

Ladungsaufkommens<sup>14)</sup> mit der Restriktion, daß die Ausführung des verzögerbaren Auftragsanteils spätestens zum nächsten Termin erfolgt.

Die Fälle verzögert ausführbarer Transportaufträge lassen vermuten, daß die Auftragsbevorratung nicht immer bewußt erfolgt und häufig wohl auch nicht als solche angesehen wird, sondern eher als Folge mangelhafter Organisation oder falscher Disposition. Es ist daher wahrscheinlich, daß es weitere unerkannte Möglichkeiten der Lockerung un-  
nötig enger Bindungen zwischen den relevanten Zeiten bei Transportaufträgen gibt.

### Summary

Transporting enterprises are unable to adjust themselves to demand fluctuations by increasing and reducing product stocks. Therefore available personnel and equipment capacities causing fixed costs are not fully utilized in many periods. A method to improve the utilization of transport capacities is the procurement of orders to be executed at free disposal of the transporting enterprise within a certain space of time, or if capacities are free otherwise. This survey about some realized categories of such order backlogs demonstrates their potential contributions to the increase in productivity for transporting enterprises.

### Résumé

Les entreprises de transport ne sont pas en mesure de s'adapter aux fluctuations de la demande par l'augmentation ou la diminution de leurs stocks. C'est pourquoi elles doivent souvent faire face à une sous-utilisation de leurs capacités disponibles – en personnel et en moyens d'exploitation –, capacités disponibles entraînant des coûts fixes. Une méthode visant à améliorer l'utilisation des capacités de transport consiste à se procurer des commandes pouvant être exécutées au gré de l'entreprise de transport dans l'espace d'une période donnée ou, le cas échéant, lorsque ses capacités ne sont pas pleinement utilisées. Le tableau synoptique présent, faisant état de certaines formes concrètes de „stocks de commande“, met en évidence la contribution potentielle qu'apporterait la constitution de tels stocks en vue d'accroître la productivité des entreprises de transport.

14) Schöttelndreyer, W., Der Einfluß des Ladungsmengenrisikos auf die optimale Flottenstruktur von Handelsschiffen im Liniendienst (= Bericht Nr. 342 aus dem Institut für Schiffbau der Universität Hamburg), Hamburg 1976, S. 9.

## Gewichtungsmöglichkeiten bei alternativen Entscheidungsregeln in Bewertungsansätzen öffentlicher Investitionen

VON HERMANN WITTE, BONN

b.e.s.b

### I. Einleitung

Die Diskussion um die Bewertungsansätze konzentriert sich im wesentlichen auf die drei Bewertungsverfahren Kosten-Nutzen-Analyse (KNA), Kostenwirksamkeitsanalyse (KWA) und Nutzwertanalyse (NWA) sowie die ihnen inhärenten Probleme.<sup>1)</sup> Diese Diskussion soll hier nicht noch einmal nachvollzogen werden – dazu sei auf die entsprechende Literatur verwiesen –, es soll vielmehr ein offener Punkt der Diskussion vertieft und explizit erörtert werden. Dies ist die Problematik der Gewichtung der Teilbewertungen und die Konsequenzen, die sich aus den unterschiedlichen Möglichkeiten der Ausgestaltung der Gewichtung ergeben. Im allgemeinen wird in der Gewichtung die Möglichkeit der Manipulation bzw. der Verwässerung der Bewertungsergebnisse durch die willkürliche Wahl der Gewichtungsfaktoren gesehen. Dieser Aspekt soll hier jedoch nicht weiter vertieft werden, denn die Manipulation ist nicht verfahrensspezifisch, sondern wird vom Operator induziert. Die Neutralität des Operators und die empirische Absicherung der Gewichtungsfaktoren sind Grundvoraussetzungen eines wissenschaftlich ernstzunehmenden Bewertungsansatzes. Diskussionsgegenstand sind folglich auch nur die verfahrensspezifischen Gewichtungsprobleme. Bei der Erörterung dieser Probleme wird im folgenden nicht speziell auf die drei eingangs erwähnten Verfahren Bezug genommen, sondern unter Berücksichtigung alternativer Entscheidungsregeln diskutiert. Dies ist insofern sinnvoll, als Kostenwirksamkeits- und Nutzwertanalyse prinzipiell identisch sind. Lediglich die Gegenüberstellung der Kosten- und Nutzenelemente ist unterschiedlich. Bei der Kosten-Nutzen-Analyse existiert aufgrund der ausschließlichen Berücksichtigung monetärer Bewertungselemente im formalen Ansatz kein Gewichtungsproblem. Es entsteht lediglich die Problematik der Gewichtung der einzelnen Untersuchungsperioden. Diese erfolgt jedoch über die Art der Diskontierung und die Wahl des Diskontierungsfaktors, so daß diese Probleme im allgemeinen nicht unter dem Stichwort „Gewichtung“ sondern „Diskontierung“ diskutiert werden.

#### Anschrift des Verfassers:

Dr. Hermann Witte  
Institut für Industrie- und Verkehrspolitik der Universität Bonn  
Adenauer Allee 24 – 26  
5300 Bonn 1

1) Neben den drei genannten Verfahren existiert in der wissenschaftlichen Literatur eine Vielzahl von anderen Verfahren bzw. speziellen Ausprägungen dieser Verfahren, die nicht alle erwähnt werden können.  
Vgl. zur Diskussion einer Auswahl dieser Ansätze Laschet, W., Witte, H., Voigt, F., Kritische Analyse der Methoden und Modelle zur Bewertung von Verkehrsinvestitionen, Opladen 1978.

## II. Gewichtung der Teilbewertungen bei ausgewählten Entscheidungsregeln

Das zur Zusammenfassung der Teilbewertungen am häufigsten angewandte Wertsyntheseverfahren ist die additive Entscheidungsregel. Es handelt sich bei dieser Entscheidungsregel um einen linearen Ansatz, der die Unabhängigkeit der Teilbewertungen voraussetzt. Formal lautet dieser Ansatz:

$$(1) N_i = \sum_{j=1}^J g_j n_{ij} \quad N, n, g \geq 0; i=1, \dots, I;$$

mit

$N_i$  : = Gesamtbewertung der Alternative  $i$

$n_{ij}$  : = Teilbewertung  $j$  der Alternative  $i$

$g_j$  : = Gewicht der Teilbewertung  $j$

$i$  : = Index der Bewertungsalternativen

$j$  : = Index der Bewertungskriterien bzw. Teilbewertungen.

Die Gewichte sind in diesem additiven Wertsyntheseansatz nur mit dem Index  $j$  versehen, d. h. es handelt sich um Gewichte, die über die Bewertungsalternativen konstant sind. Ihr Wert variiert lediglich bezüglich der Teilbewertungen. Dies impliziert die Annahme, daß der Wert für ein Gewicht unabhängig von der Höhe der jeweiligen Teilbewertung ist und somit jede Erhöhung der jeweiligen Teilbewertungen zu einer linearen Erhöhung der Gesamtbewertung führt.

Die Annahme erscheint insofern plausibel, da die Bewertungsalternativen in einem geschlossenen Bewertungsansatz gleich und damit vergleichbar behandelt werden. Eine Variation der Gewichte über die Zeit, d. h. für unterschiedliche Bewertungsansätze ist damit nicht ausgeschlossen. In diesem Fall sollte für die Zeit in Gleichung (1) der Index  $t$  eingeführt werden:

$$(2) N_{i,t} = \sum_{j=1}^J g_{j,t} n_{ij,t} \quad N, n, g \geq 0; i=1, \dots, I.$$

Diese Variation der Gewichte bringt prinzipiell keine neuen Aspekte. Die oben beschriebene Annahme bezüglich des Verhältnisses von Gewicht, Teilbewertung und Gesamtbewertung behält weiterhin Gültigkeit. Anders wird dies, wenn man unterstellt, daß die Gewichte über die Bewertungsalternativen variieren. Die Gewichte werden in diesem Fall auch mit dem Index  $i$  versehen:

$$(3) N_i = \sum_{j=1}^J g_{ij} n_{ij} \quad N, n, g \geq 0; i=1, \dots, I;$$

bzw. mit dem Zeitindex

$$(4) N_{i,t} = \sum_{j=1}^J g_{ij,t} n_{ij,t} \quad N, n, g \geq 0; i=1, \dots, I; \\ t=0, \dots, T.$$

Die obige Annahme bezüglich der Unabhängigkeit der Gewichte von den Teilbewertungen soll nun nicht mehr gelten. Die Gewichte werden als variabel betrachtet. Die Veränderung der Gewichte erfolgt in Abhängigkeit eines bestimmten funktionalen Zusammenhangs. Z. B. können die Gewichte als Funktion der jeweiligen Teilbewertungen aufgefaßt werden. Um dies zu verdeutlichen wird Gleichung (3) in eine andere Schreibweise überführt. Aus Gleichung (5) und (6) wird der unterstellte Zusammenhang ersichtlich:<sup>2)</sup>

$$(5) N_i = \sum_{j=1}^J g_j(n_{ij}) \cdot n_{ij} \quad N, n, g \geq 0; i=1, \dots, I;$$

bzw.

$$(6) N_i = \sum_{j=1}^J f_j(n_{ij}) \quad N, n \geq 0; i=1, \dots, I.$$

Vergleicht man Gleichung (5) und (6), so erkennt man, daß die funktionale Abhängigkeit der Gewichte von den Teilnutzwerten für den Gesamtnutzwert lediglich eine funktionale Abhängigkeit von den Teilnutzwerten bedeutet. Gleichung (6) drückt den gleichen Zusammenhang einfacher aus. Gleichzeitig wird aber auch deutlich, daß eine funktionale Abhängigkeit der Gewichte von den Teilnutzwerten – d. h. die Einführung variabler Gewichte – nicht möglich ist, da sich der funktionale Zusammenhang einfacher wiederum durch konstante Beziehungen (Gewichte) ausdrücken läßt.

Als Ergebnis des Versuchs die Nutzwertanalyse mit variablen, von der Höhe der Teilnutzwerte abhängigen Gewichten auszustatten, ist festzuhalten, daß dieses Unterfangen sinnlos bzw. unmöglich ist. Ein Weg die Nutzwertanalyse mit variablen Gewichten zu versehen – wie es *Bechmann*<sup>3)</sup> vorschlägt –, kann folglich nur gefunden werden, wenn es gelingt, eine andere Größe als die Teilnutzwerte zu finden, in deren Abhängigkeit die Gewichte variieren können. *Bechmann* macht diesbezüglich leider keine Vorschläge. Aber gerade dies wäre von wissenschaftlichem Interesse. Kritisch betrachtet scheint dieser Weg allerdings auch nicht vielversprechend zu sein. Denn jede andere Größe zu der ein Abhängigkeitsverhältnis der Gewichte besteht, müßte logischerweise im Bewertungsansatz als Bewertungskriterium und damit als Teilnutzwert Berücksichtigung finden. Die Nutzwertanalyse läßt sich demnach nur als linearer Ansatz gemäß Gleichung (1) formulieren. Der lineare Ansatz, wie ihn Gleichung (3) anbieten würde, ist nicht aufrechtzuerhalten.

Hingegen ist eine Variation der Gewichtung möglich. Die Gewichte können nicht nur als multiplikativer Faktor wie in Gleichung (1) verwendet werden, sondern auch als Exponent. Aus Gleichung (1) wird dann

$$(7) N_i = \sum_{j=1}^J n_{ij}^{g_j} \quad N, n, g \geq 0; i=1, \dots, I.$$

2) Analog Gleichung (2) und (4) kann bei allen folgenden Gleichungen auch der Index  $t$  eingeführt werden. Ein wesentlich neuer Aussagegehalt wird dadurch nicht erzielt, so daß hier darauf verzichtet wird.

3) Vgl. *Bechmann, A.*, Nutzwertanalyse, Bewertungstheorie und Planung, Bern und Stuttgart 1978, S. 60, 102.

Neben der Betrachtung der Form der Gewichtung ist die unterschiedliche Wirkung unterschiedlicher Werte der Gewichte von Bedeutung. Generell ist vorausgesetzt, daß die Gewichte als Werte alle positiven Zahlen und Null annehmen können. Für die Betrachtung interessant sind jedoch nur die Werte 0, 1, alle Gewichte gleich 1, Summe aller Gewichte gleich 1 und Summe der Gewichte gleich I. In Gleichung (1) bewirkt der Wert Null eines Gewichtes, daß die entsprechende Teilbewertung Null wird und somit die Gesamtbewertung nicht erhöht. Ein Gewicht mit dem Wert Null führt in Gleichung (7) hingegen dazu, daß die entsprechende Teilbewertung 1 wird. Der Wert 1 eines Gewichtes hat sowohl in Gleichung (1) als auch (7) die Wirkung, daß der ursprüngliche Wert der Teilbewertung erhalten bleibt. Sind alle Gewichte 1, d. h. ihre Summe ist gleich I, so spricht man von einer Gleichgewichtung. Dieser Fall ist mit der Nichtgewichtung identisch. Der Fall der Summe der Gewichte gleich I ist hingegen nicht mit der Gleich- bzw. Nichtgewichtung identisch. Die Summe der Werte kann auch bei unterschiedlicher Gewichtung durchaus den Wert I annehmen. Interessant ist schließlich der Fall, daß die Summe der Gewichte gleich 1 ist. Es handelt sich dann um normierte Gewichte. Der prozentuale Anteil einer Teilbewertung, der nach Gewichtung in die Gesamtbewertung eingeht, ist deutlich, d. h. ohne Umrechnung erkennbar. Die Bedingung Summe der Gewichte gleich 1 ist im Normalfall keine notwendige, aber eine sinnvolle. Werden allerdings im Bewertungsansatz Bedingungen bezüglich gleicher Maximalwerte der Teil- und Gesamtbewertung gesetzt, so ist die Bedingung Summe der Gewichte gleich 1 notwendig. Ansonsten könnte aufgrund der Gewichte der maximal zulässige Wert der Gesamtbewertung überschritten werden.<sup>4)</sup>

Eine andere Bedingung, die bei der Verknüpfung der Teilbewertungen gemäß Gleichung (1) und (7) vorausgesetzt werden muß, ist die, daß alle Teilbewertungen in der gleichen Dimension oder dimensionslos vorliegen. Die additive Verknüpfung unterschiedlicher Dimensionen ist nicht sinnvoll. Da aber meist unterschiedlich dimensionierte Teilbewertungen vorliegen, muß vor der Aggregation eine Transformation durchgeführt werden. Ist die Transformation aller Teilbewertungen in die gleiche Dimension möglich, so ist die Gesamtbewertung problemlos zu interpretieren. Ist hingegen nur eine in dimensionslose Werte möglich, so ist die Gesamtbewertung schwer interpretierbar und vor allem kaum mit anderen Bewertungsansätzen vergleichbar. Soll aus der Gesamtbewertung lediglich die Reihenfolge der Alternativen abgeleitet werden, so wird allgemein die dimensionslose Betrachtung als ausreichend anerkannt. Die Problematik der Interpretation der Ergebnisse dieses Ansatzes sollte jedoch nicht übersehen werden.

Die bisher diskutierte additive Entscheidungsregel wird in der Praxis häufig angewandt und zwar auch dann, wenn die Linearität und die Unabhängigkeit der Bewertungselemente nicht gegeben sind. Die additive Entscheidungsregel hat sich trotz Nichterfüllung der gestellten Bedingungen als gute Approximation erwiesen. Zudem

4) Ein Beispiel für einen solchen Fall ist die von Voigt gestellte Bedingung an die Maximalwerte für die Verkehrswertigkeit sowie ihre sieben Teilwertigkeiten. Er nimmt als Maximalwert sowohl der Verkehrswertigkeit als auch der Teilwertigkeiten den Wert 1 an. Bei der Aggregation der Teilwertigkeiten muß daher die Bedingung Summe der Gewichte gleich 1 angenommen werden. Die Verkehrswertigkeit würde ansonsten auch Werte größer als 1 annehmen können. Vgl. zur Verkehrswertigkeit Voigt, F., Verkehr, Bd. I/1, Berlin 1973, S. 69 ff.

basiert ihre Anwendungshäufigkeit einerseits auf einer leichten Handhabung aufgrund der geringen mathematischen Ansprüche und zweitens auf den Erkenntnissen der Fehlertheorie, die der additiven Verknüpfung eine geringere Fehlerhäufung bzw. -fortpflanzung nachweist als anderen mathematischen Verknüpfungsarten. Trotz dieser Fürsprache für die additive Entscheidungsregel ist es sinnvoll, auch nichtadditive Entscheidungsregeln zu diskutieren.

Neben der additiven Entscheidungsregel wird in der Literatur vor allem die Anwendung der multiplikativen Entscheidungsregel vertreten. Die Formulierung dieser Regel lautet bei von der Höhe der jeweiligen Teilbewertungen unabhängigen Gewichten:

$$(8) \quad N_i = \prod_{j=1}^J g_j n_{ij} \quad N, n, g \geq 0; i=1, \dots, I;$$

bzw.

$$(9) \quad N_i = \prod_{j=1}^J n_{ij}^{\beta_j} \quad N, n, g \geq 0; i=1, \dots, I.$$

Die Gleichung (8) zeigt eine nichtlineare Entscheidungsregel. Die Unabhängigkeit der Teilbewertungen wird nicht gefordert. Die Gewichte sind hingegen unabhängig von der Höhe der jeweiligen Teilbewertungen. Eine nichtlineare Entscheidungsregel mit variablen Gewichten ist analog den Ausführungen bei der additiven Form der Wertsynthese nicht möglich. Gleichung (9) spiegelt ebenfalls eine prinzipiell nichtlineare Entscheidungsregel wider. Doch kann über Linearität und Nichtlinearität dieser Regel nicht ohne weiteres entschieden werden. Dazu ist die spezielle Ausformulierung der Gewichte zu berücksichtigen. Ist z. B. die Summe der Gewichte in (9) gleich 1, so handelt es sich um eine Entscheidungsregel, die linearhomogen vom Grade 1 ist.

Die Diskussion spezieller Werte der Gewichte erübrigt sich. Die Erkenntnisse aus der Erörterung der Gewichte bezüglich der additiven Entscheidungsregel und ihrer Varianten können analog übertragen werden. Allerdings mit dem Unterschied, daß jetzt bei der multiplikativen Entscheidungsregel der in Gleichung (8) dargestellten Form der Wert Null eines Gewichtes nicht mehr lediglich die entsprechende Teilbewertung, sondern auch die Gesamtbewertung Null werden läßt. Zudem ist anzumerken, daß in Gleichung (8) die Gewichtung lediglich eine Veränderung in der Höhe der Gesamtbewertung bewirkt. Ein differenzierender Einfluß auf die Teilbewertungen besteht nicht. Die Gewichtung ist in diesem Falle überflüssig.

Als Vorzug der multiplikativen Entscheidungsregel ist zu erwähnen, daß sie keine Unabhängigkeit der Teilbewertungen voraussetzt und somit im allgemeinen als realitätsnäher gelten kann als die additive Entscheidungsregel. Fraglich ist allerdings, ob die multiplikative Verknüpfung der Teilbewertungen – trotz der Nichtunabhängigkeitsbedingung – immer sinnvoll ist. Dies hängt wesentlich auch von der Dimension der Teilbewertungen ab. So ist es z. B. für viele Dimensionen nicht sinnvoll, mehr als zwei oder drei Werte zu multiplizieren. Unterschiedliche Dimensionen können zudem in den seltensten Fällen sinnvoll miteinander multipliziert werden. Aus diesen Grün-

den muß auch bei der multiplikativen Wertsynthese ebenso wie bei der additiven vor Zusammenfassung der Teilbewertungen eine Transformation in dimensionslose Werte erfolgen. Kann die Anwendung der Gleichung (9) für die Wertsynthese begründet werden, so ist im Falle der Summe der Gewichte (Exponenten) gleich 1, die Transformation der Teilbewertungen in Werte einer gleichen Dimension hinreichend. Denn aufgrund der Werte der Gewichte (Exponenten) bleibt die Dimension trotz multiplikativer Verknüpfung erhalten. Entsprechend kann die Gleichung (9) auch mit der Bedingung Summe der Gewichte gleich 2 bzw. 3 Anwendung finden, wenn die gewählte einheitliche Dimension der Teilbewertungen auch in der 2. bzw. 3. Potenz sinnvolle Ergebnisse liefert (z. B.  $m$ ,  $m^2$ ,  $m^3$ ; nicht aber DM).

Als Fazit der Diskussion der multiplikativen Entscheidungsregel ist festzuhalten, daß aufgrund der Nichtunabhängigkeit der Teilbewertung eine gewisse Realitätsnähe erreicht wird. Wegen der Probleme bei der Multiplikation von dimensionierten Werten kann dieser Vorzug gegenüber der additiven Entscheidungsregel jedoch nur in den seltensten Fällen genutzt werden. In den meisten Fällen wird eine Transformation der Teilbewertungen in dimensionslose Werte notwendig sein.

Die Probleme der Transformation rechtfertigen ihrerseits unter Bezug auf das oben erwähnte Argument der geringeren Fehlerhäufung bei additiver Verknüpfung im allgemeinen die Anwendung der additiven Entscheidungsregel. Dies schließt nicht aus, daß man in einigen Fällen die Anwendung der multiplikativen Entscheidungsregel bevorzugt.

Bisher wurden nur grundsätzlich additive und grundsätzlich multiplikative Entscheidungsregeln diskutiert. Darüber hinaus sind auch kombinierte Entscheidungsregeln aus den beiden grundsätzlichen Ansätzen möglich. Ohne Berücksichtigung der Gewichte lautet dieser Ansatz:

$$(10) \quad N_i = \sum_{j=1}^J n_{ij} + \pi \sum_{j=1}^J n_{ij} \quad N, n \geq 0; i=1, \dots, I.$$

Gleichung (10) kann jetzt verschiedenen Variationen unterzogen werden. Zunächst können im additiven und im multiplikativen Term Gewichte (sog. innere Gewichtung) eingeführt werden. Es sind dann die entsprechenden Variationen der Gewichtung, die im Rahmen der grundsätzlichen Ansätze diskutiert wurden, möglich. Die Anzahl der Variationen ist jetzt allerdings größer, da die Möglichkeit besteht, die Gewichtung bezüglich eines oder beider Terme zu ändern. Dann kann für die einzelnen Terme eine Gewichtung (sog. äußere Gewichtung) eingeführt werden, die entsprechend zu variieren ist. Schließlich kann eine andere Verknüpfungsart der beiden Terme gewählt werden. Die Zahl der zu diskutierenden Entscheidungsregeln erhöht sich somit erheblich. Prinzipiell ergeben sich jedoch keine neuen Erkenntnisse, da die Wirkungen dieser Variationen bereits an den beiden grundsätzlichen Entscheidungsregeln diskutiert wurden. Es soll daher lediglich auf eine Variation eingegangen werden, die sich aus der kombinierten Entscheidungsregel zusätzlich ergibt. Dies ist die Möglichkeit der Aufspaltung der Teilbewertungen in zwei Gruppen: Eine Gruppe der Teilbewertungen für die eine additive und eine Gruppe für die eine multiplikative

Verknüpfung sinnvoll ist. Formal lautet diese additiv-multiplikative Entscheidungsregel:

$$(11) \quad N_i = \sum_{j=1}^{J-m} n_{ij} + \pi \sum_{j=J-m+1}^J n_{ij} \quad N, n \geq 0; i=1, \dots, I; \quad J \neq m.$$

Führt man in Gleichung (11) Gewichte ein, so kann die Entscheidungsregel den gleichen Variationen unterzogen werden, wie sie für Gleichung (10) erörtert wurden.

### III. Methoden zur Bestimmung der Gewichte

Nachdem im vorherigen Abschnitt die Auswirkungen unterschiedlicher Formen der Gewichtung von Teilbewertungen erörtert worden sind, ist nunmehr zu zeigen, welche Methoden zur Bestimmung der Werte der Gewichte herangezogen werden können. Im Rahmen der nutzwertanalytischen Literatur wird vor allem auf die Methode der sukzessiven Vergleiche von Churchman und Ackoff<sup>5)</sup> hingewiesen. Die Methode versucht die Werte der Gewichte in einem schrittweisen Anpassungsprozeß zu fixieren. Eine direkte Bestimmung der Gewichte erlaubt hingegen die folgende Methode. Ihre Anwendung wird u. a. von Dean und Nisbry<sup>6)</sup> vertreten.

Die Methode ist dann anwendbar, wenn für die Teilbewertungen eine Rangordnung besteht und man für die benachbarten Rangplätze in etwa gleiche Distanzen unterstellen kann. Die Gewichte  $g_j$  werden dann gemäß der Formel

$$(12) \quad g_j = \frac{NK}{P} \sum_{p=1}^{J+1-RP_{pj}} \frac{1}{p} \quad \forall j$$

ermittelt. Dabei bedeuten

NK : = zu wählende Normierungskonstante

RP<sub>pj</sub> : = Rangplatz der Teilbewertung  $j$  in der Beurteilung der Bewertungsperson  $p$

$p$  : = Index der Bewertungspersonen,  $p = 1, \dots, P$

$j$  : = Index der Teilbewertungen,  $j = 1, \dots, J$ .

Die Methode generiert die Gewichte aus vorliegenden Bewertungen ohne wesentlich neue Informationen zu verarbeiten. Lediglich die Normierungskonstante wird eingeführt. Sie bewirkt eine Transformation der ursprünglichen Bewertungen. Die Rangfolge der Teilbewertungen ändert sich nicht.

Diese Methode zur Bestimmung der Gewichte verdeutlicht, daß neben der Rangfolge der alternativen Projekte bezüglich der gewählten Bewertungskriterien  $j$  eine zweite – von der ersten unabhängige – Rangfolge der Bewertungskriterien selbst existieren

5) Vgl. Churchman, C.W., Ackoff, R.L., An Approximate Measure of Value, in: Operations Research, Vol. 2 (1954), S. 172 – 187.

6) Vgl. Dean, B.V., Nisbry, M.J., Scoring and Profitability Models for Evaluating and Selecting Engineering Projects, in: Operations Research, Vol. 13 (1965), S. 550 – 569, insb. S. 553 – 556. Dean und Nisbry stellen die Methode an einem Beispiel mit vier Bewertungsfaktoren und drei Bewertungspersonen dar.

muß, um eine aus gewichteten Teilbewertungen aggregierte Gesamtbewertung zu ermitteln. Die Bewertungspersonen haben also ihre Präferenzen bezüglich der Rangfolge der Projekte und bezüglich der Rangfolge der Kriterien zu offenbaren.

Diese Rangfolgen müssen nicht unbedingt mit Hilfe von Bewertungspersonen – also auf der Basis eines indirekten Meßverfahrens – abgeleitet werden. Dies kann durchaus aufgrund direkter Meßverfahren und hier wiederum auf den verschiedenen Meßniveaus erfolgen. Das heißt für die Bestimmung der Gewichte sind prinzipiell alle im Rahmen der Bewertungsverfahren dargestellten und diskutierten Skalierungsverfahren anwendbar. Welches Verfahren Anwendung findet, kann nur in Abhängigkeit von der vorliegenden Qualität und Quantität der Datenbasis entschieden werden. Wenn für die Ermittlung der erwähnten Rangfolgen der Einsatz von Bewertungspersonen unumgänglich ist, so sollte eine Regel grundsätzlich befolgt werden. Nämlich die, beide Rangfolgen von den gleichen Personen vornehmen zu lassen. Die Variation der Bewertungspersonen würde zwar auch die Unabhängigkeit der beiden Rangfolgen garantieren, doch würde ein Bruch im Bewertungsverfahren vorliegen, der die Aussagekraft des Verfahrens erheblich beeinträchtigt, wenn nicht überhaupt zunichte macht.

Die Einführung variabler Gewichte in Anlehnung an den Vorschlag von *Bechmann* würde bedeuten, daß die abhängigen Gewichte im gleichen Bewertungsvorgang wie die Teilbewertungen bestimmt werden. Die Bewertungspersonen haben in diesem Vorgang zwischen der Bestimmung der Gewichte und der Teilbewertungen zu separieren. Da allerdings fraglich ist, ob diese Differenzierung in Teilbewertung und Gewicht erfolgreich durchführbar ist, werden die Gewichte – wie bereits eingangs aufgrund eines anderen Arguments erwähnt – vermutlich zu Teilbewertungen. Variable Gewichte erscheinen auch von daher als kein sinnvolles Unterfangen.

#### IV. Zusammenfassung

Es wurde gezeigt, daß die Zahl der im allgemeinen in der Literatur diskutierten Entscheidungsregeln durch die Variation der Form der Gewichtung erheblich vergrößert werden kann. Die Gewichtung wurde nicht als Faktor, sondern als Funktion interpretiert. Dadurch kann über die dargestellten Gewichtungsformen hinaus jede die Bedingungen des jeweiligen Bewertungsansatzes erfüllende Funktion zur Gewichtung der Teilbewertungen herangezogen werden. Explizit diskutiert wurden zwei Gewichtungsformen am Beispiel der additiven und der multiplikativen Entscheidungsregel. Die erste Gewichtungsform stellt die Bedingung, daß das Gewicht unabhängig von der Höhe der jeweiligen Teilbewertung ist. In der zweiten Gewichtungsform wird dann diese Unabhängigkeitsbedingung aufgegeben und die Abhängigkeit der Gewichte von der Höhe der jeweiligen Teilbewertungen zugelassen. Durch die Einführung spezieller Werte für die Gewichte bzw. ihre Summe kann der grundsätzliche Charakter einer Entscheidungsregel verändert werden. Dies zeigt Gleichung (9), die je nach Wahl der Gewichte linear oder nichtlinear sein kann. Zudem liegen den unterschiedlichen Entscheidungsregeln unterschiedliche Annahmen über die Beziehung der Teilbewertungen zueinander zugrunde. Welche Entscheidungsregel und welche Gewichtung im speziellen Fall für ein Bewertungsproblem anzuwenden ist, kann nur durch die empirische Ab-

sicherung der der Entscheidungsregel und der Gewichtung zugrundeliegenden Annahmen entschieden werden. Da aber im sozioökonomischen Bereich diese empirische Absicherung meist schwer fällt, wird die Entscheidungsregel und die Gewichtung oft normativ vorgegeben. In diesem Fall sollte sich der Operator der Konsequenzen der Wahl der Entscheidungsregel und der Gewichtung bewußt sein und seine Entscheidung logisch begründen können. Hier spricht das Argument der geringeren Fehlerhäufung für die additive Verknüpfung der Teilbewertungen. Aus diesem Grunde wird in der Praxis meist die in Gleichung (1) dargestellte Entscheidungsregel angewandt. Die Form der Gewichtung wird als sinnvoll angesehen, weil die Konstanz der Gewichte in einem Bewertungsansatz die Vergleichbarkeit der Alternativen gewährleistet. Es wird in der Literatur aber auch die Nichtkonstanz der Gewichte vertreten. Dies zeigen die Entscheidungsregeln der Gleichungen (3) und (5). Allerdings kann diese Form der Gewichtung nicht überzeugen. Sie ist wieder auf konstante Gewichte reduzierbar. Schließlich wurde noch gezeigt, daß auch die Kombination der additiven und der multiplikativen Entscheidungsregel sinnvoll sein kann. Dies gilt insbesondere, wenn Gruppen von Kriterien vorliegen, die eine unterschiedliche Verknüpfungsart erfordern. Wenn auch die additive Entscheidungsregel aufgrund der dargestellten Vorzüge generell angewandt wird, so darf nicht vergessen werden, daß die erzielten Ergebnisse lediglich eine – wenn auch gute – Approximation sind. Die Ergebnisse sind entsprechend zu interpretieren und gegebenenfalls unter gewissem Vorbehalt in ein politisches Konzept umzusetzen. Der Versuch eine realistischere Entscheidungsregel und Gewichtung zu finden, sollte nicht per se aufgrund des höheren Aufwandes unterlassen werden. Variationsmöglichkeiten bestehen genug, um die Wertsynthese den speziellen Bedingungen jedes Einzelfalles anzupassen.

## Summary

The implications of the distributions of weights in evaluation techniques enforced a wide discussion. The intention of this paper is to explicate the number of relevant decision-rules. Interpreting weights not as factors but as functions multiplies the number of common in literature discussed decision-rules. Special values of weights or their sums transform in several conditions non-linear decision-rules into linear. The constance of weights is used in general as stated in equation (1). A relation of weights to the value of the item is explicated by equation (3) and (5). But variable weights do not fit. As a result of this paper it should be stated, that it is necessary to explore the applicated decision-rules more carefully in order to find a better solution in handling the problem of decision-making.

## Résumé

La portée de la distribution des poids dans la technique de l'évaluation a forcé une vaste discussion. L'intention de ce papier c'est l'explication de la nombre des règles importantes pour prendre une décision. Si on interprète les poids pas comme des facteurs mais comme des fonctions, la nombre des règles pour prendre une décision, qu'on discute en général dans la littérature, cette nombre se multiplie.

Les valeurs des poids particuliers ou leurs sommes transforment sous quelques conditions, alors les règles non-linéaires pour prendre une décision changent dans des règles linéaires. La constance des poids on utilise généralement comme montré dans l'équation (1). La relation entre les poids et leurs valeurs est expliquée dans l'équation (3) et (5). Mais des poids variables ne sont pas aptes.

Comme un résultat de ce papier on voudra rechercher l'application des règles pour prendre une décision et pour trouver une mieux solution de ce problème.

## Buchbesprechung

### VOGT, GUSTAV, DIE ENTWICKLUNG DER FINANZEN DER DEUTSCHEN BUNDESBahn

– Darstellung und Analyse der wirtschaftlichen und finanzpolitischen Problematik der DB unter Einbeziehung potentieller Sanierungsmaßnahmen (= Verkehrswissenschaftliche Forschungen, Schriftenreihe des Instituts für Industrie- und Verkehrspolitik der Universität Bonn, hrsg. von Fritz Voigt, Bd. 36), Verlag Duncker & Humblot, Berlin 1979, 263 Seiten, DM 78,60.

Der vergleichsweise günstige Geschäftsverlauf bei der Deutschen Bundesbahn im Jahre 1979 war von informierten Beobachtern – und übrigens auch vom Vorstand der DB selbst – lediglich als Zwischenhoch, nicht aber als Trendumkehr gewertet worden; durchaus zutreffend, wie sich mittlerweile gezeigt hat. Somit bleibt die DB ein Haushaltsrisiko allerersten Ranges, und was das bedeutet in einer Zeit, in der es allein schon um der Gewinnung konjunkturpolitischer Manövriermasse willen darum geht, jedenfalls die Zuwachsraten der öffentlichen Verschuldung (wenn schon nicht diese selbst) drastisch zu senken, braucht nicht eigens betont zu werden. Damit behält auch die Sanierung der DB ungebrochenen Stellenwert, und es ist verdienstvoll, wenn *Gustav Vagt* sich mit seiner Abhandlung dieses Problems annimmt.

*Vagt* schildert nach einer – gleichermaßen gekonnten und gerafften – Typisierung der DB als Sondervermögen des Bundes ausführlich und mit viel Zahlenmaterial gespickt die Entwicklung und Zusammensetzung des Zuschußbedarfs der DB als Summe von Defiziten i. e. S. sowie erfolgswirksamen und erfolgsneutralen Bundesleistungen. Wenig ergiebig ist in dem Rahmen nach Ansicht des Rezensenten allerdings der Versuch, modellhaft Wechselwirkungen zwischen einer Veränderung der unternehmerischen Leistungseffizienz und den Ausgleichszahlungen des Bundes für gemeinwirtschaftliche/betriebsfremde Auflagen abzuleiten; gemessen an den kargen Ergebnissen der Analyse hätte es auch eine knappe verbale Behandlung getan.

Kernstück der Arbeit sind zwei in ihrem Aufbau weitgehend einander entsprechende Abschnitte, in denen zunächst die Bestimmungsgründe des wachsenden Zuschußbedarfs der DB und sodann mögliche Sanierungsmaßnahmen erörtert werden. Die wesentliche Ursache für die Krise der DB

und mithin den „Aufhänger“ einer durchgreifenden Sanierung sieht *Vagt* im personalwirtschaftlichen und organisatorischen Bereich. Er diagnostiziert ein weites Auseinanderklaffen von Einkommens- und in Wagenachskm gemessener Produktivitätsentwicklung bei der DB; er schließt daraus auf eine personelle Überbesetzung und den ineffizienten Einsatz der vorhandenen Dienstkräfte. Selbst wer dagegenhält, daß Leitgröße für die Einkommensentwicklung grundsätzlich der gesamtwirtschaftliche Produktivitätsfortschritt ist, nicht aber der des einzelnen Unternehmens, neigt dazu, jedenfalls für die Periode 1969–74 die Ansicht des Verfassers zu teilen. Es darf an die ironisierende Feststellung des Sachverständigenrates zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung aus jener Zeit erinnert werden, wonach „die angemessene Bezahlung der Staatsbediensteten zu den wichtigsten Reformaufgaben . . . gehört zu haben (scheine)“.

*Vagt* erörtert Strategien, die diesem Übel beikommen sollen, angefangen bei den Vorschlägen der Studienkommission für die Reform des öffentlichen Dienstrechts und endend bei einer Privatisierung des Gesamtunternehmens. Aber, und das ist ein Mangel seiner Überlegungen, über Durchsetzungsbedingungen und Durchsetzungschancen verliert er explizit kaum ein Wort; die ökonomischen Theorien der Demokratie und Bürokratie nimmt er nicht zur Kenntnis. Dabei sind sie es, aus denen sich die Vergeblichkeit aller bisherigen Reformbemühungen in der Hauptsache doch erklärt, und zwar unabhängig von der jeweiligen politischen Kräfteverteilung. Der parteiübergreifende Erklärungsanspruch ist ja wohl das verhängnisvollste Element in der Konsequenz dieser Theorien; die Empirie widerspricht zumindest nicht der These, daß es insofern keinen Unterschied macht, ob das eine Parteiprogramm ein flammendes Bekenntnis zur Marktwirtschaft enthält und das andere mehr oder weniger noch der Vorstellung huldigt, Leistungserstellung in öffentlicher Trägerschaft sei im Vergleich zu privatwirtschaftlichen Aktivitäten eine höhere – und nicht schlechthin nur eine andere – Form der Teilhabe am Produktionsprozeß. (Ein zeitgeschichtlicher Hinweis: auch Margaret Thatchers erster Abfall von der reinen Lehre Milton Friedmans bestand in Wohltaten für Großbritanniens öffentlichen Dienst!).