

Marcel Rossmy

**Leistungsmessung stochastischer
Dienstleistungsproduktionen**

GABLER EDITION WISSENSCHAFT

Marcel Rossmy

Leistungsmessung stochastischer Dienstleistungs- produktionen

Mit einem Geleitwort von Privatdozent Dr. Andreas Kleine

Deutscher Universitäts-Verlag

Bibliografische Information Der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnetet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Dissertation Universität Hohenheim, 2007

D 100

1. Auflage September 2007

Alle Rechte vorbehalten

© Deutscher Universitäts-Verlag | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2007

Lektorat: Frauke Schindler / Stefanie Loyal

Der Deutsche Universitäts-Verlag ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media.
www.duv.de



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt.
Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes
ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere
für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die
Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem
Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche
Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten
wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: Regine Zimmer, Dipl.-Designerin, Frankfurt/Main
Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier
Printed in Germany

ISBN 978-3-8350-0861-8

Geleitwort

Bei der Performance-Messung von Unternehmen aus dem Dienstleistungssektor sollte es selbstverständlich sein, die Besonderheiten bei der Bereitstellung von Dienstleistungen zu berücksichtigen. Eine Methodik, der nachgesagt wird, dass sie diesem Anspruch in besonderem Maße genügt, ist die Data Envelopment Analysis (DEA). Bei einer genauen Betrachtung der vielfältig entwickelten Varianten der DEA fällt jedoch auf, dass sich diese Ansätze zur Leistungsmessung von Dienstleistungs- und Sachgüterproduktionen bislang kaum unterscheiden. Zumeist beschränken sich die Ansätze lediglich in einer Unterscheidung der zu berücksichtigen Beurteilungskriterien, das heißt der Inputs und Outputs. Die Modelle vernachlässigen damit eine wesentliche Besonderheit von Dienstleistungen, den so genannten externen Faktor. Dieser stellt aus produktionstheoretischer Sicht einen Input dar, den der Dienstleistungsanbieter bei der Leistungserstellung in seinem Entscheidungskalkül zu beachten hat, obwohl dieser zumeist nur unvollkommen bekannt ist.

An diesem Aspekt setzt die vorliegende Dissertation von Herrn Dr. Marcel Rossmy an. Er entwickelt eine allgemeine Methodik zur Leistungsmessung von Dienstleistungsproduktionen unter Berücksichtigung des systematischen Einflusses eines externen Faktors. Aus Sicht des Dienstleistungsanbieters ist vielfach die Ausprägung oder Qualität des externen Faktors, wie z. B. der Zustand eines zu reparierenden Fahrzeugs und damit die Ursache für einen Defekt, nicht mit Sicherheit bekannt. Der externe Faktor stellt folglich einen stochastischen Input dar, den Unternehmen in Entscheidungen über die Bereitstellung anderer Inputs, wie z. B. die Qualifizierung der Mitarbeiter oder die vorzuhaltende Kapazität, einfließen lassen. Um einen „fairen“ Leistungsvergleich zu ermöglichen, muss den risikobehafteten Entscheidungen der Dienstleistungsunternehmen Rechnung getragen werden. Auf Grundlage einer adäquaten produktions theoretischen Charakterisierung des externen Faktors wird daher das klassische deterministische Effizienzkonzept auf ein stochastisches Konzept erweitert.

Dazu stellt Herr Rossmy neue Effizienzkennzahlen vor, indem er die Gesamteffizienz eines Unternehmens in eine Produktions-, Adoptions-, und Selektionseffizienz zerlegt. Diese

neuen Kennzahlen ermöglichen eine im Vergleich zu den bisherigen Ansätzen differenziertere Analyse der Effizienz von Dienstleistern. Damit erhalten Dienstleistungsunternehmen einen detaillierten Überblick von möglichen Ursachen der Ineffizienz. Zur systematischen Aufbereitung und Vergleichbarkeit der Effizienzkennzahlen wird auf stochastiche Effizienzkonzepte zurückgegriffen. Die Anwendung der Methodik am Beispiel einer Rehabilitationsmaßnahme illustriert zudem anschaulich das vorgeschlagene Vorgehen.

Mit der vorliegenden Schrift erweitert Herr Rossmy die bisherige wissenschaftliche Diskussion zur Leistungsmessung von Dienstleistungsunternehmen auf mehrfache Weise, einerseits durch die Vorstellung neuer präferenzbasierter Effizienzkonzepte und andererseits durch deren Aggregation mittels stochastischer Dominanzen. Zugleich kann dieser Beitrag als ein neuer Ansatzpunkt zur Entwicklung einer stochastischen Produktionstheorie gesehen werden. Die Arbeit ist des Weiteren ein wichtiger Baustein für eines von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Projektes zur Leistungsmessung stochastischer Dienstleistungsproduktionen.

Andreas Kleine

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Zeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet für Unternehmensforschung an der Universität Hohenheim. Nach der anderthalbjährigen Schaffensphase, in der mich zahlreiche Personen unterstützt haben, wurde sie im April 2007 von der Fakultät Wirtschafts- und Sozialwissenschaften der Universität Hohenheim als Dissertation angenommen.

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Privatdozent Dr. Andreas Kleine. Durch seine erstklassige Betreuung und zahlreichen Anregungen hat er maßgeblich zum Gelingen dieser Dissertation beigetragen. Meine Ideen und Ansätze diskutierten wir in unzähligen und ausführlichen Sitzungen. Herr Kleine erkannte früh, dass meine Besuche – auch wenn ich sie stets mit der Frage begann, ob er „kurz“ für mich Zeit habe – schnell eine oder gar mehrere Stunden in Anspruch nehmen konnten. Dafür, dass er sich trotzdem immer wieder (auch spontan) „kurz“ Zeit für mich genommen hat, möchte ich ihm herzlich danken. Besonderer Dank gilt auch Herrn Professor Dr. Ernst Troßmann für die (zeit-) intensive Beschäftigung mit meiner Arbeit und die Erstellung des Zweitgutachtens. Er hat wesentlich zu einem angeregten und spannenden Kolloquium beigetragen. Für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes danke ich Herrn Professor Dr. Dirk Hachmeister.

Allen Kollegen am Fachgebiet für Unternehmensforschung, insbesondere Frau Dipl. oec. Isabel Acker, Frau Dipl. oec. Regina Fuchs und Herrn Dipl.-Kfm. Thomas Bonke, danke ich für eine sehr angenehme Zusammenarbeit sowie für zahlreiche Anregungen und Diskussionen. Die sorgfältige Durchsicht des Manuskripts von Regina Fuchs hat die vorliegende Arbeit gegenüber der Rohfassung um zahlreiche Fehler ärmer und an mancher Stelle verständlicher gemacht. Hierzu hat auch Herr Dipl. oec. Felix Buß wesentlich beigetragen, indem er das Manuskript sogar mehrfach, in den unterschiedlichen Überarbeitungsstufen Korrektur gelesen hat – und das nach eigenen Angaben gerne!

Meine Partnerin Katrin und meine Familie haben mich stets mit viel Verständnis und aufmunternden Worten unterstützt. Speziell meine Eltern, Rita und Bernd, haben auf vielfältige Weise zu meiner gesamten Ausbildung beigetragen. Da sie mir, neben so vielem anderen, die Möglichkeit und den Ansporn zur Promotion gaben, widme ich ihnen diese Arbeit aus tiefer Dankbarkeit.

Marcel Rossmy

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	XIII
Tabellenverzeichnis	XV
Verzeichnis ausgewählter Symbole	XVII
1 Berücksichtigung der Unsicherheit in zu beurteilenden Dienstleistungsproduktionen	1
2 Kennzeichnung von Dienstleistungsproduktionen als stochastische Entscheidungsprobleme	6
2.1 Abgrenzung von Sach- und Dienstleistungen	6
2.1.1 Die Problematik einer eindeutigen Dienstleistungsdefinition	6
2.1.2 Produktionstheoretische Implikationen der Dienstleistungsmerkmale	12
2.2 Entscheidungen unter Unsicherheit	16
2.2.1 Arten betrieblicher Unsicherheit	16
2.2.2 Ansatzpunkte zur Berücksichtigung des Risikos in Entscheidungen	18
2.2.3 Stochastische Elemente der Dienstleistungserstellung	21
2.3 Anforderungen an die Leistungsmessung stochastischer Dienstleistungsproduktionen	22
3 Verfahren zur Leistungsmessung von Entscheidungseinheiten	24
3.1 Leistungsmessung auf Grundlage von Effizienzkennzahlen	24
3.1.1 Relevante Effizienzkonzepte	24
3.1.2 Effiziente Produktionen und das Konzept der Produktionsfunktion	32
3.2 Produktionstheoretische Charakterisierung von Technologien	33
3.2.1 Allgemeine Anforderungen an eine Technologie	33
3.2.2 Besondere Kennzeichen von Technologien	35
3.3 Möglichkeiten der Klassifizierung von Methoden zur Leistungsbeurteilung	36
3.4 Parametrische Verfahren der Leistungsmessung	38
3.4.1 Vorgehensweise parametrischer Methoden	38
3.4.2 Deterministische parametrische Methoden	39
3.4.3 Berücksichtigung zufälliger Störungen durch die Stochastic Frontier Analysis	41

3.4.4	Eignung parametrischer Verfahren zur Leistungsmessung von Dienstleistungsproduktionen	44
3.5	Nichtparametrische Methoden zur Effizienzbeurteilung	46
3.5.1	Grundlagen der Data Envelopment Analysis	46
3.5.1.1	Das Konzept der relativen Effizienz	46
3.5.1.2	Effiziente Produktionen empirischer Technologiemengen	48
3.5.1.3	Formulierung eines allgemeinen DEA-Modells	52
3.5.1.4	Modelle zur Bestimmung der radialen Effizienz	58
3.5.2	Stochastische Ansätze der Data Envelopment Analysis	65
3.5.2.1	Problematik der DEA in unsicheren Umgebungen	65
3.5.2.2	Statistische Fundierung der DEA-Effizienzwerte	67
3.5.2.3	Leistungsmessung bei unsicheren Daten	68
3.5.3	Ansätze zur Berücksichtigung ökonomischer Unsicherheit	73
3.6	Notwendigkeit eines modifizierten Verfahrens zur Leistungsmessung stochastischer Entscheidungen	75
4	Entwicklung einer Methodik zur Leistungsmessung stochastischer Dienstleistungsproduktionen	85
4.1	Beurteilungsrelevante Teiltbereiche von Organisationen	85
4.2	Grundlegende Annahmen zur Entwicklung der Methodik	90
4.2.1	Begründung der Entscheidung für die Data Envelopment Analysis	90
4.2.2	Wahl der Technologie aus nutzentheoretischer Sicht	91
4.2.3	Eignung eines inputorientierten radialen Effizienzmaßes	101
4.3	Bedingte Effizienz unter einer bestimmten Ausprägung des externen Faktors	103
4.3.1	Produktionstheoretische Charakterisierung des externen Faktors	103
4.3.2	Produktionsmöglichkeiten bei Vorliegen eines externen Faktors	104
4.3.3	Kennzahlen der bedingten technischen Effizienz	109
4.3.3.1	Produktions- und betriebliche Gesamteffizienz als Ausgangspunkt	109
4.3.3.2	Ableitung der Adoptions- und Selektionseffizienz	111
4.3.3.3	Weitere derivative Effizienzkennzahlen	119
4.3.3.4	Beziehungen zwischen externem Faktor und den Effizienzkennzahlen	120
4.3.4	Berücksichtigung von Präferenzen mittels wertorientierter Effizienzen	122

4.3.4.1	Vereinbarkeit der technischen Effizienz mit den Organisationszielen	122
4.3.4.2	Berücksichtigung von Präferenzen in der Effizienzanalyse	125
4.3.4.2.1	Modellierung exogener Wertinformationen	125
4.3.4.2.2	Empirische Ermittlung von Präferenzen	128
4.3.4.2.3	Verwertung empirischer Präferenzinformationen	130
4.3.4.3	Kennzahlen der bedingten Werteffizienz	132
4.3.5	Interdependenzen der technischen und wertorientierten Perspektiven	139
4.4	Ableitung aggregierter stochastischer Effizienzen	145
4.4.1	Bedeutung einer stochastischen Effizienzbetrachtung	145
4.4.2	Effizienzbeurteilung auf Basis stochastischer Dominanzkonzepte	147
4.4.2.1	Eignung stochastischer Dominanzen zur aggregierten Effizienzanalyse	147
4.4.2.2	Ableitung einer gemeinsamen Wahrscheinlichkeitsverteilung	148
4.4.3	Mögliche stochastische Effizienzkriterien	151
4.4.3.1	Ungesättigte Präferenzen und Zustandseffizienz	151
4.4.3.2	Zustandsunabhängige Präferenzen und Wahrscheinlichkeitseffizienz	152
4.4.3.3	Risikoaversion und stochastische Effizienz zweiten Grades	165
4.4.4	Beurteilung der stochastischen Effizienzkennzahlen	171
5	Leistungsmessung von Rehabilitationsmaßnahmen als illustrierendes Beispiel der Methodik	174
5.1	Problemstellung	174
5.2	Ermittlung der bedingten Effizienzen in Abhängigkeit des externen Faktors	178
5.2.1	Bestimmung der technischen Effizienzen	178
5.2.2	Analyse der wertorientierten Effizienzkennzahlen	181
5.3	Stochastische Effizienzanalyse der Entscheidungseinheiten	186
5.3.1	Bestimmung einer gemeinsamen Wahrscheinlichkeitsverteilung	186
5.3.2	Stochastische Effizienzbetrachtung	187
5.4	Interpretation der Ergebnisse	192

6 Ausgewählte Aspekte zur Verallgemeinerungen der Methodik	194
6.1 Berücksichtigung alternativer Technologiemengen	194
6.2 Behandlung individueller Zielsetzungen für die Entscheidungseinheiten	196
6.3 Fehler in den Daten als mögliche Folge der Immateriellität	200
6.4 Fehlende Verifizierbarkeit des externen Faktors	201
6.5 Integration eines weiteren stochastischen Einflussfaktors	203
6.6 Beurteilung strategischer Entscheidungen	204
7 Relevanz der Erkenntnisse auf Basis der neuen Methodik – Zusammenfassung und Ausblick	206
Literatur	211
Index	229

Abbildungsverzeichnis

2.1	Kriterien zur Charakterisierung von Leistungsbündeln	9
2.2	Marketing-Verbund-Kasten	10
2.3	Unsicherheit integrativer Produktionen	13
2.4	Effiziente Produktionsmöglichkeiten in Isoquantendarstellung	15
3.1	Beispielhafte Technologiemenge	35
3.2	Technologiemengen im Überblick	51
3.3	Modifizierte Tschebyscheff-Norm	56
3.4	Radiales Abstandsmaß nach Debreu/Farrell	63
3.5	Verzerrte Technologiemenge aufgrund von Fehlern in den Daten	66
3.6	Stochastische Leistungsmessung deterministischer Produktionen	79
3.7	Leistungsmessung stochastischer Produktionen	80
3.8	Stochastische Daten versus stochastische Produktionen in der Leistungsmessung	81
3.9	Vergleich stochastischer Entscheidungen und deren Leistungsmessung	82
4.1	Erklärungsbereich der verschiedenen Teileffizienzen bei „mittlerem Motorschaden“	87
4.2	Schritte der Leistungsmessung stochastischer Produktionen	88
4.3	Bestimmung der gewinnmaximalen Referenz	95
4.4	Effizienter Rand von TM_2 bei ordinalskaliertem externen Faktor	106
4.5	Pareto-Koopmans- und Debreu-Farrell-effiziente Referenzen	108
4.6	Produktionseffizienz und Adoptions-Selektions-Effizienz	113
4.7	Produktions-, Adoptions- und Selektions-Effizienz	117
4.8	Sinkende technische Gesamteffizienz	121
4.9	Nichtsinkende wertorientierte Gesamteffizienz	135
4.10	Sinkende technische Gesamteffizienz unter variablen Skalenerträgen	137
4.11	Sinkende wertorientierte Gesamteffizienz unter variablen Skalenerträgen	138
4.12	Technische und wertorientierte Adaptionseffizienzen	142
4.13	Verteilungsfunktionen und Risikoprofile	155
4.14	Wahrscheinlichkeitsdominierte DMU_A und DMU_B	162
4.15	Stochastisch zweiten Grades dominierte DMU_A , DMU_B und DMU_C	170
5.1	Zweidimensionaler externer Faktor	175
5.2	Beobachtete Produktionen in Abhängigkeit des externen Faktors	177

5.3 Bedingte technische Effizienzen der DMUs	180
5.4 Bedingte wertorientierte Effizienzen der DMUs	184
5.5 Verteilungsfunktionen und kumulierte Verteilungsfunktionen von DMU_E und ihrer Referenz DMU_{2^*}	191
6.1 Wertorientierte Effizienzen bei Vorliegen individueller Preise	199

Tabellenverzeichnis

3.1	Ausgewählte Mengen von Linearfaktoren	49
3.2	Wichtige Aggregationsvorschriften für DEA-Zielfunktionen	55
3.3	Input- und outputorientierte DEA-Zielfunktionen	56
3.4	Primale und duale Formulierung konvexer Technologiemengen	62
4.1	Technische und wertorientierte Adaptionseffizienzen	142
4.2	Bestimmung einer gemeinsamen Wahrscheinlichkeitsverteilung	150
4.3	Erwartungswerte der bedingten Produktionseffizienz im Beispiel	161
5.1	Geordneter zweidimensionaler externer Faktor	176
5.2	Daten des Anwendungsbeispiels	176
5.3	Preisbeschränkungen	182
5.4	Bedingte technische und wertorientierte Effizienzkennzahlen	185
5.5	Gemeinsame Wahrscheinlichkeitsverteilung der fünf DMUs	187
5.6	Aggregierte technische und wertorientierte Effizienzkennzahlen	188
5.7	Gemeinsame Wahrscheinlichkeitsverteilung der Effizienzwerte	189
5.8	Verteilungsfunktionen und kumulierte Verteilungsfunktionen von DMU_E und ihrer Referenz DMU_{2^*}	189

Verzeichnis ausgewählter Symbole

$\mathbf{y} := (y_1, \dots, y_N)^\top$	Outputvektor
$\mathbf{x} := (x_1, \dots, x_M)^\top$	Inputvektor
$\mathbf{z} := (-\mathbf{x}, +\mathbf{y})^\top$	Produktion
TM	Technologiemenge
φ	Zielvektor mit M zu minimierenden Zielen (Inputs) und N zu maximierenden Zielen (Outputs)
$\mathbf{z}^\odot, \mathbf{z}^*$	technisch radial effiziente bzw. Pareto-Koopmans-effiziente Referenz
TM^\odot, TM^*	technisch radial effiziente bzw. Pareto-Koopmans-effiziente Teilmenge der Technologie
$\boldsymbol{\lambda} := (\lambda_1, \dots, \lambda_J)^\top$	Vektor der Linearfaktoren
Λ	Menge aller zulässigen Linearfaktoren
$g(\mathbf{x}, \boldsymbol{\beta})$	Produktionsfunktion in Abhängigkeit des Inputvektors und eines (zu schätzenden) Parametervektors
θ_j ($:= \theta_j^I$)	radiale inputorientierte Effizienz von DMU_j
ξ	stochastischer Störeinfluss (in den Daten)
d_n^+, d_m^-	Abweichungsvariablen (Überschreitung im n -ten Output bzw. Unterschreitung im m -ten Input)
t_n^+, t_m^-	Normierungsfaktoren (DEA-Zielgewichte) des n -ten Outputs bzw. des m -ten Inputs
ψ	DEA-Zielfunktion
u_n, v_m	Gewichtungsvariablen des n -ten Outputs bzw. des m -ten Inputs im dualen Quotientenprogramm
μ_n, ν_m	Gewichtungsvariablen im dualen linearen DEA-Modell (Multiplizer-Form)
μ_0	(reellwertige) Skalenertragsvariable
Ω	Wertebereich der Skalenertragsvariable

Spezielle und erweiterte Symbolik für Kapitel 4

e_h	h -te Ausprägung des externen Faktors
TM_h, \widetilde{TM}_h	Technologiemenge/technische Referenzmenge unter e_h bzw. wertorientierte Referenzmenge unter e_h

$\boldsymbol{x}_{jh} := (x_{1jh}, \dots, x_{Mjh})^\top$	Vektor der von DMU _j unter e_h eingesetzten Inputs
$\boldsymbol{y}_{jh} := (x_{1jh}, \dots, x_{Mjh})^\top$	Vektor der von DMU _j unter e_h erzeugten Outputs
$\boldsymbol{z}_{jh} := (-\boldsymbol{x}_{jh}, +\boldsymbol{y}_{jh})^\top$	Produktionsvektor von DMU _j unter e_h
$\tilde{\boldsymbol{z}}_{jh' H'}^\odot, \tilde{\boldsymbol{z}}_{jh' H'}^\odot$	unter TM_h technisch bzw. wertorientiert radial effiziente Referenz zu Produktion $\boldsymbol{z}_{jh'}$
ω	Platzhalter für ein beliebiges Input- oder Outputgewicht (ν_m bzw. μ_n)
$\bar{a}, \bar{\bar{a}}$	Unter- bzw. Obergrenze eines Relativpreises
$\bar{b}_{nt}, \bar{c}_{mt}$	Koeffizienten zur Bestimmung der Relativpreisrestriktionen
b_n, c_m	Preis (Wert) des n -ten Outputs bzw. des m -ten Inputs
$\Delta x_{mjh'h''}, \Delta y_{njh'h''}$	Unterschreitung im m -ten Input bzw. n -ten Output der Produktion $\boldsymbol{z}_{jh''}$ gegenüber $\boldsymbol{z}_{jh'}$
q_t	Trade-off-Variablen
$\theta_{jh' H'}, \tilde{\theta}_{jh' H'}, \check{\theta}_{jh' H'}$	bedingte technische, wertorientierte bzw. allokativen Effizienz von DMU _j unter e'_h bei Bewertung gegenüber $TM_{H'}$
u, u', u'', u'''	Nutzenfunktion bzw. deren Ableitungen
p_k	Eintrittswahrscheinlichkeit des k -ten (eventuell fiktiven) Szenarios
f	Dichtefunktion
F	Verteilungsfunktion
FF	kumulierte Verteilungsfunktion
R	Risikoprofil
$\Theta_j, \tilde{\Theta}_j$	stochastische technische bzw. wertorientierte Effizienz von DMU _j
$\widehat{\Theta}_j, \widehat{\tilde{\Theta}}_j$	dazugehörige Ineffizienzen (Kehrwerte der Effizienzen)
$\gamma_{k\ell}, \bar{\gamma}_{k\ell}$	Binärvariablen zur Bildung der wahrscheinlichkeitseffizienten Referenzen im Modell (FSD^τ) bzw. (FSD_K^τ)
$\delta_{k\ell}$	Hilfsvariablen zur Bildung der stochastisch zweiten Grades effizienten Referenzen im Modell (SSD^τ)
Indexmengen	
J	Indexmenge der DMUs ($J := \{1, \dots, J\}$)

N, M	Indexmengen der Outputs bzw. Inputs
H, H', h'	Indexmengen des externen Faktors, wobei H alle Ausprägungen enthält und H' bzw. h' auf die ersten H' bzw. h' Elemente beschränkt sind
T, \bar{T}	Indexmengen der relevanten bzw. aller Präferenzrestriktionen
K, \bar{K}	Indexmengen der Szenarien einer gemeinsamen bzw. einer empirischen Wahrscheinlichkeitsverteilung

Technologie-Subskripte (für die Technologiemenge TM_t)

CRS	mit konstanten Skalenerträgen
VRS	mit variablen Skalenerträgen
$NIRS$	mit nichtsteigenden Skalenerträgen
$NDRS$	mit nichtfallenden Skalenerträgen
FDH	Free Disposal Hull (endliche Technologie)

Funktions-Superskripte (für die Effizienzkennzahlen, wie θ^τ und Θ^τ)

P	Produktion
A	Adaption
S	Selektion
PA	Produktion und Adaption
AS	Adaption und Selektion
PAS	Organisation (Produktion, Adaption und Selektion)

Abkürzungen, insbesondere für die Modelle

VPM	vektorielles Produktionsmodell
DFA	Deterministic Frontier Analysis
SFA	Stochastic Frontier Analysis
DEA	Data Envelopment Analysis
CCR	DEA-Modell nach Charnes/Cooper/Rhodes (unter konstanten Skalenerträgen)
GE	Gewinneffizienz
KE	Kosteneffizienz

TE	technische Effizienz
WE	wertorientierte Effizienz
I_{rad}	inputorientiertes Modell mit einem radialen Effizienzmaß
D	duales lineares Programm (in Multiplier-Form)
DQP	duales Quotientenprogramm
AR	Modell mit Relativpreisgrenzen (Assurance-Region-Modell)
FSD^τ	Testprogramm auf stochastische Dominanz ersten Grades bezüglich τ (First-order Stochastic Dominance, FSD)
FSD_K^τ	Testprogramm auf stochastische Dominanz ersten Grades nach Timo Kuosmanen
SSD^τ	Testprogramm auf stochastische Dominanz zweiten Grades bezüglich τ (Second-order Stochastic Dominance, FSD)

Weitere Symbole

ϵ	hinreichend kleine Zahl
\mathbb{R}	Menge der reellen Zahlen
\mathbb{R}_+	Menge der nichtnegativen reellen Zahlen
\mathbb{R}_{-+}^{M+N}	Kartesisches Produkt aus $-\mathbb{R}_+^M$ und \mathbb{R}_+^N ($-\mathbb{R}_+^M \times \mathbb{R}_+^N$)

1 Berücksichtigung der Unsicherheit in zu beurteilenden Dienstleistungsproduktionen

Das offen verkündete Gewinnstreben vieler privatwirtschaftlicher Unternehmen sowie das verstärkte Kostenbewusstsein in sozialen Organisationen haben zu einem enormen Interesse an Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz geführt. Den Ausgangspunkt für die Erhöhung der Effizienz stellt die Erfassung des Ist-Zustands, das heißt die Leistungsmessung, dar. Seit den grundlegenden effizienztheoretischen Arbeiten von Debreu 1951 und Farrell 1957 widmen sich zahlreiche wissenschaftliche Beiträge der Erfassung der aktuellen Effizienz und dem Aufdecken von Verbesserungspotenzialen. Dabei stehen neben der konzeptionellen Weiterentwicklung bekannter Methoden auch deren empirische Anwendungen im Mittelpunkt. Speziell bei letzteren kommt den Dienstleistungen ein besonderer Stellenwert zu, was vor dem Hintergrund des strukturellen Wandels von der Industrie- zur Dienstleistungsgesellschaft kaum überraschen kann. In diesem Strukturwandel, der so genannten „Tertiarisierung“, begründet sich auch die rege wissenschaftliche Diskussion über die Besonderheiten von Dienstleistungen und deren Implikationen für die Leistungserstellung und -vermarktung.

Neben der Immateriellität des Dienstleistungsergebnisses wird häufig angeführt, dass die Integration eines externen Faktors in den Produktionsprozess, das heißt die Einbeziehung des Kunden oder eines von ihm bereitgestellten Objekts, charakteristisch für Dienstleistungsproduktionen ist. Die Immateriellität wirft dabei insbesondere praktische Probleme auf, wie die verringerte Messbarkeit und die erschwerte Vermittlung des Kundennutzens. Produktionstheoretisch interessanter ist der externe Faktor, denn dieser entstammt nicht dem Verfügungsbereich des Dienstleistungsanbieters (Produzenten), sondern dem des Kunden. Zwar werden zahlreiche der so genannten internen Faktoren, wie z. B. Rohstoffe oder Bauteile, durch den Produzenten zugekauft, also fremdbezogen, doch kann er den jeweiligen Lieferanten bewusst wählen und die Qualität des Inputs damit steuern. Dagegen ist der externe Faktor direkt mit dem Kunden verbunden und durch diesen in den Produktionsprozess einzubringen. Die Dienstleistung findet an dem externen Faktor selbst statt. So wird der externe Faktor „Kunde“ beispielsweise beraten, frisiert, geschult, befördert und therapiert. Ein Objekt des Kunden, etwa ein Motorrad, könnte u. a. überprüft, repariert, gereinigt und aufbewahrt werden. In jedem Fall kann der Anbieter einer Dienstleistung nicht unabhängig über die Annahme einer Kundenanfrage und den exter-

nen Faktor entscheiden. Damit ist dem Produzenten die Ausprägung, z. B. die Qualität oder der Zustand, des externen Faktors vorgegeben. Ein Defekt, etwa eines Fahrzeugs, kann unterschiedliche Ursachen haben. Je nach konkretem Fehler ist die Reparatur unterschiedlich aufwendig, was die Planung, z. B. der vorzuhaltenden Kapazität, erschwert. Hinzu kommt, dass der Produzent die vorgegebene Ausprägung des externen Faktors vor oder zu Beginn der Produktion nicht exakt einschätzen kann. Das Auffinden des Problems ist in vielen Fällen Teil der Dienstleistung selbst. Damit handelt es sich jedoch nicht „nur“ um einen exogen bestimmten Faktor, sondern vielmehr um einen stochastischen Faktor, über dessen Ausprägung vor und zum Teil während der Produktion Unsicherheit besteht. Eine konsequente produktionstheoretische Modellierung stochastischer Dienstleistungsproduktionen steht bislang aus.

Die Effizienztheorie ist eng mit der Produktionstheorie verbunden, denn beide dienen der Untersuchung von Produktionen. Während im Rahmen der Produktionstheorie die Produktionsmöglichkeiten *ex ante* analysiert werden, um Entscheidungen zu unterstützen, sollen mit Hilfe der Effizienztheorie die Produktionen *ex post* bewertet werden, das heißt, es sollen Ineffizienzen und Verbesserungspotenziale aufgezeigt werden. Trotz der intensiven Diskussion um die produktionstheoretische Behandlung von Dienstleistungen werden Dienst- und Sachleistungsproduktionen in der Effizienztheorie bisher undifferenziert behandelt.

Zielsetzung der vorliegenden Arbeit soll es daher sein, ein Verfahren zur Leistungsmessung von Dienstleistungsproduktionen zu entwickeln. Im folgenden Kapitel 2 wird zunächst die teilweise kontrovers geführte Diskussion um die Abgrenzung von Dienst- und Sachleistungen aufgegriffen. Die Notwendigkeit, einen externen Faktor in die Leistungserstellung einzubeziehen, ist typisch für solche Leistungen, die im allgemeinen Sprachgebrauch als Dienstleistungen verstanden werden. Durch die Integration eines stochastischen externen Faktors sind Dienstleistungsproduktionen selbst als stochastisch zu charakterisieren, was ein geeignetes Verfahren zur Bewertung der Produktionen berücksichtigen muss.

Kapitel 3 führt zunächst allgemein in die Grundlagen der Effizienzmessung ein. Dazu werden in Abschnitt 3.1 die verwendeten Effizienzkonzepte und in Abschnitt 3.2 wichtige Eigenschaften von Technologien vorgestellt. Es folgt eine Systematisierung der Verfahren zur Leistungsmessung in Abschnitt 3.3, bevor auf die wesentlichen Methoden eingegangen wird. Dabei handelt es sich um abstandsbasierte Verfahren, bei denen die Abweichung ei-

ner Produktion zu ihrer effizienten Referenz als Maß der Ineffizienz interpretiert wird. Die Methoden lassen sich in parametrische (Abschnitt 3.4) und nichtparametrische Verfahren (Abschnitt 3.5) differenzieren. Ihr wesentlicher Unterschied besteht in der Bestimmung der Menge der effizienten Referenzproduktionen. Während parametrische Verfahren die Vorgabe einer konkreten Form der Produktionsfunktion erfordern, deren Parameter anschließend mit Hilfe der Beobachtungswerte geschätzt werden sollen, sind nichtparametrische Verfahren frei von solchen Vorgaben. Die effizienten Referenzen werden hierbei aus den besten Beobachtungswerten und auf Grundlage allgemeiner Annahmen bezüglich der zu Grunde liegenden Technologie gebildet.

Zur konsistenten Schätzung der Parameter mittels ökonometrischer Verfahren, wurde die parametrische *Stochastic Frontier Analysis* (SFA) vorgeschlagen (Abschnitt 3.4.3), die neben einer einseitigen Ineffizienz eine symmetrisch verteilte Störgröße berücksichtigt. Letztere soll Messfehler und andere Fehler in den Daten abbilden. Ferner wird in der Literatur teilweise angeführt, mit ihrer Hilfe könnten auch Unsicherheiten in der Produktion modelliert werden. Weshalb dies im Allgemeinen nicht möglich ist, wird im Anschluss an die Vorstellung des Verfahrens erläutert.

In Abschnitt 3.5.1 wird die *Data Envelopment Analysis* (DEA) als wichtigstes nichtparametrische Verfahren ausführlich dargestellt. Aus theoretischer Sicht wird häufig ihr deterministischer Charakter bemängelt, der die Berücksichtigung einer zufälligen Komponente, wie bei der SFA, verhindert. Dieser Kritik wurde durch zahlreiche stochastiche Ansätze entgegengewirkt, von denen einige in Abschnitt 3.5.2 diskutiert werden. Im Anschluss daran ist die Eignung der bekannten Verfahren zur Bewertung stochastischer Produktionen zu untersuchen. Es wird sich herausstellen, dass diese wiederum nur sehr bedingt gegeben ist. Kapitel 3 schließt mit einem Anforderungsprofil an eine geeignete Methodik zur Leistungsmessung stochastischer Dienstleistungsproduktionen.

Im Mittelpunkt der Arbeit steht die Entwicklung einer solchen Methodik in Kapitel 4. Der Benennung der zentralen Modellannahmen (Abschnitt 4.2) folgt – analog zur Entscheidungsfindung unter Unsicherheit – die Bestimmung der Ergebnisse in den unterschiedlichen Umweltzuständen (Abschnitt 4.3). Im Falle der Leistungsmessung bedeutet dies, dass die bedingten Effizienzen für jede Ausprägung des externen Faktors bestimmt werden. Zwar erfordert die Leistungsmessung stochastischer Produktionen zusätzliche Beobachtungen zu den verschiedenen Ausprägungen des externen Faktors, doch ist dadurch

zugleich eine differenziertere Analyse möglich. So werden einerseits in Abschnitt 4.3.3 die Leistungserstellung selbst (Produktion) und die Auswahl (Selektion) des externen Faktors getrennt bewertet. Andererseits zeigt Abschnitt 4.3.4, wie durch Berücksichtigung implizit vorhandener Präferenzbeziehungen eine nutzentheoretisch fundierte Bewertung zu erreichen ist.

Im Rahmen der stochastischen Effizienzanalyse werden die bedingten funktionalen Effizienzen einer Entscheidungseinheit unter den verschiedenen Ausprägungen des externen Faktors zu einer stochastischen funktionalen Effizienzkennzahl aggregiert. Dieser Schritt entspricht aus entscheidungstheoretischer Perspektive der Alternativenbewertung und ist in Abschnitt 4.4 dargestellt. Hierzu erfolgt ein Rückgriff auf stochastische Dominanzkonzepte, die mit der Erwartungsnutzentheorie in Einklang stehen. Im Gegensatz zu deren direkter Anwendung ist die Vorgabe einer genau spezifizierten Risikonutzenfunktion für die stochastischen Dominanzen nicht notwendig. Auf Grundlage der stochastischen Dominanz ersten Grades können rationale Entscheidungsträger mit beliebigen ungesättigten, das heißt steigenden Präferenzen beurteilt werden (Abschnitt 4.4.3.2). Sind die Entscheidungsträger darüber hinaus risikoavers, lassen sich differenziertere Effizienzaussagen mittels der stochastischen Dominanz zweiten Grades ableiten (Abschnitt 4.4.3.3). Ebenso wie bei den nichtparametrischen Verfahren der Leistungsmessung wird auch an dieser Stelle versucht, die benötigten Eingangsinformationen möglichst begrenzt zu halten.

In Kapitel 5 wird die Methodik Schritt für Schritt an einem zusammenfassenden Beispiel demonstriert. Zur Illustration werden fiktive Arbeitsgruppen eines Rehabilitationszentrums analysiert. Speziell im Gesundheitswesen fehlt es häufig an (Markt-) Preisen, so dass sich die Untersuchung der von den Preisen unabhängigen Effizienz anbietet. Da die Ausprägungen des externen Faktors (hier der Gesundheitszustand und die Bereitschaft der Patienten zur aktiven Mitwirkung) für die Therapeuten vorab nicht oder erst sehr kurzfristig bekannt und kaum steuerbar sind, handelt es sich bei der Rehabilitation um eine stochastische Dienstleistungsproduktion. An dem fiktiven Beispiel zeigt sich die Bedeutung einer adäquaten Methodik zur Leistungsmessung von Produktionen unter Unsicherheit.

Kapitel 6 umfasst ausgewählte Ansatzpunkte zur Erweiterung der vorgestellten Methodik. Hierbei wird insbesondere die Lockerung der in dieser Arbeit zu Grunde gelegten Annahmen diskutiert, um Wege für künftige Forschungen aufzuzeigen. Schließlich resü-

miert Kapitel 7 die zentralen Ergebnisse und gibt einen Ausblick auf die Bedeutung für angrenzende Forschungsgebiete, wie insbesondere die Produktionstheorie.

2 Kennzeichnung von Dienstleistungsproduktionen als stochastische Entscheidungsprobleme

2.1 Abgrenzung von Sach- und Dienstleistungen

2.1.1 Die Problematik einer eindeutigen Dienstleistungsdefinition

Da unter dem Begriff „Dienstleistungen“ sehr heterogene Güter zusammengefasst werden, ist eine eindeutige Abgrenzung gegenüber Sachgütern schwierig. Es finden sich die folgenden drei Ansätze zur Abgrenzung von Dienstleistungen:¹

1. Bei so genannten *enumerativen Definitionen* werden diejenigen Leistungen, die als Dienstleistungen verstanden werden, explizit benannt. Hierbei unterbleibt jedoch die Herausarbeitung derjenigen Merkmale, die zur Klassifizierung als Sach- oder Dienstleistung geführt haben.
2. *Negativdefinitionen*, die lediglich Aussagen darüber treffen, was Dienstleistungen nicht sind, stellen eher „wissenschaftliche Verlegenheitslösungen“² dar.
3. *Positive Definitionsansätze* basieren auf konstitutiven Merkmalen, anhand derer sich Dienst- und Sachleistungen unterscheiden lassen. Mit ihrer Hilfe ist eine Klassifizierung prinzipiell möglich.

Allerdings existiert auch auf Grundlage konstitutiver Merkmale bisher keine allgemein akzeptierte Definition von Dienstleistungen. An dieser Stelle soll die in der deutschsprachigen Literatur durchaus kontrovers geführte Diskussion kurz skizziert werden. Hierauf aufbauend werden anschließend die relevanten Implikationen solcher Leistungen erarbeitet, die üblicherweise als Dienstleistungen verstanden werden. Positive Definitionsansätze von Dienstleistungen lassen sich in vier Kategorien einteilen, wobei diese teilweise miteinander verknüpft werden:

1. Der *tätigkeitsorientierten Definition* liegt die Auffassung zu Grunde, dass jedes menschliche Handeln – zumindest wenn es der Bedürfnisbefriedigung eines anderen dient – eine Dienstleistung darstellt.³ Eine derart weite Auffassung führt letztlich dazu, dass alle Güter

¹Vgl. Corsten 1984, S. 253, sowie die dort angegebenen Quellen.

²Corsten 1984, S. 253.

³Vgl. Schüller 1976, S. 19: „Das, was der Mensch tut, um seine physische und psychische Arbeitskraft mit oder ohne Verbindung zur materiellen Güterwelt in den Zweckbereich der menschlichen Bedürfnisbefriedigung zu bringen, ist eine Dienstleistung.“

als Dienstleistungen zu verstehen sind, so dass eine Unterscheidung in Sach- und Dienstleistungen hinfällig ist. Dies erscheint insofern nicht sinnvoll, als es durchaus Unterschiede zwischen den (typischerweise) als Sach- und Dienstleistungen verstandenen Gütern gibt.

2. Bei der *potenzialorientierten Definition* stehen die durch Menschen und Maschinen aufgebauten Leistungsfähigkeiten im Mittelpunkt des Interesses. Das Bereithalten von Potenzialen stellt in diesem Sinne eine Dienstleistung dar. Da nur die Potenziale vor dem Kundenkontakt bestehen, können auch nur diese vermarktet werden.⁴ Eine solche Fokussierung auf die Vermarktung von Potenzialen (Kapazitäten) ist einerseits durch die Standardisierung von Dienstleistungen und den Einsatz von Trägermedien, wie z. B. bei Standardsoftware, fraglich. Andererseits spielt die Vorhaltung von Kapazitäten auch bei Sachgüterproduzenten eine zentrale Rolle, da diese ebenso wenig ohne beschäftigte Mitarbeiter und Maschinenkapazitäten produzieren können wie Dienstleistungsanbieter.⁵ Zudem ist unklar, „ob überhaupt eine Nachfrage nach versprochenen Leistungen existiert oder ob nur eine Nachfrage nach Realisationen von Leistungen ... besteht“.⁶ Im Übrigen wäre die Auftragsfertigung einer Werkzeugmaschine nach diesem Definitionsansatz dem Dienstleistungssektor zuzurechnen, obwohl Maschinenhersteller zumeist als Sachgüterproduzenten eingeordnet werden.

3. *Prozessorientierte Definitionsansätze* fokussieren den Prozess der Leistungserstellung (Produktion⁷). Demzufolge werden all jene Produkte als Dienstleistungen angesehen, die der Integration eines externen Faktors bedürfen. Ein solcher externer Faktor entstammt nicht dem Verfügungsbereich des Dienstleistungsanbieters, sondern dem des Leistungnehmers bzw. Kunden.⁸ In diesem Kriterium sah beispielsweise Engelhardt „ein eindeutiges Trennkriterium zwischen Sach- und Dienstleistungsprozessen“.⁹ In seiner Konsequenz führt dies dazu, dass die Auftragsfertigung einer Spezialmaschine – ebenso wie bei der potenzialorientierten Definition – als Dienstleistung zu klassifizieren ist.¹⁰ Da die Her-

⁴Vgl. Meyer 1987, S. 26 ff., wobei als zusätzliche Wesensmerkmale die Integrativität des Leistungserstellungsprozesses sowie die Immateriellität des Leistungsergebnisses angeführt werden.

⁵Vgl. Engelhardt et al. 1993, S. 399.

⁶Schweitzer 2003, S. 59.

⁷„Produktion“ wird in dieser Arbeit allgemein als „Leistungserstellung“ verstanden und beschränkt sich nicht auf die Sachgütererstellung. Analog dazu wird ein weites Begriffsverständnis von „Gütern“ zu Grunde gelegt, das neben Sachgütern auch Dienstleistungen einschließt.

⁸Vgl. Maleri 1997, S. 146 f.; erstmals 1973.

⁹Engelhardt 1989, S. 281.

¹⁰Dazu Engelhardt 1989, S. 281: „Selbstverständlich sind Maschinen, die in Auftragsfertigung erstellt werden, materielle Leistungen, aber der Prozess ihrer Erstellung, der aus einer Interaktion zwischen Anbieter und Nachfrager besteht, ist ein Dienstleistungsprozess.“