

Sonderdruck aus

**Z**eitschrift für  
**A**ngewandte  
**U**mweltforschung

Jahrgang 14 (2001)  
Heft 1-4

*Frank Figge*  
Environmental Value Added  
- Ein neues Maß zur Messung  
der Öko-Effizienz -

 Analytica Verlag

Frank Figge\*  
**Environmental Value Added**  
**- Ein neues Maß zur Messung der Öko-Effizienz - \*\***

*Umwelt wird zunehmend ein knappes Gut. Ein weiteres Wirtschaftswachstum wird folglich nur möglich sein, wenn die Öko-Effizienz erhöht wird. Dazu muss diese aber gemessen und ökonomisch bewertet werden können. Frank Figge setzt sich in seinem Beitrag mit den Verfahren zur Messung der Öko-Effizienz auseinander. Er stellt anschließend das neue Öko-Effizienzmaß, den Environmental Value Added, vor und zeigt die Berechnung und Interpretation des Kennwertes am Beispiel der Lufthansa AG auf.*

## 1 Einführung

Das Konzept der Öko-Effizienz hat in den letzten Jahren stetig an Bedeutung gewonnen. Es ist eine logische Folge aus der Erkenntnis, dass es sich bei der Umwelt aus ökonomischer Sicht um ein zunehmend knappes Gut handelt. Effizienzüberlegungen sind eine typische ökonomische Reaktion auf Knappheiten.

Es besteht heute ein weitgehender Konsens, dass ein weiteres ökonomisches Wachstum langfristig nur bei einer gleichzeitig starken Verbesserung der Öko-Effizienz denkbar ist. Es wird von einigen Seiten sogar argumentiert, dass das heutige Niveau nur gehalten werden kann, wenn die Öko-Effizienz stark gesteigert wird.<sup>1</sup> Eine Verbesserung der Öko-Effizienz ist eine notwendige Bedingung für ökonomisches Wachstum bei sinkender Umweltbelastung.

Eine deutliche Steigerung der Öko-Effizienz setzt voraus, dass ökologische Informationen in ökonomischen Entscheidungen explizit berücksichtigt werden. Hierzu müssen die ökologischen Informationen entscheidungsgerecht vorliegen. Initiativen zur Ausweitung, Verbesserung und Standardisierung der Umweltberichterstattung, wie beispielsweise die Global Reporting Initiative<sup>2</sup>, werden in Zukunft die Verfügbarkeit ökologischer Informationen weiter verbessern. Diese Informationen müssen aber außerdem entscheidungsgerecht präsentiert werden. Hierzu sind Kennzahlen besonders geeignet. In der Betriebswirtschaft versteht man unter Kennzahlen „[...] Verhältniszahlen und absolute Zahlen, die in konzentrierter Form über einen zahlenmäßig erfassbaren betriebswirtschaftlichen Tatbestand informieren“<sup>3</sup>. Auch im Bereich der Umweltkennzahlen- und -indikatoren gibt es Standardisierungsbemühungen (z.B. ISO 14031). Zur Messung der Öko-Effizienz finden in der Praxis meist

\* Dr. Frank Figge ist Habilitant am Lehrstuhl für Umweltmanagement der Universität Lüneburg und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Center for Sustainability Management (CSM) e.V.

\*\* Der Autor dankt Tobias Hahn, Oliver Kleiber und Stefan Schaltegger und den anderen Kollegen am Center for Sustainability Management (CSM) e.V. sowie den zwei anonymen Gutachtern für die hilfreichen Anregungen und Kommentare.

1 Vgl. z.B. Hawken, P./Lovins, A./Lovins, L.H.: Natural capitalism. Creating the next industrial revolution. Boston 1999. - Schmidt-Bleek, F./Weaver, P.: Factor 10. Manifesto for a sustainable planet. Sheffield 1998. - Schmidt-Bleek, F.: Das MIPS-Konzept. Weniger Naturverbrauch - mehr Lebensqualität durch Faktor 10. München 2000.

2 Global Reporting Initiative: Sustainability Reporting Guidelines on Economic, Environmental, and Social Performance. Boston 2000.

3 Staehle, W.H.: Kennzahlen und Kennzahlensysteme als Mittel der Organisation und Führung von Unternehmen. Wiesbaden 1969, S. 50.

Verhältniskennzahlen Anwendung, die den Verbrauch an Umweltressourcen mit ihrem ökonomischen Nutzen ins Verhältnis setzen. Die existierenden Öko-Effizienzkennzahlen haben allerdings eine gravierende Schwäche: Sie sind selbst für Experten nur schwer zu interpretieren und daher nur schwer in betriebliche Entscheidungen integrierbar. Hier setzt dieser Artikel an. Er stellt eine neue Öko-Effizienzkennzahl vor, die im Gegensatz zu existierenden Kennzahlen einfach zu kommunizieren und interpretieren ist.

Der folgende Abschnitt (2) zeigt, was unter Öko-Effizienz verstanden und wie Öko-Effizienz in der Praxis berechnet werden kann. Er geht abschließend außerdem auf die Schwächen bestehender Öko-Effizienzkennzahlen ein. Hierauf baut der folgende Abschnitt (3) auf, der das neue Öko-Effizienzmaß, den Environmental Value Added, vorstellt. Der vierte Abschnitt zeigt die Berechnung und Interpretation des Environmental Value Added am Beispiel der Lufthansa AG auf.

## 2 Öko-Effizienz in der Praxis

Unter Öko-Effizienz werden heute zwei verschiedene Begriffsinhalte subsumiert. Als *Handlungsmaxime* wird unter Öko-Effizienz die Reduzierung, manchmal sogar die Minimierung von Umweltbelastungen verstanden.<sup>4</sup> Dass das Ziel einer Minimierung kritisch zu betrachten ist, zeigt der zweite Begriffsinhalt. Öko-Effizienz als *Verhältniszahl* beschreibt das Verhältnis zwischen ökonomischen Output und ökologischem Input.<sup>5</sup> Da jede ökonomische Tätigkeit ökologische Inputs braucht, führt eine Minimierung des ökologischen Inputs i.d.R. nicht zu einer Maximierung dieses Verhältnisses und damit auch zu keiner Maximierung der Öko-Effizienz.

Im folgenden steht die Öko-Effizienz als Verhältniszahl im Mittelpunkt. Der nächste Abschnitt zeigt aus welchen Elementen die Öko-Effizienz bestehen kann.

### 2.1 Elemente der Öko-Effizienz

Effizienzkonzepte vergleichen Input- und Outputgrößen.<sup>6</sup> Soll eine Effizienzgröße maximiert werden, wird versucht, den Output für einen gegebenen Input zu maximieren oder den Input für einen gegebenen Output zu minimieren. Analoge Überlegungen gelten auch für die Öko-Effizienz. Hier steht ein ökologischer Input<sup>7</sup> einem ökonomischen Output gegenüber.<sup>8</sup> In der Praxis werden in diesem Zusammenhang verschiedene Input- und Outputgrößen eingesetzt.

- 
- 4 Vgl. z.B. DeSimone, L.D./Popoff, F.: Eco-efficiency. The business link to sustainable development. 2nd printing. Cambridge, Mass. 1998, S. 47ff. - World Business Council for Sustainable Development/United Nations Environment Programme: Cleaner Production and Eco-efficiency. Complementary Approaches to Sustainable Development. Geneva 1998. - World Business Council for Sustainable Development: Eco-Efficiency. Creating more value with less impact. Geneva 2000.
  - 5 Vgl. Schaltegger, S./Sturm, A.: Ökologische Rationalität. In: Die Unternehmung. Jg. 44 (1990), H. 4, S. 273-290.
  - 6 Vgl. Budäus, D./Dobler, C.: Theoretische Konzepte und Kriterien zur Beurteilung der Effektivität von Organisationen. In: Management International Review. Jg. 17 (1977), H. 3, S. 61-75.
  - 7 Ökologische Inputs werden hier wirtschaftswissenschaftlich und nicht i.S. von Stoff- oder Energieströmen oder Umweltauswirkungen aufgefasst. Auch Emissionen stellen in dieser Sichtweise daher einen ökologischen Input für eine wirtschaftliche Tätigkeit dar.
  - 8 Vgl. Schaltegger, S./Sturm, A.: Ökologische Rationalität, a.a.O., S. 273-290.

Als *ökologische Inputgrößen* werden i. d. R. Flussgrößen eingesetzt. Hierbei handelt es sich meist um Ressourcenverbräuche (z. B. Wasser, Energie) oder Emissionen (z. B. Kohlendioxid, Methan). Da Unternehmen auf eine große Zahl ökologischer Inputs zurückgreifen, ist es meist sinnvoll, mehrere ökologische Inputs zu einer einzigen Größe zu aggregieren. Eine solche aggregierte Größe kann als Schadschöpfung bezeichnet werden.<sup>9</sup> Die Schadschöpfung gibt an, welche ökologische Belastung durch das Unternehmen entstanden ist. Die Schadschöpfung wird i. d. R. in physikalischen Einheiten (z. B. in Tonnen CO<sub>2</sub>) gemessen.

Als *ökonomische Outputgröße* wird meist auf den Umsatz zurückgegriffen.<sup>10</sup> Dies ist zu bedauern, da der Umsatz in diesem Zusammenhang keine geeignete Outputgröße darstellt. Der Umsatz beschreibt den ökonomischen Wert, den das Produkt oder die Dienstleistung aus Kundensicht hat. Problematisch ist, dass der Wert nicht nur durch das Unternehmen, sondern auch durch die Lieferanten des Unternehmens geschaffen worden ist. Der Umsatz entspricht der Summe der Wertschöpfungen des Unternehmens und seiner Lieferanten. Die ökologische Vergleichsgröße, die Schadschöpfung, bezieht sich i. d. R. aber nur auf die Tätigkeit des Unternehmens selbst. Sie umfasst, im Gegensatz zum Umsatz, also nicht die Tätigkeit der Lieferanten. Umsatz und Schadschöpfung weisen daher unterschiedliche Konsolidierungskreise auf.<sup>11</sup> Es bietet sich daher an, auf eine ökonomische Größe zurückzugreifen, die nur den durch das Unternehmen geschaffenen Wert wieder gibt. Hierbei handelt es sich um die Wertschöpfung.<sup>12</sup> Die Wertschöpfung wird in Geldeinheiten (z. B. €) gemessen.

Unter Öko-Effizienz wird daher hier die Verhältniszahl

$$\frac{\text{Wertschöpfung}}{\text{Schadschöpfung}}$$

verstanden. Wird die Wertschöpfung z. B. in € und die Schadschöpfung in Tonnen CO<sub>2</sub> gemessen, liegt die Öko-Effizienz in der Einheit €/t CO<sub>2</sub> vor.

## 2.2 Bestimmung der Wertschöpfung

Die Wertschöpfung zeigt, wie viel Wert von dem Unternehmen geschaffen worden ist. Sie entspricht dem Beitrag des Unternehmens zum Inlandsprodukt.<sup>13</sup>

Die externe Bestimmung der Wertschöpfung fällt vielen Praktikern schwer. Dies ist u. a. darauf zurückzuführen, dass nur in wenigen Geschäftsberichten eine Wertschöpfungsrechnung veröffentlicht wird und die Wertschöpfung daher nur selten aus dem Geschäftsbericht direkt abgelesen werden kann. Dies dürfte auch dazu

9 Vgl. Schaltegger, S./Sturm, A.: Ökologische Rationalität, a.a.O., S. 280.

10 Vgl. z.B. Global Reporting Initiative: Sustainability Reporting Guidelines on Economic, Environmental, and Social Performance, a.a.O. - Verfaillie, H. A./Bidwell, R.: Measuring Eco-Efficiency. A guide to reporting company performance. Geneva 2000.

11 Vgl. z.B. Müller, K./Sturm, A.: Standardized Eco-Efficiency Indicators. Report 1: Concept Paper. Revision 1.0.5. Basel 2001, S. 28 ff.

12 Neben der Wertschöpfung sind auch andere ökonomische Referenzgrößen denkbar (z. B. Gewinn und Cash Flow-Größen). Welche ökonomische Größe sinnvoll eingesetzt werden kann, hängt letztlich von der gewählten Perspektive ab. Die im dritten Kapitel vorgestellte neue Maßzahl ist analog auf andere Referenzgrößen übertragbar.

13 Vgl. z.B. Gräfer, H.: Bilanzanalyse. Eine Einführung mit Aufgaben und Lösungen. 5. verb. u. erw. Aufl. Herne u. Berlin 1990, S. 244. - Kroenlein, G.: Die Wertschöpfung der Aktiengesellschaft und des Konzerns. Untersuchungen zu einem Merkmal für die Messung der Unternehmungskonzentration. Berlin 1975, S. 16.

beigetragen haben, dass in der Praxis häufig auf den - einfach ablesbaren - Umsatz als ökonomische Outputgröße bei der Berechnung der Öko-Effizienz zurückgegriffen wird.

Die Wertschöpfung kann grundsätzlich auf zwei verschiedenen Wegen, nämlich subtraktiv nach ihrer Entstehung und additiv nach ihrer Verteilung, ermittelt werden.<sup>14</sup>

Die *subtraktive Ermittlung* der Wertschöpfung geht von der Gesamtleistung des Unternehmens aus und subtrahiert von ihr die Vorleistungen<sup>15</sup>. Die Differenz entspricht dem Wert, der durch das Unternehmen geschaffen wurde. Der größte Teil der Gesamtleistung des Unternehmens besteht meist aus dem Umsatz. In der Praxis wird daher häufig die Gesamtleistung durch den Umsatz approximiert. Die Wertschöpfung wird daher in der Praxis oft errechnet, indem die Vorleistungen vom Umsatz subtrahiert werden.

Die *additive Ermittlung* der Wertschöpfung geht von der Verteilung der Wertschöpfung aus. Die Wertschöpfung ergibt sich hierbei als Summe der Aufwendungen für alle die Stakeholder, die keine Vorleistungen erbringen. Dies sind in erster Linie

- das Personal (Personalaufwand und andere Arbeitsvergütungen),
- die Kapitalgeber (Gewinn und Fremdkapitalzinsen) und
- das Gemeinwesen (Steuern).

### 2.3 Bestimmung der Schadschöpfung

Die Öko-Effizienz kann auf der Basis eines einzigen oder mehrerer ökologischer Inputs ermittelt werden. Es bietet sich meist an, mehrere ökologische Inputs zur Ermittlung der Öko-Effizienz zusammenzufassen. Die ökologischen Inputs müssen in einer gemeinsamen Einheit vorliegen, damit sie aggregiert werden können. Hierzu werden die Inputs hinsichtlich ihrer ökologischen Schädlichkeit gewichtet und addiert. Die auf diese Weise zusammengefassten ökologischen Belastungen können als Schadschöpfung bezeichnet werden.<sup>16</sup>

Im Rahmen der Ökobilanzierung und des ökologischen Rechnungswesens sind eine Vielzahl verschiedener Methoden zur Gewichtung von ökologischen Inputs entwickelt worden. Es gibt daher auch nicht nur eine, sondern eine Vielzahl verschiedener Methoden zur Ermittlung der Schadschöpfung.<sup>17</sup>

Das CML-Modell bietet eine weit verbreitete Gewichtung.<sup>18</sup> Es gewichtet die ökologischen Inputs relativ zu ihrem Beitrag zu einem Umweltproblem (z.B. Treib-

14 Vgl. z.B. Kroenlein, G.: Die Wertschöpfung der Aktiengesellschaft und des Konzerns. Untersuchungen zu einem Merkmal für die Messung der Unternehmungskonzentration, a.a.O., S. 20 f.

15 Auf eine weitere Unterscheidung der Vorleistungen und damit die Unterscheidung in Brutto- und Nettowertschöpfung wird im weiteren verzichtet.

16 Vgl. Schaltegger, S./Sturm, A.: Ökologieorientierte Entscheidungen in Unternehmen. Ökologisches Rechnungswesen statt Ökobilanzierung: Notwendigkeit, Kriterien, Konzepte. 2. akt. u. erw. Aufl. Bern 1994, S. 30 f.

17 Für eine Übersicht vgl. Schaltegger, S./Burritt, R.: Contemporary Environmental Accounting. Issues, Concepts and Practice. Sheffield 2000, S. 276 ff.

18 Vgl. Heijungs, R./Centrum voor Milieukunde/Nederlandse Organisatie voor Toegepast-Naturwetenschappelijk Onderzoek: Guide. Leiden 1992. - Heijungs, R./Centrum voor Milieukunde/Nederlandse Organisatie voor Toegepast-Naturwetenschappelijk Onderzoek: Backgrounds. Leiden 1992.

hauseffekt). Hierzu wird ein ökologischer Input (z.B. CO<sub>2</sub> in Tonnen) als Berechnungsbasis gewählt und alle anderen ökologischen Inputs in diese Basis umgerechnet. Zur Umrechnung muss bekannt sein, wie viel stärker oder schwächer der ökologische Input (z.B. Methan) zu dem Umweltproblem beiträgt als die Referenzeinheit (z.B. CO<sub>2</sub>). Die Schadschöpfung liegt dann in Äquivalenten der Referenzeinheit, also z.B. in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten vor.

## 2.4 Stärken und Schwächen der Öko-Effizienz als Verhältniszahl

Die Öko-Effizienz als Verhältniszahl erlaubt einen direkten Vergleich von (ungewünschter) ökologischer Belastung und ökonomischer Leistung von Unternehmen. Wird hierzu auf Wert- und Schadschöpfung zurückgegriffen, wird der durch das Unternehmen geschaffene Wert mit der ökologischen Belastung des Unternehmens ins Verhältnis gesetzt. Das unterschiedliche Maß an Umweltbelastung durch die unterschiedliche Größe der Unternehmen wird hierbei eliminiert, was für viele Fragestellungen wünschenswert ist.

Die Öko-Effizienz als Verhältniszahl hat auf der anderen Seite einige deutliche Schwächen. Sie erlaubt, wie alle Verhältniszahlen, zum Beispiel *keine absoluten Aussagen*. So kann zwar festgestellt werden, wie öko-effizient Unternehmen oder Prozesse sind. Ob dies aber reicht, um etwa bestimmte Umweltziele zu erreichen, wird aus diesen Kennzahlen nicht klar. Die Öko-Effizienz als Verhältniszahl erlaubt daher keine Bewertung der Öko-Effektivität. Besonders für Laien wird nicht deutlich, ob es sich bei der errechneten Öko-Effizienz um ein „gutes“ oder ein „schlechtes“ Ergebnis handelt. Erschwert wird dies dadurch, dass die Öko-Effizienz für verschiedene ökologische Inputs auch in verschiedenen Einheiten und in verschiedenen Dimensionen vorliegt. Auch wenn man die ökologischen Inputs zu einer einzigen Größe, der Schadschöpfung, aggregiert, liegt die Öko-Effizienz in einer schwer interpretierbaren Einheit (z.B. €/Tonne CO<sub>2</sub>-Äquivalent) vor.

Die Öko-Effizienz als Verhältniszahl ist auch aus einer rein ökonomischen Perspektive unbefriedigend. Da sie *nicht* in einer *rein monetären Einheit* vorliegt, lässt sie sich nur schwer mit bestehenden, rein ökonomischen Kennzahlen vergleichen und integrieren. Eine weitere Schwäche ist, dass sich Öko-Effizienz als Verhältniszahl nur *schwer aggregieren* lässt. Dies ist in erster Linie auf die schwere Aggregierbarkeit ökologischer Informationen zurückzuführen. Eine Aggregation wäre in mehrerlei Hinsicht wünschenswert. In diesem Zusammenhang ist beispielsweise die Aggregation über verschiedene Zeitperioden zu nennen. Werden zwei Unternehmen verglichen und weist das eine Unternehmen am Anfang eine bessere und am Ende eine schlechtere Öko-Effizienz als das zweite Unternehmen auf, so ist es von Interesse, welches Unternehmen insgesamt öko-effizienter war. Von Interesse ist auch die Aggregation der Öko-Effizienz mehrerer Unternehmensteile. Bei der Bewertung der Öko-Effizienz von Konzernen bietet es sich beispielsweise an, erst die Tochtergesellschaften zu bewerten und diese anschließend auf Konzernebene zu aggregieren. Diese Aggregationen sind mit bestehenden Öko-Effizienzzahlen bestenfalls Experten möglich.

### 3 Der Environmental Value Added (EnVA)

#### 3.1 Berechnung

In den Wirtschaftswissenschaften werden seit langem Effizienzüberlegungen ange stellt. Effizienzüberlegungen sind überall dort sinnvoll, wo zwischen gewünschten (Nutzen) und unerwünschten Aspekten (Kosten) abgewogen werden muss. Dies gilt zum Beispiel für die Bewertung von Investitionen in Wertpapiere. Hierbei muss zwischen Ertrag (gewünscht) und Risiko (unerwünscht) abgewogen werden. Es gibt eine Reihe von Kennzahlen, die das Ertrags-Risiko-Verhältnis beschreiben. Die bekanntesten sind die Sharpe<sup>19</sup> und die Jensen<sup>20</sup> und Treynor-Kennzahlen<sup>21</sup>. Von diesen Ertrags-Risiko-Kennzahlen können zwei Dinge gelernt werden.

- Es ist bei Effizienzkennzahlen sinnvoll, *Opportunitätskostenüberlegungen* zu integrieren. Unter Opportunitätskosten versteht man den Nutzen nicht wahrge nommener Alternativen. Bei der Bewertung des Ertrags-Risiko-Verhältnisses stel len diese Kennzahlen zum Beispiel einen Vergleich mit dem Ertrag eines risiko freien Wertpapiers oder eines Wertpapiers mit einem vergleichbaren Risiko an. Eine solche Vergleichsgröße kann als Benchmark bezeichnet werden. Analoge Überlegungen sollten auch bei der Erstellung von Öko-Effizienz-Kennzahlen ange stellt werden.

- Die Praxis der Kennzahlen zur Messung des Ertrags-Risiko-Verhältnisses von Wertpapieren gibt allerdings zur Ernüchterung Anlass. Auch für diese Kennzahlen gilt, analog zur Interpretation von Öko-Effizienz-Kennzahlen, dass ihre *Aus sagekraft nur Experten zugänglich* ist.<sup>22</sup> Die Komplexität bestehender Ertrags Risiko-Kennzahlen ist u.a. darauf zurückzuführen, dass Risiko und Ertrag unter schiedlich gemessen werden und nicht direkt vergleichbar sind. So kommt bei spielsweise die Subtraktion von Risiko und Ertrag zu keinem sinnvollen Ergebnis.

Als Reaktion auf die schwere Interpretierbarkeit bestehender Ertrags-Risiko-Kenn zahlen haben Modigliani und Modigliani ein neues Ertrags-Risiko-Maß vorgeschla gen.<sup>23</sup> Es erlaubt eine einfachere Interpretation des Ertrags-Risiko-Verhältnisses, in dem es das Ertrags-Risiko-Verhältnis in einer rein monetären Einheit ausdrückt. Es wird hier zur Messung der Öko-Effizienz ein analoges Maß vorgeschlagen. Zu sei ner Herleitung wird allerdings eine Vorgehensweise gewählt, die sich an der Vor gehensweise eines anderen Konzepts, dem Economic Value Added-Ansatz<sup>24</sup>, ori entiert. Das Ziel ist die Ermittlung des Environmental Value Added (EnVA), näm lich des ökonomischen Werts, der durch eine über dem Niveau des Benchmarks lie gende Öko-Effizienz bei konstanter ökologischer Effektivität zusätzlich geschaffen wurde. Der Environmental Value Added misst daher, analog zum Economic Value Added, den ökonomischen Wert einer im Vergleich zum Benchmark erzielten „Öko-Über-Effizienz“. Er kann in vier Rechenschritten ermittelt werden (*vgl. auch Abb. 1*).

19 Vgl. Sharpe, W. F.: Mutual fund performance. In: The Journal of Business. Vol. 39 (1966), No. 1, S. 119-138.

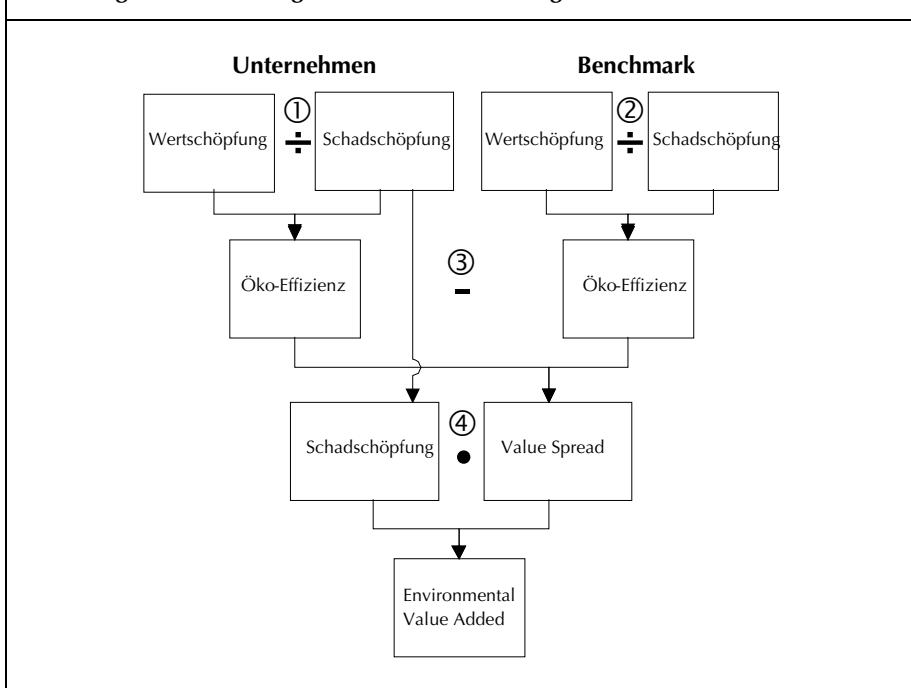
20 Vgl. Jensen, M. C.: The performance of mutual funds in the period 1945-1964. In: Journal of Finance. Vol. 23 (1968), No. 2, S. 389-416.

21 Vgl. Treynor, J. L.: How to rate management of investment funds. In: Harvard Business Review. Vol. 43 (1965), No. 1, S. 63-75.

22 Vgl. Modigliani, F./Modigliani, L.: Risk-adjusted performance. In: The Journal of Portfolio Management. Vol. 23 (1997), No. 2, S. 45-54.

23 Vgl. Modigliani, F./Modigliani, L.: Risk-adjusted performance, a.a.O.

24 Vgl. Stewart, G. B.: The quest for value. The EVA management guide. New York 1991.

**Abbildung 1: Bewertungsschritte zur Ermittlung des Economic Value Added**

*Erster Schritt - Ermittlung der herkömmlichen Öko-Effizienz:* Bezeichnet man mit  $WS(U)$  die Wert- und mit  $SS(U)$  die Schadschöpfung des Unternehmens, so ergibt sich die Öko-Effizienz des Unternehmens als:

$$\text{ÖF}(U) = \frac{WS(U)}{SS(U)}$$

*Zweiter Schritt - Ermittlung der herkömmlichen Öko-Effizienz des Benchmarks:* Die Öko-Effizienz des Benchmarks wird analog zur Öko-Effizienz des Unternehmens ermittelt. Die Wahl des Benchmarks hängt von der gewünschten Aussagekraft ab. Es kann z.B. die Öko-Effizienz eines vergleichbaren Unternehmens, der Branche oder auch die Öko-Effizienz der gesamten Volkswirtschaft genommen werden. Bezeichnet man mit  $WS(B)$  die Wert- und mit  $SS(B)$  die Schadschöpfung des Benchmarks, so ergibt sich die Öko-Effizienz des Benchmarks analog als:

$$\text{ÖF}(B) = \frac{WS(B)}{SS(B)}$$

*Dritter Schritt - Bildung des Value Spreads:* Zum Vergleich der Öko-Effizienz des Unternehmens und des Benchmarks wird ein Value Spread gebildet, d.h. es wird die Öko-Effizienz des Benchmarks von der Öko-Effizienz der Unternehmung subtrahiert. Der Value Spread (VS) ergibt sich also durch:

$$VS = \text{ÖF}(U) - \text{ÖF}(B)$$

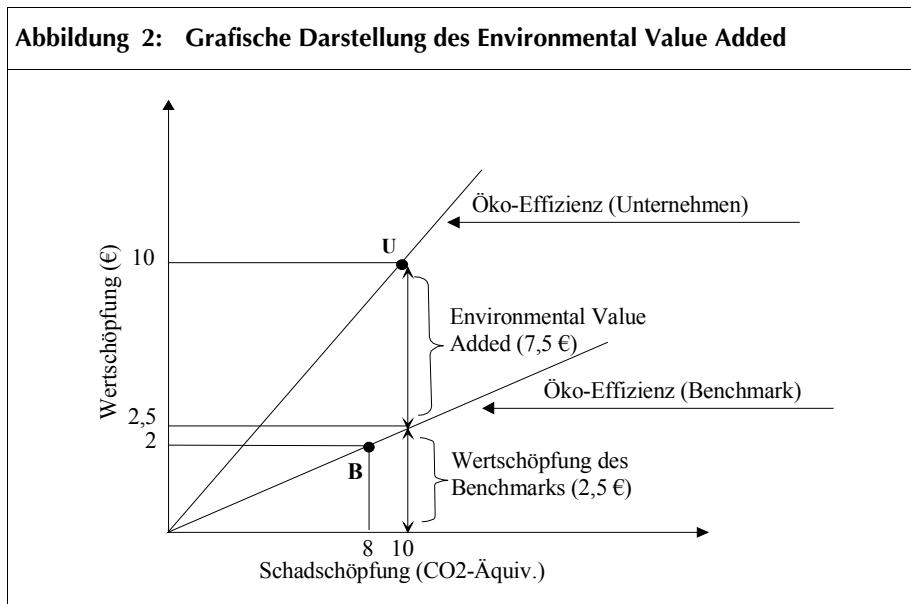
Er liegt in der Einheit der Öko-Effizienz-Kennzahlen vor. Er gibt wieder, wie viele Einheiten mehr (positiver Value Spread) oder weniger (negativer Value Spread) Wertschöpfung als der Benchmark das Unternehmen pro eingesetzter Einheit Schad-

schöpfung geschaffen hat. Durch die Bildung des Value Spreads wird ein aussagekräftiger Nullpunkt geschaffen: Ist der Value Spread null, hat das Unternehmen die Öko-Effizienz des Benchmarks.

*Vierter Schritt - Errechnung des Environmental Value Added:* Der Value Spread liegt in der Einheit der traditionellen Öko-Effizienz vor und ist somit nur schwer interpretierbar. In diesem Schritt wird daher der Value Spread mit der Schadschöpfung des Unternehmens multipliziert. Hierdurch wird der Environmental Value Added (EnVA) ermittelt:

$$\text{EnVA} = \text{VS} * \text{SS}(U)$$

Der Environmental Value Added gibt in der Einheit der Wertschöpfung (z. B. €) wieder, wie viel mehr Wertschöpfung durch das Unternehmen bei gleicher Schadschöpfung geschaffen wurde, als bei einem Einsatz der Schadschöpfung durch den Benchmark. Wie das folgende Beispiel zeigt, kann dieses Effizienzmaß auch grafisch gut dargestellt werden (vgl. Abb. 2).

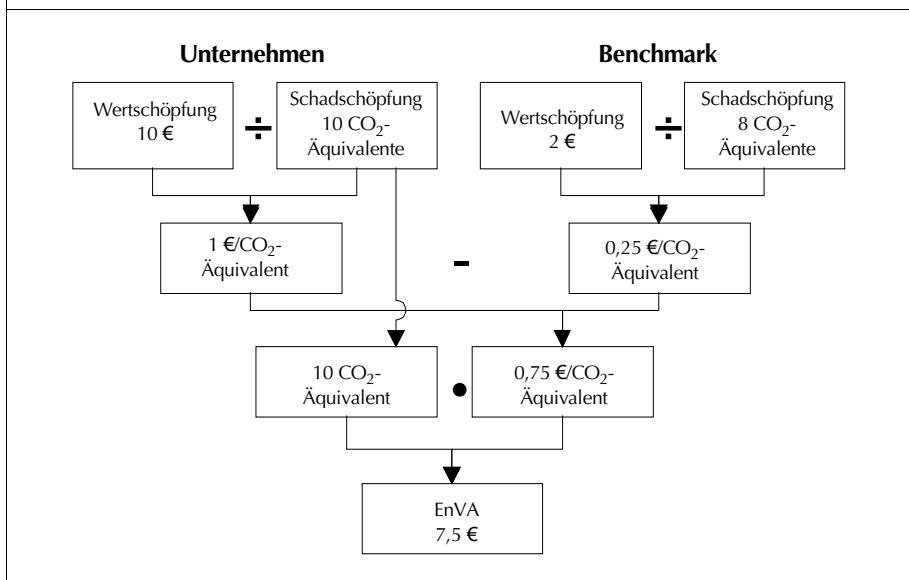


Die Steigung der Geraden durch die Punkte U und B gibt die Öko-Effizienz des Unternehmens (U) und des Benchmarks (B) wieder.<sup>25</sup> Je steiler die Geraden sind, desto mehr Wertschöpfung wird für eine gegebene Schadschöpfung geschaffen, desto höher ist also die Öko-Effizienz. In diesem Beispiel hat also das Unternehmen eine höhere Öko-Effizienz als der Benchmark. Versteht man die CO<sub>2</sub>-Äquivalente als Input, könnte mit der Öko-Effizienz des Benchmarks durch 10 CO<sub>2</sub>-Äquivalente eine Wertschöpfung von 2,5 € erzielt werden. Das Unternehmen erreicht demgegen-

25 Es wird hier implizit die Annahme getroffen, dass ein lineares Verhältnis zwischen Schad- und Wertschöpfung besteht. Diese Annahme vereinfacht die Berechnungen und stellt eine, zumindest für marginale Veränderungen, tragbare Vereinfachung dar. Eine Anwendung bei einem nicht-linearen Verhältnis von Wert- und Schadschöpfung ist analog möglich.

über, wenn es ebenfalls 10 CO<sub>2</sub>-Äquivalente einsetzt, eine Wertschöpfung von 10 €. Der Environmental Value Added, also die zusätzlich im Vergleich zum Benchmark erzielte Wertschöpfung bei konstanter ökologischer Effektivität, entspricht daher 7,5 € (vgl. auch Abb. 3).

**Abbildung 3: Berechnung des EnVA einer Beispielunternehmung**



### 3.2 Stärken und Schwächen

Der Environmental Value Added hat einige Stärken aber auch Schwächen. Er liegt in der *Einheit des ökonomischen Outputs* vor. Dies ist in der Regel eine Geldeinheit wie €. Klassische Öko-Effizienzkennzahlen liegen hingegen als Verhältniszahlen und damit in schwer interpretierbaren synthetischen Einheiten (z.B. €/Tonnen CO<sub>2</sub>) vor.

Der Environmental Value Added ist, im Gegensatz zu herkömmlichen Öko-Effizienzkennzahlen, einfach *aggregierbar*. Eine solche Aggregation ist beispielsweise über verschiedene Produktionsschritte oder verschiedene Unternehmensteile, aber auch zeitlich möglich. Die Aggregierbarkeit erlaubt es außerdem, eine Verbindung zwischen einzel- und gesamtwirtschaftlicher Öko-Effizienz herzustellen (sog. „Micro-Macro-Link“). Da der Environmental Value Added in einer monetären Einheit vorliegt, ist er, im Gegensatz zu traditionellen Öko-Effizienzkennzahlen, auch in andere Finanzkennzahlen *integrierbar*.

Im Gegensatz zu klassischen Öko-Effizienzkennzahlen erlaubt der Environmental Value Added auch eine *unmittelbare Vergleichbarkeit* der Effizienz des Einsatzes unterschiedlicher ökologischer Inputs (z.B. Wasser- und Energieeffizienz). Dies ist darauf zurückzuführen, dass unterschiedliche Öko-Effizienzen in gemeinsamen Einheiten vorliegen. Hierbei muss allerdings darauf geachtet werden, dass ein geeigneter Benchmark gewählt wird.

#### 4 Praxisbeispiel

##### 4.1 Berechnung am Beispiel der Lufthansa AG

Im folgenden wird an einem Beispiel die Berechnung und Interpretation des Environmental Value Added demonstriert. Hierbei kann man sich an den in *Abbildung 1* wiedergegebenen Bewertungsschritten orientieren. Die Öko-Effizienz wird in diesem Zusammenhang als „CO<sub>2</sub>-Effizienz“ aufgefasst; CO<sub>2</sub> dient daher als einziger ökologischer Input und steht für die Schadschöpfung des Unternehmens. Als Benchmark wird das CO<sub>2</sub>-Effizienzziel Deutschlands für das Jahr 2005 gewählt. Wie gezeigt werden wird, besteht das CO<sub>2</sub>-Effizienzziel Deutschlands aus einem ökologischen und einem ökonomischen Effektivitätsziel. Das ökologische Effektivitätsziel sieht die Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen und das ökonomische Effektivitätsziel ein angestrebtes Wirtschaftswachstum vor. Der Environmental Value Added zeigt daher, inwieweit das Unternehmen mit der heute bereits erreichten CO<sub>2</sub>-Effizienz im Jahr 2005 zum CO<sub>2</sub>-Effizienzziel beitragen würde. Als Beispiel wird mit der Fluggesellschaft Lufthansa ein „CO<sub>2</sub>-intensives“ Unternehmen gewählt.

Durch die Wahl eines zukunftsorientierten Benchmarks (z.B. die angestrebte volkswirtschaftliche Öko-Effizienz im Jahre 2005), kann dem Environmental Value Added ein *dynamischer Aspekt* gegeben werden. Er zeigt, welche Effizienz- und Effektivitätsanstrengungen unternommen werden müssen, um gleichzeitig die gewünschten ökonomischen und ökologischen Ziele zu erreichen.

Zur Berechnung des Environmental Value Added müssen *Opportunitätskostenüberlegungen* angestellt werden. Hierzu ist die Bestimmung eines Benchmarks notwendig. Problematisch ist in diesem Zusammenhang, dass der Environmental Value Added von der Wahl des Benchmarks abhängt und somit manipuliert werden kann. Die Möglichkeit, verschiedene Benchmarks einzusetzen, kann allerdings auf positiv genutzt werden. Sie erlaubt es z.B. verschiedene Szenarien zu testen. Die Wahl des Benchmarks hat einen gleichartigen Effekt auf alle Alternativen. Es ist also nicht möglich, durch eine geschickte Wahl des Benchmarks die relative Öko-Effizienz von Unternehmen oder Prozessen zu verändern. Der Environmental Value Added kann allerdings nur in Zusammenhang mit dem jeweiligen Benchmark sinnvoll interpretiert werden.

(1) *Bestimmung der CO<sub>2</sub>-Effizienz des Unternehmens:* Die CO<sub>2</sub>-Effizienz eines Unternehmens wird durch die Verhältniszahl

$$\frac{\text{Wertschöpfung}}{\text{CO}_2 - \text{Emissionen}}$$

ausgedrückt. Die Lufthansa AG berichtet in ihrem Umweltbericht, dass die Unternehmung 1999 17 197 990 Tonnen CO<sub>2</sub> emittiert hat.<sup>26</sup> Einige Unternehmen fügen ihren Geschäftsberichten auch eine Wertschöpfungsrechnung bei, aus der die Wertschöpfung direkt abgelesen werden kann. Dies ist auch bei Lufthansa der Fall, die 1999 eine Wertschöpfung von 4 555 092 000 €<sup>27</sup> erzielte.<sup>28</sup> Da ein zeitlicher Öko-Effizienzvergleich angestellt werden soll, muss die Inflation berücksichtigt werden. Es bietet sich an, die Wertschöpfung in realen Preisen des Jahres 1995

<sup>26</sup> Vgl. Lufthansa: Balance. Lufthansa Umweltbericht 1999/2000. Köln 2000, S. 2.

<sup>27</sup> Es handelt sich hierbei um die Netto-Wertschöpfung. Die Abschreibungen werden also als Vorleistungen aufgefasst.

<sup>28</sup> Vgl. Lufthansa: Lufthansa Geschäftsbericht 1999. Köln 2000, S. 16.

auszudrücken, da dieses Basisjahr zur Zeit auch in den volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen eingesetzt wird.<sup>29</sup> In der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung, welche zur Ermittlung des Benchmarks herangezogen wird, wird für das Bruttoinlandsprodukt zwischen 1995 und 1999 von einer Preissteigerung von insgesamt 3,9% ausgegangen.<sup>30</sup> In Preisen von 1995 erzielte Lufthansa daher 1999 eine Wertschöpfung von 4 382 977 851 €. Die CO<sub>2</sub>-Effizienz von Lufthansa entsprach daher 1999:

$$\text{CO}_2\text{-Effizienz} = \frac{4\,392\,977\,851}{17\,197\,990} = 254,85 \text{ €/Tonne CO}_2$$

Die folgende Tabelle gibt noch einmal die ökologischen und ökonomischen Eckdaten und die CO<sub>2</sub>-Effizienz der Lufthansa AG wieder.

| <b>Tabelle 1: CO<sub>2</sub>-Effizienz der Lufthansa AG</b> |                       |               |
|---|-----------------------|---------------|
|   | <b>In Preisen von</b> |               |
|   | <b>1999</b>           | <b>1995</b>   |
| Wertschöpfung in €  | 4 555 092 000         | 4 382 977 851 |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen in Tonnen (1999)                |                       | 17 197 990    |
| <b>CO<sub>2</sub>-Effizienz in €/Tonne CO<sub>2</sub></b>   | <b>264,86</b>         | <b>254,85</b> |

(2) *Bestimmung der CO<sub>2</sub>-Effizienz des Benchmarks:* In diesem Beispiel wird das deutsche CO<sub>2</sub>-Effizienzziel als Benchmark eingesetzt. Dieses Ziel setzt sich aus zwei Komponenten zusammen. Deutschland hat sich einerseits im Rahmen der Kyoto-Verhandlungen ein Reduktionsziel für Kohlendioxidemissionen gesetzt. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sollen bis zum Jahr 2005 auf jährlich 760 500 000 Tonnen reduziert werden.<sup>31</sup> Andererseits wird ein Wirtschaftswachstum erwartet. Zur Messung des Wirtschaftswachstums bieten sich hier das Bruttoinlandsprodukt oder das Bruttosozialprodukt an. Für das Bruttosozialprodukt spricht, dass Lufthansa einen Teil der Leistungen im Ausland erbringt und diese im Ausland erbrachten Leistungen in das Bruttosozial-, nicht aber in das Bruttoinlandsprodukt einfließen. Für das Bruttoinlandsprodukt spricht hingegen, dass sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die in die CO<sub>2</sub>-Effizienzbetrachtung einfließen, auf das Inland beziehen und dass das Bruttoinlandsprodukt die analoge wirtschaftliche Tätigkeit widerspiegelt. Da 1999 das Bruttosozial- das Bruttoinlandsprodukt um weniger als 3 % übertraf<sup>32</sup>, wird diese Unterscheidung im folgenden vernachlässigt und das Bruttoinlandsprodukt zur Messung des Wirtschaftswachstums eingesetzt. Im Jahr 2000 hat das Bruttoinlandsprodukt in Preisen von 1995 1 963 Milliarden € betragen.<sup>33</sup> Die Bundesregierung strebt mittel-

29 Vgl. z.B. Deutsche Bundesbank: Saisonbereinigte Wirtschaftszahlen. März 2001. Frankfurt 2001.

30 Eigene Berechnung auf Basis Deutsche Bundesbank: Monatsbericht April 2001. Statistischer Teil. Frankfurt 2001, S. 60.

31 Vgl. o.V.: Nationales Klimaschutzprogramm. Beschluss der Bundesregierung vom 18. Oktober 2000. Berlin 2000, S. 25.

32 Eigene Berechnung auf Basis Deutsche Bundesbank: Monatsbericht April 2001. Statistischer Teil, a.a.O., S. 60.

33 Vgl. Deutsche Bundesbank: Saisonbereinigte Wirtschaftszahlen März 2001, a.a.O., S. 14.

fristig, d.h. bis 2004, ein reales Wirtschaftswachstum von rund 2,5 % p.a. an.<sup>34</sup> Geht man davon aus, dass auch im Jahr 2005 ein reales Wirtschaftswachstum von 2,5 % p.a. erzielt werden soll, ergibt sich eine Zielgröße für das Bruttoinlandsprodukt von 2 221 Milliarden € in Preisen von 1995 für das Jahr 2005. Aus diesen beiden Zielen ergibt sich nun eine angestrebte volkswirtschaftliche CO<sub>2</sub>-Effizienz für das Jahr 2005 von:

$$\text{CO}_2\text{-Effizienz} = \frac{2\ 221\ 069\ 000\ 000}{760\ 500\ 000} = 2\ 920 \text{ €/Tonne CO}_2$$

Tabelle 2 gibt die ökologischen und ökonomischen Eckdaten und die angestrebte volkswirtschaftliche CO<sub>2</sub>-Effizienz des Jahres 2005 für Deutschland wieder.

| <b>Tabelle 2: CO<sub>2</sub>-Effizienzziel Deutschland 2005</b> |                                |                   |
|---|--------------------------------|-------------------|
|   | <b>BIP in Preisen von 1995</b> |                   |
|   | <b>2000</b>                    | <b>2005</b>       |
| BIP in €  | 1 963 000 000 000              | 2 221 000 000 000 |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen in Tonnen (2005)                    |                                | 760 500 000       |
| <b>CO<sub>2</sub>-Effizienz in €/Tonne CO<sub>2</sub></b>       | 2 581,20                       | 2 920,45          |

Im folgenden Schritt wird die CO<sub>2</sub>-Effizienz von Lufthansa des Jahres 1999 mit der volkswirtschaftlich angestrebten CO<sub>2</sub>-Effizienz des Jahres 2005 verglichen.

(3) *Bildung des Value Spreads*: Zur Berechnung des - im Fall von Lufthansa negativen - Environmental Value Added wird durch Subtraktion der volkswirtschaftlichen CO<sub>2</sub>-Effizienz des Jahres 2005 von der CO<sub>2</sub>-Effizienz der Lufthansa AG des Jahres 1999 der Value Spread gebildet.

$$\text{Value Spread} = \text{CO}_2\text{-Effizienz (LH)} - \text{CO}_2\text{-Effizienz (Benchmark)}$$

$$\text{Value Spread} = 255 \text{ €/Tonne CO}_2 - 2\ 920 \text{ €/Tonne CO}_2 = -2665 \text{ €/Tonne CO}_2$$

Pro Tonne CO<sub>2</sub> schuf Lufthansa 1999 also rund 2 665 € weniger Wert als notwendig wäre, um die angestrebte volkswirtschaftliche CO<sub>2</sub>-Effizienz des Jahres 2005 zu erreichen.

(4) *Errechnung des Environmental Value Added*: Der Environmental Value Added zeigt, wie viel ökonomischer Nutzen dadurch zusätzlich entstanden oder vernichtet worden ist, dass die Emission bei der jeweiligen Unternehmung und nicht beim Benchmark eingesetzt worden ist. In dem hier gewählten Beispiel zeigt der Environmental Value Added also, um wie viel € Wertschöpfung die Unternehmung 1999 das für das Jahr 2005 angestrebte volkswirtschaftliche CO<sub>2</sub>-Effizienzziel übererfüllt oder verfehlt hat. Hierzu werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen mit dem Value Spread multipliziert.

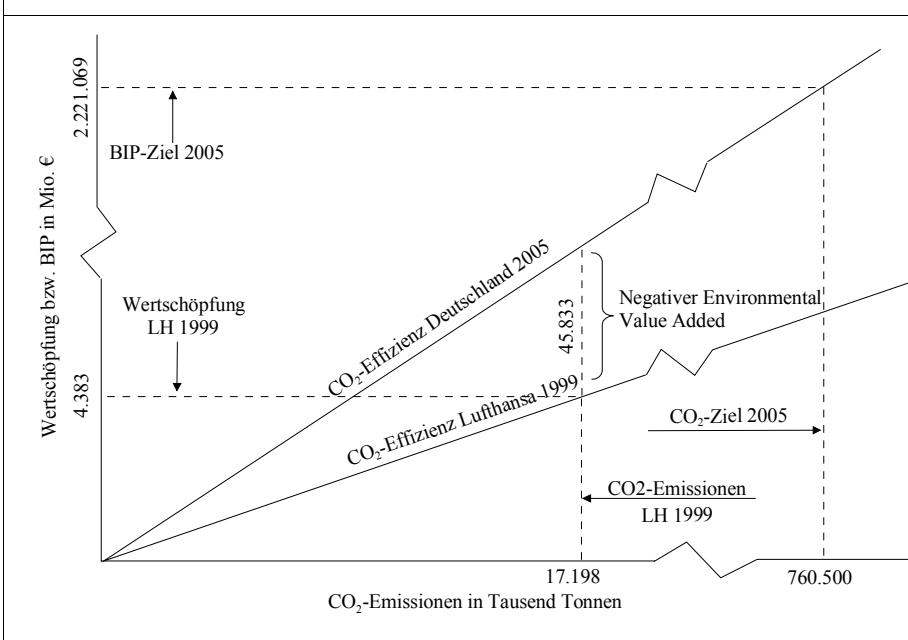
Für Lufthansa ergibt sich dementsprechend der folgende Environmental Value Added:

$$\begin{aligned} \text{EnVa} &= 17\ 197\ 990 \text{ Tonnen CO}_2 * -2665 \text{ € Wertschöpfung/Tonne CO}_2 \\ &= -45\ 832\ 643\ 350 \text{ €} \end{aligned}$$

Abbildung 4 gibt noch einmal den Environmental Value Added für Lufthansa grafisch wieder.

<sup>34</sup> Vgl. Bundesfinanzministerium: Deutsches Stabilitätsprogramm. Aktualisierung Oktober 2000. Berlin 2000, S. 22f.

**Abbildung 4: Der Environmental Value Added von Lufthansa**  
(nicht maßstabsgerecht)



#### 4.2 Interpretation des Ergebnisses

Die Lufthansa AG erzielt im Hinblick auf das CO<sub>2</sub>-Effizienzziel von 2005 einen negativen Environmental Value Added von rund 46 Milliarden €. Die Analyse zeigt, dass die Lufthansa AG, will sie das volkswirtschaftliche CO<sub>2</sub>-Effizienz-Ziel des Jahres 2005 erreichen, bei konstanten CO<sub>2</sub>-Emissionen jährlich 46 Milliarden € mehr Wertschöpfung erzielen muss. Mit Hilfe interner Daten könnte die Lufthansa AG die Analyse weiter verfeinern, indem beispielsweise der Beitrag der Geschäftseinheiten zum Environmental Value Added berechnet wird.

Alternativ können natürlich auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei konstanter Wertschöpfung reduziert werden. Der Environmental Value Added kann hierzu auch in der Einheit der Schadschöpfung ausgedrückt werden. Zur Umrechnung wird der Environmental Value Added durch die Öko-Effizienz des Benchmark dividiert. Soll das volkswirtschaftliche CO<sub>2</sub>-Effizienz-Ziel ausschließlich durch eine CO<sub>2</sub>-Minderung erreicht werden, muss die Lufthansa AG die CO<sub>2</sub>-Emissionen um rund 15,7 Millionen Tonnen bei konstanter Wertschöpfung reduzieren.

Dass die Lufthansa AG einen negativen Environmental Value Added aufweist, überrascht nicht, da Fluggesellschaften energie- und damit CO<sub>2</sub>-intensiv sind. Damit insgesamt das volkswirtschaftliche CO<sub>2</sub>-Effizienzziel erreicht wird, müssen andere Unternehmen der Volkswirtschaft einen positiven Environmental Value Added aufweisen. Eine Stärke dieser Kennzahl ist, dass die Environmental Value Added verschiedener Unternehmen aggregiert werden können, um den absoluten Zielbeitrag verschiedener Unternehmen, Branchen aber auch Prozesse zum CO<sub>2</sub>-Effizienz-

ziel zu ermitteln. Die Öko-Effizienz als Verhältniszahl gibt im Gegensatz hierzu nur den relativen Zielbeitrag wieder und zeigt daher nicht, ob die Beiträge aller Unternehmen, Branchen oder Prozesse reichen, um das gesteckte Ziel zu erreichen. Der Environmental Value Added zeigt hingegen, dass Deutschland insgesamt sein CO<sub>2</sub>-Effizienzziel erreicht, wenn alle anderen Unternehmen insgesamt einen positiven Environmental Value Added von 46 Mrd. € erreichen. Der Environmental Value Added stellt auf diese Weise einen Micro-Macro-Link her. Der Environmental Value Added kann auch dazu eingesetzt werden, den Beitrag über mehrere Perioden zu messen.<sup>35</sup> Hierzu kann der Environmental Value Added mehrerer Perioden addiert werden.

Der Environmental Value Added kann auch in eine traditionelle Finanzanalyse eingebunden werden. So kann ein negativer Environmental Value Added als Gefahr interpretiert werden, da der Staat auf eine drohende Verfehlung des CO<sub>2</sub>-Effizienzzieles beispielsweise mit Lenkungsabgaben reagieren könnte. Durch einen Vergleich mit der Ertragskraft der Unternehmung (z.B. Neg. Environmental Value Added pro Gewinn vor Steuern und Zinsen) kann analysiert werden, wie stark das Unternehmen hiervon betroffen wäre. Investoren können den Environmental Value Added beispielsweise dazu einsetzen, den Beitrag ihres Investmentportfolios zum CO<sub>2</sub>-Effizienzziel zu ermitteln.

### Zusammenfassung

Zur Steigerung der Öko-Effizienz müssen ökologische Informationen in betriebliche Entscheidungen integriert werden. Unter Praxisbedingungen fällt die Interpretation der Öko-Effizienz als Verhältniskennzahl jedoch schwer. Dies ist u.a. darauf zurückzuführen, dass sie in einer Einheit vorliegt, die selbst für Experten meist nur schwer zu interpretieren ist. In diesem Artikel wird daher eine alternatives Maß zur Öko-Effizienz als Verhältniskennzahl vorgeschlagen. Das hier vorgeschlagene Maß, der Environmental Value Added (EnVA), misst, wie viel ökonomischer Nutzen dadurch entstanden ist, dass die Öko-Effizienz über der Öko-Effizienz eines Benchmarks liegt. Der Environmental Value Added liegt in einer rein monetären Einheit vor und ist daher leichter interpretierbar und integrierbar als die Öko-Effizienz als Verhältniskennzahl.

### Summary

To increase eco-efficiency environmental information needs to be integrated into corporate decision making. For decision makers the interpretation of eco-efficiency as a ratio can however be quite difficult in practice. One of the reasons for this is, that eco-efficiency as a ratio is measured in a unit, that is difficult to interpret. This article therefore suggests an alternative measure for eco-efficiency. The Environmental Value Added, the measure proposed in this paper, reflects the excess economic benefit, resulting from the difference between the eco-efficiency under consideration and a benchmark eco-efficiency. It is measured in a purely monetary unit and is thus easier to interpret and integrate than eco-efficiency as a ratio.

---

<sup>35</sup> Hier wird vereinfachend davon ausgegangen, dass der Zeitpunkt des Umwelteinflusses indifferent ist.

**Suchen Sie eine Umweltzeitschrift, die sich nicht auf eine Fachdisziplin beschränkt?  
Wollen Sie sich über Umweltforschung und Umweltpolitik in ihrer ganzen Breite informieren?  
Dann ist die ZAU die richtige Zeitschrift für Sie!  
Integrativ, konfrontativ, innovativ.**

# **Z eitschrift für A ngewandte U mweltforschung**

- Umweltdiskussion mit kontroversen Beiträgen zu aktuellen Problemen
- Analysen und Berichte zu einem Themenschwerpunkt
- Stellungnahmen und Repliken
- Kurzinformationen über Tagungen, technische Entscheidungshilfen, organisatorische Lösungen und Forschungsprojekte
- Zeitschriftenübersicht, Hinweise auf „Graue“ Literatur, Buchbesprechungen

## **Wer gibt die ZAU heraus?**

Ausgewiesene Vertreter aus Ökologie, Ökonomie, Technik, Planung und Recht stehen für eine fachübergreifende Betrachtungsweise:  
Prof. Dr. Wilfried Erbguth, Universität Rostock - Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Haber, Technische Universität München - Prof. Dr. Paul Klemmer, Ruhr-Universität Bochum - Reinhard Schulz, Berlin u. Essen - Prof. Dr. Hans Willi Thoenes, Wuppertal.

Schriftleitung: Prof. Dr. Martin Junkernheinrich, Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Fachbereich IV: Lehrstuhl für VWL, insbesondere Umweltökonomie, Universitätsplatz 3-4, D-03044 Cottbus,  
E-Mail: junkernh@tu-cottbus.de

**Die ZAU im Internet:** [www.zau-net.de](http://www.zau-net.de)

Die ZAU erscheint vierteljährlich mit jeweils rd. 150 S.  
Jahresabonnement Euro 101,25\*, Studenten (nur Inland) Euro 55,75\*.  
Mitglieder von eingetragenen Umweltvereinen (Bund, BBU etc.) erhalten bei Direktbestellung beim Verlag einen Nachlass von 30 %  
ISSN 0943 – 1780



**Analytica Verlagsgesellschaft mbH – Berlin**  
– Vertrieb/Abonnentenbetreuung – Postfach 1183, D-58461 Lüdenscheid  
Tel.: 0 23 51/45 88 90. Telefax: 0 23 51/45 88 95. E-Mail: [info@analytica-verlaa.de](mailto:info@analytica-verlaa.de)