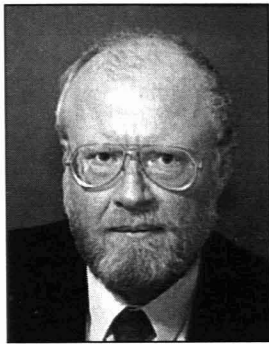
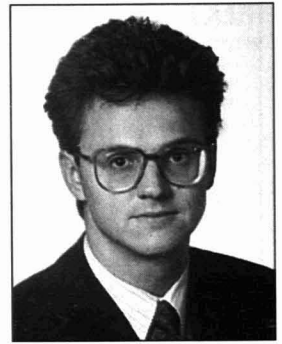


Erweiterte Wirtschaftlichkeitsrechnung bei der Auswahl von CIM-Systemen



Dieter BIBERSCHICK, a.o. Univ.-Prof., Dipl.-Ing., Dr. techn., Jahrgang 1938. Studium Maschinenbau/Betriebswissenschaften an der TU Wien. Graduierung 1962, Promotion 1966, Habilitation 1975. Seit 1980 Extraordinarius und Leiter der Abteilung Betriebstechnik am Institut für Betriebswissenschaften der TU Wien.

Gerald WEISE, Dipl.-Ing., Dr. techn., Jahrgang 1963. Studium Maschinenbau/Betriebswissenschaften an der TU Wien. Graduierung 1988, Promotion 1990. Seit April 1988 Universitätsassistent am Institut für Betriebswissenschaften, Abteilung Betriebstechnik an der TU Wien.



CIM-Systeme mögen für den Praxiseinsatz reif sein, realisiert werden sie jedoch nur dann, wenn ein erfolgreicher Wirtschaftlichkeitsnachweis erbracht wird. Ein neuer Bewertungsansatz, der sich für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung von CIM-Systemen eignet und angewendet werden kann, wenn darüber zu entscheiden ist, ob ein System (bzw. welches) für eine rechnerunterstützte Fabrik eingeführt werden soll, ist in einem PC-Softwareprogramm „CIM-ÖKO“ enthalten. Das Rechenmodell ist für Betriebe gedacht, die den Schritt zu CIM wagen oder in nächster Zukunft dazu bereit wären, aber noch zögern, weil ihnen der Wirtschaftlichkeitsnachweis fehlt.

1. Einleitung

Die industrielle Fertigung ist im sich wandelnden Markt dauernden strukturellen Änderungen unterworfen. Die Ursachen liegen in den innovationsbedingt immer kürzer werdenden Produktlebenszyklen und in der zunehmenden Variantenvielfalt bei stark schwankenden Losgrößen. Zudem sind die Produktionsbetriebe infolge ständig wachsender Konkurrenz starkem Termin- und Kostendruck ausgesetzt.

Die wirtschaftliche Fertigung von kleinen Losgrößen erfordert einerseits die flexible Gestaltung des Fertigungsprozesses, andererseits die optimale Nutzung der Kapazitäten durch Minimierung der Stillstands- und Nebenzeiten. Durch die Durchlaufzeitverkürzung verkleinert sich das Umlaufkapital, wodurch Kapital für Änderungen der Technologie frei wird. Dabei sind neben Rationalisierung der bestehenden Fertigung, hauptsächlich Erhöhung der Flexibilität, Verkürzung der Informationszeiten (Erhöhung der Integration), Abbau von Routinearbei-

ten, beständige Produktqualität und bessere Transparenz die Zielsetzungen.

Durch die Erhöhung der Flexibilität wird ein schnelleres Reagieren auf Kosten- und Marktsituationen, schnelleres Umsteigen auf neue Produkte bei beständiger Qualität in kleinen Losen erwartet, was wiederum eine Steigerung des Wettbewerbsvorteiles bewirkt.

Schwierigkeiten ergeben sich nun beim Versuch, diese Zielsetzungen in einem Wirtschaftlichkeitsnachweis zu berücksichtigen. So wird bei den herkömmlichen Wirtschaftlichkeitsrechnungen versucht, eindeutige Rechengrößen (Kosten- bzw. Nutzengrößen) in die Rechnung miteinzubeziehen, um einen Systemvergleich vornehmen zu können. Auffällig ist dabei, daß die Kostengrößen eindeutig zurechenbar sind, aber die Nutzengrößen genauer analysiert werden müssen. Beim Nutzen unterscheidet man zwischen quantitativen und qualitativen Nutzenfaktoren, die ihrerseits unmittelbar und/oder mittelbar monetär quantifizier-

bare Vorteile bzw. unmittelbar nicht monetär quantifizierbare Vorteile versprechen[1]. In Abb. 1 wird die Unterscheidung der Nutzenfaktoren nach der monetären Bewertbarkeit zusammengestellt[2].

NUTZEN-FAKTOREN	Quantitative Faktoren	Qualitative Faktoren
monetär	- Lagerbestand - Durchlaufzeit - Fertigungszeit - Auslastung - Administr.-zeit (Produktivität) - Prüfkosten - Inform.-gehalt - Personalkosten	- Wettbewerbsvorteil (Termintreue, Dokumentation, Kundenwunsch, Fehlerkosten) - Integrationsvorteil
nicht monetär	- Qualität	- Transparenz - Flexibilität - Produkthafttrisiko - Image

Abb. 1: Einteilung der Nutzenfaktoren

SCHÜTZEN WIR -



UMWELTVERTRÄGLICHE BÜROARTIKEL AUS
100% ÖSTERREICHISCHEM ALTPAPIER.

BRIEFORDNER, RINGMAPPEN, ARCHITEKTENMAPPEN A1-A4,
ZEITSCHRIFTENSAMMLER, ABLAGEBEHÄLTER,
SONDERANFERTIGUNGEN AUCH MIT SIEBDRUCK.

BEZUGSQUELLENACHWEIS: DIREKT BEIM ERZEUGER-
SPEZIALPAPPENFABRIK ROSEGG R. TIPPLER GESMBH.
8191 KOGLHOF, TEL.: 03175/2213, FAX: 03175/221329



- UNSERE UMWELT

NUTZEN-FAKTOREN	Quantitative Faktoren	Qualitative Faktoren
monetär	Kosten/Nutzen-Analyse	
	- statische Investitionsrechenverfahren - dynamische Investitionsrechenverfahren	
nicht monetär	- gewichtete Faktorenanalyse - Nutzwertanalyse	

Abb. 2: Rechen- und Bewertungsverfahren zu Abb. 1

Allgemein verwendet man zur Auswahl von Systemen nach wirtschaftlichen und beliebigen Kriterien Rechen- und Bewertungsverfahren wie sie in Abb. 2 in Analogie zur zu Abb. 1 gehörigen Einteilung ersichtlich sind[2].

Rechenverfahren werden zur quantitativen Beurteilung von alternativen Systemen bei Investitionen auf Basis wirtschaftlicher Kriterien verwendet. Zu den Rechenverfahren zählen statische und dynamische Verfahren sowie die Kosten/Nutzen-Analyse.

Bewertungsverfahren werden isoliert zusätzlich zur Beurteilung von alternativen Systemen – bei Berücksichtigung qualitativer Faktoren – verwendet.

Die Zweigleisigkeit von Rechnung und Bewertung tritt im Falle von CIM-Projekten besonders deutlich hervor: Einerseits berücksichtigt die konventionelle Wirtschaftlichkeitsrechnung – egal, ob „statisch“ oder „dynamisch“ – hauptsächlich die möglichen Personalkosteneinsparungen und andererseits werden nicht direkt monetär quantifizierbare Vorteile meist durch eine Punktebewertung erfaßt. Nun würden aber gerade die äußerst kapitalintensiven CIM-Systeme vor einer Entscheidung zu ihrer Einführung in der Praxis eine fundierte Entscheidungsvorbereitung benötigen. Aus der praktischen Einsicht, daß Entscheidungsträger in den Unternehmen in der Regel dazu neigen, monetäre Gesichtspunkte bei ihren Entscheidungen zu bevorzugen, entstand ein Rechenmodell zur Quantifizierung von Merkmalen, die in eine konventionelle Wirtschaftlichkeits-

rechnung nicht eingegangen wären.

2. Modellbeschreibung

Für jeden Teilbereich von CIM (CAD/CAP, CAM, CAQ, PPS) ist der Ablauf der Nutzenermittlung von CIM in Abb. 3 dargestellt. Der linke Ast beeinflusst die Ermittlung der quantitativen Nutzengrößen, während der rechte die qualitativen berücksichtigt. Die Teilbereiche CAD/CAP, CAQ und PPS basieren auf beiden Ästen

der Modelldarstellung, hingegen gilt für den Teilbereich CAM nur der linke Ast. Dies liegt darin begründet, daß dem Teilbereich CAM keine qualitativ monetären Nutzenvorteile mit Außenwirkungen (Wettbewerbsvorteile zugeschrieben werden und qualitative monetäre Nutzenvorteile mit Innenwirkung (Einsparungen, insbesondere durch die Integration) schon bei den Schnittstellen in anderen Teilbereichen berücksichtigt worden sind.

Für jeden Teilbereich von CIM müssen Ziele gesetzt werden, die man einerseits direkt monetär quantifizieren und andererseits indirekt nur sehr vage monetär quantifizieren kann. Im Modell wird versucht, über Rationalisierungspotentiale den Einfluß der quantitativen und im besonderen der qualitativen Nutzengrößen, bezogen auf den Umsatz (bzw. Gewinn) des Unternehmens, zu ermitteln. Die Nut-

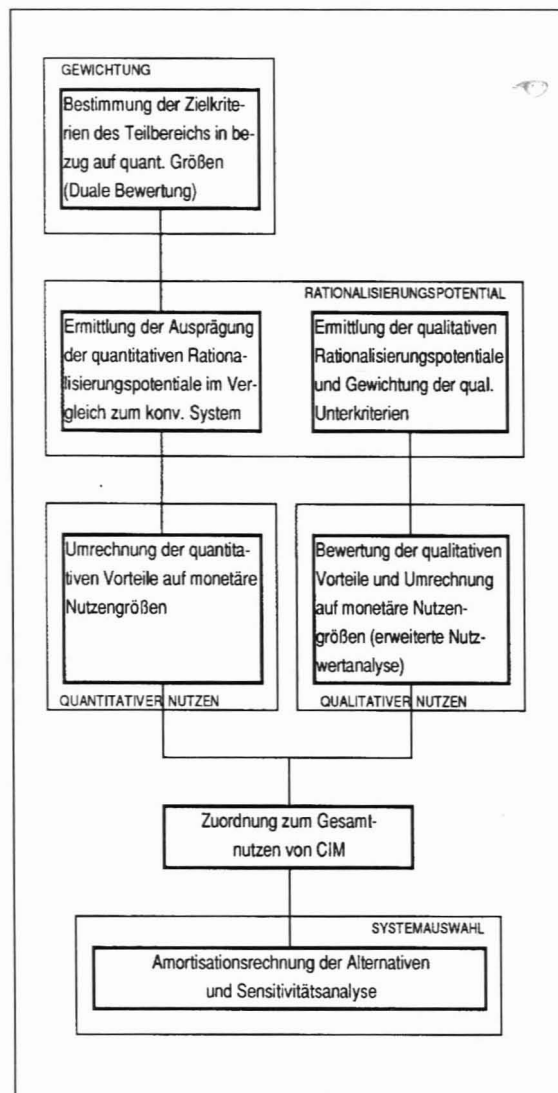


Abb. 3: Ablauf der Nutzenermittlung von CIM

zenpotentiale werden dabei nach objektiven (Zeit- und Mengenanteile) und subjektiven (genauere, schnellere und bessere Informationen) Fragestellungen getrennt ermittelt und gemeinsam für die Wirtschaftlichkeitsrechnung verwendet.

Nach der Ermittlung des Gesamtnutzens der Teilbereiche und Zuordnung zum Gesamtnutzen wird im Programm eine Amortisationsdauer der Alternativen nach Eingabe der erforderlichen Aufwendungen bestimmt.

3. Ermittlung der monetären quantitativen Nutzengrößen (Abb. 4)

1. Es wird bei jeder Projektstudie dem Unternehmer die Möglichkeit geboten, seine individuellen Präferenzen G_1, \dots, G_k (Gewichtung der quantitativen Zielkriterien, erster Vorgehensschritt) festzu-



legen. Durch Einbeziehung eines Dämpfungsfaktors ≤ 1 soll auch eine pessimistische Haltung gegenüber den zur Ermittlung der Rationalisierungspotentiale (ungefähre Abschätzung der Größenordnung) verwendeten unsicheren Daten berücksichtigt werden. Weiters wird versucht, den Umstand zu berücksichtigen, daß bei der angestrebten Verfolgung der Zielkriterien der prognostizierte Effekt im Unternehmen nicht ganz eintreten wird, da sich Ziele gegenseitig beeinflussen und die einzelnen Mitarbeiter unterschiedliche Gesichtspunkte berücksichtigen.

2. Die Ermittlungen der Ausprägungen z.B. $X_{10} \dots X_{m2}$ je Rationalisierungspotential i erfolgen durch Quantifizierung von Fragestellungen z.B. $F_1 \dots F_m$, die auf Zeitaufwandabschätzungen der konventionellen Alternative samt Abschätzungen der Reduzierungen mit anderen Systemen (CIM-System 1, CIM-System 2) basieren. Bei den angegebenen Rationalisierungspotentialen, die bei der Ermittlung der monetären Nutzengrößen den Zielkriterien (quantitativ als auch qualitativ) zugeordnet werden, erscheint im EDV-Programm je Potential eine eigene Matrix auf einer Bildschirmmaske, wobei der Anwender bei jeder Fragestellung zur Alternative eine zugehörige Ausprägung zuweisen kann.

3. Monetäre Ersparnisse einer quantitativen Nutzengröße z.B. $EW_{q0} \dots EW_{r2}$ ergeben sich bei Umrechnungen der Ausprägungen der Fragestellungen bei Rationalisierungspotentialen mit oder ohne Berücksichtigung von Dämpfungsfaktoren mit Hilfe der allgemeinen Unternehmensdaten (Stammdaten). Diese Ersparnisse setzen sich zum einen aus Personalkosteneinsparungen und zum anderen aus Zinseinsparnissen zusammen. Diese Umrechnung erfolgt automatisch im EDV-Programm, wobei dem Anwender die Möglichkeit geboten wird, die Zinseinsparnisse auf Basis Eigenkapital oder Fremdkapital zu ermitteln, und liefert als Ergebnis eine Matrix der monetären quantitativen Nutzengröße.

4. Der vierte Vorgehensschritt erfolgt ebenfalls automatisch im EDV-Programm, wobei die Summe der monetären quantitativen Nutzengrößen dem Gesamtnutzen von CIM zugeordnet wird.

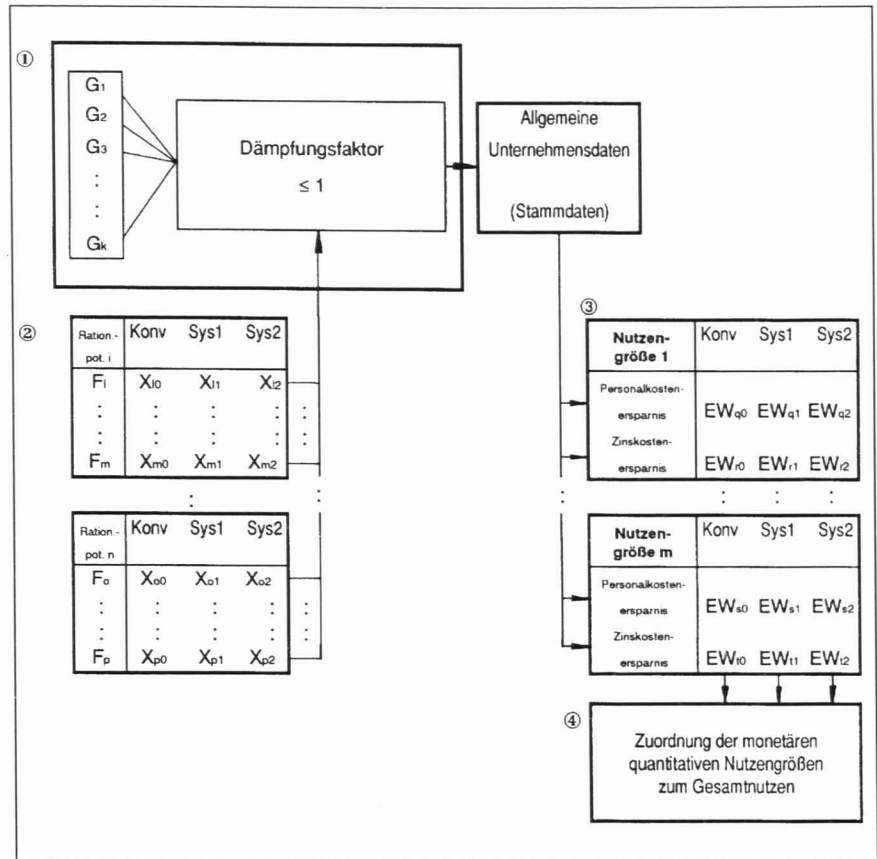


Abb. 4:

4. Ermittlung der monetären qualitativen Nutzengrößen (Abb. 5)

1. Die Gewichtung der Unterkriterien z.B. $G_u \dots G_v$ erfolgt durch Vergabe von Prozentpunkten bei der Ermittlung der Rationalisierungspotentiale.

2. Anhand der Fragestellungen z.B. $F_u \dots F_v$ bei der Ermittlung der Rationalisierungspotentiale werden die Ausprägungen $X_{u0} \dots X_{v2}$ der qualitativen Unterkriterien abgeschätzt, wobei die relativen Beziehungen der verschiedenen Alternativen in Betracht zu ziehen sind.

3. Der Ergebnisausdruck dieser Matrix stützt sich auf die Anwendung der Nutzwertanalyse nach ZANGEMEISTER[3], wobei nach Umrechnung der Ausprägungen der Unterkriterien auf relative Prozentpunkte (Nor-

mierung) z.B. $NX_{u0} \dots NX_{v2}$ der Alternativen, und unter anschließender Berücksichtigung der Gewichtung dieser, die Ausprägungen der Hauptkriterien je Alternative z.B. $NWX_{a0} \dots NWX_{a2}$ errechnet werden.

4. Nachdem eine qualitative Nutzengröße von mehreren Hauptkriterien abhängig ist, werden die Kriterien einer weiteren Gewichtung unterzogen, wobei der Anwender mit der

SCHÜTZEN WIR -



UMWELTVERTRÄGLICHE BÜROARTIKEL AUS 100% ÖSTERREICHISCHEM ALTPAPIER.

BRIEFORDNER, RINGMAPPEN, ARCHITEKTENMAPPEN A1-A4, ZEITSCHRIFTENSAMMLER, ABLAGEBEHÄLTER, SONDERANFERTIGUNGEN AUCH MIT SIEBDRUCK.

BEZUGSQUELLENACHWEIS: DIREKT BEIM ERZEUGER-SPEZIALPAPPENFABRIK ROSEGG R. TIPPLER GESMBH. 8191 KOGLHOF, TEL.: 03175/2213, FAX: 03175/221329



- UNSERE UMWELT

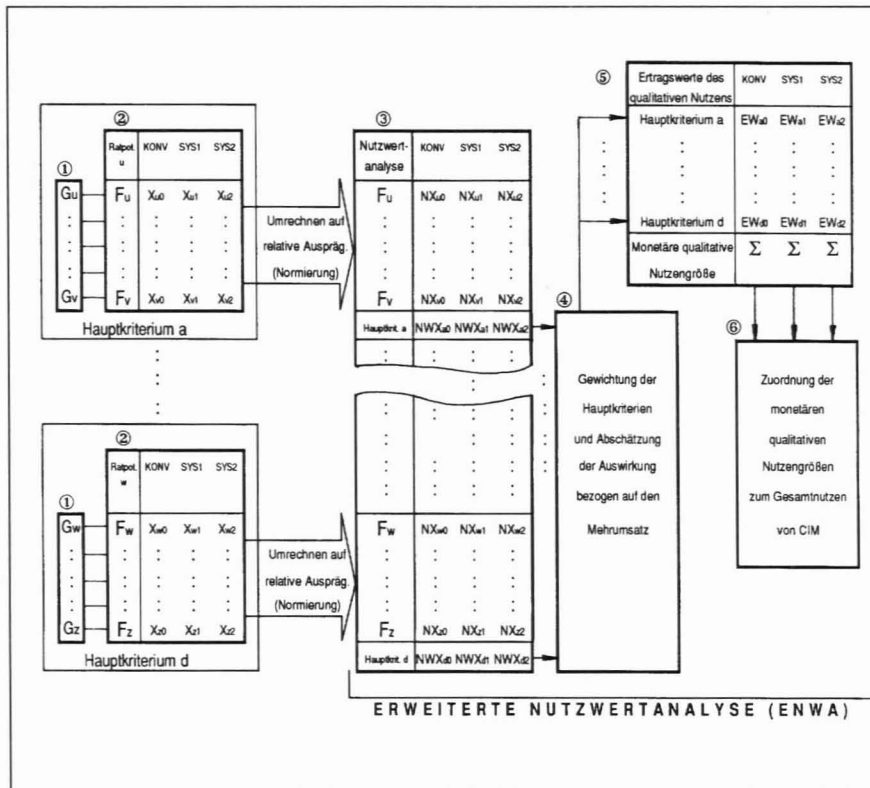


Abb. 5: Grundmodell zur Ermittlung der monetären qualitativen Nutzengrößen

Modell (EDV-Programm) eingegeben werden kann.

Wenn auch die Annahmen und Schätzungen bei diesen Bewertungen ungenau sind, so zwingt doch der Bewertungsprozeß und das strukturierte Verfahren zu einem systematischen Durchdenken und zu innerbetrieblichen Abstimmungsverfahren, das an sich, auch ohne zu detaillierte Rechenergebnisse, den Prozeß der Entscheidungsfindung verbessert.

Gegenüber Rechenmethoden haben Schätzverfahren zwar den Nachteil, daß die subjektive Einstellung des einzelnen die Ergebnisse der Bewertung verfälscht, doch ist dies einem völligen Außer-acht-lassen der qualitativen Vorteile mit Sicherheit vorzuziehen („Nullbewertung“). Zudem gilt das Prinzip der Fehlerkompensation im Falle der getrennten Schätzung vieler Einzelkomponenten sicher auch dann, wenn diese Schätzungen quantitative Auswirkungen betreffen.

6. Zusammenfassung

Der neue Ansatz einer erweiterten Wirtschaftlichkeitsrechnung stützt sich im Kern auf die Umrechnung quantitativer und qualitativer Vorteile auf monetäre Nutzengrößen. Die neue Erkenntnis liegt in der monetären Schätzung der Einzelnutzen. Ausgehend von den allgemeinen Unternehmensdaten und den Zielsetzungen (duale Gewichtung) erfolgt die Ermittlung der Rationalisierungspotentiale getrennt nach den einzelnen CIM-Komponenten (CAD/CAP, CAM, CAQ, PPS). Die eigentliche Errechnung quantitativer und qualitativer Vorteile bildet die Basis für die abschließende Amortisationsrechnung, die nach monetärer Einbeziehung vieler durch die Integration entstehender Nutzengrößen auch für kaufmännische Entscheidungsträger ein besseres Argument zur Beantwortung der Frage nach der Wirtschaftlichkeit von CIM sein sollte.

Literatur:

- [1] WEISE, G.: Erweiterte Wirtschaftlichkeitsrechnung bei der Auswahl von CIM-Systemen. TU Wien, Fakultät Maschinenbau, Dissertation, 1990.
- [2] BIBERSCHICK, D.; MAYYAS, K.; WEISE, G.: PPS-Basislehrgang. Skriptum zum „CAM-Organisator“. Wien: WIFI 1990.
- [3] ZANGENMEISTER, CH.: Nutzwertanalyse in der Systemtechnik. Eine Methode zur multidimensionalen Bewertung und Auswahl von Projektalternativen. München: Wittemannsche Buchhandlung 1970.

Gewichtung seine individuellen Präferenzen ausdrücken kann. Gemeinsam mit der Gewichtung der Hauptkriterien erfolgt die Abschätzung des Mehrumsatzes (bzw. die erwarteten Einsparungen in bezug auf den Jahresumsatz). Der Grundgedanke der erweiterten Nutzwertanalyse stützt sich auf die Abschätzung der monetären Auswirkungen der Hauptkriterien und die Umrechnung auf monetäre qualitative Ertragswerte z.B. $EW_{a0} \dots EW_{a2}$.

5. Im Ergebnisausdruck dieser Matrix werden die monetären qualitativen Ertragswerte z.B. $EW_{a0} \dots EW_{a2}$ unter Berücksichtigung der Gewichtung der Hauptkriterien und Abschätzung der monetären Auswirkung vom EDV-Programm automatisch errechnet und übersichtlich nach Hauptkriterien dargestellt. Die Summe der Ertragswerte aller Hauptkriterien einer Alternative ergibt die monetäre qualitative Nutzengröße.

6. Die monetären Nutzengrößen (als Σ bei jeder Alternative bei 5. ersichtlich) der qualitativen Einflußfaktoren werden dem Gesamtnutzen der alternativen CIM-Systeme zugeordnet.

Die so erweiterte Nutzwertanalyse (ENWA) berücksichtigt den Einfluß subjektiver Wertsysteme unterschiedlicher Kriterien des Entscheidungsträ-

gers, die jeweils auf eine rechenbare Dimension (Geldeinheit) transformiert werden.

5. Durchführung

Bei umfangreichen und komplexen Projektstudien ist es natürlich denkbar, daß die Sachkenntnis einer einzelnen Person nicht ausreicht, um die Alternativen bezüglich aller relevanten Kriterien beurteilen zu können. In solchen Situationen hat sich ein Bewertungskollektiv durch Diskussion in der Gruppe bewährt, um so zu einem gemeinsamen, verbindlichen Urteil zu kommen und das Risiko einzuschränken. Es ist darauf zu achten, daß einerseits die Personen aus verschiedenen Fachbereichen bzw. unter Umständen auch in bestimmten Fragestellungen aus einer Abteilung stammen und andererseits unterschiedliche hierarchische Stellungen im Betrieb miteinbezogen werden. Dabei ist vollkommen klar, daß die Projekt-Mitglieder unterschiedliche Meinungen und Argumente hervorbringen, weil sie über divergierendes Wissen verfügen. Die Mitglieder sind aber anzuhalten, eine Diskussion zu führen und die Argumente sachlich vorzutragen, sodaß anschließend die Meinung der ganzen Gruppe als Ergebnis (dementsprechender Eingabewert) in das