

124. Jahrgang (2007), Heft 1, S. 37–64

**Austrian Journal of
Forest Science**
Centralblatt
für das gesamte
Forstwesen

**Zur Weiterentwicklung des forstlichen Betriebsvergleichs mit Hilfe der
Data Envelopment Analysis***

**Extension of interfirm comparison of forest enterprises by means of
Data Envelopment Analysis***

Von: Walter Sekot und Christian Hoffmann

ODC: 67

Schlagwörter: Betriebsvergleich, Effizienzanalyse, Data
Envelopment Analysis, Testbetriebsnetze

Key words: interfirm comparison, efficiency analysis, Data
Envelopment Analysis, accountancy networks

Zusammenfassung

Der Betriebsvergleich ist auch im Forstbetrieb ein wichtiges Führungsinstrument zur Identifikation von Rationalisierungsmöglichkeiten. Etablierte Testbetriebsnetze erlauben dabei die Bezugnahme auf vielfältige Referenzdaten. Dennoch sind die Erkenntnispotenziale konventioneller Kennzahlenvergleiche beschränkt. Am Beispiel des österreichischen Testbetriebsnetzes im Großwald über 500 ha wird untersucht, inwieweit die Data Envelopment Analysis (DEA) durch Bereitstellung verschiedener Maße relativer Effizienz den forstlichen Betriebsvergleich inhaltlich erweitern und damit noch aussagekräftiger gestalten kann. Obwohl auch die Anwendung von DEA mit den typischen Problemen des forstlichen Betriebsvergleichs konfrontiert ist, können durch die Ableitung verschiedener Effizienzmaße,

* Der Beitrag basiert auf dem Projekt: Anwendungspotenziale der Data Envelopment Analysis (DEA) zur Effizienzbewertung in der Forstwirtschaft' das unter Projektnummer 2901 im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft bearbeitet wurde. Die Ergebnisse der Modellanalysen wurden der Dissertation von Hoffmann (2006) entnommen.

die Quantifizierung spezifischer Verbesserungsmöglichkeiten sowie die individuelle Identifikation von Referenzeinheiten wertvolle Informationspotenziale erschlossen werden.

Summary

Interfirm comparison is an important management tool for identifying potentials for rationalisation. Forest accountancy networks provide a wide range of references for such purposes. The insights to be gained by the conventional approach of comparing ratios are quite limited, however. The paper investigates, to what extent Data Envelopment Analysis (DEA) may contribute to exercises of interfirm comparison. The Austrian network of forest enterprises exceeding 500 ha serves as an empirical example for this investigation. Like any other approach, DEA has to cope with the typical problems of interfirm comparison in forestry. Nevertheless, DEA seems capable of providing most relevant and inspiring information by deriving various measures of efficiency, quantifying the potential for specific improvements and by identifying individual benchmark units.

1. Einleitung

Der Betriebsvergleich dient auch im Forstbetrieb als Informationsinstrument und Entscheidungshilfe für die Unternehmensführung (sh. u.a. Speidel 1984, S. 131 ff; v.d. Wense 1990; Brabänder 1995; Berger 1997 S. 111 ff; Volckens 2001; Schmithüsen et al. 2003 S. 520 ff). Erst die systematische Bezugnahme auf Referenzdaten erlaubt die Beurteilung von Kennzahlen im Rahmen der Betriebsanalyse. Für die Branchen- sowie die Stärken-Schwächen-Analyse auf strategischer Ebene ist dies ebenso von Bedeutung, wie zur Identifikation von Rationalisierungspotenzialen im operativen Bereich (vgl. z.B. Sekot 1998).

Je nach der Branchenzugehörigkeit und Zahl der Vergleichseinheiten, dem Aggregationsgrad der Vergleichsdaten sowie der Verfügbarkeit von Zusatzinformationen können verschiedene Typen des zwischenbetrieblichen Vergleichs unterschieden werden. Grundsätzlich können Betriebsvergleiche als Zeitpunktanalyse (statisch) oder als Zeitraumanalyse (dynamisch) angelegt sein, rein deskriptiv Kennzahlen gegenüberstellen oder kausaler Natur sein (vgl. Hofstätter et al. 1994, S. 12). Während sich Totalvergleiche auf gesamtbetriebliche Kennzahlen beziehen, thematisieren Partialvergleiche ausgewählte Teilbereiche wie spezifische Funktionen oder Prozesse. Dementsprechend vielfältig sind die Anforderungen hinsichtlich Datengrundlagen, deren Aufbereitung und Analyse einerseits sowie die über den Betriebsvergleich zu erzielenden Erkenntnisse andererseits.

Speziell in Deutschland und Österreich bieten forstliche Testbetriebsnetze vielfach die Datengrundlage für zwischenbetriebliche Kennzahlenvergleiche (sh. z.B. Brabänder 1995; Loidl 1999; Sekot 1998, 2000a, 2004; Volckens 2001; Baron et al. 2004). Als dauerhafte Einrichtungen für das forstökonomische Monitoring liefern die Testbetriebsnetze über eine größere Zahl von Jahren hinweg standardisierte Datensätze für ein mehr oder weniger stabiles Sample von Betrieben (vgl. Sekot 2000b; Niskanen & Sekot 2001). Die standardmäßig ausgewerteten Gruppenmittelwerte dienen als Referenzgrößen für den Richtwertvergleich. Durch Ausweis spezieller Mittelwerte für z.B. das beste Viertel können darüber hinaus für einzelne Kennzahlen Benchmarks im Sinne der ‚best practice‘ abgeleitet werden. I

m österreichischen Großwald ermöglichen individuelle Rankings (so genannte ‚Hitlisten‘) den teilnehmenden Betrieben, ihre Kennzahlen anhand der Verteilung aller einzelbetrieblichen Werte zu beurteilen. Seitens dieses Netzwerkes werden auch direkte, zwischenbetriebliche Vergleiche durch eine entsprechende Aufbereitung und Zusammenstellung der Testbetriebsdaten unterstützt.

Mit der Data Envelopment Analyse (DEA; vgl. z.B. Scheel 2000) steht eine Methode zur Verfügung, die potenziell eine Ausweitung des Informationsangebots für den Betriebsvergleich um Effizienzkennzahlen ermöglicht. Während die bisherigen Richtwertvergleiche und Rankings jeweils nur die isolierte Betrachtung einer einzelnen Kennzahl erlauben, wird mit dem DEA-Ansatz das betriebliche Input-Output-System ganzheitlich betrachtet.

Darüber hinaus liefert der Algorithmus individuelle Verbesserungsmaße und identifiziert die für ein anschließendes Benchmarking jeweils am besten geeigneten Vergleichseinheiten. Um auch für die betriebliche Praxis relevante Ergebnisse erzielen zu können, sind allerdings mehrere Voraussetzungen zu erfüllen. Die vorliegende Arbeit soll am Beispiel des Testbetriebsnetzes im österreichischen Großwald aufzeigen, inwieweit bzw. unter welchen Voraussetzungen der DEA-Ansatz zur Steigerung des Informationspotenzials zwischenbetrieblicher Totalvergleiche auf Basis von Testbetriebsdaten beitragen kann.

Als forschungsleitende Hypothese wird postuliert, dass eine entsprechende DEA-Applikation als zusätzliches Serviceangebot der Netzbetreiber den Informationsnutzen für die Teilnehmer steigern kann. Dabei sind sowohl Fragen der Datengrundlagen als auch Aspekte der Modellbildung sowie der Ergebnisinterpretation zu behandeln.

2. Material und Methoden

2.1. Daten des Testbetriebsnetzes im österreichischen Großwald

Seit rund 40 Jahren werden die betriebswirtschaftlichen Verhältnisse im österreichischen Großwald über 500 ha anhand eines Testbetriebsnetzes dargestellt bzw. untersucht. In den zuletzt knapp 100 teilnehmenden Betrieben wird alljährlich von externen Erhebern eine Betriebsabrechnung des Holzproduktionsbetriebes erstellt (vgl. Sekot & Rothleitner 1999; Sekot 2004). Dementsprechend liegt das Schwergewicht der dokumentierten Größen auf monetären Kennzahlen und zwar den nach Kostenarten und Kostenstellen gegliederten Kosten sowie den verschiedenen Ertragsarten. Mengenbezüge werden dagegen standardmäßig nur im Bereich der Holzerträge sowie der Leistungsstunden erfasst. Ergänzend werden auch einige betriebstypologische Kennzahlen erhoben. Seit 1997 steht eine Datenbankapplikation zur Verfügung und es kann ein erweiterter Kennzahlenrahmen, der auch Angaben zur Zahl der Angestellten umfasst, optional angesprochen werden. Um sowohl Zeitreihen-Querschnittsanalysen als auch Panelauswertungen sowie Entwicklungsanalysen an einem einheitlichen Datensatz untersuchen zu können, wurden aus dem Datenbestand des Testbetriebsnetzes ‚Großwald‘ zunächst jene 77 Betriebe selektiert, die im Zeitraum 1997 – 2001 als stabiles Panel durchgehend an den Testbetriebserhebungen teilgenommen haben. Im Interesse der Homogenität wurde in der Folge ein Betrieb aus diesem Panel ausgeschieden, der keine eigenen Arbeitskräfte für die Leistungserstellung einsetzt. Analog dazu wäre etwa mit Betrieben zu verfahren, die ihre Produkte am Stock verkaufen und dementsprechend keinen Input für die Holzernte aufweisen.

Verzerrungen durch Über- oder Unternutzungen wurden durch Verwendung hiebsatzbezogener Größen so gut wie mit den gegebenen Daten möglich kompensiert. Zentrale Modellannahmen sind dabei, dass sämtliche Holzerträge sowie die Holzerntekosten in ihrer absoluten Höhe direkt proportional zur Nutzungsmenge sind, während alle anderen Kosten- und Erlöselemente als fix betrachtet werden. In der Folge sind alle mit dem Deckungsbeitrag 1 in Zusammenhang stehenden Größen durch den Nutzungskoeffizienten (=Einschlag/Hiebsatz) zu dividieren, um zu den hiebsatzbezogenen Werten zu gelangen. Alle übrigen Elemente unterscheiden sich auch in der Betrachtung je Flächeneinheit dagegen nicht zwischen einschlags- und hiebsatzbezogener Kalkulation. Neben diesen weit reichenden Modellannahmen ist weiters einschränkend anzumerken, dass die Hiebsätze als Kenngrößen der naturalen, nachhaltigen Produktionskapazität in den einzelnen Betrieben durchaus unterschiedlich

hergeleitet werden und dadurch auch einer methodischen Unschärfe unterliegen.

2.2. Die Data Envelopment Analysis (DEA)

Die Data Envelopment Analysis (DEA) ist ein nicht parametrischer Ansatz zur Messung relativer Effizienz, der auf den Algorithmen der linearen Programmierung beruht (vgl. z.B. Coelli et al. 2005; Cooper et al. 2003). Auf der Grundlage beobachteter Input-Output-Transformationen werden eine Technologiemenge (als von den empirischen Daten definierter Raum realisierbarer Input-Output-Beziehungen) und die dazugehörige Effizienzgrenze (als aus den realisierten Bestwerten gebildete Umhüllende der Technologiemenge) bestimmt. In der Folge kann für jede Befundeinheit („Decision Making Unit“ bzw. DMU) ihre „peer group“ (als Menge jener Befundeinheiten, die unter ähnlichen Input-Output-Verhältnissen agieren) ermittelt und die dazu gehörenden „Benchmark-Einheiten“ (als auf der Umhüllenden gelegene Repräsentanten der „best practice“) identifiziert werden. Die verschiedenen Effizienzmaße geben für die einzelne DMU an, wie weit sie von der modellspezifischen Effizienzgrenze entfernt ist. Die „target values“ beziffern dabei das prozentuelle Ausmaß an Veränderungen die im Bereich der Inputs und / oder der Outputs zu realisieren wären, um selbst effizient zu werden.

Der DEA-Ansatz geht von folgenden, allgemeinen Annahmen aus (vgl. z.B. Scheel 2000 S. 40 ff; Allen 2002 S. 133 ff; Steinmann 2002 S. 11 ff):

1. empirische Vollständigkeit: alle beobachteten Input-Output-Transformationen gehören der Technologiemenge an.
- 2 Skalenerträge: die Input-Output-Transformation lässt sich als unter konstanten (jede Vervielfachung der Inputs führt zur selben Vervielfachung des Outputs), nicht zunehmenden (bei Verringerung des Inputs ist eine Verringerung des Outputs um denselben Faktor möglich), nicht abnehmenden (bei Erhöhung des Outputs ist eine Vergrößerung des Inputs um denselben Faktor möglich) oder variablen Skalenerträgen erfolgreich klassifizieren
3. freie Verschwendbarkeit: bei gleich bleibenden Inputs (Outputs) ist es möglich, die Outputs (Inputs) ganz oder teilweise zu reduzieren (zu erhöhen).
4. Konvexität: jede Input-Output-Transformation, die anteilig aus zwei Einheiten gebildet werden kann, ist auch realisierbar; d.h. jede anteilige

Kombination von zwei der Technologiemenge angehörenden Units ist selbst auch wieder Teil der Technologiemenge.

DEA erlaubt die differenzierte Untersuchung verschiedener Aspekte der Effizienz. Die technische Effizienz bezieht sich auf naturale Größen und kommt in der Fähigkeit zum Ausdruck, mit einem gegebenen Satz von Inputmengen einen maximalen Output zu erzielen. Demgegenüber bemisst die allokativen Effizienz die optimale Zusammensetzung des Input-Sets unter Berücksichtigung der relativen Preise der Inputfaktoren sowie der Produktionstechnologie. Die ökonomische Effizienz ist schließlich auf Basis sowohl mengen- als auch wertmäßiger Informationen zu allen Inputs und Outputs zu ermitteln.

Hinsichtlich der Modellspezifikation kann weiters zwischen inputorientierten, outputorientierten und nicht orientierten Ansätzen unterschieden werden. Inputorientierte Modelle betrachten die Faktoreinsatzseite als Aktionsbereich der Anpassung, wonach Verbesserungen ausschließlich durch eine Verringerung der Inputs zu erzielen sind. Demgegenüber weisen outputorientierte Modelle darauf hin, welche Steigerung an Outputs erforderlich wäre, um bei gleichen Inputs an die Effizienzgrenze zu gelangen. Nicht orientierte Modelle erlauben eine Anpassung sowohl auf der Input-, als auch auf der Outputseite.

Von den verschiedenen Effizienzmaßen, die DEA unterstützt, kommen die folgenden drei zur Anwendung (vgl. Scheel 2000, S. 89 ff):

1. Äquiproportionales (A-)Maß: dieses unterstellt, dass alle Änderungen (input- und/oder outputseitig) jeweils in demselben, relativen Ausmaß erfolgen. Der Effizienzwert quantifiziert demnach unmittelbar das Verbesserungspotenzial aller Kriterien.
2. Durchschnittliches Maximalpotenzial (D_{max}): dieses quantifiziert das im Rahmen der Technologie maximal realisierbare, durchschnittliche Verbesserungspotenzial der einzelnen Kriterien.
3. Durchschnittliches Mindestpotenzial (D_{min}): dieses gibt die im Durchschnitt über alle Kriterien erforderliche minimale Verbesserung an, damit die betrachtete DMU an die Effizienzgrenze gelangt.

Selbst für Einheiten, die sich an der Effizienzgrenze befinden, können mitunter Verbesserungspotenziale identifiziert werden (vgl. Scheel 2000 S. 111 ff). Dies ist immer dann der Fall, wenn schwache Effizienz vorliegt und dabei so genannte ‚slacks‘ auftreten. Bei Vorhandensein eines slacks

kann entweder ein Inputfaktor weiter reduziert werden, ohne die Outputs zu verringern oder es kann ein Output ohne zusätzliche Inputs erhöht werden. Zufolge von slacks können die Verbesserungspotenziale einzelner Kriterien höher ausfallen, als es dem ursprünglichen Modell (z.B. dem A-Maß) entspricht.

Der DEA als nicht parametrischem Ansatz steht die Stochastic Frontier Analysis (SFA) als parametrischer Ansatz zur Effizienzmessung gegenüber. Die SFA erfordert die Spezifikation einer bestimmten Funktionsform und setzt spezielle Fehlerstrukturen voraus. Auf dieser Grundlage kann das ‚statistische Rauschen‘, das beim DEA-Ansatz voll wirksam ist, ausgeschaltet werden, weshalb sich unter den entsprechenden Voraussetzungen SFA auch zum Testen von Hypothesen eignet. DEA andererseits beruht nicht auf statistisch geschätzten Produktionsfunktionen, sondern leitet ihre Effizienzmaße von empirischen Bestleistungen ab.

Bogetoft und Nielsen (2003, S. 113) betonen die folgenden Vor- und Nachteile von DEA im Vergleich zu parametrischen Ansätzen:

- + DEA erfordert wenig oder gar keine Information über Präferenzen, Preise oder Prioritäten
- + DEA erfordert wenig oder keine Information zur Technologie
- + DEA erlaubt die simultane Handhabung multipler Inputs und Outputs
- + DEA identifiziert reale, möglichst ähnliche Vergleichseinheiten („peers“)
- + DEA identifiziert Bestleistungen
- + DEA liefert vorsichtige bzw. konservative Bewertungen
- + DEA unterstützt Lernprozesse sowie Planungen und fördert die Motivation
- der theoretische Rahmen für Signifikanztests ist vergleichsweise schwach entwickelt
- es wird zu wenig auf Ziele fokussiert

Die Stärken des Ansatzes kommen vor allem dann zum Tragen, wenn einerseits qualitativ hochwertige Daten von einer größeren Zahl ähnlicher

Einheiten verfügbar sind und andererseits komplexe Produktionsstrukturen mit zum Teil unkontrollierbaren Faktoren sowie Kuppelproduktion mehrerer Outputs vorliegen. Es ist allerdings zu beachten, dass DEA implizit erfordert, dass alle Inputs und Outputs auf dem Niveau von Kardinalskalen zu erfassen sind.

Einen rezenten Literaturüberblick zu DEA-Anwendungen in der Forst- und Holzwirtschaft gibt Sowlati (2005). Während im Bereichen der Holzwirtschaft wie auch in anderen Branchen Betriebe als Untersuchungseinheiten mehrfach dokumentiert sind, beschränken sich unmittelbar forstbetriebliche Anwendungen demnach noch immer auf die Untersuchung von Verwaltungseinheiten staatlicher Forstbetriebe (vgl. Kao et al. 1993; Deltuvas 1997; Kao 2000). Für die Vorbereitung und Durchführung praktischer DEA-Studien empfiehlt Hoffmann (2006, S. 80 ff) das sequentielle Abarbeiten folgender Schritte:

1. Definition des Verwendungszwecks der Analyse
2. Konkretisierung der Zielsetzung
3. Definition und Selektion der Befundeinheiten
4. Spezifikation der Beurteilungskriterien
5. Erhebung der Primär- bzw. Aufbereitung von Sekundärdaten
6. Analysen zur Validierung der Modellvariablen
7. Durchlauf verschiedener Effizienzmodelle
8. Validierung der Ergebnisse

2.3. Modellspezifikationen

Der Empfehlung für diskriminante Modelle folgend, wonach die Zahl der DMUs mindestens zehn Mal so hoch sein soll, wie jene der Modellvariablen, wurde das Modell in Anbetracht der 76 in die Analyse einzubeziehenden DMUs auf 4 Input- und 3 Outputgrößen, also insgesamt 7 Variable, beschränkt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Definition der Input- und Outputvariablen des DEA-Modells (I=Input, O=Output)

Table 1: Definition of input and output variables of the DEA-model (I=input, O=output)

Variable	Definition (Maßeinheit)	I/O
STD	Hiebsatzbezogene Leistungslohnstunden je ha (h/ha)	I
ANG	Zahl der auf Vollbeschäftigung reduzierten Angestellten je ha (n/ha)	I
FLK	Hiebsatzbezogene Kosten des Unternehmereinsatzes je ha (€/ha)	I
SOK	Hiebsatzbezogene sonstige Kosten (€/ha)	I
SS	Hiebsatzbezogener natürlicher Ertrag an Sägesortimenten (fm/ha)	O
IS	Hiebsatzbezogener natürlicher Ertrag an Industrie- und Brennholz (fm/ha)	O
SE	Sonstige Erträge (€/ha)	O

Jeweils zwei der Input- bzw. Outputvariablen können dabei sowohl in physischen als auch in monetären Größen abgebildet werden, wobei für das Modell der technischen Effizienz auf die physischen Maßzahlen Bezug genommen wird. Im Modell der Kosteneffizienz können die Stunden durch die Leistungslohne und die Zahl der reduzierten Angestellten durch die Gehaltskosten ersetzt und der gesamte Input somit monetär aggregiert werden. Durch Verwendung der Komplementärkategorien ‚sonstige Kosten‘ und ‚sonstige Erträge‘ ist sichergestellt, dass alle in der Betriebsabrechnung dokumentierten Inputs und Outputs im Modell abgebildet sind.

Infolge der Normierung aller Größen auf den Flächenbezug von 1 ha kann auf eine explizite Abbildung der Betriebsfläche als nicht kontrollierbare Größe verzichtet werden, wodurch die Diskriminanz des Modells steigt. Auf die direkte Abbildung anderer, nicht kontrollierbarer Größen im Modell wird im Sinne des Two-Stage-Ansatzes (vgl. Steinmann 2002 S. 32 ff) nicht zuletzt auch im Interesse diskriminanter Ergebnisse verzichtet. Nach Carter & Siry (2003 S. 107) wären dabei grundsätzlich die natürlichen Produktionsbedingungen (z.B. geologische und klimatische Verhältnisse), forstliche Merkmale (z.B. Vorratshaltung und Baumartenzusammensetzung) sowie politische und sozio-ökonomische Faktoren (z.B. Schutzgebietsausweisungen) in Betracht zu ziehen. In der Testbetriebsdatenbank sind diesbezüglich allerdings nur die Größen Arrondierung, Anteil Seilgelände und Produktionsgebiet dokumentiert. Das Erklärungspotenzial dieser Rahmengengebenheiten in Bezug auf Effizienzunterschiede wird beispielhaft durch eine nachgeschaltete Varianzanalyse untersucht. Um die Auswirkung von Extremen, die auf besondere Konstellationen in einzelnen Perioden zurückzuführen sind,

abzumindern, wurden für das Basismodell alle Größen über den 5-jährigen Untersuchungszeitraum hinweg gemittelt. Monetäre Größen wurden dabei nicht valorisiert, d.h. es wurden nominale Mittelwerte verwendet.

Nach Dyson et al. (2001) ist die Forderung zu erfüllen, dass die Inputs mit den Outputs positiv korreliert sind und damit die Modellannahmen der Technologie bezüglich Monotonie und Konvexität gewahrt bleiben. Im Falle negativer Korrelationen, wie sie etwa zwischen forstbetrieblichem Faktoreinsatz und Erholungsooutput auftreten könnten, wäre solch ein Output aus dem Modell zu eliminieren (vgl. Kao et al. 1993 S. 77). Die Korrelationsanalyse (Tab. 2) belegt, dass im vorliegenden Fall diese Anforderung erfüllt ist. Die negative Korrelation zwischen den Inputfaktoren Fremdleistungskosten (FLK) einerseits und Leistungslohnstunden (STD) bzw. Zahl der Angestellten (ANG) andererseits kann dabei als Indiz für die ja auch de facto bestehenden Substitutionsbeziehungen zwischen Eigen- und Fremdleistung gesehen werden.

Tabelle 2: Korrelationsmatrix der natural-technischen Input- und Outputvariablen

*** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant*

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.*

Table 2: Correlation matrix of the technical variables of inputs and outputs

** level of significance 1 %

* level of significance 5 %

	STD	ANG	FLK	SOK	SS	IS	SE
STD	1	0,367**	-0,136	0,621**	0,424**	0,239*	0,218
ANG		1	-0,008	0,427**	0,455**	0,077	0,186
FLK			1	0,275*	0,418**	0,281*	0,019
SOK				1	0,653**	0,229*	0,245*
SS					1	0,143	0,033
IS						1	0,228*
SE							1

Hinsichtlich der ausgewerteten Effizienzmaße umfasst diese explorative Analyse orientierte sowie nicht orientierte, äquiproportionale und durchschnittliche Maße. Additive Effizienzmaße, deren Ausprägungen jeweils von der Skalierung der einzelnen Variablen abhängen, werden hier dagegen nicht weiter untersucht. Hinsichtlich der Technologie werden die Untersuchungen auf variable Skalenerträge fokussiert. Durch den Vergleich mit den unter Annahme konstanter Skalenerträge erzielten Ergebnissen kann jedoch auch auf die Skaleneffizienz geschlossen werden. Erweiterungen, wie etwa die explizite Berücksichtigung von Grenzzraten der Substitution,

marginalen Produktivitäten und der Grenzrate der Transformation (vgl. z.B. Kao 1994; Steinmann 2002) werden hier noch nicht berücksichtigt.

3. Ergebnisse

3.1. Effizienzmaße für das Kollektiv

3.1.1. Untersuchungen zur Skaleneffizienz

Die über alle DMUs gemittelten, äquiproportionalen Maße der technischen Effizienz (A-Maße) sind in Tabelle 3 für Modelle mit variablen sowie für solche mit konstanten Skalenerträgen angegeben. Je nach der unterstellten Technologie ist ein unterschiedliches Verbesserungspotenzial gegeben. Im inputorientierten Modell beträgt das mittlere, technische Rationalisierungspotenzial rund 8 % während das gesamte Verbesserungspotenzial unter Berücksichtigung der Skaleneffekte im Mittel bei knapp 11 % liegt. Im Durchschnitt wären die Inputs demnach um 8 % zu verringern, um generell das Niveau der Bestleistung zu erreichen. Das Potenzial für Effizienzsteigerungen durch Größenoptimierung (Anpassung der quantitativen Input-Output-Verhältnisse an den optimalen Bereich konstanter Skalenerträge) liegt bei 3 %. Auf Ebene der einzelnen DMU beschreibt das Verhältnis der beiden Effizienzmaße zueinander die Skaleneffizienz exakt, während die mittlere Skaleneffizienz nicht direkt aus den mittleren technischen Effizienzmaßen berechnet werden kann. Das nicht orientierte Modell weist jeweils geringere, prozentuelle Verbesserungsmöglichkeiten auf, da parallel zur Reduktion der Inputs ja auch eine analoge Steigerung der Outputs unterstellt wird.

Tabelle 3: Mittelwerte äquiproportionaler Effizienzmaße (A-Maße)

Table 3: Averages of the equi-proportional efficiency measure

Modell	Technische Effizienz		Skaleneffizienz
	variable Skalenerträge	konstante Skalenerträge	
inputorientiert	91,8 %	89,3 %	97,2 %
nicht orientiert	95,2 %	93,9 %	98,6 %

Sowohl im inputorientierten als auch im nicht orientierten Modell wurden 32 Betriebe (entsprechend 42 % der DMUs) als skaleneffizient klassifiziert. Die Verteilung der nicht skaleneffizienten Betriebe (also jener, bei denen sich die technische Effizienz zwischen den Modellen mit variablen bzw. konstanten Skalenerträgen unterscheidet), zeigt beim inputorientierten Ansatz eine Mehrheit von 33 % aller DMUs, die unter zunehmenden

Skalenerträgen operiert, wogegen ein Viertel der DMUs unter Verhältnissen abnehmender Skalenerträge agiert. Beim nicht orientierten Modell sind die Mehrheitsverhältnisse mit 20 % bzw. 38 % dagegen umgekehrt. Zur Reduzierung der Ineffizienz aufgrund des Skaleneffekts müssten Einheiten, die im Bereich zunehmender Skalenerträge operieren, mehr Produktionsfaktoren zur Ausweitung der Outputleistung einsetzen, da die Grenzerträge überproportional zu den eingesetzten Produktionsfaktoren ansteigen. Umgekehrt kann eine DMU, die im Bereich abnehmender Skalenerträge agiert nur dann in den skaleneffizienten Bereich kommen, wenn die Outputleistung reduziert wird und dadurch überproportional mehr an Produktionsfaktoren eingespart werden kann. Um Indikationen für Skaleneffekte zu erhalten, wurden die drei Gruppen unterschiedlicher Skaleneffizienz jeweils hinsichtlich signifikanter Unterschiede in Bezug auf Größenindikatoren untersucht. Während die Betriebsgröße in ha in keinem signifikanten Zusammenhang mit der Skaleneffizienz steht, lassen sich sehr wohl bestimmte Unterschiede im Hinblick auf die Produktivität – ausgedrückt in der Größe Festmeter Hiebsatz je Hektar – nachweisen (Tabelle 4).

Tabelle 4: Zusammenhänge zwischen Skaleneffizienz und Produktivität

** Der Gruppenmittelwert unterscheidet sich bei $\alpha=5\%$ signifikant von den beiden anderen*

Table 4: Interrelationships between scale efficiency and productivity

* the mean value differs significantly from the other two ($\alpha=5\%$)

Modell	Skalenerträge	Zahl der DMUs	Hiebsatz je Hektar
Input-orientiert	konstant	32	5,37
	abnehmend	19	6,36*
	zunehmend	25	4,54
Nicht orientiert	konstant	23	5,38
	abnehmend	29	5,93
	zunehmend	15	4,17*
Gesamt	---	76	5,35

Im inputorientierten Modell weisen demnach die DMUs mit abnehmenden Skalenerträgen eine signifikant höhere Produktivität auf, als die beiden anderen Gruppen, während im nicht orientierten Modell jene Betriebe, die im Bereich zunehmender Skalenerträge operieren, durch den im Mittel niedrigsten Hiebsatz charakterisiert sind. Die oben angeführten, allgemeinen Handlungsempfehlungen korrespondieren grundsätzlich mit diesem Befund: dort, wo die Flächenproduktivität überdurchschnittlich hoch ist, wäre der Output – der ja in der hiebsatzbezogenen Kalkulation direkt

von dieser Größe abhängt – zu reduzieren, um skaleneffizient zu werden. Umgekehrt legt das nicht orientierte Modell nahe, dass gerade jene DMUs mit unterdurchschnittlicher Flächenproduktivität ihr Produktionsniveau steigern sollten.

3.1.2. ‚Target values‘

Die weiteren Untersuchungen basieren auf dem Modell variabler Skalenerträge. Dabei werden neben dem äquiproportionalen A-Maß auch jeweils die Durchschnitts-Effizienzmaße D_{max} sowie D_{min} betrachtet. Tabelle 5 gibt einen Überblick über die ermittelten Effizienzwerte für das input-orientierte sowie für das nicht-orientierte Modell.

Tabelle 5: Alternative relative Effizienzmaße für das Modell variabler Skalenerträge

Table 5: Alternative measures of efficiency for the model with variable returns to scale

Modell	Effizienzmaß	Mittlerer Effizienzwert	Anteil effizienter DMUs
Input-orientiert	A	91,8 %	50 %
	D_{max}	92,7 %	30 %
	D_{min}	98,1 %	49 %
Nicht orientiert	A	95,2 %	50 %
	D_{max}	77,1 %	29 %
	D_{min}	98,4 %	49 %

Die von DEA ausgewiesenen, mittleren Verbesserungspotenziale sind für die untersuchten Modellvarianten in Tabelle 6 zusammengestellt.

Tabelle 6: Verbesserungspotenziale gemäß verschiedener technischer Effizienzmaße in %

Table 6: Potential improvements according to alternative measures of technical efficiency (%)

Modell	Maß	STD	ANG	FLK	SOK	SS	IS	SE
Input-orientiert orientiert	A	-11,6	-9,9	-9,1	-9,2	0,0	0,0	0,0
	D_{max}	-24,3	-11,7	-3,0	-11,8	0,0	0,0	0,0
	D_{min}	0,0	-1,2	-5,5	-6,5	0,0	0,0	0,0
Nicht orientiert	A	-8,9	-6,9	-6,0	-6,1	4,8	7,3	39,9
	D_{max}	-12,2	-7,5	-3,4	-6,2	1,1	13,7	116,4
	D_{min}	0,0	-0,6	-3,2	-4,6	1,8	1,3	0,0

Um an die Effizienzgrenze zu gelangen, ist nach dem input-orientierten Modell eine Verringerung der Inputs gemäß dem A-Maß im Ausmaß von

rund 10 % erforderlich. Zufolge des Auftretens von slacks könnten darüber hinaus auch Verbesserungspotenziale im Bereich der Outputs gegeben sein, die nach dem two- bzw. multi-stage-Ansatz von DEA zu quantifizieren wären (vgl. Coelli et al. 2005, S. 198 f). Bei den durchschnittlichen Effizienzmaßen zeigen sich die systematischen Differenzen zwischen den beiden Ansätzen, wonach die einzelnen Verbesserungspotenziale gemäß D_{max} im Allgemeinen jene nach D_{min} deutlich übersteigen.

3.1.3. Kosteneffizienz

DEA ermöglicht eine duale Betrachtung der Effizienz sowohl auf natural-technischer als auch auf ökonomischer Ebene. Zur Ableitung der Kosteneffizienz sind die im technischen Modell angegebenen Faktormengen zu bewerten und mit den übrigen, monetären Inputs zu einer einzigen Kostengröße zu aggregieren. Diesen Gesamtkosten werden die verschiedenen Outputkategorien gegenübergestellt. Für die Bewertung unterstellt der klassische DEA-Ansatz, dass alle DMUs ihre Inputs zu denselben Preisen beschaffen können. In der betrieblichen Praxis werden sich aber - etwa aufgrund unterschiedlicher Ausbildungs- und Altersstrukturen der Mitarbeiter - durchaus individuell differenzierte Bewertungsansätze ergeben. Um auch diesen Effekt untersuchen zu können, sind in Tabelle 7 den Kenngrößen für das Modell mit durchschnittlichen Faktorpreisen jene für ein Modell mit den tatsächlichen Faktorkosten gegenübergestellt. Wie sich zeigt, beschränken sich die Unterschiede auf Ebene der Gruppenmittelwerte im Wesentlichen auf die ‚target values‘ für die sonstigen Erträge.

Tabelle 7: Äquiproportionale Maße und ‚target values‘ für die Kosteneffizienz (in %)

Table 7: Equi-proportional measures and target values of cost efficiency (in %)

Modell	Mittlerer Effizienzwert	Anteil effizienter DMUs	‚target values‘			
			Kosten	SS	IS	SE
Durchschnittliche Faktorpreise	82,7	16	-17,7	0,0	1,9	270,3
Individuelle Faktorkosten	83,3	17	-16,7	0,0	0,2	83,3

Soweit die Bewertung der Mengen mit einheitlichen Preisen erfolgt, kann die allokativen Effizienz direkt aus dem Verhältnis von Kosteneffizienz zu technischer Effizienz abgeleitet werden. Im vorliegenden Anwendungsfall ergibt diese einen Effizienzwert von 90 %. In Anbetracht der (durchschnittlichen)

Faktorpreise könnte also eine Optimierung des Faktormix die Effizienz im Mittel um 10 % steigern.

3.1.4. statistische Zusammenhänge

Die über den DEA-Algorithmus ermittelten, einzelbetrieblichen Effizienzmaße stellen ihrerseits metrisch skalierte Variablen dar, deren Abhängigkeiten von anderen Größen statistisch untersucht werden können. Entsprechende Analysen sind für die Weiterentwicklung und Überprüfung des Hypothesengerüsts in Zusammenhang mit forstbetrieblicher Effizienz von Interesse. Als erklärende Größen kommen dabei insbesondere die nicht beeinflussbaren Rahmenbedingungen in Betracht.

Als abhängige Größen wurden in diesem Zusammenhang die äquiproportionalen Maße der technischen Effizienz sowie der Kosteneffizienz mit individuellen Faktorkosten untersucht. Im Rahmen einer einfachen, linearen Regressionsanalyse wurden zunächst die metrisch skalierten Parameter Ertragswaldfläche und Flächenproduktivität (Hiebsatz je ha) untersucht. Während bei Berücksichtigung aller DMUs keinerlei Zusammenhang festgestellt werden konnte, ergab eine auf die nicht effizienten Betriebe eingeschränkte Analyse in Bezug auf die technische Effizienz (n = 38) immerhin signifikante Modelle mit allerdings sehr beschränkter Erklärungskraft (Tabelle 8).

*Tabelle 8: Regressionsanalyse zur technischen Effizienz nicht effizienter DMUs (Signifikanzniveaus: * ... 5%; ** ... 1%)*

Table 8: Regression analysis of technical efficiency restricted to the inefficient DMUs (levels of significance: * ...5%; ** ... 1%)

	R ²	F	Konstante	t-Wert	Koeffizient	t-Wert
Fläche (ha)	0,10	4,2*	78,978	27,81**	0,001	2,039**
Produktivität (HS/ha)	0,13	5,4*	65,821	8,39**	3,377	2,316**

Die Zugehörigkeit zu einem der sechs forstlichen Produktionsgebiete, die auf einer dreiteiligen Ordinalskala erfasste Arrondierung (gut, mittel, schlecht) sowie der in vier Stufen eingeteilte Anteil an Seilgelände wurden varianzanalytisch untersucht. Dabei konnte lediglich ein signifikanter Einfluss des Produktionsgebietes in Bezug auf die Kosteneffizienz festgestellt werden. Die maßgeblichen Unterschiede bestehen dabei zwischen dem

Produktionsgebiet Zentralalpen einerseits und den Regionen ‚Alpenvorland‘ sowie ‚östliches Flach- und Hügelland‘, in denen besonders viele effiziente Betriebe liegen, andererseits.

3.2. Effizienzanalysen für den Einzelbetrieb

Im Zusammenhang mit dem Betriebsvergleich ist die Effizienzcharakteristik des Kollektivs lediglich als Referenz für die Analyse der einzelbetrieblichen Performance von Interesse. Der potenzielle Hauptnutzen einer DEA-Anwendung liegt demgegenüber im Ausweis individueller, relativer Effizienzmaße, in der Ableitung spezifischer Verbesserungspotenziale sowie in der Identifikation technologisch möglichst ähnlicher und damit aus produktionswirtschaftlicher Sicht am besten vergleichbarer Referenzeinheiten, welche die ‚best practice‘ repräsentieren.

Das diesbezügliche, analytische Potenzial wird im Folgenden anhand eines konkreten Betriebes (Unit X) illustriert. Um auch Effizienzänderungen untersuchen zu können, werden neben den 5-jährigen Mittelwerten auch die Datensätze der einzelnen Perioden im Sinne einer Zeitreihen-Querschnittsanalyse als eigene DMUs betrachtet. Damit verfünffacht sich die Zahl der Befundeinheiten, was auch zu entsprechend diskriminanteren Modellen führt. In Tabelle 9 sind die einzelbetrieblichen Ergebnisse von Unit X für verschiedene Effizienzmaße eines inputorientierten, äquiproportionalen Modells bei variablen Skalenerträgen zusammengestellt. Die Rangangaben für die Einzeljahre beziehen sich auf die Platzierung unter den insgesamt 380 DMUs während die Modelle für 5-jährige Mittelwerte 76 Einheiten (=Betriebe) umfassen.

Tabelle 9: Einzelbetriebliche Effizienzmaße (TE = technische Effizienz; KEm = Kosteneffizienz mit durchschnittlichen Faktorpreisen; KEt = Kosteneffizienz mit tatsächlichen Faktorkosten; AE = alloкатive Effizienz) und die damit jeweils erzielten Ränge (R)

Table 9: Efficiency measures for the individual DMU (TE = technical efficiency; KEm = cost efficiency at average factor prices; KEt = cost efficiency at effective factor costs; AE = allocative efficiency) and the respective ranks (R)

Periode	TE	R _{TE}	KEm	R _{KEm}	AE	R _{AE}	KEt	R _{KEt}
1997	83,95	206	67,18	264	80,02	321	69,58	232
1998	93,86	120	71,57	209	76,25	345	69,53	234
1999	87,87	179	72,51	201	82,52	290	70,46	223
2000	79,73	240	67,80	258	85,03	257	64,94	286
2001	100,00	1	72,46	202	72,46	361	67,36	262
Mittel	100,00	1	78,26	46	78,26	66	76,35	54

Die alloкатive Effizienz ergibt sich dabei direkt aus dem Quotienten von Kosteneffizienz zu durchschnittlichen Faktorpreisen und technischer Effizienz. In Periode 2001 war die betrachtete DMU zwar technisch effizient. Bedingt durch einen suboptimalen Mix an den ja unterschiedlich teuren Produktionsfaktoren besteht kostenseitig allerdings noch ein Rationalisierungspotenzial von 27,54 %. Zudem liegen die effektiven Faktorkosten über dem zu Durchschnittspreisen bewerteten Input, sodass sich das abgeleitete Rationalisierungspotenzial sogar auf 32,64 % erhöht.

Hinweise, in welchen Bereichen die Rationalisierung umzusetzen ist, liefern die ‚target values‘, wobei für praxisnahe Überlegungen besonders jene von nicht-orientierten Modellen, die Anpassungen sowohl auf der Input- als auch auf der Outputseite vorsehen, von Interesse sind. In Tabelle 10 sind für das Jahr 2000 den von DEA gemäß dem natural-technischen Modell mit radialem bzw. durchschnittlichem Effizienzmaß vorgeschlagenen ‚target values‘ die tatsächlich bei Unit X erfolgten Änderungen gegenübergestellt.

Tabelle 10: ‚Target values‘ verschiedener DEA-Modelle technischer Effizienz und tatsächliche Änderungen in der DMU von 2000 auf 2001 (Werte in %)

Table 10: Target values of alternative DEA-models of technical efficiency and effective changes occurring in the DMU from 2000 to 2001 (values in %)

Effizienzmaß	STD	ANG	FLK	SOK	SS	IS	SE
A (radial)	-19,82	-14,92	-13,36	-13,36	13,36	67,10	94,43
D _{max}	0,00	-18,23	0,00	-14,65	0,00	69,33	303,09
D _{min}	0,00	0,00	-26,07	0,00	0,00	0,00	0,00
effektiv	0,56	0,00	-26,38	-8,13	1,15	-5,15	-19,88

Um an die Effizienzgrenze zu gelangen wird gemäß dem A-Maß eine generelle Minderung der Inputs und Steigerung der Outputs um je 13,36 % vorgeschlagen. Zuzufolge von slacks ergeben sich bei einzelnen Positionen allerdings abweichende und zum Teil deutlich höhere Zielgrößen. Den Vorgaben des maximalen, durchschnittlichen Effizienzmaßes zufolge wären Reduktionen von 18 % bzw. 15 % bei den Angestellten bzw. den sonstigen Kosten bei gleichzeitiger Erhöhung der Industrie- und Brennholzerträge um 69 % sowie der sonstigen Erträge um 303 % erforderlich, um die maximal mögliche Verbesserung zu erzielen. Nach Maßgabe der Dmin- ‚target values‘ reicht dagegen die ausschließliche Reduktion der Fremdleistungskosten um 26 % aus, um zu einer ‚best-practice‘ Einheit zu

werden. Eine entsprechende Reduktion der Fremdleistungskosten war auch offenbar dafür hauptverantwortlich, dass die betrachtete DMU im Jahr 2001 tatsächlich an die technische Effizienzgrenze gerückt ist. Ansatzpunkte für weitere Verbesserungen werden einerseits durch die Dmax-Werte für 2000 angedeutet und ließen sich andererseits nach dem Konzept der Supereffizienz auch für das Jahr 2001 quantifizieren (vgl. Scheel 2000, S. 111 ff).

Dass bei Erreichen der technischen Effizienz sehr wohl auch weitere Verbesserungsmöglichkeiten aus den Referenzeinheiten abgeleitet werden können, belegen auch die Kennzahlen zur Kosteneffizienz von Unit X (Tabelle 11).

Tabelle 11: ‚Target values‘ verschiedener DEA-Modelle der Kosteneffizienz bei individuellen Faktorkosten und tatsächliche Änderungen von 2000 auf 2001 (Werte in %)

Table 11: Target values of alternative DEA-models of cost efficiency at effective factor costs and effective changes occurring in the DMU from 2000 to 2001 (values in %)

Effizienzmaß	Kosten	SS	IS	SE
A (radial)	-20,60	20,60	20,60	67,40
D _{max}	0,00	0,00	45,02	835,23
D _{min}	-35,06	0,00	0,00	0,00
effektiv	-3,19	1,15	-5,16	-19,87

Demnach wären die Kosten noch um rund 20 % zu reduzieren und gleichzeitig die Erträge im selben Ausmaß zu steigern, um kosteneffizient zu werden. Auf Grund von slacks müssten die sonstigen Erträge dabei sogar um 67 % erhöht werden. Die maximale Verbesserung wäre durch eine Erhöhung des natürlichen Brenn- und Industrieholzoutputs um 45 % sowie der sonstigen Erträge um mehr als das Achtfache zu erzielen. Alternativ wären die Kosten um mehr als ein Drittel zu reduzieren, um Kosteneffizienz zu erreichen. Tatsächlich wurden die Kosten um 3 %, die sonstigen Erträge aber um 20 % reduziert. Damit konnte nur eine geringe Verbesserung im Ranking nach dem A-Maß vom 281. auf den 256. Platz (unter 380) erzielt werden.

Das Modell mit 5-jährigen Mittelwerten weist keine technischen Benchmark-Einheiten aus, da die betrachtete DMU selbst effizient ist. Auf Ebene der Einzelperioden können dagegen sehr wohl ‚best-practice‘ Einheiten identifiziert werden. So enthält etwa die peer group der betrachteten Unit X im Jahr 2000 drei technisch effiziente DMUs die zu Anteilen von 7 %, 7 % und 86 % gewichtet sind. Interessanterweise entstammen diese ähnlichsten Referenzeinheiten unterschiedlichen Produktionsgebieten und

Perioden. Zwei dieser drei Einheiten repräsentieren die ‚best practice‘ in immerhin vier Jahrgängen, wobei sich eine davon mit einem periodenweise unterschiedlichen Gewicht zwischen 53 % und 86 % in besonderem Maße als Benchmark-Einheit für eine vertiefte Analyse von technischen Rationalisierungsmöglichkeiten anbietet. Dies freilich nur unter der Voraussetzung, dass es sich nicht um einen Ausreißer handelt.

Dieselbe DMU ist mit Gewichten zwischen 32 % und 54 % auch als Benchmark-Einheit unter dem Gesichtspunkt der Kosteneffizienz bei tatsächlichen Faktorkosten vertreten. Die zweite, wesentliche ‚best-practice‘ Einheit wird im ökonomischen Modell in den einzelnen Perioden mit Werten zwischen 40 % und 64 % gewichtet, tritt aber im technischen Modell nicht als Referenz in Erscheinung. Ganze Betriebe als Referenzeinheiten ergeben sich auf Basis der 5-jährigen Mittelwerte. Mit einem Gewicht von jeweils 35 % ist ein Betrieb sowohl im Modell mit durchschnittlichen als auch in jenem mit individuellen Faktorkosten vertreten. Dieser dürfte damit eine besonders stabile und damit zu bevorzugende Benchmark-Einheit für Unit X sein.

4. Diskussion

Wie auch beim klassischen Kennzahlenvergleich, der erst im Wege eines anschließenden, spezifischen Benchmarking-Prozesses konkrete Verbesserungsmöglichkeiten erkennen lässt, dürfen die Erwartungen und Ansprüche an die Ergebnisse der DEA per se nicht unrealistisch hoch gesteckt werden. So führt etwa Talluri (2000, S. 9) aus: ‚It should be noted, that DEA is primarily a diagnostic tool and does not prescribe any reengineering strategies to make inefficient units efficient. Such improvement strategies must be studied and implemented by managers by understanding the operations of the efficient units.‘ Da es sich wegen der notwendigen Beschränkung der Variablenzahl überwiegend um hoch aggregierte Größen handelt, die in das Modell eingehen, werden sich aus einem Totalmodell kaum direkt umsetzbare Steuerungsempfehlungen ableiten lassen. Idealerweise wäre die Datengrundlage so zu erweitern, dass ein mehrteiliges, hierarchisch strukturiertes Input-Output-System der forstbetrieblichen Leistungserstellung im Modell abgebildet und entsprechend differenziert analysiert werden kann. Ein diesbezügliches Bemühen um eine vollständige Systemkonzeption kann auch wertvolle Impulse zur Weiterentwicklung der im Rahmen von Testbetriebsnetzen zu dokumentierenden Kennzahlensysteme vermitteln (vgl. z.B. Berger 1997 S. 232 ff).

Darüber hinaus unterliegen die vergleichenden Effizienzanalysen mittels DEA auch grundsätzlich denselben Rahmenbedingungen und

Einschränkungen, mit denen der klassische Kennzahlenvergleich auf Basis von Testbetriebsnetzen konfrontiert ist (vgl. z.B. Sekot 1998). Bedingt durch die fehlende Bewertung von Änderungen im Waldvermögen kann das Kennzahlgefüge durch Aktivtausch gravierend verzerrt werden (vgl. z.B. Karisch 2003). Spitzenkennzahlen wie Erfolg oder Kostenergiebigkeit alleine erlauben in der Folge keine stichhaltige Beurteilung der betrieblichen Performance. Die hiebsatzbezogene Kalkulation stellt diesbezüglich eine Krücke dar, um wenigstens quantitative Über- oder Unternutzungen berücksichtigen zu können. Andere Outputs, wie im Bereich waldbaulicher Tätigkeiten sowie von Verwaltungs- und Instandhaltungsleistungen, sind durch den Datenrahmen der Betriebsabrechnung dagegen nicht entsprechend abgedeckt. Den Ergebnissen haftet somit von vorneherein das klassische Manko der unvollständigen Erfolgsrechnung im Forstbetrieb an (vgl. Jöbstl 2000). Gerade im Forstbetrieb, der in der Praxis sehr unterschiedlich gewichteten Eigentümerinteressen dienen kann, wäre zudem die standardmäßig getroffene Grundannahme einer ausschließlich erwerbswirtschaftlich motivierten Waldwirtschaft zu relativieren. DEA wäre hier allerdings grundsätzlich dazu imstande, ein entsprechend erweitertes, mehrdimensionales Set an Outputgrößen zu berücksichtigen.

Seitens der forstbetrieblichen Praxis belegen nicht zuletzt auch mehrere, auf der Basis von Testbetriebsnetzen aktive Vergleichsgruppen, dass ein Interesse an Referenzinformationen besteht und man auch durchaus mit den gegebenen Einschränkungen umzugehen weiß (vgl. Loidl 1999; Sekot 2000a). Neben den bereits etablierten Richtwerten (Mittelwerten für verschiedene Betriebsgruppen) und Rankings (anonymisierte, numerisch aufsteigend sortierte Auflistung aller einzelbetrieblichen Werte für ausgewählte Kennzahlen) kann der Ausweis von individuellen Effizienzmaßen das Informationsangebot der Netzbetreiber für die teilnehmenden Betriebe jedenfalls sowohl quantitativ als auch qualitativ erweitern. Zur Erhärtung der eingangs formulierten Hypothese bedarf es nach dieser ersten, explorativen Anwendung auf a priori verfügbare Datenbestände neben der Ergänzung des Datenrahmens sowie der Weiterentwicklung und Verfeinerung der Modellansätze freilich auch noch der empirischen Rückkopplung bezüglich des effektiv erzielbaren Informationsnutzens.

Grundsätzlich sprechen folgende Aspekte für eine Erweiterung der Referenzinformationen um relative Effizienzmaße auf Basis des DEA-Ansatzes:

1. Im Unterschied zu Richtwertvergleichen und Rankings werden nicht nur Einzelkennzahlen einander gegenübergestellt, sondern komplette Input-Output-Systeme vergleichend bewertet.

2. Die Analyse sowohl physischer als auch monetärer Produktionszusammenhänge erlaubt die differenziertere Auseinandersetzung mit den Aspekten technischer, allokativer sowie ökonomischer Effizienz.

3. Während beim klassischen Richtwertvergleich im Rahmen von Testbetriebsnetzen der jeweilige Vergleichswert in der Regel auch immer vom zu untersuchenden Betrieb mit beeinflusst wird, erfolgt bei DEA jeweils eine individuelle Konfrontation der einzelnen DMU mit allen anderen.

4. DEA ermöglicht die Identifikation von individuellen Referenzbetrieben, die einerseits möglichst ähnlich (im Sinne der Input-Output-Konstellation) sind und andererseits die ‚best practice‘ repräsentieren.

5. Auch wenn die ausgewiesenen ‚target values‘ nicht als exakte Vorgaben zu interpretieren sind, so werden doch zumindest die Größenordnungen von Rationalisierungspotenzialen aufgezeigt.

Die Vielfalt möglicher Modellspezifikationen – vom Variablen-Set und der Identifikation der gemeinsam zu betrachtenden Befundeinheiten über die Orientierung und die unterstellten Skalenerträge bis hin zu den verwendeten Effizienzmaßen – impliziert ein Auswahlproblem, das es im jeweiligen Kontext iterativ zu lösen gilt. Andernfalls besteht die Gefahr einer inflationären Bereitstellung zusätzlicher Kennzahlen, die nicht entsprechend interpretiert und damit als Steuerungsinformationen wirksam gemacht werden können. Letztlich muss ja den Adressaten der Ergebnisse vermittelt werden, worin der spezifische Informationsgehalt und damit der Zusatznutzen der Analyse liegt. Diesbezüglich sind die angestellten Untersuchungen im Zusammenhang mit dem Testbetriebsnetz im österreichischen Großwald noch als explorativ zu charakterisieren und durch weitere Schritte zu ergänzen, um zu einer möglichst aussagekräftigen Standardapplikation zu gelangen.

Dies gilt auch für die Identifikation von individuellen Benchmark-Einheiten. Je nach untersuchtem Effizienztyp und der dem Modell zugrunde gelegten, zeitlichen Auflösung der Daten (Einzelperioden oder mehrjährige Mittelwerte) ist man diesbezüglich mit unterschiedlichen Hinweisen konfrontiert. So fokussiert etwa das wegen seiner geringeren Variablenzahl diskriminanzere Modell der Kosteneffizienz auf wenige Referenzeinheiten, die für viele DMUs die ‚best practice‘ bestimmen. Im Falle von Zeitreihen-Querschnittsanalysen besteht die Gefahr, dass besonders Ausreißer – die im Modell allerdings nicht als solche erkannt werden – für ein Benchmarking

vorgeschlagen werden. In Anbetracht dessen sollten ausreißerverdächtige Perioden schon bei der Erhebung als solche gekennzeichnet und in der Folge nicht als DMUs in Effizienzanalysen einbezogen werden.

Im praktischen Betriebsvergleich besteht nur zu leicht die Tendenz, sich durch Verweis auf unterschiedliche Rahmenbedingungen und die daraus resultierende, mangelnde Vergleichbarkeit gegen den Befund suboptimaler Effizienz zu immunisieren. Hier könnte die analytische Differenzierung zwischen echter Ineffizienz einerseits und dem Einfluss nicht kontrollierbarer Umweltfaktoren andererseits zu einer entscheidenden Versachlichung der Diskussion beitragen (vgl. z.B. Muniz 2002). Im vorgestellten Beispiel hat die statistische Analyse nur in Einzelfällen einen signifikanten Einfluss nicht kontrollierbarer Parameter auf die untersuchten Effizienzgrößen ergeben. Die geringe Erklärungskraft dieser Einflussgrößen kommt dabei tendenziell dem praktischen Betriebsvergleich entgegen, da die Heterogenität dieser Faktoren die Vergleichbarkeit im Sinne der Effizienzanalyse offenbar nicht wesentlich einschränkt.

Als längerfristig angelegte Informationsinfrastruktur bietet gerade ein Testbetriebsnetz gute Voraussetzungen dafür, auch den dynamischen Aspekt der Effizienz zu untersuchen. So könnten den teilnehmenden Betrieben neben den konventionellen Zeitreihen von Kennzahlen der Betriebsabrechnung und Rangentwicklungen auch Informationen über die Entwicklung ihrer Effizienzmaße zur Verfügung gestellt werden (vgl. Talluri 2000; Kao 2000). Ausgehend vom Malmquist-Index kann dabei die Produktivitätsentwicklung differenziert nach ihren Komponenten ‚catching-up-effect‘ und ‚frontier-shift-effect‘ analysiert werden (vgl. Nyrod & Baardsen 2003). Allerdings wäre dabei zu beachten, dass sich im Laufe der Zeit auch die Zusammensetzung der individuellen Referenzbetriebe sowie allfällige, besondere Gegebenheiten bei diesen auf die Effizienzmaße der einzelnen Perioden auswirken können.

5. Ausblick

Die bisherigen Ergebnisse sowie die identifizierten Verbesserungs- und Entwicklungsmöglichkeiten lassen eine Weiterverfolgung des Ansatzes im forstlichen Bereich sinnvoll und fruchtbar erscheinen. Dabei wären forstbetriebliche Input-Output-Systeme über den gegenwärtigen Datenrahmen forstlicher Testbetriebsnetze hinaus auf unterschiedlicher Aggregationsstufe modellmäßig abzubilden und differenzierten Effizienzanalysen zu unterziehen. Ein bedeutendes Anwendungspotenzial wird in diesem Zusammenhang im Bereich von Partialanalysen – z.B. auf Ebene einzelner Kostenstellen oder Prozesse – gesehen. Über den

unmittelbaren Anwendungszusammenhang des Betriebsvergleichs hinaus stellt DEA jedenfalls eine interessante Erweiterung des Methodenrepertoires zur wissenschaftlichen Analyse forstbetrieblicher Kennzahlensysteme dar (vgl. z.B. Bormann et al. 2005).

Auch die konzeptionelle Erweiterung der gesamtbetrieblichen Input-Output-Matrix von der eingeschränkten Sicht einer ausschließlich erwerbswirtschaftlich motivierten Holzproduktion hin zu einer mehrdimensionalen Betrachtung bietet eine interessante Entwicklungsperspektive. Analog zur Verknüpfung DEA-gestützter Effizienzmessungen mit dem strategischen Steuerungsinstrument der Balanced Scorecard (vgl. z.B. Weibler & Lucht 2003) bietet sich gerade im forstlichen Bereich die Verknüpfung ökonomischer und ökologischer Effizienzmaße (vgl. Allen 2002) und schließlich eine umfassende Nachhaltigkeitsbetrachtung an. Anknüpfungspunkte für eine entsprechende Konzeption bieten insbesondere der forstliche Produktplan (Deutscher Forstwirtschaftsrat 1999) sowie die Sustainability Balanced Scorecard (Waniczek & Werderits 2006).

Literatur

Allen, K.: Messung ökologischer Effizienz mittels Data Envelopment Analysis. Deutscher Universitätsverlag. Wiesbaden, 2002.

Baron, U.; Fillbrandt, T.; Hartebrodt, C.; Hercher, W.: Testbetriebsnetze der Forstwirtschaft in Baden-Württemberg. Berichte Freiburger Forstliche Forschung Heft 55. Eigenverlag der FVA Baden-Württemberg. Freiburg, 2004.

Berger, M.: Controlling mit Kennzahlen im Forstbetrieb. Shaker. Aachen, 1997.

Bogetoft, P.; Nielsen, K.: DEA based yardstick competition in natural resource management. In: Helles, F. et al. (Hrsg.): Recent Accomplishments in Applied Forest Economics Research. Kluwer. Dordrecht / Boston / London, 2003: S. 103-125.

Bormann, K.; Küppers, J.-G.; Thoroë, C.: Zur ökonomischen Situation von Forstbetrieben in Deutschland. BFH. Arbeitsbericht des Instituts für Ökonomie 2005/4. Hamburg, 2005.

Brabänder, H.-D.: 25 Jahre Betriebsvergleich Westfalen-Lippe, ein Zeitvergleich größerer Forstbetriebe. Forst und Holz 50 (1995), 9: 267-274.

Carter, D.R.; Siry, J.P.: Timber Production Efficiency Analysis. In: Sille, E.O.; Abt, K.L. (Hrsg.): Forests in a Market Economy. Kluwer. Dordrecht / Boston / London, 2003: S. 97-115.

Coelli, T.J.; Prasada Rao, D.S.; O'Donnell, C.J.; Battese, G.E.: An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. 2. Aufl., Springer, New York, 2005.

Cooper, W.W.; Seiford, L.M.; Tone, K.: Data envelopment analysis. 3. Auflage. Kluwer. Boston, 2003.

Deltuvas, R.: Forest Management Efficiency of State Forest Enterprises in Lithuania. In: Lietuvos mokslas 1997: 329-332.

Deutscher Forstwirtschaftsrat: Transparenz und Vergleichbarkeit der Ergebnisse von Forstbetrieben. In: AFZ/DerWald 54 (1999), 8: 414-416.

Dyson, R.G.; Allen, R.; Camanho, A.S.; Podonski, V.V.; Sarrico, C.S.; Shale, E.A.: Pitfalls and Protocols in DEA. In: European Journal of Operational Research

132 (2001): 245-259.

Hoffmann, Ch.: Anwendungspotenziale und Rahmenbedingungen der DEA (Data Envelopment Analysis) zur Effizienzbeurteilung forstbetrieblicher und forstpolitischer Entscheidungsbereiche. Dissertation, Universität für Bodenkultur Wien. Wien, 2006.

Hofstätter, L.; Mayrhofer, H.; Würdinger, M.: Betriebswirtschaftliche Kennzahlen in der Praxis. Schriftenreihe des Wirtschaftsförderungsinstituts Nr. 245. WIFI, Wien, 1994.

Jöbstl, H.A.: Verbesserte Erfolgsrechnung unter Einbeziehung der Waldvermögensänderungen und der Umweltleistungen der Forstbetriebe. In: Jöbstl, H.A. (Hrsg.): Waldvermögensbewertung – Forstliche Erfolgsrechnung. Eigenverlag des Instituts für Sözioökonomik der Forst- und Holzwirtschaft. Wien, 2000.

Kao, C.; Chang, P.-I.; Hwang, S.N.: Data Envelopment Analysis in Measuring the Efficiency of Forest Management. In: Journal of Environmental Management 38 (1993): 73-83.

Kao, C.: Efficiency improvement in data envelopment analysis. In: European Journal of Operational Research 73 (1994): 487-494.

Kao, C.: Measuring the Performance Improvement of Taiwan Forests after Reorganization. In: Forest Science 46 (2000), 4: 577-584.

Karisch, G.: Berücksichtigung des Waldvermögens im forstlichen Rechnungswesen. Eigenverlag des Instituts für Sözioökonomik der Forst- und Holzwirtschaft. Wien, 2003.

Loidl, W.: Betriebsvergleich auf Basis standardisierter Betriebsabrechnung. In: Forstjahrbuch 2000. Österreichischer Agrarverlag. Wien, 1999, S. 179-183.

Niskanen, A.; Sekot, W. (Hrsg.): Guidelines for Establishing Farm Forestry Accountancy Networks: MOSEFA. European Forest Institute Research Report 12. Brill. Leiden-Boston-Köln. 2001.

Muniz, M.A.: Separating managerial inefficiency and external conditions in data envelopment analysis. In: European Journal of Operational Research 143 (2002): 625-643.

Nyrud, A.Q.; Baardsen, S.: Production Efficiency and Productivity Growth in Norwegian Sawmilling. In: *Forest Science* 49 (2003), 1: 89-97.

Scheel, H.: *Effizienzmaße der Data Envelopment Analysis*. Gabler, Wiesbaden, 2000.

Schmithüsen, F.; Kaiser, B.; Schmidhauser, A.; Mellinghoff, St.; Kammerhofer, A.: *Unternehmerisches Handeln in der Wald- und Holzwirtschaft*. Deutscher Betriebswirte Verlag, Gernsbach, 2003.

Sekot, W.; Rothleitner, G.: *Betriebsabrechnung für forstliche Testbetriebe – Erhebungsanleitung und Ergebnisdokumentation*. Eigenverlag des Instituts für Sozioökonomik der Forst- und Holzwirtschaft. Wien, 1999.

Sekot, W.: Der zwischenbetriebliche Vergleich als Instrument der forstlichen Betriebsanalyse. In: Sekot, W. (Hrsg.): *Beiträge zur Forstökonomik – Festschrift für Prof. Sagl*. Eigenverlag des Instituts für Sozioökonomik der Forst- und Holzwirtschaft. Wien 1998. S. 221-242.

Sekot, W.: Die Bedeutung forstlicher Testbetriebsnetze für die Implementierung von Kostenrechnung und Betriebsvergleichen in der betrieblichen Praxis. In: Sisak, L.; Jöbstl, H.; Merlo, M. (Hrsg.): *From Theory to Practice – Gaps and Solutions in Managerial Economics and Accounting in Forestry*. Ceska zemedelska univerzita v Rraze. Prag, 2000. S. 85-94.

Sekot, W.: Forstliche Testbetriebsnetze aus wissenschaftlicher Sicht. In: *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 171 (2000), 9/10: 170-177.

Sekot, W.: Die forstliche Betriebsabrechnung – Potentiale und Grenzen eines Führungsinstrumentes. In: *Centralblatt für das gesamte Forstwesen* 121 (2004), 2: 63-80.

Sowlati, T.: Efficiency studies in forestry using data envelopment analysis. In: *Forest Products Journal* 55 (2005), 1: 49-57.

Speidel, G.: *Forstliche Betriebswirtschaftslehre*. 2. Auflage. Parey, Hamburg und Berlin, 1984.

Steinmann, L.: *Konsistenzprobleme der Data Envelopment Analysis in der empirischen Forschung*. Dissertation an der Universität Zürich. Zürich, 2002.

Talluri, S.: *Data Envelopment Anaylsis: Models and Extensions*. In: *Decision*

Line 31 (2000), 3: 8-11.

Volckens, F.: Konzept, Aufbau und Ergebnisse des Betriebsvergleichs für (re-)privatisierte Forstbetriebe in den neuen Bundesländern. Cuvillier. Göttingen, 2001.

v.d. Wense, W.-H.: Der Betriebsvergleich in der Forstwirtschaft. Dissertation an der Georg-August-Universität Göttingen. Göttingen. 1990.

Waniczek, M.; Werderits, E.: Sustainability Balanced Scorecard. Linde. Wien, 2006.

Weibler, J.; Lucht, T.: Bewertung der Effizienz von Entscheidungseinheiten. In: Zeitschrift für Organisation 72 (2003), 4: 229-235.

Anschrift der Verfasser:

Univ.Doz. Dipl.Ing. Dr. Walter Sekot
Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
Gregor Mendel Strasse 33
A-1180 Wien

Dipl.Ing. Dr. Christian Hoffmann
EURAC research
Viale Druso 1
I-39100 Bolzano

