimalen Faktorausstattung von 94 Milchkühen und 103 Hektar landwirtschaftliche Fläche. Die alloкатive Effizienz der Betriebe belegt ein mittleres Effizienzniveau von 87 %, welches ebenfalls auf ein Einsparungspotenzial hinsichtlich der kostenminimalen Inputallokation der Milchviehbetriebe schließen lässt. Innerhalb der anschließenden Analyse werden die Effizienzwerte auf signifikante Unterschiede sowie Einflüsse exogener Faktoren hin untersucht. Zunächst wird ein statistisch geringerer technischer Effizienzwert im Bergischen Land im Vergleich zu den übrigen Regionen konstatiert. Der Einfluss der Unternehmensform auf die Effizienz ist im Datensatz als gering einzustufen, dennoch wird ein höherer Skalen- als auch allokativer Effizienzwert für GbRs im Vergleich zu Einzelunternehmen herausgestellt. Die zensierte Regression kann einen positiven Einfluss von familiengeführten Betrieben sowie eines höheren Pachtniveaus auf die technische Effizienz ermitteln. Hängt das Einkommen im zunehmenden Maße von der entkoppelten Betriebsprämie ab, kann eine Abnahme in der technischen Effizienz der Milchviehbetriebe identifiziert werden. Im Bereich der Betriebsgröße kann zunächst eine Abnahme der Effizienz bis zu einer Grenze von 104 Milchkühen registriert werden. Betriebe, die über dieser Grenze liegen, verzeichnen bei der Vergrößerung der Milchviehherde Effizienzgewinne. Gegensätzlich ist der Effekt bei der Zellzahl: so können Milchviehbetriebe bis zu einer Grenze von 211.000 Zellen je Milliliter Milch noch effizient wirtschaften. Danach ist mit einer Verringerung der Effizienz zu rechnen. In Bezug auf die alloкатive Effizienz, die ein Maß für das kostenminimale Einsatzverhältnis der Inputs darstellt, kann die Weidefläche als positiver Effizienztreiber identifiziert werden. Eine erhöhte Zellzahl, ein hoher Pachtlandanteil, sowie die Verwendung der totalen Mischration wirken sich negativ auf die Kosteneffizienz aus.

Abschließend kann die Data Envelopment Analysis als sehr praxisnahes Beratungsinstrument beschrieben werden, die der landwirtschaftlichen Betriebsberatung als sinnvolle Hilfestellung bei der Bewertung und Entwicklung landwirtschaftlicher Betriebe dienen kann.