Kleine DEA-Effizienz

GABLER EDITION WISSENSCHAFT

Schriften zur quantitativen Betriebswirtschaftslehre

Herausgegeben von
Professor Dr. Kurt Bohr,
Universität Regensburg,
Professor Dr. Wolfgang Bühler,
Universität Mannheim,
Professor Dr. Werner Dinkelbach,
Universität Saarbrücken,
Professor Dr. Günter Franke,
Universität Konstanz,
Professor Dr. Peter Hammann,
Universität Bochum,
Professor Dr. Klaus-Peter Kistner,
Universität Bielefeld (schriftführend),
Professor Dr. Helmut Laux,
Universität Frankfurt (Main),
Professor Dr. Otto Rosenberg,
Universität GH Paderborn,
Professor Dr. Bernd Rudolph,
Universität München

In der Schriftenreihe werden hervorragende Forschungsergebnisse aus der gesamten Betriebswirtschaftslehre veröffentlicht. Die einzelnen Beiträge sollen quantitativ ausgerichtet sein. Hierbei wird von einer weiten Interpretation des Begriffes ausgegangen. Es werden sowohl Arbeiten mit mathematischem Hintergrund und mathematischen Anwendungen als auch empirisch orientierte Beiträge aufgenommen. Ebenso werden Arbeiten veröffentlicht, bei denen die betriebswirtschaftliche Interpretation formaler Ergebnisse im Vordergrund stehen.

Andreas Kleine

DEA-Effizienz

Entscheidungs- und produktions-
theoretische Grundlagen der
Data Envelopment Analysis

Mit einem Geleitwort von
Prof. Dr. Werner Dinkelbach

Deutscher Universitäts-Verlag

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Kleine, Andreas:

DEA-Effizienz : Entscheidungs- und produktionstheoretische Grundlagen der Data Envelopment Analysis / Andreas Kleine. Mit einem Geleitw. von Werner Dinkelbach. - 1. Aufl..

- Wiesbaden : Dt. Univ.-Verl., 2002

(Gabler Edition Wissenschaft : Schriften zur quantitativen Betriebswirtschaftslehre)

Zugl.: Saarbrücken, Univ., Habil.-Schrift, 2001

ISBN-13: 978-3-8244-7582-7 e-ISBN-13: 978-3-322-85226-7

DOI: 10.1007/978-3-322-85226-7

1. Auflage Februar 2002

Alle Rechte vorbehalten

© Deutscher Universitäts-Verlag GmbH, Wiesbaden, 2002

Lektorat: Brigitte Siegel / Sabine Schöller

Der Deutsche Universitäts-Verlag ist ein Unternehmen der
Fachverlagsgruppe BertelsmannSpringer.

www.duv.de

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages 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.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

ISBN-13: 978-3-8244-7582-7

Geleitwort

Die Betriebswirtschaftslehre beschäftigt sich seit vielen Jahren mit Einproduktunternehmen, Einfaktorunternehmen, mit einwertigen (sicheren) Daten sowie mit skalaren Zielsetzungen. Kommt es etwa bei Erfolgsrechnungen zu einer Mehrfaktorproduktion, dann wird diese Mehrdimensionalität üblicherweise durch eine Kostenbewertung auf eine eindimensionale Größe reduziert, ohne damit die verschiedenen entscheidungstheoretischen Implikationen zu durchleuchten. Die Thematik der Mehrdimensionalität im Zusammenhang mit konfliktären Zielsetzungen wurde in der Betriebswirtschaftslehre erst um 1960 angestoßen.

KOOPMANS veröffentlichte 1951 eine klare eindeutige Definition der Effizienz als ein Maß zur Beurteilung mehrdimensionaler Größen (Vektoren). Diese Definition wurde nie in Frage gestellt, weil sie sich in einleuchtender Weise aus der Existenz knapper Güter begründen lässt. Zunächst fanden effiziente Produktionen, später ergänzend effiziente Zielvektoren bei der Analyse multikriterieller Entscheidungsprobleme das Interesse der Wissenschaft. Dass sich der Begriff der Effizienz umgangssprachlich verselbstständigt hat, ist keine große Überraschung. Dass auch die Wirtschaftswissenschaft manchmal recht unbekümmert mit dem Begriff umgeht, ist sehr bedauernswert. Offensichtlich fehlte bis heute eine umfassende Monografie zur Effizienz, die auf der einen Seite das Thema Effizienz und ihre Varianten systematisch untersucht sowie auf der anderen Seite als Grundlage für unterschiedliche Anwendungen dienen kann.

Die vorliegende Schrift umfasst mehrere Teilgebiete der Allgemeinen Betriebswirtschaftslehre. Die Beschäftigung mit betriebswirtschaftlichen Entscheidungen ist spätestens seit GUTENBERG (*Unternehmensführung*, 1962) ein selbstständiges, klassisches Teilgebiet der Betriebswirtschaftslehre. In den letzten Jahren hat die Beschäftigung mit multikriteriellen Entscheidungsproblemen stark zugenommen. Sie bilden den Schwerpunkt

des ersten Kapitels. – Seit dem Erscheinen des Ersten Bandes der *Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre* von GUTENBERG im Jahre 1951 hat sich die Betriebswirtschaftslehre um eine geschlossene Produktionstheorie bemüht. Diese wurde seitdem u.a. durch DINKELBACH/ROSENBERG (2002) weiter entwickelt bis zu einer systematischen Integration von Nebengütern, wie etwa Schadstoffen, und umweltorientierten Zielsetzungen. Nicht nur effiziente Produktionen, sondern etwa auch input- bzw. outputorientiert-effiziente Produktionen und produktionsbedingte Zielkonflikte stehen im Mittelpunkt des zweiten Kapitels.

Die Data Envelopment Analysis (DEA) weist weder eine betriebswirtschaftliche noch eine volkswirtschaftliche Tradition auf. Sie ist in Deutschland weitgehend unbekannt. Einer der ersten Beiträge von CHARNES/COOPER/RHODES geht auf das Jahr 1978 zurück. Die Thematik und Methodik der DEA, effiziente Organisationen identifizieren und deren Performance messen zu können, sind faszinierend, so dass die Zeit für eine umfassende produktionstheoretische und damit auch betriebswirtschaftliche Fundierung reif ist. Dies geschieht im dritten zentralen Kapitel dieser Veröffentlichung. Das in diesem Kapitel vorgestellte allgemeine DEA-Modell beinhaltet unterschiedliche Technologien – aus produktionstheoretischer Sicht – und unterschiedliche DEA-Effizienzmaße – aus entscheidungstheoretischer Sicht. Mit diesem Modell ist es dem Verfasser gelungen, ein Grundmodell bzw. ein Meta-Modell der DEA zu entwickeln, welches in hohem Maße zur Homogenisierung der DEA beiträgt.

Ich bin zuversichtlich, dass die Data Envelopment Analysis durch die aktuelle wissenschaftliche Diskussion, insbesondere über die Bewertung von Non-Profit-Organisationen hinaus, weiter an Bedeutung gewinnen wird.

Werner Dinkelbach

Vorwort

Angeregt zu dieser Arbeit haben mich unter anderem eine Vielzahl von Artikeln, gerade in der tagesaktuellen Presse, in denen oft eine „Steigerung der Effizienz“ von Organisationen gefordert wird, damit etwa deren Existenz am Markt gesichert sei. Liest man diese Artikel weiter, so finden sich im Allgemeinen häufig nur vage und meist pauschale Hinweise, was unter einer „Effizienzsteigerung“ zu verstehen ist. Es stellt sich daher die Frage, wie sich eine „Effizienzsteigerung“ generell charakterisieren lässt?

Ein Blick in die – wirtschaftswissenschaftlich geprägte – entscheidungs- und produktionstheoretische Literatur zeigt, dass basierend auf einem von PARETO bzw. KOOPMANS eingeführten Konzept, die „Effizienz“ eine Eigenschaft ist, die etwas zu Untersuchendes hat oder nicht hat. Aus diesem Konzept lassen sich daher unmittelbar keine Aussagen über eine „erhöhte Effizienz“ gewinnen. Dennoch gibt es in der Betriebswirtschaftslehre Kennziffern wie etwa die Produktivität oder Wirtschaftlichkeit, auf deren Basis Vergleiche möglich sind. Genau an diesen Konzepten setzt die Data Envelopment Analysis an und verknüpft diese Kennziffern mit dem klassischen Effizienzbegriff. Ein zentrales Anliegen dieser Schrift ist es aufzuzeigen, auf welchen gemeinsamen Grundlagen der Entscheidungs- und Produktionstheorie Effizienzaussagen der Data Envelopment Analysis basieren.

Die vorliegende Arbeit war Grundlage meiner Habilitationsschrift, die einen Bestandteil meines Habilitationsverfahrens an der Rechts- und Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät an der Universität des Saarlandes darstellte, das im Februar 2001 abgeschlossen wurde. Mein besonderer Dank gilt Professor Dr. Werner Dinkelbach, der diese Arbeit nicht nur betreut, sondern durch eine Vielzahl von Diskussionen und damit verbundenen Anregungen initiiert und begleitet hat. Als wissenschaftlicher Assistent gab mir Herr Dinkelbach durch sein Vertrauen die Möglichkeit, in For-

schung und Lehre eigenverantwortlich tätig zu sein, wodurch ein erfolgreicher Abschluss dieser Arbeit erst möglich wurde.

Professor Dr. Jürgen Eichberger danke ich für seine konstruktiven Hinweise sowie für die Übernahme des Zweitgutachtens. Den Herausgebern der „Schriften zur quantitativen Betriebswirtschaftslehre“, insbesondere Professor Dr. Klaus-Peter Kistner, bin ich für die Aufnahme in diese Reihe dankbar.

Dr. Bodo Glaser und Dipl.-Kfm. Jürgen Marx haben – speziell freitags im „Banachraum“ – durch ihre stetige Diskussionsbereitschaft viele hilfreiche Anregungen gegeben. Dipl.-Kfm. Rico Kutscher bin ich für weitere kritische Anmerkungen dankbar. Karin Hunsicker danke ich nicht nur für die sorgfältige Durchsicht dieses Manuskriptes, sondern ebenso für die vielen aufmunternden Worte, die für ein erfolgreiches Erstellen eines derartigen Textes besonders hilfreich sind. Abwechslung und damit verbunden neue Motivation verdanke ich in vielfacher Weise Elke, Riepke, Enno und Nomo.

Andreas Kleine

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	XIII
Tabellenverzeichnis	XV
Einführung	1
1 Effiziente Alternativen	9
1.1 Entscheidungstheoretische Grundlagen	9
1.1.1 Entscheidungen	9
1.1.2 Aspekte der betriebswirtschaftlichen Entscheidungs- theorie	11
1.1.3 Skalare Entscheidungsmodelle	15
1.2 Effizienz und vektorielle Entscheidungsmodelle	18
1.2.1 Vektorielle Entscheidungsmodelle	18
1.2.2 Dominanz und Effizienz	20
1.2.3 Dominanzkegel und Effizienz	25
1.2.4 Schwach effiziente Alternativen	32
1.2.5 Wesentlich effiziente und nichtwesentlich effiziente Alternativen	34
1.2.6 Test auf effiziente Alternativen	37
1.3 Kompromisslösungen vektorieller Entscheidungsmodelle	43
1.3.1 Kompromissmodelle	44
1.3.1.1 Zieldominanz	46

1.3.1.2	Zielgewichtung	47
1.3.1.3	Goal Programming	48
1.3.1.4	Abstandsminimierung	48
1.3.2	Kompromiss und Effizienz	50
1.3.2.1	Zielgewichtung und Effizienz	53
1.3.2.2	Zieldominanz, Abstandsminimierung und Effizienz	57
1.3.2.3	Goal Programming und Effizienz	60
2	Effiziente Produktionen	65
2.1	Produktionen eines Input-Output-Systems	66
2.1.1	Aspekte der betriebswirtschaftlichen Produktions- theorie	67
2.1.2	Produktionen in Technologien	69
2.1.2.1	Lineare Technologien	72
2.1.2.2	Diskrete Technologien	74
2.1.2.3	Nichtkonvexe Technologien	76
2.1.3	Technologien: Varianten eines Beispiels	78
2.2	Effizienz und vektorielle Produktionsmodelle	85
2.2.1	Vektorielle Produktionsmodelle	86
2.2.2	Effiziente Produktionen	87
2.2.3	Input-/output-effiziente Produktionen	91
2.2.4	Wesentlich effiziente und nichtwesentlich effiziente Produktionen	98
2.2.5	Test auf effiziente Produktionen	101
2.3	Erfolgsorientierte Produktionsplanung	105
2.3.1	Erfolg, Zielgewichtung und Effizienz	105
2.3.2	Preisdifferenzierung	110
	Exkurs: Technologieabhängige Kosten	122
3	Effizienz und Data Envelopment Analysis	125
3.1	Produktionen von Organisationen	126

3.1.1	Data Envelopment Analysis und Produktionstheorie	126
3.1.2	Ausgewählte DEA-Technologien	129
3.1.3	FDH-Technologien	135
3.1.3.1	Erweiterte FDH-Technologien	135
3.1.3.2	Anmerkungen zum Free Disposal Postulat	139
3.1.4	Eine verallgemeinerte DEA-Technologie	145
3.1.4.1	Ganzzahlige Linearfaktoren	147
3.1.4.2	Beschränkte Summe der Linearfaktoren	149
3.1.4.3	Beschränkte Summe der Binärvariablen	150
3.1.4.4	Individuell beschränkte Linearfaktoren .	151
3.1.4.5	Diskrete Inputs und Outputs	154
3.1.5	DEA-Technologien im Überblick	156
3.2	Effiziente Organisationen	160
3.2.1	Effiziente Produktionen einer Organisation	160
3.2.2	Input-/outputorientiert effiziente Organisationen .	167
3.2.3	Wesentlich effiziente und nichtwesentlich effiziente Organisationen	170
3.2.4	Ökonomische Relevanz nichtwesentlich effizienter Organisationen	173
3.2.5	Test auf effiziente Organisationen	176
3.3	DEA-Effizienzmaße	177
3.3.1	DEA-Modelle zur Effizienzanalyse	179
3.3.2	Aggregierte Abweichungen als Maß der Ineffizienz	183
3.3.3	Input-/Outputorientierte Effizienzmaße	186
3.3.4	Normierung von Abweichungen	187
3.3.5	DEA-Modellformulierungen	191
3.3.5.1	Additive Effizienzmaße	191
3.3.5.2	Maximin-Effizienzmaße	198
3.3.5.3	Wirtschaftlichkeit als Effizienzmaß . . .	207
3.3.6	DEA-Modelle im Überblick	210

Anhang	223
A.1 Zusätzliche Ziele in (VEM)	223
A.2 Eigentlich effiziente und wesentlich effiziente Alternativen	225
A.3 Konvexe Hülle nichtkonvexer Technologien	228
 Verzeichnis ausgewählter Symbole	 231
 Literaturverzeichnis	 235
 Index	 255

Abbildungsverzeichnis

1.1	Dominanzkegel und Zielraum	27
1.2	Dominanzkegel und Komplementärmenge	30
1.3	Konvexe Hülle und wesentliche Effizienz	36
1.4	Konvexe Hülle des Zielraums von (TEST)	43
1.5	Kompromissoptimale Lösungen	51
1.6	Eigentlich effiziente Lösungen im Zielraum	55
1.7	Zieldominanz und Abstandsminimierung	58
1.8	Korrigierte Zieldominanz und Abstandsminimierung	60
1.9	Kompromissoptimale Lösungen beim Goal Programming	62
2.1	Input-Output-System bzw. Produktionssystem	66
2.2	Lineare Technologie im $\mathbb{R}_+^2$	79
2.3	LEONTIEF-Technologie	80
2.4	Diskrete LEONTIEF-Technologie	81
2.5	Nichtkonvexe LEONTIEF-Technologie	82
2.6	Varianten einer nichtkonvexen LEONTIEF-Technologie	83
2.7	Effiziente Produktionen bezüglich (VPM-B3 _E)	89
2.8	Dominierte output-effiziente Produktion	93
2.9	Dominierte outputorientiert-effiziente Produktion	95
2.10	Effiziente Produktionen bezüglich (VPM-B3 _{NLT})	96
2.11	Effiziente Produktionen bezüglich (VPM-B3 _{DLT})	104
2.12	Abschnittsweise lineare Erlös- und Kostenfunktionen	112
2.13	Deckungsbeitragsisoquanten bei Preisdifferenzierung	117
2.14	Deckungsbeitragsmaximale Produktion bei Preisdifferenzierung	119
2.15	Wesentlich effiziente Produktionen bei Preisdifferenzierung	120
3.1	Produktionstheorie versus Data Envelopment Analysis	128

3.2	Ausgewählte DEA-Technologien für Beispiel B5	132
3.3	FDH -Technologie bei CRS	137
3.4	FDH -Technologie bei $NDRS$ bzw. $NIRS$	138
3.5	Erweiterte FDH -Technologie	140
3.6	Erweiterte Technologien bei $FNDRS$ bzw. $FNIRS$	141
3.7	Technologien bei CRS für Beispiel B3	142
3.8	Beschränkte FDH -Technologie	144
3.9	FDH -Technologie mit ganzzahligen Linearfaktoren	148
3.10	GRS -Technologien mit beschränkter Summe der Linearfaktoren	150
3.11	Individuell beschränkte GRS -Technologien	153
3.12	$NIRS$ -Technologie $TM_{FGRS\mathbb{N}}$ mit ganzzahligem Input und Output	155
3.13	DEA-Technologien im Überblick	158
3.14	Dominanzkegel für DMU_5 in TM_{FDH} und TM_{VRS}	163
3.15	Mengen effizienter Produktionen TM_{leff}	164
3.16	Inputorientiert-effiziente DMU_2	169
3.17	Konvexe Hüllen von $TM_{GRS\lambda_i}$ bzw. $TM_{FGRS\lambda_i}$	173
3.18	Optimale DMU bei Preisdifferenzierung	176
3.19	Bandbreiten für Technologie TM_{NDRS}	189
3.20	Referenzen bei Bandbreiten und DMU-spezifischer Gewichtung	205

Tabellenverzeichnis

0.1	Aufbau der einzelnen Kapitel	6
1.1	Dominanzkegel und effiziente Alternativen	32
1.2	Kompromissmodelle im Überblick ($t > 0$)	46
2.1	Dominanzkegel und effiziente Produktion	88
2.2	Test auf input-/output(orientiert)-effiziente Produktionen	102
3.1	Mengen von Linearfaktoren	131
3.2	Input- und Outputquantitäten der sieben DMUs für B5 .	133
3.3	Parameter für <i>GRS</i> -Technologie	146
3.4	Parameter für <i>GRS</i> -Technologie im Überblick	156
3.5	Effiziente DMUs bei unterschiedlichen Technologien . . .	164
3.6	Nichtwesentlich effiziente DMUs	172
3.7	DEA-Zielfunktionen	184
3.8	Input-/Outputorientierte DEA-Zielfunktionen	186
3.9	DEA-Zielgewichte bzw. Normierungsfaktoren	188
3.10	Produktionen der 6 DMUs in Beispiel B6	204
3.11	Maximin-Effizienzmaß bei divergierenden Gewichten in B6	206
3.12	Ausgewählte DEA-Modelle im Überblick	211
Z.1	Effiziente Alternativen, Produktionen und Organisationen	216
Z.2	Produktionen der 5 DMUs in Beispiel B7	218
Z.3	Maximin-Effizienzmaß bei DMU-spezifischen Gewichten und FDH-Technologie für B7	219
Z.4	Additives Effizienzmaß bei Bandbreiten Gewichten und FDH-Technologie für B7	220
Z.5	Effizienzmaße bei Technologien TM_{VRS} u. TM_{CRS} für B7	221