

**Ökobilanzen - Umweltorientierte
Informations- und Bewertungsinstrumente**

Stand der Diskussion

M. Kaimer ♦ D. Schade

Nr. 4 / März 1994

Arbeitsbericht

ISBN 3-930241-04-8
ISSN 0945-9553

***Akademie für Technikfolgenabschätzung
in Baden-Württemberg***

Industriestr. 5, 70565 Stuttgart
Tel.: 0711/9063 - 0, Fax: 0711/9063 - 299

Die *Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg* gibt in loser Folge ausgewählte Zwischen- und Abschlußberichte von durchgeführten Forschungsprojekten als *Arbeitsberichte der Akademie* heraus. Diese Reihe hat das Ziel, der jeweils interessierten Fachöffentlichkeit und dem breiten Publikum Gelegenheit zu kritischer Würdigung und Begleitung der Arbeit der Akademie zu geben. Anregungen und Kommentare zu den publizierten Arbeiten sind deshalb jederzeit willkommen. Durch die Umwandlung ins PDF-Format verschieben sich Seitenzahlen. Die gedruckte Fassung ist die maßgebliche Zitierfassung.

Kurzfassung

Beim Umgang mit Ökobilanzen ist, gemäß ihrer Zielsetzung, zwischen produktbezogenen Ökobilanzen und betrieblichen Ökobilanzen zu unterscheiden. Sie stellen umweltorientierte Informations- und Bewertungsinstrumente für den öffentlichen Bereich bzw. für die betriebliche Entscheidungsvorbereitung dar.

Im öffentlichen Bereich steht der Vergleich von Produkten im Vordergrund. Dazu müssen die Stoff- und Energieumsätze, einschließlich der Umweltwirkungen, über den gesamten Lebensweg des Produktes, von der Rohstoffgewinnung, über Herstellung und Gebrauch des Produktes, bis hin zur Entsorgung, bekannt sein. Außerdem müssen Konventionen und Regeln zur Aufstellung, Aggregation und Bewertung dieser Umweltinformationen existieren, um den Vergleich glaubhaft, transparent und nachvollziehbar gestalten zu können. Für eine derartige allgemein akzeptierte Ökobilanz fehlen derzeit noch wichtige methodische Konventionen, insbesondere hinsichtlich der Systemabgrenzung, Datenbeschaffung, Aggregation und Bewertung.

Im betrieblichen Bereich steht weniger das Produkt, sondern vielmehr der Prozeß und der Betrieb im Vordergrund. Hier interessiert primär nicht der Vergleich von Produkten sondern das Aufspüren von ökologischen Schwachstellen und die daraus abzuleitende Vorbereitung umweltorientierter Entscheidungen im Betrieb. Zweckmäßigerweise wird dazu die betriebliche Ökobilanz in ein Öko-Controlling- bzw. Umwelt-Audit-System eingebunden. Für diesen Zweck genügen relativ einfache Regeln und Konventionen für das methodische Vorgehen, die auch für mittlere und kleinere Unternehmen geeignet sein sollten. Die weitere Entwicklung wird hier in nächster Zeit wohl wesentlich von der EG-Öko-Audit-Verordnung beeinflusst werden.

Summary

In dealing with eco-balances - according to their objectives - it must be distinguished between life-cycle-assessment and internal company eco-balances. For the public or for the preparation of decisions in the business community eco-balances represent environmentally orientated instruments of information and evaluation to the public.

In the public/public services, the comparison of products is given priority. Therefore, it is necessary to know about material and energy accounts including environmental effects during the complete life-cycle of the product - starting off with the recovery of raw materials followed by production, use and disposal of the products. Additionally conventions and regulations concerning listing, aggregation and evaluation of this environmental information are obligatory to make the comparison plausible, clear and comprehensible. Such generally accepted eco-balances lack important methodological conventions, especially regarding the separation of system boundaries, obtaining of data, aggregation and evaluation.

In the business community, production-cycle and company policy are much more important than the product. It is less the comparison of products which is of primary interest but much more the finding of ecological weak points and the following preparation of environmental internal company decisions. Therefore the internal company eco-balance will be integrated into an eco-controlling or environmental auditing system. For this purpose simple regulations and conventions which should be suitable even to medium-sized and smaller companies are sufficient for the methodical production-cycle. Further developments will be essentially influenced by the eco-audit of the European Community.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Ökobilanzen - Umweltorientierte Informations- und Bewertungsinstrumente	
2.1. Nationale und internationale Initiativen.....	3
2.2. Bausteine für ein Standardmodell Ökobilanzen.....	5
2.3. Grundsätze und Probleme	9
2.4. Ökobilanz als betriebliches Umweltinformationsinstrument.....	15
2.5. Betriebliche Anwendungen.....	19
3. Ökobilanzen - Begriff und Konzept	
3.1. Ökologische Buchhaltung	24
3.2. Ökobilanz des Schweizer Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL).....	29
3.3. Produktlinienanalyse des Öko-Instituts.....	36
3.4. Ökobilanz bzw. Stoff- und Energiebilanz und Öko-Controlling des Instituts für Ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)	41
3.5. Ganzheitliche Bilanzierung des Instituts für Kunststoffprüfung und Kunststoffkunde (IKP) der Universität Stuttgart.....	46
3.6. Lebenswegbilanzen der Projektgemeinschaft Lebenswegbilanzen	51
3.7. Ökobilanz des Umweltbundesamtes (UBA)	56
3.8. Umwelt-Audit und EG-Öko-Audit.....	60
4. Andere Instrumente zur betrieblichen Entscheidungsvorbereitung	
4.1. Erweiterte Wirtschaftlichkeitsrechnung.....	65
4.2. Vier-Ebenen-Modell.....	66
4.3. Humanvermögensrechnung.....	68
4.4. Sozialbilanz	69
4.5. Wertanalyse.....	71
4.6. Qualitätsmanagement.....	73
5. Zusammenfassung	77

6. Literatur 82

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

BSB	Biologischer Sauerstoffbedarf
CO	Kohlenmonoxid
CO ₂	Kohlendioxid
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
DIN	Deutsches Institut für Normung / Deutsche Industrie-Norm
DOC	Dissolved Organic Carbon
H ₂ S	Schwefelwasserstoff
HCl	Chlorwasserstoff
IÖW	Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung
ISO	International Standard Organization
LCA	Life-Cycle Assessment
LfU	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration
MIK	Maximale Immissionskonzentration
NO _x	Stickoxide (z.B. Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid)
PE	Polyethylen
PET	Polyethylenterephthalat bzw. Polyester
PLA	Produktlinienanalyse
PP	Polypropylen
PS	Polystyrol
PVC	Polyvinylchlorid
SETAC	Society of Environmental Toxicology and Chemistry
SO ₂	Schwefeldioxid
TA	Technikfolgenabschätzung
TQM	Total Quality Management
UBA	Umweltbundesamt
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung

1. Einleitung

Die lokalen und globalen Auswirkungen der Industriegesellschaft auf die Umwelt haben den Umweltschutz schon seit geraumer Zeit zu einem wesentlichen Ziel privaten wie staatlichen Handelns werden lassen.

Zunächst standen Korrekturmaßnahmen im Vordergrund, die Umweltbelastungen durch die vorhandenen Produktionsprozesse oder Produkte vermindern sollen. Diese Maßnahmen zielten überwiegend auf die Begrenzung der zulässigen Emissionen einzelner Schadstoffe und haben zu merklichen Erfolgen geführt. Sie haben aber auch deutlich werden lassen, daß für einen wirkungsvollen Umweltschutz ganzheitliche Betrachtungen der jeweiligen Prozesse und Produkte erforderlich sind, die der Komplexität der Umweltauswirkungen Rechnung tragen und Abwägungsprozesse bei der Planung von Maßnahmen unterstützen und begründen. Dies gilt insbesondere dann, wenn Umweltschutz nicht nur nachträglich korrigierend verwirklicht wird, sondern bereits in die Entwicklung neuer Prozesse oder Produkte einfließen soll.

Ganzheitliche Betrachtungen in diesem Sinne können sich an Produkten orientieren und umfassen dann die Umweltauswirkungen dieser Produkte von der Rohstoffgewinnung über Produktion und Nutzung bis hin zur Entsorgung und Endlagerung der nicht mehr verwertbaren Abfälle. Sie können sich auch auf Betriebe und Anlagen oder Prozesse beziehen und erfassen dann deren Auswirkungen auf die lokale oder auch gesamte Umwelt.

Die Umsetzung derartiger ganzheitlicher Betrachtungen bzw. Bewertungen von Umweltwirkungen führt zu erheblichen praktischen Problemen. So ist es z.B. in der Regel kaum möglich, wirklich ganzheitlich vorzugehen. Die erforderlichen Daten liegen im allgemeinen unvollständig oder nicht ausreichend verlässlich vor und die Abwägung von Maßnahmen erfordert eine relative Bewertung unterschiedlicher Umweltauswirkungen, die ohne allgemein akzeptierte Vorgaben oder Konventionen nicht möglich ist.

Vor diesem Hintergrund wurden in den letzten Jahren eine Vielzahl von Konzepten entworfen und teilweise erprobt, die mit unterschiedlicher Zielsetzung versuchen, eine praktikable Umsetzung des richtigen Ansatzes einer ganzheitlichen Bewertung zu erreichen. Instrumente wie Ökologische Buchhaltung, Ökobilanz, Stoff- und Energiebilanz, Lebenswegbilanz (Life-Cycle Assessment), Ganzheitliche Bilanzierung, Umweltverträglichkeitsprüfung, Produktfolgenabschätzung, Produktlinienanalyse, Öko-Controlling, Öko-Audit etc. sind Ausdruck dieser Entwicklung.

Der vorliegende Arbeitsbericht der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg hat das Ziel, die wichtigsten Typen der derzeit diskutierten ganzheitlichen Bewertungskonzepte darzustellen und damit eine Übersicht über den aktuellen Stand der Ökobilanz-Diskussion zu vermitteln.

Der Bericht beruht auf einer Auswertung des in Büchern, Fachzeitschriften, Forschungs- und Tagungsberichten vermittelten Wissensstandes. Dabei war es nicht das Ziel, eine vollständige Erfassung der umfangreichen Literatur zu diesem Thema anzustreben.

Die Verwendung ganzheitlicher Instrumente in Unternehmen als Hilfsmittel zur Erreichung einer umweltorientierten Unternehmensführung wirft zusätzlich die Frage auf, wie derartige, umweltbezogene Sichtweisen in das Management insgesamt integriert werden sollen. Im Bereich von Unternehmensführung und -planung entwickelten sich in letzter Zeit ebenfalls ganzheitliche - allerdings nicht primär umweltorientierte - Instrumente, die methodisch den umweltorientierten Konzepten nahestehen und die mit diesen im Unternehmen zusammengeführt werden müssen, wenn eine ganzheitliche Unternehmenspolitik erreicht werden soll.

Der vorliegende Arbeitsbericht stellt daher im vierten Kapitel auch einige wichtige ganzheitliche Instrumente zur betrieblichen Entscheidungsvorbereitung vor, die im Umfeld des Forschungsprogramms "Humanisierung des Arbeitslebens" und im Zuge der betrieblichen Qualitätsbemühungen entstanden.

2. Ökobilanzen - Umweltorientierte Informations- und Bewertungsinstrumente

2.1. Nationale und internationale Initiativen

Mit dem Thema Ökobilanzen beschäftigen sich eine Vielzahl von Initiativen auf nationaler und internationaler Ebene. Dazu zählen auf nationaler Ebene die Enquête-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" des Deutschen Bundestages, das Deutsche Institut für Normung (DIN), das Umweltbundesamt (UBA), die Landesanstalt für Umweltschutz Baden Württemberg (LfU), verschiedene Verbände und Institute.

Auf internationaler Ebene wären die International Standard Organization (ISO), die Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) und das European Centre for Plastics in the Environment (PWMI) zu nennen. Der Übersichtlichkeit halber seien nachfolgend nur einige wichtige Initiativen ausführlicher behandelt.

Auf nationaler Ebene ist zuerst die Enquête-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" des Deutschen Bundestages zu nennen, die im März 1992 ihre Arbeit aufnahm. Im September 1993 hat sie ihren Zwischenbericht "Verantwortung für die Zukunft - Wege zum nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen" vorgelegt. [1]**Die zitierte Literatur ist im Text in eckigen Klammern fortlaufend durchnummeriert. Mehrfach auftretende Ziffern weisen darDer im Oktober 1992 gegründete Normenausschuß "Grundlagen des Umweltschutzes" am Deutschen Institut für Normung (DIN/NAGUS) beschäftigt sich mit der fachgebietsübergreifenden Normung auf den Gebieten Terminologie, Umweltmanagement und Ökobilanzen. Der Arbeitsausschuß 3 "Produkt-Ökobilanzen" hat im Oktober 1993 ein Arbeitspapier "Grundsätze produktbezogener Ökobilanzen" herausgegeben. Der Arbeitsausschuß 3 bildet zugleich die Schnittstelle zur internationalen Initiative der ISO/SAGE, da er als nationaler Spiegelausschuß autorisiert ist, die deutschen Interessen im Sub-Committee 5 "Life-Cycle Assessment (LCA)" zu vertreten. [2]Das Umweltbundesamt (UBA) ist an beiden oben erwähnten Initiativen beteiligt. Außerdem fördert das UBA zusammen mit dem Bundesumweltministerium die Koordinierungsstelle Umweltschutz im Deutschen Institut für Normung (DIN), die die nationalen Spiegelausschüsse koordiniert. Das Umweltbundesamt hat den Vorsitz im Spiegelausschuß "Life-Cycle Assessment/Produkt-Ökobilanzen". Außerdem existiert

*Die zitierte Literatur ist im Text in eckigen Klammern fortlaufend durchnummeriert. Mehrfach auftretende Ziffern weisen darauf hin, daß die Literatur bereits an früherer Stelle zitiert wurde.

innerhalb des UBA eine Arbeitsgruppe Ökobilanzen, die im Juli 1992 einen Sachstandsbericht "Ökobilanzen für Produkte" veröffentlicht hat. [3]

Die Landesanstalt für Umweltschutz Baden Württemberg (LfU) hat im Oktober 1992 das Modellvorhaben "Ökobilanz/Öko-Controlling für metallverarbeitende Betriebe" gestartet. Projektbeteiligte sind neben der LfU, die Firma J. M. Voith und der TÜV Südwest, die von Herrn Dr. Wagner (Uni Augsburg) wissenschaftlich beraten werden. Im Juli 1993 wurde der erste Zwischenbericht vorgelegt. [4]

Auf internationaler Ebene ist die obengenannte ISO/SAGE-Initiative zu erwähnen. Bereits im August 1991 wurde von der International Standard Organization (ISO TC 207) eine Strategic Advisory Group on Environment (SAGE) eingerichtet, die sich im Sub-Committee 5 "Life-Cycle Assessment" mit der Standardisierung und Normierung von Ökobilanzen beschäftigt. Eine weitere Unterkommission (Sub-Committee 3 "Eco Labelling") arbeitet an Kriterien zur Vergabe eines EG-Umweltzeichens. [5]

Das EG-Umweltzeichen basiert auf einer "Verordnung des Rats über ein gemeinschaftliches System zur Vergabe eines Umweltzeichens" vom März 1992. Diese Verordnung regelt auch, daß unter Federführung einzelner Mitgliedstaaten Vergabekriterien unter Einbezug von Ökobilanzen für folgende Produktgruppen entworfen werden: [3] [6]

- Papierprodukte, Textilien, Isolationsmaterialien (Dänemark)
- Wasch-, Geschirrspül- und Reinigungsmittel (Deutschland)
- Farben und Lacke, Shampoos, Batterien (Frankreich)
- Wasch- und Spülmaschinen, Bodenverbesserer, Lampen, Haarspray (Großbritannien)
- Verpackungsmaterialien, Baustoffe, Kühlschränke (Italien)

Im August 1993 hat die Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) einen "Code of Practice" veröffentlicht, der als Leitfaden für die Erstellung von Ökobilanzen (Life-Cycle Assessment) dienen soll. [7]

Das European Centre for Plastics in the Environment (PWMI) gehört zur Association of Plastic Manufacturers in Europe (APME) und hat sich 1990 zur Aufgabe gestellt, für die wichtigsten thermoplastischen Kunststoffe valide Sachbilanzen zu erstellen. Der erste Projektdurchlauf fand 1993 seinen Abschluß mit der Veröffentlichung von Datensätzen der wichtigsten Thermoplaste (PE, PP, PS) im Verpackungsbereich. [8] [9]

2.2. Bausteine für ein Standardmodell Ökobilanzen

Im wesentlichen hat sich in der Vielzahl der Diskussionen die Erkenntnis durchgesetzt, daß Ergebnisse von Ökobilanzen für umweltorientierte Bewertungen und Entscheidungen auf konsensfähigen und tragfähigen Methoden basieren müssen, zumal die Festlegung des Bilanzraumes und die eigentliche Bewertung nicht auf objektiven, wissenschaftlichen Wahrheiten sondern nur auf Konventionen beruhen werden. Darauf beruht auch die Notwendigkeit im Rahmen einer nationalen und internationalen Zusammenarbeit Leitlinien für eine standardisierte Ökobilanz aufzustellen.

○ Definition:

Ökobilanzen analysieren den gesamten Lebensweg (Produktlinie) eines Produktes (Entnahme und Aufbereitung von Rohstoffen, Herstellung, Distribution und Transport, Gebrauch, Verbrauch und Entsorgung), analysieren die ökologischen Wirkungen und bewerten die längs des Lebensweges auftretenden Stoff- und Energieumsätze und die daraus resultierenden Umweltbelastungen (produktbezogene Ökobilanzen).

Produktlinienanalysen beziehen darüber hinaus auch die sozioökonomischen Wirkungen in die Analyse mit ein. Sie erfassen, analysieren und bewerten auch den Nutzen des Produkts in einer Kosten-Nutzen-Abwägung und werden von einem Forum, bestehend aus den Vertretern der gesellschaftlichen Gruppen, begleitet. [1]○ Ziel:

Ziel einer produktbezogenen Ökobilanz ist es, die mit Produkten, Prozessen und Dienstleistungen in Verbindung stehenden Umweltwirkungen im Rahmen einer Systembetrachtung, unter Verwendung möglichst validierter Daten, über den gesamten Lebensweg zu erfassen, transparent aufzubereiten, die spezifischen Wirkungen abzuschätzen und nachvollziehbar zu bewerten. Das Vorgehen sollte, soweit möglich, wissenschaftlichen Ansprüchen genügen und transparent und nachvollziehbar gestaltet sein. [2]

○ Anwendung:

Ökobilanzen sind ein Hilfsmittel, das als Informations-, Planungs- und Zielverfolgungsinstrument eingesetzt werden kann, um Schwachstellen im Lebensweg der Produkte aufzuzeigen, mögliche Alternativen zu vergleichen und Handlungsempfehlungen zu begründen (Optimierungs- und Vergleichsfunktion). Weitere Ziele sind abhängig von der Art der Anwendung:

- Öffentliche Anwendungen (Staat, Wirtschafts-, Verbraucher-, Umweltverbände, Gewerkschaften, politische Parteien, Wissenschaft):
 - Begründung von umweltpolitischen Zielvorstellungen im produktbezogenen Umweltschutz (abfallpolitische Maßnahmen, Verwendung nachwachsender Rohstoffe)
 - Festsetzung von Abgaben (z.B. CO₂-Abgabe)
 - Vergabe von Umweltzeichen
 - Vergleichendes Instrument für Verbraucher- und Umweltberatung
 - Begründung von verbandspolitischen Forderungen
 - Kommunikationsfunktion bei der Verständigung über gesellschaftlich bedeutsame Fragen des produktbezogenen Umweltschutzes
- Unternehmensbezogene Anwendungen (intern und extern)
 - Informationsinstrument zum Aufzeigen von Schwachstellen
 - Optimierung von Produkten und Prozessen
 - Vorbereitung umweltorientierter, betrieblicher Entscheidungen
 - Produktinformationen, Marketing und Werbung, Umwelt-Audit

○ Abgrenzung:

Die produktbezogenen Ökobilanzen stehen in einem methodischen Zusammenhang mit anderen Methoden und Instrumenten des Umweltschutzes, die ebenfalls unterschiedliche Umweltwirkungen in einer Gesamtbewertung zusammenfassen wollen, z.B. Bewertung chemischer Stoffe, unternehmensbezogene Ökobilanzen (im Rahmen von Öko-Controlling und Öko-Audit), Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), Umweltökonomische Gesamtrechnung (UGR), Bilanzierung der Umweltsituation in ökologisch gefährdeten Räumen (Bilanzierung von räumlichen Einheiten). Trotzdem sollten produktbezogene Ökobilanzen, unter Beachtung sinnvoller Verknüpfungen und methodisch kompatibler Vorgehensweisen, aufgrund der unterschiedlichen Fragestellung nach eigenständigen Verfahren vorgenommen werden.

Ebenso ist eine Abgrenzung der produktbezogenen Ökobilanz, die im wesentlichen der international als "Life-Cycle Assessment (LCA)" bezeichneten ökologischen Bilanzierung entspricht, von umfassenderen Bilanzierungsinstrumenten notwendig. Dies betrifft im wesentlichen Instrumente, wie Produktlinienanalyse, Ganzheitliche Bilanzierung, Technikfolgenabschätzung, sozio-ökologische Gewinn- und Verlustrechnung, die über ökologische Fragestellungen hinaus auch ökonomische, soziale und z.T. entwicklungs- und gesellschaftspolitische Aspekte in eine Gesamtbewertung mit einbeziehen wollen.

[2]○ Methodik:

Forderungen für eine mögliche Standardisierung bzw. Normierung von Ökobilanzen gehen dahin, aufgrund der sehr unterschiedlichen Fragestellungen und Anwendungszwecken keine zu große Detailschärfe anzustreben und keine starren Regeln aufzustellen, sondern sich vor allem an dem Sinn von Ökobilanzen und den bereits erkennbaren Möglichkeiten und Grenzen zu orientieren.

Das nachstehend vorgestellte Standardmodell für Ökobilanzen, das sich aus dem nationalen und internationalen Diskussionsstand ableiten läßt, beruht im wesentlichen auf diesem Gedankengang. [2]

- Zieldefinition (Goal Definition and Scoping):
 - Offenlegung des Erkenntnisinteresses und der Zielgruppen
 - Festlegung der funktionellen Äquivalenz (nutzen- und leistungsbezogene Vergleichseinheit der Bilanzierung)
 - Systembeschreibung, Festlegung des Bilanzraumes und der betrachteten Zeiten sowie der Systemgrenzen bezüglich Sach- und Wirkungsbilanz

- Sachbilanz (Inventory Analysis):
 - Bilanzierung der Stoff- und Energieflüsse einschließlich der Emissionen als Input- und Output-Größen
 - Betrachtung des gesamten Lebensweges der Produkte (Rohstofferschließung und Aufbereitung, Produktion und Weiterverarbeitung, Distribution, Transport, Gebrauchs, Verbrauch, Entsorgung, einschließlich Nutzungsdauer und Recycling)
 - Feststellung der mit dem Lebensweg verbundenen Umweltbeeinflussungen durch Fluß- und/oder Bestandsgrößen (Luft, Wasser-, Bodenbelastungen durch Schadstoffe; Verbrauch an Rohstoffen, Energieträgern, Wasser, Hilfs- und Betriebsstoffen; Flächenverbrauch, Lärm- und Abfallbelastungen)

- Wirkungsbilanz (Impact Assessment)
 - Beschreibung bzw. Abschätzung der in der Sachbilanz erhobenen gleichartigen Fluß- und Bestandsgrößen hinsichtlich ihrer Wirkungen, d.h. mögliche Einflüsse auf ausgewählte globale, regionale und lokale ökologische Wirkungen (z.B. Klimaveränderung, Abbau der Ozonschicht, Eutrophierung, Human- und Ökotoxizität, Ressourcenbeanspruchung)

- Bilanzbewertung (LCA Evaluation)
 - Bewertung der Ergebnisse der Sach- und/oder Wirkungsbilanz auf Grundlage ausführlich dargestellter und nachvollziehbarer Beurteilungsmaßstäbe (Bewertungskriterien). Ziel ist die Gewichtung der einzelnen Umweltbeeinflussungen und -wirkungen in ihrer relativen Bedeutung zueinander, die Identifikation von Schwachstellen und Entwicklungspotentialen im Hinblick auf ökologische Optimierungen, Vorbereitung umweltorientierter Entscheidungen im Kontext ökonomischer und sozialer Faktoren (die aber kein Teil der Ökobilanz sind).

Im "Code of Practice" [7] der Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) wird als weiterer Untersuchungsschritt eine Optimierungsanalyse (Improvement Assessment) angeführt, um die ökologischen Schwachstellen eines Produkts zu identifizieren und zu verbessern. Dieser Schritt kann aber bereits in der Sachbilanz (Ressourcen- und Energieeinsparung, Emissionsminderung) bzw. in der Bilanzbewertung (Produkt- und Prozeßoptimierung) ausreichend berücksichtigt werden.

2.3. Grundsätze und Probleme

Produktbezogene Ökobilanzen gliedern sich in die vier Teilbereiche Zieldefinition, Sachbilanz, Wirkungsbilanz und Bilanzbewertung, die deutlich voneinander getrennt werden sollten.

○ Zieldefinition

Für die Aufstellung von Ökobilanzen ist es notwendig im Rahmen der Zieldefinition den Bilanzraum, die einzubeziehenden Lebenswegphasen und die daraus resultierenden Umweltbeeinflussungen über Systemgrenzen festzulegen. Dabei sollte berücksichtigt werden, daß eine allumfassende Ökobilanz aus praktischen Gründen nicht möglich und auch nicht erforderlich ist, sondern lediglich als Zielgröße verfolgt werden sollte. Für die Praktikabilität ist es notwendig die vorhandene Komplexität auf eine operative Basis unter sachlichen Erfordernissen und auch unter Kostengesichtspunkten zu reduzieren. Dazu müssen Abschneidekriterien definiert und auch begründet werden, die den Bilanzraum auf einen sachgerechten und von der Zieldefinition abhängigen Untersuchungsumfang eingrenzen. Dabei kann auch eine Sensitivitätsanalyse helfen, die eine Abschätzung der Umweltwirkungen anhand verfügbarer Daten ermöglicht. [2] [9]

Die Festlegung der einzelnen Elemente der Zieldefinition ist, wie die Bilanzbewertung, in den meisten Fällen wissenschaftlich nicht begründbar. Daher sollte bei der Aufstellung und Bewertung von Ökobilanzen das Offenheitsprinzip gelten. Eine Reihe von methodischen Problemen lassen sich nur durch Festlegung von Regeln und/oder Konventionen lösen. Dabei können auch wahlweise mehrere Vorgehensweisen erlaubt sein.

Im Interesse der Akzeptanz von produktbezogenen Ökobilanzen sollte frühzeitig die Beteiligung der Fachöffentlichkeit, einschließlich der ökologisch, sozial und ökonomisch interessierten Kreise, eingeplant werden, um eine weitestgehende Transparenz und Zustimmung zu den Eingrenzungen und Ergebnissen zu erzielen. Dieses Prinzip sollte auch dann zur Anwendung kommen, wenn die Ökobilanz nur unternehmensinternen Zwecken dient. Denkbar wären in diesem Fall die Beteiligung der Mitarbeiter bzw. ihrer Interessenvertretungen. Eine formelle Festlegung des Zeitpunkts und der Art und Weise der Beteiligung ist generell nicht möglich und liegt letztendlich beim Auftraggeber der Ökobilanz. Eine Beteiligung sollte jedoch in geeigneter Weise dokumentiert werden.

Im Zuge einer umfassenden Ökobilanz sollten grundsätzlich auch die nur schwer oder nicht quantifizierbaren Umweltbelastungen (z.B. Auswirkungen auf Natur und Landschaft, gesundheitliche Situation am Arbeitsplatz, lokale Belästigungen durch Lärm und Gerüche)

in die Sach- und Wirkungsbilanz einbezogen werden, da sie bei einer umweltbezogenen nachhaltigen Entwicklung nicht vernachlässigt werden können. Wie dies im einzelnen geschehen kann, ist mangels methodischer Regeln im jeweiligen Kontext einer Ökobilanz einzeln zu entscheiden.

Innerhalb der Zieldefinition besteht Klärungsbedarf bei folgenden Punkten:

- Festlegung der funktionellen Einheit

Untersuchungseinheit, auf die sich die Bilanzierung beziehen soll (nutzen- oder leistungsbezogen). Bei Mehrwegprodukten muß zusätzlich noch die Umlaufzahl und die Transportentfernung einbezogen werden. Im Falle einer Vergleichsbetrachtung muß unbedingt das Symmetrieprinzip beachtet werden.

○ Sachbilanz

Im wesentlichen geht es um die quantitative Erfassung der Stoff- und Energieflüsse als Input- und Output-Parameter innerhalb der gesteckten Systemgrenzen. Als Ergebnis erhält man Datensätze mit Angaben über Rohstoffe, Energien, Abfälle und Emissionen, die für sich gesehen bereits eine wertvolle Informationsbasis darstellen und Ansatzpunkte für Verbesserungen darstellen können.

Bei gleicher Zieldefinition sollte demnach immer eine weitgehend identische Sachbilanz resultieren. Weitgehend identisch deshalb, da prinzipielle Probleme bei der Partitionierung der Umweltwirkungen und der Datenqualität bestehen. Folgende Punkte bedürfen innerhalb der Sachbilanz der Klärung: [2] [9]

- Behandlung des Energieeinsatzes

Feststellung von Umweltauswirkungen beim Einsatz unterschiedlicher Energieträger zur Erzeugung von Rohstoffen, Hilfsstoffen etc., bei denen eine direkte Zuordnung nicht möglich und sinnvoll ist, aber andererseits der Beitrag zur Umweltbelastung nicht unerheblich ist. (Vorschlag: Zusammenfassung des Energieverbrauchs in energiebezogene Einheiten kWh/t und Festlegung von branchenbezogenem, regionalem, nationalem und europaweitem "Energimix")

- Behandlung des Transports

Hier zeigt sich eine vergleichbare Situation wie beim Energieverbrauch. Oft läßt sich der Transportweg nicht absolut behandeln, obwohl der Einfluß auf die Umweltwirkungen nicht unerheblich ist. (Vorschlag: Erfassen des Transportaufwandes in Tonnenkilometer als Bezugsgröße und Festlegung von branchenbezogenem, regionalem, nationalem und europaweitem "Transportmix")

- Behandlung des Recyclings einschließlich Wiederverwendung und Wiederverwertung
Aufstellung von Zurechnungsregeln, Ausweisung des Altstoffanteils und der Recyclingquote, Berücksichtigung der qualitativen Unterschiede bei der stofflichen Verwertung (High-Level- und Down-Recycling) und bei thermischer Verwertung.
- Behandlung der Kuppelprodukte
Aufteilung der Umweltbelastungen eines betrachteten Prozesses auf die dabei produzierten, unterschiedlichen Produkte. (Vorschläge: nach Massenanteil, proportional zum Heizwert oder nach dem wertmäßigen Anteil am Gesamterlös aller Produkte)
- Datenproblematik
Häufig ist die Herkunft der in Ökobilanzen verwendeten Daten nicht transparent, besteht eine zeitliche und räumliche Inhomogenität oder es mangelt an einer kompatiblen Meßgrundlage. Es lassen sich prinzipiell zwei Kategorien von Daten unterscheiden: Verallgemeinerte Daten (gemittelt, mit Minimal- und Maximalwerten) und spezifisch ermittelte Daten (betriebs- bzw. produktspezifische Daten). Je nach Zieldefinition können beiderlei Daten zur Anwendung kommen. (Forderung: Verwendung von aktuellen Daten definierter Qualität, Kodex zur Bereitstellung von vertraulichen und anonymisierten Daten, Aufbau einer Datenbank "Ökobilanz-Daten")

Bei den obengenannten Problemen kann im wesentlichen davon ausgegangen werden, daß in absehbarer Zeit Regeln und Konventionen aufgestellt werden, die zu einer handhabbaren Lösung führen. Der tatsächlich eingeschlagene Weg bei der Ökobilanzierung wird für jeden Einzelfall in der begleitenden Fachöffentlichkeit zu diskutieren und im Rahmen der Zieldefinition und des Erkenntnisinteresses zu dokumentieren sein.

○ Wirkungsbilanz

Wesentlich größerer Entwicklungsbedarf besteht bei der Wirkungsbilanz. Angestrebt wird die Anwendung wissenschaftlicher Methoden und Instrumente, die eine Einbeziehung globaler bis lokaler Wirkungen erlauben. Die endgültige Festlegung, welche Wirkungen tatsächlich berücksichtigt werden müssen, kann jedoch nur im Rahmen jeder einzelnen Ökobilanz erfolgen. Dringend erforderlich ist die Aufstellung eines Katalogs der in der Wirkungsbilanz einzubeziehenden Umweltwirkungen. Als Basis könnte der von der SETAC bereits entwickelte Katalog von Indikatoren dienen: [10] - Inanspruchnahme von

- knappen Ressourcen
- biotische Ressourcen
- Treibhauseffekt

- Ozonabbau
- Humantoxizität (einschließlich Arbeitsschutz)
- Ökotoxizität (aquatisch, terrestrisch)
- Versauerung
- Eutrophierung
- Bildung von Photooxidantien
- Flächenverbrauch (einschließlich der Deponien)

Defizite gibt es auch bei der Verfügbarkeit wissenschaftlich gesicherter Wirkungsmodelle, insbesondere hinsichtlich der Human- und Ökotoxizität. Hier sind aber vor allem die etablierten Fachwissenschaftler gefordert. Anfang 1994 soll ein vom Umweltbundesamt gefördertes Forschungsvorhaben "Aufbereitung von Modellen zur Durchführung der Wirkungsbilanz und Operationalisierung nur schwer quantifizierbarer Faktoren für die Durchführung von Ökobilanzen" (C.A.U. Gesellschaft für Consulting und Analytik im Umweltbereich, Frankfurt) veröffentlicht werden. [5] [6]

Hinzu kommt, daß die Ergebnisse der Sachbilanz in der Regel keine Angaben zur Exposition enthalten, während diese für eine sachgerechte Abschätzung einiger Wirkungskategorien (z.B. Humantoxizität, Ökotoxizität, Lärm- und Geruchsbelästigung) erforderlich sind. Bei anderen Wirkungskategorien ist dagegen eine Aggregation möglich, um bestimmte Wirkungen abzuschätzen (z.B. Berechnung einer Kohlendioxidäquivalente für alle klimarelevanten Gase zur Abschätzung des Treibhauseffektes).

Trotz intensiver Bemühungen ist nach Hulpke und Marsmann [9] bis auf wenige Ausnahmen noch nicht abzusehen, welche Problembereiche einer Wirkungsbilanz generell zugeordnet werden sollten, wie die Zuordnung der Sachbilanz-Parameter in die Umweltkategorien geleistet werden kann und inwiefern über eine Klassifizierung hinaus auch eine Quantifizierung der Kategorien denkbar ist. Die Forderung nach Wissenschaftlichkeit und Objektivität bei Wirkungsbilanzen setzt voraus, daß auf die Gewichtung von Emissionen mit politisch gesetzten Grenzwerten verzichtet wird. Weitere wichtige Kriterien sind die Machbarkeit im Rahmen einer Ökobilanz - viele Vorschläge zur Quantifizierung gehen von unrealistischen Annahmen aus - und die Nachvollziehbarkeit und Transparenz, die allerdings für alle Teilschritte der Ökobilanz unabdingbare Voraussetzung sind. [9]

○ Bilanzbewertung

Ein großer Klärungsbedarf ist auch bei der Bilanzbewertung zu verzeichnen. Die Bilanzbewertung erfordert neben der Gewichtung der einzelnen Umweltauswirkungen auch

einen Beurteilungsmaßstab hinsichtlich der allgemeinen Bedeutung und der Hierarchie ökologischer Effekte. Die in der allgemeinen Diskussion häufig geforderte Entwicklung natur- und sozialwissenschaftlich gestützter, objektiver, nachvollziehbarer Methoden zur Bilanzbewertung liegt in weiter Ferne, da unter den einschlägigen Fachleuten der für diese Aufgabe zugrundeliegende Wissenschaftsbegriff nicht geklärt ist und zudem politisch geprägte Bewertungen vorhandener Umweltbelastungen und zukünftig anzustrebender Umweltqualitätsziele zu berücksichtigen sind. [5] [9]

Ähnlich wie die Daten in der Sachbilanz basieren auch Bewertungen auf zeitlich, örtlich und gesellschaftlich-politisch sich verändernden Randbedingungen. Alle Bemühungen, die in der Sachbilanz erhobenen unterschiedlichen Fluß- und Bestandsgrößen zu aggregieren und als Index zu quantifizieren, sind aufgrund der generell nicht zu lösenden Gewichtung unterschiedlicher Umweltauswirkungen äußerst skeptisch zu beurteilen. Dies gilt auch für die Durchführung der Bilanzbewertung mit Hilfe einer einheitlich festgelegten Hierarchie ökologischer Effekte, bei der die Bewertung der Wirkungen nach ihrer grundsätzlichen Bedeutung zueinander (z.B. Grad der Reversibilität/Irreversibilität) vorgenommen wird.

Bisher praktizierte Bewertungsmethoden lassen sich in zwei Kategorien einteilen:

- Quantifizierende Bewertung (orientiert sich an der Indexberechnung)
- Qualitative Bewertung (verbal-argumentativ)

Das UBA favorisiert die verbal-argumentative Bewertungsmethode, wobei die Qualität und Stichhaltigkeit der Begründung einer qualitativ oder quantitativ vorgenommenen Gewichtung bzw. Prioritätenfestlegung noch systematischer zu beschreiben ist. Anfang 1994 soll ein vom UBA in Auftrag gegebenes Forschungsvorhaben "Evaluation sogenannter objektiver Bewertungsmethoden im Rahmen von Ökobilanzen" (ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung, Heidelberg) veröffentlicht werden. [5] [6]

Nach den derzeitigen Vorstellungen soll die Bilanzbewertung als Ergebnis eines gesellschaftlichen Diskurses von interessierten Kreise und der Fachöffentlichkeit unter Federführung des Initiators der Ökobilanz zustande kommen. Dazu muß die konsensfähige Bewertungsmethode einfach und leicht nachvollziehbar sein, ein hohes Maß an Diskussions- und Kommunikationsfähigkeit zulassen und große Flexibilität aufweisen. Es geht somit nicht darum die wissenschaftlich richtige, sondern eine geeignete Methode zu entwickeln.

Mögliche Bewertungs- und Gewichtungsmaßstäbe könnten sein:

- Klassierung der Ergebnisse (z.B. Beschreibung mit dimensionslosen Zahlen)

- Gewichtung nach Anteil an der Problemverursachung (Intensitätsfaktor)
- Gewichtung anhand der Vorbelastungen auf der Basis von Umweltqualitätszielen (Bedeutungsfaktor)
- Gewichtung anhand der Erreichbarkeit von angestrebten Umweltschutzzielsetzungen (Bedeutungsfaktor)
- Bewertung durch Hierarchisierung umweltpolitischer Zielsetzungen (z.B. anhand von Vermeidungskosten, Risiko- und Gefährdungspotential, Reversibilität/Irreversibilität)

Derzeit kann eine Wirkungsbilanz als auch die Bilanzbewertung nur unter Beteiligung der Fachöffentlichkeit auf allgemein gehaltenen Überlegungen entwickelt und mit dem Ziel einer Konsensfindung diskutiert werden. Die in diesem Rahmen nicht auszuräumenden Meinungsunterschiede sollten z.B. im Anhang einer Ökobilanz festgehalten werden.

○ Resümee

Angesichts der im UBA gesammelten Erfahrungen mit sehr unterschiedlichen Ökobilanzen zeichnet sich ab, daß die Aufstellung von Ökobilanzen aufgrund der zu unterschiedlichen Fragestellungen und zu berücksichtigenden Besonderheiten nicht nach generell abstrakt definierten Modellen sondern immer nur im Kontext der jeweiligen Ökobilanz sinnvoll durchgeführt werden kann. Möglich ist jedoch die Festlegung eines bestimmten Rahmens (Standardmodell), die Anlehnung an bestimmte Regeln, die auch Optionen enthalten können, und die Verwendung einer einheitlichen Begrifflichkeit. [5]

Die Haupteinsatzgebiete von Ökobilanzen sind derzeit ökologische Vergleiche auf der Basis von Sachbilanzen. Beim gegenwärtigen Wissensstand sind sie ein geeignetes Mittel, um erstmals einigermaßen zuverlässig die Ökologie komplexer Systeme zu analysieren und zu vergleichen. [9]

Ökobilanzen können politische und ökonomische Entscheidungen vorbereiten, stützen und präzisieren aber nicht ersetzen, zumal ergänzend zu den umweltbezogenen Auswirkungen auch ökonomische, soziale und andere Aspekte in der Entscheidungsfindung zu berücksichtigen sind. [2]

2.4. Ökobilanz als betriebliches Umweltinformationsinstrument

Das Standardmodell Ökobilanzen bildet im wesentlichen den Rahmen für produktbezogene Ökobilanzen, die an die Öffentlichkeit gerichtet sind und das Ziel haben, Entscheidungshilfe für die Politik zu leisten, Vergleiche für die Verbraucherberatung zu ermöglichen oder Marketingzwecken zu dienen. Als internes betriebliches Informationsinstrument, das über die Umweltwirkungen der Aktivitäten des Betriebes Auskunft geben soll, ist ein solches Standardmodell Ökobilanzen nicht zwingend erforderlich.

Wie schon bei der Abgrenzung der Ökobilanz von anderen Informationsinstrumenten erwähnt, gibt es noch andere Bilanzierungsansätze um Umweltinformationen zu erheben und in betriebliche Entscheidungsprozesse einzubinden. Die konkrete Ausgestaltung von Ökobilanzen als betriebliches Entscheidungsinstrument hängt im wesentlichen von der zentralen Frage ab, welchem Zweck diese Bilanzen im Unternehmen dienen können oder sollen. Aus betrieblicher Sicht sind weniger die Umweltauswirkungen eines Produktes entlang seines gesamten Lebensweges, sondern vielmehr die Auswirkungen des Produktionsprozesses (Prozeßbilanz) und des gesamten Betriebes (Betriebsbilanz) auf die Umwelt von Interesse.

Die gemeinsame Grundlage aller ökologischen Bilanzierungen ist die Erfassung von Stoff- und Energieflüssen. Innerhalb eines Betriebes liefert die Erfassung der betrieblichen Prozesse anhand physikalischer Daten Hinweise auf Schwachstellen und Kosteneinsparungspotentiale, die von der monetären Beschreibung der betrieblichen Abläufe nicht erfaßt werden.

Eine derartige Zielsetzung verursacht keine Bewertungsprobleme - Bewertungsgrößen sind die Kosten. Es sind auch keine Lebenswegbilanzen erforderlich, da die Systemgrenze für diese Untersuchungen durch das Unternehmen bzw. den betrachteten Betrieb gegeben ist. Bei der Umsetzung von Maßnahmen, die sich aus solchen Schwachstellenanalysen ableiten lassen, werden alle Unternehmensziele parallel berücksichtigt. Die Umweltwirkungen gewinnen ihre Bedeutung in erster Linie über mögliche Rückwirkungen auf das Unternehmen z.B. aus Protesten von Anliegern der Produktionsanlagen, aus geändertem Kaufverhalten von Kunden oder aus politischen Prozessen, die zu neuen Umweltauflagen führen können. [11]

Ökobilanzen könnten auch eingesetzt werden, um möglichst ressourcen- und umweltschonend zu produzieren. Wie die Ergebnisse ganzheitlicher Bewertungsverfahren (z.B. der Wertanalyse) zeigen, lassen sich Produkte gleicher Eigenschaften (Funktionalität, Qualität,

Marktgerechtigkeit) auf unterschiedliche Weise und zu verschiedenen Kosten erzeugen. Eine ganzheitliche Bewertung von Produkten und Prozessen könnte so darauf zielen, Energie- und Materialeinsatz zu reduzieren, umweltgünstige Werkstoffe und Verfahren zu präferieren und u.U. erkennbare Kostenpotentiale in höhere Umweltschonung umzusetzen. Für diese Bewertungen sind dann Lebenswegbilanzen notwendig, da die Umweltwirkungen möglichst vollständig erfaßt und verglichen werden müssen.

Wenn ein derartiges Handeln nach außen, an Kunden und die Gesellschaft, vermittelt werden soll, dann gelten für die betriebliche Ökobilanz die gleichen Bedingungen wie für Ökobilanzen im öffentlichen Bereich. Dann sind praktikable Kriterien für die Systemabgrenzung und Bewertungsmaßstäbe für die relativen Umweltwirkungen erforderlich, die auch allgemein akzeptiert sein müssen. Ein solches umweltbewußtes Handeln kann aus Sicht der Unternehmen im Interesse der langfristigen Wirtschaftlichkeit liegen, wenn der Markt so erzeugte Produkte nachfragt, wenn über ein besseres Erscheinungsbild des Unternehmens höhere Akzeptanz für das Unternehmen und seine Produkte erwartet werden kann, oder wenn dadurch weitere Umweltauflagen vermieden werden können.

Eine Ökobilanz kann auch durchgeführt werden, um den Anforderungen des Umwelt-Audits im Rahmen der EG-ko-Audit-Verordnung [12] zu genügen. Dazu ist eine Betriebsbilanz ausreichend, die über die Stoff- und Energieflüsse und die damit verbundenen Umweltwirkungen am Produktionsstandort Auskunft geben. Ein solches Umwelt-Audit verlangt aber eine Fortschreibung der betrieblichen Umweltschutzpolitik und erfordert daher eine Einbindung in ein effektives Umweltmanagementsystem. Betriebliche Ökobilanz und Öko-Audit stellen somit Elemente eines leistungsfähigen Öko-Controllingsystems dar.

Nach Schulz [13] sollte ein ideales betriebliches Umweltinformationssystem folgenden Anforderungen genügen:

- Vollständigkeit
Alle bedeutsamen Umweltwirkungen müssen erfaßt werden
- Überprüfbarkeit
Eindeutige Begriffsabgrenzungen sowie eine nachvollziehbare Erfassungs- und Bewertungsmethodik muß vorhanden sein
- Vergleichbarkeit
Einheitlicher Bewertungsmaßstab muß existieren
- Wirtschaftlichkeit

Ökonomisch vertretbarer Arbeitsaufwand zur Erstellung des Umweltinformationssystems

Verständlicherweise kann kein Konzept diese idealtypischen Anforderungen erfüllen. In der Literatur und teilweise auch in der Praxis finden sich verschiedene Ansätze betrieblicher Umweltinformationssysteme, die nach drei Grundtypen unterschieden werden können:

- Sozio-ökonomische Konzepte
Erfassung der gesellschaftlichen Folgewirkungen der Umweltbeziehungen betrieblicher Aktivitäten und möglichst in monetärer Form (z.B. Sozialbilanz)
- Technische Konzepte
Ermittlung von Daten über Umweltbelastungen, Ursachen der Belastungen und Erfassung möglichst in physikalischen Einheiten (z.B. Stoff- und Energiebilanz)
- Betriebswirtschaftlich-finanzwirtschaftliche Konzepte
Beschreibung von Umweltproblemen und Umweltschutzmaßnahmen anhand von Indikatoren oder durch verbale Berichterstattung (z.B. Umweltkennziffern)

Ein sehr umfassender Überblick über die verschiedenen Instrumente sozial-ökologischer Folgenabschätzung im Betrieb stammt von Freimann [14], der nach dem Kriterium der Anwenderorientierung drei Gruppen bildet:

- Managementorientierte Instrumente
(z.B. Humanvermögensrechnung, Erweiterte Wirtschaftlichkeitsrechnung, Sozialbilanz)
- Pluralistisch orientierte Instrumente
(z.B. Produktfolgenabschätzung, Produktlinienanalyse, Stoff- und Energiebilanzen)
- Arbeitsorientierte Instrumente
(z.B. Kennziffern-Informationssystem, Arbeitssystembewertung)

Angesichts der methodischen Schwierigkeiten (Abgrenzungs-, Erfassungs- und Bewertungsprobleme) einer allumfassenden Ökobilanz erscheint die Weiterentwicklung eines auf die Praxis ausgerichteten betrieblichen Umweltinformationssystems zweckmäßiger.

Nach Schulz [13] sollte ein praktikables, betriebliches Umweltinformationssystem vor allem wenig betriebliche Ressourcen binden und zudem in der Lage sein, die potentiellen Änderungen der umweltrelevanten Rahmenbedingungen (durch Markt und Staat) zu erfassen.

sen. Eine Möglichkeit wäre die Katalogisierung oder Selbsteinstufung anhand von Datensicherheitsblättern und Grenzwerttabellen, um ein effektives betriebliches Umweltinformationssystem auf- und auszubauen.

Freimann [14] sieht nur in Verbindung mit Bemühungen zur sozialen Akzeptanzentwicklung bei Produzenten und Konsumenten einen Forschungs- und Entwicklungsbedarf auf dem Feld der methodischen Ausgestaltung von Umweltinformationsinstrumenten, wie es z.B. im Konzept des Öko-Controlling oder des Öko-Audits vorgesehen ist. Das primäre methodische Problem der Umweltinformationsinstrumente ist nicht der Einsatz unterschiedlicher Methoden sondern die Interessenbestimmtheit ihres Einsatzes und ihrer Nutzung.

2.5. Betriebliche Anwendungen

Die große Anzahl an Umweltberichten, Ökoberichten und (betrieblichen) Ökobilanzen Anfang der neunziger Jahre verdeutlichen das Interesse der Unternehmen an einem betrieblichen Umweltinformationsinstrument: [15] [16] [17]

- BASF AG (Ludwigshafen), Umweltberichte 1988, 1989, 1990, 1991, 1992
- Biopac (Wien), Plan-Ökobilanz 1991
- Henkel KGaA (Düsseldorf), Umweltbericht 1992
- IBM Deutschland GmbH (Stuttgart), Umweltbericht 1991
- Kunert AG (Immenstadt i. Allgäu), Ökoberichte 1991, 1992, 1993
- Landesgirokasse Stuttgart (Stuttgart), Ökobericht 1992
- Ludwig Stocker Hofpfisterei GmbH (München), Ökobilanz
- Mohndruck Graphische Betriebe GmbH (Gütersloh), Umweltbericht und Ökobilanz 1992
- Neff GmbH (Waldenbuch), Umweltbericht 1991
- Neumarkter Lammsbräu (Neumarkt/Oberpfalz), Ökobilanz und Öko-Controlling
- Staatliche Bad Brückenauer Mineralbrunnen (Bad Brückenau), Öko-Bilanz 1990/91
- Swissair (Zürich), Ökobilanz 1991
- Wacker-Chemie GmbH (München), Umweltberichte 1989, 1991/92

Die Auflistung der Berichte und Ökobilanzen erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Erwähnenswert sind an dieser Stelle auch folgende Forschungsprojekte zur Einführung von Ökobilanzen/Öko-Controlling in Unternehmen:

- Modellvorhaben "Ökobilanz/Öko-Controlling für metallverarbeitende Betriebe" bei der Firma J. M. Voith (Heidenheim) mit Unterstützung der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg und dem TÜV Südwest (laufend). [4]
- Modellvorhaben "Einführung einer Ökobilanz im Industriebetrieb" bei der Firma Bischof + Klein (Tecklenburg) mit Unterstützung des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), des Förderkreises Umwelt - f.u.t.u.r.e. e.V. und der nordrhein-westfälischen Ministerien für Umwelt, Raumordnung, Landwirtschaft sowie für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie (abgeschlossen). [18]
- Umweltschutzprojekt "Einführung eines EDV-gestützten Öko-Controllingsystems" bei der Firma Armstrong World Industries GmbH (Münster) mit Unterstützung des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), des Förderkreises Umwelt - f.u.t.u.r.e. e.V. und der Gesellschaft für Prozeßsteuerungs- und Informationssysteme mbH (PSI) (abgeschlossen). [19]
- Pilotprojekt "Umwelt-Controlling" in der Gießerei

Berlin-Lichtenberg, mit Unterstützung des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), des Senators für Wirtschaft und Technologie (Berlin) und der Gesellschaft für Prozeßsteuerungs- und Informationssysteme mbH (PSI) (abgeschlossen). [20]Bei betrieblichen Ökobilanzen ist zunächst zwischen Betriebsbilanz, Prozeßbilanz und Produktbilanz zu trennen. Diese Unterscheidung wird in der öffentlichen Diskussion, aber auch in der betrieblichen Handhabung nicht immer deutlich genug vollzogen. Diese Definitionsunschärfe führt nicht nur zu Mißverständnissen, sondern auch zu unterschiedlichen Ergebnissen, insbesondere beim Vergleich von Produkten. [21]

- Betriebsbilanzen erfassen alle ein- und ausgehenden Stoffe und Energien des gesamten Betriebes und ergänzen somit eine Bestandserhebung durch eine Energie- und Stoffbilanz. Die Betriebsbilanz stellt dem Betriebs-Input (Einkäufe und andere Zugänge) den Betriebs-Output (Verkäufe und Emissionen) gegenüber. Für die allererste Betriebsbilanz sind auch die vorhandenen Bestände (Boden, Gebäude etc.). Ziel der Betriebsbilanz ist es, einen umfassenden Überblick über ökologisch relevante Wirkungen des gesamten Betriebes zu gewinnen. Die Betriebsbilanz gewinnt ihre Aussagekraft durch die ökologische Bewertung der In- und Output-Größen und einer daraus abgeleiteten Schwachstellenanalyse. Sie sagt aber wenig über die internen Umwandlungsprozesse (Verbräuche) aus.
- Prozeßbilanzen betrachten alle Energie- und Stoffflüsse die in den betrieblichen Umwandlungsprozeß eingehen bzw. ihn verlassen. Die Prozeßbilanz stellt dem Prozeß-Input (alle produktive Verbräuche) den Prozeß-Output (erzeugte Produkte, Emissionen, Abfälle) gegenüber. Je nach vorheriger Definition können sowohl der gesamte betriebliche Umwandlungsprozeß (ohne Lager) oder Teilprozesse (z.B. Produktion, Verwaltung) in Betracht gezogen werden. Ziel der Prozeßbilanz ist es, einen Überblick über die ökologische Bedeutung betriebsinterner Prozesse zu gewinnen, in denen Input- in Output-Größen umgewandelt werden. Prozeßbilanzen dienen insbesondere der betriebsinternen Effizienzbeurteilung.
- Produktbilanzen sind strenggenommen Teil-Prozeßbilanzen, die alle Energie- und Stoffflüsse erfassen, die in die Herstellung eines definierten Produktes eingehen bzw. bei dessen Produktion anfallen (z.B. Emissionen, Abwärme). Ziel der Produktbilanz ist die ökologische Beurteilung der Herstellung und Zusammensetzung einzelner Produkte. Aus dieser Perspektive ergeben sich wichtige Hinweise zur weiteren Optimierung der Produkte und Prozesse sowie für die Entwicklung neuer Produkte. Voraussetzung dafür ist allerdings eine Analyse der vor- und nachgelagerten Prozeßstufen.

Ein prinzipielles Problem bei der Produktbilanz stellt die Rekonstruktion der Produktlinie und die mengenmäßige Zuordnung bestimmter Materialien oder Energien zum Herstellungsprozeß einzelner Produkte dar, die wie die Zuordnung von Gemeinkosten nicht immer exakt möglich ist. Daher ist es notwendig die wesentlichen Teile der Produktlinie, sogenannte Prioritätslinien, zu erkennen, herauszugreifen und einer genaueren Analyse zu unterziehen.

Umweltberichte, Ökoberichte und betriebliche Ökobilanzen orientieren sich an diesem Rahmen. Sie sind in der Regel als Betriebsbilanz angelegt und werden teilweise durch Prozeß- und Produktbilanzen ergänzt, wie folgende Beispiele zeigen:

- Ökobilanz 1991/92, J. M. Voith GmbH [4]
Betriebsbilanz
- Ökobericht 1993, Kunert AG [16]
Betriebsbilanz und Produktbilanz (für gängigstes Produkt)
- Umweltbericht und Ökobilanz '92, Mohndruck Graphische Betriebe GmbH [17]
Betriebsbilanz, Prozeßbilanzen und Produktbilanzen
- Ökobilanz 1986/87, Bischof + Klein [18]
Betriebsbilanz, Prozeßbilanz und Produktbilanz

Die Erfassung der Stoff- und Energieströme erfolgt als Input-/Output-Bilanz in physikalischen Maßeinheiten an definierter Stelle im Betrieb und in festgelegten Zeiträumen. Dabei ist sorgfältig zu trennen zwischen Daten für die Betriebsbilanz und Daten für die Prozeßbilanz. Als Bilanzierungszeitraum wird in der Regel das Geschäftsjahr angesetzt.

Auch für ökologische Bilanzen sollten die kaufmännisch gültigen Grundsätze ordnungsgemäßer Bilanzierung gelten: [21]

- Bilanzvollständigkeit
- Bilanzwahrheit
- Bilanzklarheit
- Bilanzkontinuität
- Körperliche Bestandsaufnahme (Inventur)

Nach dem 1. Hauptsatz der Thermodynamik kann Materie und Energie weder erzeugt noch vernichtet werden, d.h. bei einem Umwandlungsprozess bleibt die Energie erhalten. Die Verfügbarkeit der Energie nimmt jedoch nach dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik

zu Lasten der Entropie (gebundenen Energie) ab. Beispielsweise entstehen bei der Verbrennung von Erdöl Wärme, Licht, evtl. Lärm und Verbrennungsprodukte (z.B. CO₂, H₂O, SO₂, NO_x, Ruß usw.) mit bestimmtem Energieinhalt.

Diese Betrachtungsweise verdeutlicht, daß auch Input und Output einer ökologischen Bilanz ausgeglichen sein müssen. Was in einen Betrieb hineingeht, muß als Output den Betrieb wieder verlassen, wenn auch gewöhnlich in veränderter Form (z.B. als Produkt, Abfall, Emission) und eventuell mit einer zeitlichen Verzögerung (z.B. Anlagen, Lagerbestand).

Alle drei Bilanztypen - für Betriebe, Prozesse und Produkte - gehen also zunächst aus von der Erhebung der Input- und Output-Größen. Für die Eröffnungsbilanz ist darüber hinaus die Erfassung der Bestände erforderlich. Die einzelnen Bilanzgrößen sind anschließend einer ökologischen Bewertung hinsichtlich Mengen und ökologischer Brisanz zu unterziehen. Dabei werden Schwachstellen aufgedeckt, die dazu führen daß Schwerpunkte gesetzt, Ziele definiert und Maßnahmenbündel entwickelt werden müssen.

Erst durch diese Abfolge entwickelt sich aus der Ökobilanz ein Öko-Controlling. Aussagefähig wird die betriebliche Ökobilanz in vielerlei Hinsicht erst durch die jährliche Fortschreibung sowie die Bildung von Kennzahlen, die einen Vergleich mit Vorjahreszahlen, zwischen verschiedenen Unternehmensteilen oder mit anderen Betrieben ermöglichen.

Erfahrungen bei der Bilanzerstellung haben gezeigt, daß meist mehrere Jahre der Bilanzfortschreibung benötigt werden, um einen vollständigen Kontenrahmen zu erhalten, da die Einrichtung der Konten speziell auf den jeweiligen Betrieb und dessen Prozesse zugeschnitten werden muß. Die Datenerhebung ist oft mühsam, da keine standardisierten Erhebungsverfahren vorhanden sind und erst eingerichtet werden müssen und viele Daten erstmals erhoben werden müssen. [21]

Die Bewertung der Input- und Output-Größen der betrieblichen Ökobilanz erfolgt verbal in Form eines Kommentars, wobei auch ausdrücklich auf Problembereiche hingewiesen wird. Zusätzlich werden Konsequenzen und Ziele dargelegt. Bei allen vier obengenannten Beispielen für betriebliche Ökobilanzen ist eine Einbettung in ein Öko-Controllingsystem in Vorbereitung oder bereits vollzogen.

Die Kunert AG [16] hat darüber hinaus in ihrem dritten Ökobericht von 1993 erstmals auch Umweltkennzahlen aufgestellt. Die Kennzahlen werden nach Quotenkennzahlen (Energieträger- und Abfallquoten in %), produktionsspezifischen Kennzahlen (Wasser- und Energieeffizienz, Abfallaufkommen in g/kg Produktionsmenge), Emissionskennzahlen

(Spezifische CO₂-, SO₂-, NO_x-Emissionen in g/kWh Gas + Heizöl) und Verpackungsanteil (je Produkt in %) unterschieden.

Wenn in den ersten Phasen der Bilanzerstellung nur die naheliegendsten und betriebswirtschaftlich lohnenden Konsequenzen aus den Informationen der betrieblichen Ökobilanz gezogen werden, ergeben sich oftmals schon genügend Ansatzpunkte zum Handeln. Im Mittelpunkt stehen dabei die Verringerung des Energie- und Materialverbrauchs und die Verminderung von Abfallmengen, die zugleich im Einklang mit ökonomischen Interessen eines Unternehmens stehen und sich daher in der Regel konfliktfrei umsetzen lassen. Außerdem besteht dadurch die Chance den Gedanken der Ökobilanz in das Unternehmen hineinzutragen, ohne sich zugleich in den Problemen einer ökologischen Bewertung zu verstricken.

3. Ökobilanzen - Begriff und Konzept

3.1. Ökologische Buchhaltung

Als eines der ersten Ökobilanz-Konzepte in Europa muß die in den 70er Jahren von Müller-Wenk [22] entwickelte Ökologische Buchhaltung angesehen werden. Sie stellt einen Versuch dar, das theoretische Konzept einer Sozialbilanz auf das Gebiet des betrieblichen Umweltschutzes zu übertragen und das betriebliche Rechnungswesen um eine nichtmonetäre Dimension zu erweitern. Die ökologische Bewertung erfolgt dabei nach dem Prinzip der ökologischen Knappheit.

In den 80er Jahren gab es einige Versuche die ökologische Buchhaltung zusätzlich zur klassischen Finanzbuchhaltung in der Praxis zu testen: [13] [23]

Ökologische Buchhaltung an der ev. Akademie Bad Boll (1983)

Ökologische Buchhaltung an der ev. Akademie Hofgeismar (1983)

Ökologische Buchhaltung für die Stadt Saarbrücken (1984)

Ökologische Buchhaltung an der ev. Akademie Tutzing (1986)

Ökologische Buchhaltung für die Stadt St. Gallen, Bern und Zürich (1988)

○ Definition:

Die Ökologische Buchhaltung ist ein Meß- und Informationssystem, das zusätzlich zum betrieblichen Rechnungswesen die vom Unternehmen ausgehenden Umwelteinwirkungen umfassend, kontinuierlich und nach verbindlichen Verfahrensvorschriften erfaßt und bewertet. Die ökologische Knappheit ist für eine bestimmte Einwirkungsart bzw. das von dieser Einwirkungsart betroffene Umweltgut definiert als eine Funktion des gegenwärtigen Ausmaßes der Summe aller Einwirkungen dieser Art innerhalb eines relevanten räumlichen Bereichs sowie des kritischen Ausmaßes dieser Einwirkungen, welcher zum Übergang des entsprechenden Umweltgutes von einem akzeptablen in einen inakzeptablen Zustand führt.

○ Ziel:

Mit der Ökologischen Buchhaltung soll die zeitliche Entwicklung der Umwelteinwirkungen verfolgt und die Wirksamkeit der eingeleiteten Umweltschutzmaßnahmen beurteilt werden. Außerdem soll ein direkter Vergleich verschiedener Unternehmen bezüglich ihrer Umwelteinwirkungen ermöglicht werden, mit dem Ziel, die Umwelteinwirkungen von staatlicher Seite zu kontrollieren und zu beschränken. [23]

○ Methodik:

Im Stil der Finanzbuchhaltung existieren Kontenklassen für die Umwelteinwirkungen im Unternehmen, für vor- und nachgelagerte Produktionsstufen und für Entlastungen durch Materiallieferungen an nachgelagerte Produktionsstufen: [22]

- Belastungen im eigenen Unternehmen:
Material- und Energieverbrauch, Abwärme, Abwasser, feste Abfälle, gas- und staubförmige Abfälle, Denaturalisierung von Boden
- Belastungen bei Verwendung und Beseitigung der Produkte in Haushalten:
Energieverbrauch, Abwärme, Abwasser, feste Abfälle, gas- und staubförmige Abfälle
- Entlastungen im eigenen Unternehmen:
Weiterlieferung von Material bzw. Zwischenprodukten

Da es praktisch nicht möglich ist, auch von privaten Haushalten eine ökologische Buchhaltung führen zu lassen, wird über eine zusätzliche Kontenklasse versucht, auch die indirekten Umwelteinwirkungen (durch Konsumgüter) des Unternehmens zu erfassen.

Innerhalb der Kontenklassen findet eine weitere Aufteilung statt, z.B. bei der Energie in die einzelnen Energiearten und Energieträger. Beim Materialverbrauch erfolgt die Aufteilung der Kontenklassen im wesentlichen nach den chemischen Elemente (Ausnahme: Kohlenwasserstoffe), soweit diese nicht wegen ihrer Verbreitung in Atmosphäre, Hydrosphäre und Lithosphäre als quasi unerschöpflich gelten. Abwässer werden nach dem chemischen Sauerstoffbedarf (CSB), dem biologischen Sauerstoffbedarf (BSB) und der Phosphorfracht erfaßt. Bei den Abfällen wird nach Art der Beseitigung und den damit verbundenen Belastungen unterschieden. Gas- und staubförmige Abfälle werden in die einzelnen Schadstoffe (z.B. CO, CO₂, SO₂, HCl, NO_x, H₂S, Kohlenwasserstoffe etc.) aufgesplittet.

Die Konten für die einzelnen Kategorien der Umwelteinwirkungen werden in den entsprechenden physikalischen Maßeinheiten (Gewicht, Volumen, Energiemenge etc.) geführt und entsprechen einer umfassenden Energie- und Stoffbilanz des Betriebes.

Die alleinige Quantifizierung und Auflistung von Umwelteinwirkungen führt aber noch nicht zu einer übersichtlichen Informations- und Entscheidungsgrundlage. Der wesentliche Schritt erfolgt in einer anschließenden Gewichtung und Bewertung mit sogenannten Äquivalenzkoeffizienten, die auf der Basis der ökologischen Knappheit bestimmt werden.

Die ökologische Knappheit läßt sich im wesentlichen in zwei Gruppen einteilen in der sich die entsprechenden Äquivalenzkoeffizienten nach folgenden mathematischen Formeln errechnen lassen:

- Ratenknappheit

Für jede Immission oder den Verbrauch einer Ressource existiert eine kritische Rate, die das Wachsen der Verbrauchs- bzw. Immissionsrate begrenzt. Bei Überschreiten dieser kritischen Verbrauchs- bzw. Immissionsrate (relative Knappheit) treten unmittelbare Wirkungen ein, die nicht mehr akzeptabel sind, z.B. Umkippen eines Gewässers. Ratenknappheit gilt für Umweltgüter, die sich in ökologischen Kreisläufen in absehbarer Zeit selbst regenerieren können (z.B. Luft, Wasser).

$$Aek_{rel} = \frac{1}{F_k - F} \cdot \frac{F}{F_k} \cdot c \quad \text{z. B.} \left[\frac{RE}{kg} \right]$$

- Aek_{rel}* = Äquivalenzkoeffizient für Ratenknappheit (relative Knappheit)
F = jährliche Verbrauchs- bzw. Immissionsrate (gegenwärtiger Fluß)
F_k = kritische Verbrauchs- bzw. Immissionsrate (kritischer Fluß)
c = 10¹² (dimensionslose Korrekturkonstante)
RE = Rechnungseinheiten (pro kg, m³, l, bzw. MWh)
 Grenzen: $0 \leq F \leq 0,9F_k$

- Kumulativknappheit

Die Vorräte an endlichen Ressourcen bzw. die Aufnahmefähigkeit von Medien für Immissionen sind nach einer endlichen Zahl von Jahren erschöpft (absolute Knappheit). Kumulativknappheit gilt dementsprechend für 'nichterneuerbare' Umweltgüter (z.B. fossile Energieträger, Bodenversiegelung).

$$Aek_{abs} = \frac{1}{R - nF} \cdot \frac{nF}{R} \cdot c \quad \text{z. B.} \left[\frac{RE}{kg} \right]$$

- Aek_{abs}* = Äquivalenzkoeffizient für Kumulativknappheit (absolute Knappheit)
F = jährliche Ressourceninanspruchnahme (gegenwärtiger Fluß)
R = derzeit bekannte Reserven
n = 30 Jahre (Zahl der Jahre, für die der Vorrat reichen soll)
c = 10¹² (dimensionslose Korrekturkonstante)
RE = Rechnungseinheiten (pro kg, m³, l, bzw. MWh)
 Grenzen: $0 \leq nF \leq 0,9R$

Die Äquivalenzkoeffizienten müssen allgemeinverbindlich von dritter Seite (Staat, internationale Organisation) festgelegt werden und stellen dynamische Größen dar, die von Zeit zu Zeit auf ihre Aktualität überprüft werden müssen. Bei Bedarf läßt sich durch einen geographischen Gewichtungsfaktor *g* eine räumliche Abgrenzung der

Äquivalenzkoeffizienten erreichen, um regionale Vorräte bzw. Belastungen entsprechend zu berücksichtigen. Die entsprechenden Äquivalenzkoeffizienten führen bei der Multiplikation mit den jeweiligen quantifizierten Umweltwirkungen zu dimensionslosen Rechnungseinheiten (*RE*), die beliebig addiert und subtrahiert werden können.

Aus Gründen der Handhabbarkeit wurden von Mller-Wenk [22] für die Äquivalenzkoeffizienten willkürlich Grenzen festgelegt, die negative und gegen unendlich strebende Werte vermeiden. Die Begrenzung auf sehr große Werte soll ein sinnvolles Arbeiten in der ökologischen Buchhaltung ermöglichen, ohne die Tatsache der ökologischen Knappheit zu verschleiern.

Ebenso willkürlich wird für n zunächst eine Menschengeneration bzw. 30 Jahre vorgeschlagen, da die bekannten Reserven vieler wesentlicher Bodenschätze die gegenwärtigen Verbrauchsmengen nur auf Jahrzehnte abdecken. Eine Wahl von $n = 30$ Jahren bedeutet nicht etwa eine Kapitulation vor einer hoffnungslosen ökologischen Lage und eine Zustimmung zur Ausbeutung der natürlichen Umwelt in nur 30 Jahren, sondern eine Strategie der Sanierung in Schritten. Durch Entwicklung neuer Technologien kann sich die Relation Verbrauch/bekannte Vorräte verbessern und dementsprechend eine Anpassung von n an die neuen Verhältnisse erfolgen.

Weitere Einschränkungen durch Mller-Wenk [22] betreffen Lärmemissionen, Umweltwirkungen von radioaktiven und elektromagnetischen Strahlungen und Einwirkungen auf Tier- und Pflanzenwelt, die keine Berücksichtigung in der ökologischen Buchhaltung erfahren. Die Emission von Lärm und Strahlung wird besser durch Emissionsnormen am Einzelort kontrolliert, während die Einwirkungen von Unternehmen auf Tier- und Pflanzenwelt normalerweise über deren Emissionen (Abfälle, Abwasser, Abwärme) erfolgen und dort primär erfaßt werden.

○ Anmerkungen und Kritik:

Mller-Wenk [22] weist darauf hin, daß die ökologische Buchhaltung keine externe Steuerung der Umwelteinwirkungen durch den Staat mit Hilfe der Umweltschutzgesetzgebung ersetzt. Sie kann auch für die externe Steuerung der gesamten Umwelteinwirkungen nur dann eine Hilfestellung als Meß- und Informationssystem geben, wenn alle Unternehmen eine solche Buchhaltung führen und die entsprechenden Daten weitergeben.

Kritik an der ökologischen Buchhaltung richtet sich in erster Linie gegen die Konzeption der Äquivalenzkoeffizienten und der Festlegung des kritischen Flusses F_k . Deren Ermittlung beruht bei Emissionen auf Immissionswerten, die zum Teil nicht oder unzureichend

bekannt sind und über deren Wirkungszusammenhänge (Synergismen, Langzeiteffekte) nur mangelhafte Kenntnisse vorliegen.

Ein wesentlicher Ansatz bei Umweltschutzmaßnahmen, das Vorsorgeprinzip bzw. Emissionen erst gar nicht entstehen zu lassen, wird bei der Ermittlung der Äquivalenzkoeffizienten nicht berücksichtigt. Im Gegenteil, es werden auch noch willkürlich Emissionen (Strahlung, Lärm) nicht einmal erfaßt. Aus diesem Grunde ist die Zusammenfassung von Rechnungseinheiten nach [23] aus Emissionen und knappen Ressourcen nicht vertretbar. Handelt es sich bei der Ermittlung einzelner Bestandteile der Äquivalenzkoeffizienten noch um ein technisch-naturwissenschaftliches Meßproblem, so ist deren Festlegung insgesamt vor allem ein politischer Vorgang. Sowohl die Definition von zulässigen bzw. unschädlichen Belastungsgrenzen, als auch die Eingrenzung des räumlichen Bezugsbereiches für die Koeffizienten, sowohl die Feststellung der derzeit bekannten Vorräte an Rohstoffen, als auch die Einigung auf Zeiträume für die Nutzungsdauer dieser Vorräte sind keineswegs wissenschaftlich-wertfrei lösbare Fragen, sondern politische Bewertungsakte, die nicht zuletzt von Mehrheiten, Macht und dem nationalen und internationalen Beziehungsgefüge beeinflußt werden.

Schließlich erscheint es überaus problematisch, die natürliche Umwelt so eng zu fassen, daß sie nur noch als Sack voller Ressourcen verstanden wird, wobei das als wertvoll erscheint, was wirtschaftlich brauchbar und verwertbar ist. [14] Wesentliches Merkmal der ökologischen Buchhaltung als Umweltinformationsinstrument ist die Konzentration der Bewertung in einer einzigen Maßzahl, in der sich der Umweltverbrauch eines Unternehmens pointiert darstellt. Für eine öffentliche Rechenschaftslegung ist eine solche Maßzahl als Kennziffer sehr nützlich, läßt sie sich doch (trotz aller Bedenken) in einem politischen Raum kommunizieren und diskutieren, auch wenn ihre Aussagekraft nur die eines Schlaglichtes ist. [24]

Die Knappheitsüberlegungen verlangen nach einer Definition, was unter einer akzeptablen respektive einer inakzeptablen Umweltqualität verstanden werden soll. Die Festlegung des damit zusammenhängenden kritischen Flusses F_k ist bis heute noch nicht willkürfrei gelöst.

Kumulativknappheit von Input-Faktoren betrifft nicht primär biologische, sondern wirtschaftliche und soziale Systeme. Die Erschöpfung eines kumulativ knappen Umweltgutes wird akzeptiert, ansonsten müßte der Verbrauch auf dasjenige Maß reduziert werden, in welchem es sich neu bildet. Dies würde allerdings zu einem Zusammenbruch unseres heutigen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Systems führen. [25]

3.2. Ökobilanz des Schweizer Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)

Bereits 1984 hat das damalige Schweizer Bundesamt für Umweltschutz (heute BUWAL s.o.) in Zusammenarbeit mit der EMPA St. Gallen (Erhebung der Basisdaten) eine Ökobilanz für diverse Packstoffe herausgegeben. Damit wurde erstmals einem breiten Publikum eine ganzheitliche Beurteilung von Verpackungsmaterialien vorgelegt. Dieser Bericht stieß auf ein breites Echo und wurde im In- und Ausland ausgiebig diskutiert. Im Februar 1991 erfolgte eine Aktualisierung und Präzisierung der "Ökobilanz Packstoffe" bezüglich Herstellungsverfahren und Daten (Stand Herbst 1990) in Zusammenarbeit mit der ETH Zürich und dem Migros-Genossenschaftsbund. [26] 1990 entwickelte die Schweizer Arbeitsgruppe Ökobilanz eine neue Bewertungsmethodik, die als Ökobilanz der 2. Generation bezeichnet wird. Im wesentlichen basiert die Methodik auf dem Ansatz der ökologischen Knappheit von Müller-Wenk, wie sie in der ökologischen Buchhaltung beschrieben wird. Lediglich der Ansatz, der zur Ermittlung der Äquivalenzkoeffizienten dient, wurde grundlegend modifiziert. [27]

○ Definition:

Eine Ökobilanz ist die Beschreibung und Auflistung der primären Auswirkungen von bestimmten Prozessen auf die Umwelt, die durch den Menschen verursacht werden. Neben den Auswirkungen auf Wasser, Luft und Boden wird auch der Energie- und Rohstoffbedarf berücksichtigt (abiotische Umweltfaktoren).

Ein Ökoprofil ist die Beurteilung und Bewertung der sich aus der Ökobilanz ergebenden Einwirkungen auf die Umwelt nach einem Modell, z.B. dem Modell der kritischen Belastung oder dem Modell der ökologischen Knappheit bzw. Öko-Punkte.

Packstoffe sind Materialien, aus denen einzeln oder im Verbund die Verpackungen hergestellt werden. [26]

○ Ziel:

Die Ökobilanz für Packstoffe richtet sich in erster Linie an die Packstoffhersteller und Verpackungsbranche und soll helfen betriebliche Prozesse und Entscheidungen aus ökologischer Sicht zu verbessern. Mit der Ökobilanz sollen Umweltbelastungen vergleichbar gemacht und die ökologischen Belastungen getrennt nach den Umweltkompartimenten Wasser, Luft, Abfall und Energie beurteilt werden.

Ziel einer solchen Ökobilanz kann es nicht sein, alle Umweltbelastungen auf null zu senken, da gewisse Belastungen unweigerlich mit heutigen Produktionsverfahren verknüpft

sind. Vielmehr wird eine ökologische Optimierung innerhalb des gesetzlich erlaubten Bereichs angestrebt.

Die Ökobilanz der 2. Generation geht sogar soweit, daß alle Umweltbelastungen eindimensional dargestellt werden und in einer einheitlichen Öko-Kennziffer, den Öko-Punkten, ausgedrückt werden können. Dabei wurden bewußt auch die Zielvorgaben und Stoßrichtungen der heutigen schweizerischen Umweltpolitik in die Methodik integriert und als Maßstab für die Beurteilung herangezogen.

Zukünftiges Ziel ist eine Ausweitung der neuen Bewertungsmethodik auch auf andere Stoffe um ein universelles Instrument zur ökologischen Bewertung, sowohl für die betriebliche als auch für die politische Entscheidungsvorbereitung, bereitzustellen.

○ Methodik:

Der Verfahrensablauf der Ökobilanz für Packstoffe (Stand 1990) folgt dem Schema:

- Festlegung von Rahmenbedingungen und Bilanzierungsziel
- Bilanzierung der Stoff- und Energieströme (Sachbilanz)

Der wesentliche Unterschied zu anderen Ökobilanzen liegt in der sprachlichen Differenzierung des Vorgangs der Beurteilung und Bewertung einer Ökobilanz, der hier eigenständig als Ökoprofil bezeichnet wird:

- Aufstellung der ökologischen Wichtungsfaktoren, Sensitivitätsanalyse (Wirkungsbilanz)
- Ökoprofil nach dem Modell der kritischen Belastung bzw. der ökologischen Knappheit (Bilanzbewertung)

Die Ökobilanz für Packstoffe ist als Massen- und Energiebilanz angelegt, die innerhalb des abgesteckten Bilanzgebietes den Input und Output erfaßt. Die vollständige ökologische Bilanzierung läßt sich in 4 Teilbereiche untergliedern:

1. Ökologie des eigentlichen Prozesses (Packstoffherstellung)
2. Ökologie der Energieträger und Energiebereitstellung
3. Ökologie der Anlagen, Bauten und Installationen
4. Ökologie der menschlichen Tätigkeit

Der 1. Teilbereich umfaßt dabei sämtliche Massen- und Energieströme von der Rohstoffgewinnung bis zum Packstoff einschließlich aller wesentlichen Transporte sowie die Entsorgung. Für Packstoffe, die in der Schweiz hergestellt werden, wurden die

entsprechenden Verfahren in der Schweiz berücksichtigt. Nicht enthalten ist die eigentliche Herstellung der Verpackung, die Abfüllung und Distribution sowie die Wiederverwendung von Verpackungen (Mehrwegsysteme). Bezugsgröße ist 1 kg des jeweiligen Packstoffes.

Im 2. Teilbereich, der die Bereitstellung von Primärenergie betrifft, wurden mehr oder weniger westeuropäische Verhältnisse angenommen, da die Schweiz nicht als ökologische Insel betrachtet werden kann. Für die Elektrizitätsbereitstellung wurde in der Regel das westeuropäische Stromverbundsystem UCPTE (Union pour la coordination de la production et du transport de l'électricité, Stand 1988) angesetzt. Eine Ausnahme bildet nur die sehr stromintensive Aluminiumherstellung, wo der zur Elektrolyse benötigte Strom situativ berücksichtigt wird.

Die Teilbereiche 3 und 4 werden mit dem Hinweis ausgeklammert, daß sie weniger als 5% der Gesamtbilanz ausmachen und die Erfassung der Daten zum gegenwärtigen Zeitpunkt unverhältnismäßig sind. Sämtliche Anlagen und Einrichtungen, die mit der Herstellung von Packstoffen in Verbindung stehen werden demgemäß als vorhanden angenommen und nicht mitbilanziert.

Die Sachbilanz umfaßt im einzelnen die Betrachtung der Packmittel Aluminium, Kunststoffe (PE, PET, PP, PS, PVC), Papier, Karton, Wellpappe und Weißblech, die anhand der ökologischen Faktoren Energie- und Wasserverbrauch, Emissionen und feste Abfälle, Materialeinsatz und Recycling, Transporte und Entsorgung beleuchtet werden.

Die eigentliche Bewertung findet in einem zweiten Verfahrensschritt, dem Ökoprofil, statt. Dazu stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

1. Das Modell der kritischen Belastung, das in der Ökobilanz für Packstoffe zur Anwendung kommt.
2. Das Modell der ökologischen Knappheit, das in Ökobilanzen der 2. Generation Anwendung finden soll.

1. Modell der kritischen Belastung [26]

Das Modell der kritischen Belastung verwendet die gleiche mathematische Methode zur Bestimmung von Schädlichkeitsgewichten, die die US-Environmental Protection Agency (EPA) bereits 1978 entwickelte. Das Modell geht davon aus, daß für jeden in das Medium Luft oder Wasser abgegebenen Schadstoff ein Volumen (krit. Volumen) berechnet wird,

das bis an den gesetzlichen Grenzwert belastet wird. Die dabei verwendeten gesetzlichen Grenzwerte müssen nicht unbedingt auf ökotoxikologischen Erkenntnissen beruhen.

$$\text{krit. Volumen} = \frac{\text{Emission}}{\text{Grenzwert}} \left[\frac{\text{g}}{\text{mg} / \text{m}^3} \text{ bzw. } \frac{\text{g}}{\text{mg} / \text{l}} \right]$$

Grenzwerte Luft: MIK-Werte, wenn nicht bekannt MAK-Werte, die auf eine tägliche Belastung von 8-9 Stunden umgerechnet werden in mg/m^3

Grenzwerte Wasser: entsprechen der Schweizer Verordnung zur Abwasser-einleitung in mg/l

Diese für die einzelnen Schadstoffe berechneten Teilvolumina werden dann zu einem gesamten kritischen Volumen für das jeweilige Medium Luft und Wasser addiert.

Neben dem kritischen Wasser- und Luftvolumina wird auch der Energieverbrauch und das Abfallvolumen (knapper Deponieraum) als Beurteilungskriterien herangezogen. Um die thermische und die elektrische Energie vergleichbar zu machen, wird ein sogenannter Energieäquivalenzwert $E_{\ddot{a}q}$ eingeführt, der sich folgendermaßen errechnet:

$$E_{\ddot{a}q} = E_{th} + \frac{3,6}{\eta} \cdot E_{el} \quad [MJ]$$

η = 0,378 (mittlerer gewichteter Wirkungsgrad gemäß UCPTE-Modell)

$E_{\ddot{a}q}$ = Energieäquivalenzwert in MJ

E_{th} = thermische Energie in MJ

E_{el} = elektrische Energie in kWh (3,6 ist Umrechnungsfaktor kWh in MJ)

Die charakteristischen Kennzahlen für das Ökoprofil der kritischen Belastung sind:

Energieäquivalenzwert [MJ/kg]

kritische Luftmenge [m^3/kg]

kritische Wassermenge [dm^3/kg]

feste Abfälle [cm^3/kg]

2. Modell der ökologischen Knappheit [27]

Das Modell der ökologischen Knappheit entwickelt die von Müller-Wenk in der ökologischen Buchhaltung entworfenen Grundlagen zur Bestimmung der kritischen Flüsse weiter. Die ökologische Knappheit wird hier definiert als Relation zwischen Belastbarkeit einer Umweltressource und der heutigen Belastung. Die Einteilung in Kumulativ- und Ratenknappheit entfällt.

Die Beurteilung von Herstellungsprozessen bezüglich der resultierenden Umwelteinwirkungen erfolgt nach den vergleichsweise strengen Schweizer Maßstäben, auch wenn der Herstellungsprozeß im Ausland stattfindet. Dadurch soll eine Bevorzugung von im Ausland produzierten Packstoffen vermieden werden, was einem Export von Umweltbelastungen gleichkäme.

Die einzelnen Umweltbelastungen werden mit einem Gradmesser der ökologischen Knappheit, dem sogenannten Öko-Faktor, in Öko-Punkten bewertet. Die Summe aller Umweltbelastungen bzw. deren Öko-Punkte gibt Auskunft über die gesamte, gewichtete Umweltbeanspruchung eines betrachteten Prozesses.

Man erhält einen linearen Verlauf des Öko-Faktors, der ökotoxikologisch als Überlagerung (Superposition) von einzelnen toxikologischen Reaktionskurven unterschiedlicher Tiere und Pflanzen interpretiert werden kann.

$$\text{Öko-Faktor} = \frac{1}{F_k} \cdot \frac{F}{F_k} \cdot c \left[\frac{\text{Öko-Punkte}}{g} \right]$$

- F = tatsächliche jährliche Belastungsfracht in t
- F_k = maximal zulässige jährliche Belastungsfracht in t
- c = 10^6 (dimensionslose Korrekturkonstante incl. Umrechnung t in g)
- g = Gramm

Aus Sicht der Ökobilanz für Packstoffe werden diejenigen Umweltbelastungen betrachtet und dafür Öko-Faktoren berechnet, die sich aus dem Herstellungsprozeß, Konsum und Verbrauch von Packstoffen ergeben. Das betrifft die Belastung von Luft und Wasser, die Bodenversiegelung, den Energieverbrauch und die Entsorgung von Abfällen. Keine Berücksichtigung finden der Verbrauch von Wasser und mineralischen Ressourcen, da für Wasser in der Schweiz keine Knappheit besteht und mineralische Ressourcen nicht wirklich verbraucht sondern meist in Form von Abfall nur fein verteilt wird. Eine regionale Gewichtung von Belastungen ist ebenfalls nicht mehr vorgesehen.

Die tatsächliche jährliche Belastungsfracht F wird den amtlichen Statistiken entnommen. Die maximal zulässige jährliche Belastungsfracht F_k entspricht meist den in den jeweils geltenden Gesetzestexten festgelegten Grenzwerten, soweit diese in Frachten formuliert wurden. Liegen keine Grenzwerte vor, wurden politische Ziele (z.B. CO₂-Reduktion bis 2005 auf 80% des heutigen Niveaus) berücksichtigt oder Hilfskonstruktionen gebildet (z.B. HCl wie NO_x bewerten; Organische Chlorverbindungen nicht berücksichtigen, da im DOC (gelöster organischer Kohlenstoff) enthalten; Cyanid nicht berücksichtigen, da in der Schweiz kein Problem).

Zum Thema Abfall wird bemerkt, daß es eigentlich ein Volumenproblem darstellt. Da aber alle Abfallstatistiken auf der massenspezifischen Erfassung in Tonnen beruhen, wird diese Betrachtungsweise zwangsläufig übernommen.

○ Anmerkungen und Kritik:

Das Modell der kritischen Belastung ist in wesentlichen Punkten inkonsequent, so werden z.B. bei der Luftbelastung unterschiedliche Grenzwerte (MIK, MAK) angewendet. Die Belastung durch Abfälle wird nur als benötigtes Deponievolumen und nicht als ökotoxikologische Belastung betrachtet. Die Energie wird nur in Zahlen des Verbrauchs und nicht in Form der damit verbundenen Umweltbelastungen erfaßt. Radioaktivität und Lärm werden überhaupt nicht berücksichtigt.

Die Bewertung endet auf der Stufe von vier Kennzahlen, die bei einer Entscheidungsfindung wieder gegeneinander abgewogen werden müssen.

Im Prinzip durchlaufen Grenzwerte in demokratischen Gesellschaften einen politischen Diskurs, der die Ziele aller interessierten Anspruchsgruppen berücksichtigt. In der Praxis finden sich allerdings häufig Abweichungen von dieser idealtypischen Konsensfindung. Die aus Grenzwerten ermittelten Gewichtungsfaktoren sind nur dann ein Maß für die ökotoxikologische Schädlichkeit emittierter Stoffe, wenn Qualität und Zielsetzung der verwendeten Grenzwerte gewissen naturwissenschaftlichen Anforderungen genügen.

Allerdings sind grenzwertorientierte Gewichtungsfaktoren mit sehr geringem Aufwand bestimmbar und können flexibel aktualisiert werden. Die Herleitung ist transparent und unabhängig von Person, Zeit und Ort nachvollziehbar. [25]

Das Modell der ökologischen Knappheit stellt insofern eine Verbesserung gegenüber der ökologischen Buchhaltung dar, da auf eine doppelte Gewichtung von Stoff- und Energieströmen und eine Unterscheidung bei den Knappheiten verzichtet wird. Die Aggregation

und Bewertung der Umweltinformationen mündet, wie bei der ökologischen Buchhaltung, in einer einzigen Kennzahl, den Öko-Punkten.

Allerdings muß die Herleitung des Öko-Faktors als Überlagerung von toxikologischen Reaktionskurven zu einer linearen Funktion in Frage gestellt werden, da sie willkürlich und weder naturwissenschaftlich noch statistisch plausibel ist.

Für die Berechnung des Öko-Faktors werden Frachten benötigt, die nicht einfach aus Grenzwert-Konzentrationen berechnet werden dürfen. Ebenso ist die Bestimmung des effektiven Flusses oft sehr ungenau, da keine Daten vorliegen. Angesichts dieser Probleme wird mit sehr zweifelhaften und willkürlichen Hilfskonstruktionen gearbeitet, die im Prinzip eine ökologische Bewertung in Frage stellen und diskreditieren. [25]

3.3. Produktlinienanalyse des Öko-Instituts

Auf der Produktebene fehlt bisher ein entsprechend weitreichendes Umweltinformationsinstrument, wie es die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) oder die Technikfolgenabschätzung (TA) darstellt. Während die UVP auf der Ebene einzelner Projekte eingreift und eine Abschätzung möglicher und wahrscheinlicher Auswirkungen wirtschaftlichen Handelns auf die Umwelt ermöglicht, setzt die TA bei einzelnen Technologien an und erfaßt alle gesellschaftlich relevanten Auswirkungen auf ökologischer, sozialer und wirtschaftlicher Ebene, die anschließend analysiert und bewertet werden. [28]

Die derzeitigen produktbezogenen Informationsinstrumente zielen punktuell auf eine Beeinflussung der Produktentwicklung/-optimierung oder Produktvermarktung ab. Diese Lücke soll durch das 1987 von der Projektgruppe Ökologische Wirtschaft [29] am Freiburger Öko-Institut vorgestellte Konzept der Produktlinienanalyse geschlossen werden. Die Produktlinienanalyse ist eine Weiterentwicklung der Produktfolgenabschätzung und erfaßt neben ökologischen Aspekten auch gesellschaftliche und wirtschaftliche Aspekte auf Produktebene.

Das Öko-Institut beschäftigt sich im Rahmen der Ökobilanzen mit folgenden Themen:

- Weiterentwicklung der Methodik PLA
- erstellt seit 1991 im Auftrag des Umweltbundesamtes die "PLA Waschmittel"
- Produktvergleiche von Einweg-/Mehrwegartikeln
- Erstellen von Ökobilanzen/PLA und Durchführung von Beratungen

○ Definition:

Die Produktlinienanalyse (PLA) betrachtet den gesamten Lebensweg (Produktlinie) eines Produktes, analysiert die ökologischen, ökonomischen und sozialen Wirkungen und bewertet die längs des Lebensweges auftretenden Stoff- und Energieumsätze und die daraus resultierenden Umweltbelastungen sowie die sozioökonomischen Wirkungen. Produktlinienanalysen erfassen auch den Nutzen des Produktes in einer Kosten-Nutzen-Abwägung und werden von einem Forum, bestehend aus Vertretern der gesellschaftlichen Gruppen, begleitet. [1] [30]

○ Ziel:

- Die PLA setzt bei Produkten an und untersucht dabei auch, inwieweit Produkte Bedürfnisse befriedigen können.
- Die PLA erfaßt die Folgen eines Produktes für Natur, Gesellschaft und Wirtschaft über seinen gesamten Lebenszyklus, der die Rohstoffgewinnung, den eigentlichen Herstellungsprozeß, den Transport und Vertrieb, den Konsum sowie schließlich die Beseitigung umfaßt.
- Die PLA geht über die Geldebene hinaus, indem sie auch Aspekte berücksichtigt, die nicht in Geldeinheiten bewertbar sind bzw. bewertet werden sollten.
- Die PLA will den notwendigen gesellschaftlichen Bewertungsprozeß nicht durch eigene formalisierte Aggregations- und Bewertungsverfahren ersetzen, wie dies etwa bei UVP und TA der Fall ist, sondern sie stellt ihre Untersuchungen bewußt mehrdimensional dar.
- Die PLA zielt darauf ab, gestaltendes Element einer künftigen Politik zu werden und bei Planungs- und Entscheidungsprozessen zum Einsatz zu kommen.

○ Methodik:

Der Verfahrensablauf der PLA gliedert sich in folgende Schritte: [30]- Festlegung der Rahmenbedingungen (Scoping)

Planungsträger und Planungsziel, Öffentlichkeitsbeteiligung und freier Datenzugang, Auswahl des Nutzenbündels und der untersuchten Alternativen

- Bilanzierung der Stoff- und Energieströme (Sachbilanz)
Festlegung von Bilanzkriterien, Bilanzraum und -zeit, Datenerhebung, Ermittlung der Stoff- und Energieströme
- Analyse der Wirkungen der Stoff- und Energieströme (Wirkungsbilanz)

- Bewertung und Produktlinienoptimierung (Bilanzbewertung)

Die Bereitstellung von produktrelevanten Informationen in der Sachbilanz erfolgt in einer Produktlinienmatrix, die einer Vertikal- und Horizontalbetrachtung des Produktlebensweges entspricht. [28]

Produktlebensweg	Dimension Natur		Dimension Gesellschaft		Dimension Wirtschaft	
	Einzelkriterien		Einzelkriterien		Einzelkriterien	
1. Rohstoffgewinnung und -verarbeitung						
2. Transport						
3. Produktion						
4. Transport						
5. Handel/Vertrieb						
6. Ge- und Verbrauch						
7. Transport						
8. Beseitigung						

Tab. 3.1: Schematisches Beispiel für eine Produktlinienmatrix

• Vertikalbetrachtung

- Die Vertikalbetrachtung der Produktlinienmatrix erfaßt in verschiedenen Etappen die Auswirkungen des Herstellungs- und Verbrauchsprozesses. Aus ökologischer Sicht sind Auswirkungen auch dann von Bedeutung, wenn sie im Ausland auftreten, und daher genauso zu berücksichtigen wie die Beeinträchtigungen lokaler Öko- und Sozialsysteme.
- Ein Einzelbetrieb kann seine ökologieorientierten Entscheidungen aufgrund der vorhandenen Meß-, Informations-, Rechnungs- bzw. Bewertungssysteme nur im Hinblick auf das Geschehen und die Auswirkungen in seiner Betriebsstätte fällen. In der Regel

hat er keine Informationen über die Konsequenzen seines Tuns auf vor- oder nachgelagerten Stufen. Es besteht daher leicht die Gefahr, daß eine ökoethische oder gesetzlich erzwungene Produktmodifikation zwar punktuell Verbesserungen erzielt, die aber insgesamt gesehen einer Verschlechterung der ökologischen und sozialen evtl. auch der wirtschaftlichen Situation gleichkommt.

- Horizontalbetrachtung

- Die Horizontalbetrachtung der Produktlinienmatrix umfaßt die drei Hauptdimensionen Natur, Gesellschaft und Wirtschaft, mit denen die gesellschaftlichen Aktivitäten abgebildet werden können.
- Die Hauptdimensionen werden weiter untergliedert in eine Hierarchie von Ober und Unterkriterien, wobei der Grad der gewählten Ausdifferenzierung (z.B. Ressourcen, Umweltmedien, Mitwelt, Arbeitsqualität, individuelle Freiheiten, gesellschaftliche Aspekte, Allokationsaspekte, Verteilungswirkungen) von der Zielsetzung der PLA und den finanziellen und personellen Rahmenbedingungen bestimmt wird.

In der Praxis der PLA-Gestaltung ist es möglich, daß sich allgemein anwendbare Kriterienraster für bestimmte Produktkategorien herausbilden, wie sich in der Praxis standardisierte Verfahrensabläufe für die UVP entwickelt haben. Diese Kriterienraster könnten sich auch an die Kriterienkataloge anlehnen, die im Zuge der Indikatorenforschung aufgestellt wurden.

Das Öko-Institut [28] ist jedoch der Meinung, daß die gegenwärtig bestehenden Konflikte über die weitere Entwicklung der Industrie- und Dienstleistungsgesellschaft nicht primär ein Streit um Fakten, sondern ein Wertekonflikt ist. Dieser Wertekonflikt beruht gerade darauf, daß verschiedene Gruppen unterschiedlichen Kriterien eine andere Bedeutung zumessen. Eine Konfliktlösung muß daher auch zielgerichtet auf die Lösung dieses Wertekonfliktes hinarbeiten. Dies erfordert die Offenlegung der von einzelnen Gruppen als wichtig empfundenen Werte und ihre Konkretisierung in beschreibenden und empirisch erfaßbaren Kriterien.

Daher muß eine weitestgehende Trennung von Analyse der Stoff- und Energieströme, Analyse der (Aus-)Wirkungen und der Bewertung gewährleistet sein. Völlig abtrennen läßt sich die Bewertung allerdings nicht, da bereits die Aufstellung der Bilanzgrenzen und

-kriterien eine Wertung darstellt und alles was dabei abgeschnitten wird, als unerheblich einstuft.

Der umfassende Ansatz der PLA führt zu einer bewußten Mehrdimensionalität in der Analyse, indem er weiche Informationen zur Beschreibung des Zustandes einbezieht. Dies führt zu einer entsprechenden Komplexität in der Aggregations- und Bewertungsfrage. Eine Anleitung zur Bewertung enthält die PLA selbst nicht.

Die daraus resultierende Bewertungsoffenheit soll den Bearbeiter und den Benutzer zwingen, sich über seine eigenen Bewertungskriterien und die seiner Opponenten klar zu werden, sie offenzulegen und auch für andere transparent zu gestalten. Die PLA beschränkt sich daher im wesentlichen darauf, die Vieldimensionalität der untersuchten Probleme zu analysieren und darzustellen. Bewertungen werden überwiegend verbal-qualitativ vorgenommen. Auf einen quantitativen Gesamtvergleich der Alternativen anhand einer aggregierten Meßgröße wird bewußt verzichtet. [29]

○ Anmerkungen und Kritik:

Die PLA untersucht, wie die TA, die gesamte Breite der Auswirkungen im Lebenszyklus eines Produkts. Der Unterschied liegt daher nicht nur in der Methodik, sondern am Untersuchungsobjekt selbst. Damit unterscheiden sie sich grundsätzlich von anderen Meß-, Informations-, Rechnungs- und Bewertungssystemen (z.B. UVP, Ökobilanz, Sozialbilanz), die sich auf bestimmte Hauptdimensionen beschränken.

Die PLA deckt damit in sich die Breite ab, die im Einzelnen durch Wirtschafts-, Öko- und Sozialbilanz der an einer Produktlinie beteiligten Betriebe und Unternehmen wiedergegeben wird. Methodisch bestehen jedoch insofern Unterschiede, als die PLA wegen der Vieldimensionalität und Komplexität darauf verzichtet bzw. verzichten muß, eine eindimensionale (z.B. monetäre) Bewertung vorzunehmen.

Die PLA betrachtet nur Produkte (vorwiegend aus Nutzerperspektive), während sich die Ökobilanz auch auf Prozesse und ganze Unternehmen beziehen kann. Infolge der Differenziertheit ihres Aufbaus und des Verzichts auf eine zusammenfassende Bewertung erscheint die PLA vor allem im Planungsprozeß der Produktentwicklung sinnvoll verwendbar. Für eine Zusammenfassende ökologische Bewertung von Produkten, Prozessen und Unternehmen scheint es jedoch erforderlich, die Komplexität der Auswirkungen in Form ausgewählter Wirkungs-Indikatoren zusammenzufassen, die Fülle der Einzelinformationen zu aggregieren und auf wenige Kennziffern zu reduzieren. Hier ist der von einigen Ökobilanzen eingeschlagene Weg methodisch erfolgversprechender, auch wenn mit zunehmen-

der Aggregation (z.B. Gesamtsumme der ökologischen Rechnungseinheiten) ein erheblicher Informationsverlust in Kauf genommen wird. [24] Außerdem wird an der PLA kritisiert, daß der Ansatz nicht theoretisch-konzeptionell fundiert ist. Eine rein deskriptive Folgenauflistung führt eher zu einer Erschwernis der Entscheidungsfindung als zu einer Entscheidungsvereinfachung. Die Durchführung einer PLA bindet in beträchtlichem Maße betriebliche Ressourcen, die vor allem von kleineren Unternehmen aus Personal- und Kostengründen nicht bereitgestellt werden können. [13]

3.4. Ökobilanz bzw. Stoff- und Energiebilanz und Öko-Controlling des Instituts für Ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)

Das Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung GmbH (IÖW) in Berlin hat maßgeblich dazu beigetragen die Ökobilanz als praxisorientiertes Umweltinformationsinstrument in Unternehmen einzuführen und methodisch weiter zu entwickeln.

Das Konzept der betrieblichen Ökobilanz entstand im wesentlichen im Rahmen eines vom IÖW geleiteten Projektes "Modellvorhaben: Einführung einer Ökobilanz im Industriebetrieb", das mit Unterstützung des Förderkreises Umwelt - f.u.t.u.r.e. und der nordrhein-westfälischen Ministerien für Umwelt, Raumordnung, Landwirtschaft sowie Wirtschaft, Mittelstand und Technologie in den Jahren 1987/88 bei der Firma Bischof + Klein GmbH & Co. (Tecklenburg) durchgeführt wurde. [18]

Darüber hinaus wurden in weiteren Projekten in den Jahren 1987 bis 1992 die einzelnen Bausteine des Öko-Controllings erarbeitet und im Rahmen der praktischen Implementation in Betrieben erprobt. Die betriebliche Ökobilanz des IÖW wird, zur Abgrenzung von anderen Ökobilanz-Konzepten, inzwischen als Stoff- und Energiebilanz bezeichnet, da sie keine eigene ökologische Beurteilung enthält, sondern in den betrieblichen Entscheidungsprozeß des Öko-Controllings eingebettet ist. [31]

Das Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung GmbH (IÖW) beschäftigt sich im Rahmen der Ökobilanzen mit Themen zu Ökologisch-ökonomischer Theoriebildung, Ökologischer Konsum, Ökologische Unternehmenspolitik und gibt Bibliographien zum Thema "Produktlinienanalyse und kobilanz" [32] und "Umwelt und konomie" [33] heraus.

○ Definition:

Ökologische Unternehmenspolitik will im Rahmen der betriebswirtschaftlichen Normen von Existenz- und Rentabilitätssicherung eine über die gesetzlichen Vorschriften und Auflagen hinausgehende aktive betriebliche Umweltpolitik betreiben.

Unter Ökobilanz wird die Erfassung der Stoff- und Energieflüsse im Zusammenhang mit den Aktivitäten eines Betriebes verstanden. Die Datenerfassung erfolgt in vier Teilbilanzen: Betriebsbilanz, Prozeßbilanz, Produktbilanz und Standortbilanz (Substananalyse).

Öko-Controlling ist im Rahmen einer ökologischen Unternehmenspolitik das Informations-, Analyse- und Steuerungsinstrumentarium für das Management.

○ Ziel:

- Einbezug von ökologischen Aspekten bei der betrieblichen Entscheidungsfindung
- Kontrollfunktion bei der Umsetzung betrieblicher Entscheidungen hinsichtlich ökologischer Relevanz
- Auffinden und Beseitigen ökologischer Schwachstellen im Betrieb
- Optimieren von Produkten und Produktionsprozessen
- Vermarktung von Produkten unter Umweltgesichtspunkten

○ Methodik:

Das Öko-Controlling beinhaltet die Sammlung aller ökologisch wichtigen Informationen mit Hilfe der betrieblichen Ökobilanz (Stoff- und Energiebilanz), die Bewertung unter ökologischen und ökonomischen Aspekten und die entscheidungsorientierte Aufbereitung der Informationen. Um den unterschiedlichen Anforderungen hinsichtlich Informationsgehalt, -dichte und Darstellungsform gerecht zu werden, erfolgt die umweltbezogene Erfassung eines Betriebes mit Hilfe von vier Einzelsystematiken: [18]

• Betriebsbilanz (Input-Output-Bilanz des Betriebs)

Die Betriebsbilanz stellt die Betrachtung des stofflichen und energetischen Inputs in den Betrieb einer Betrachtung des stofflichen und energetischen Outputs (Stoff- und Energiebilanz) gegenüber. Dieser Input und Output von Stoffen und Energien wird in mehreren Aggregationsebenen betrachtet:

- Input: Stoffe (Roh-, Hilfs-, Betriebsstoffe, Kaufteile, Handelsware) und Energien

- Output: Produkte, stoffliche Emissionen (Abfall, Abluft, Abwasser), energetische Emissionen (Abwärme, Lärm, Licht, radioaktive Strahlung)

Für die spätere Einstufung bzw. ökologische Bewertung ist es notwendig, daß alle Inhaltsstoffe spezifiziert und mengenmäßig erfaßt werden.

- Prozeßbilanz

Mit Hilfe von Prozeßbilanzen sollen die Transformationsvorgänge zwischen Input- und Output-Seite eines Betriebes in stofflicher und energetischer Hinsicht erfaßt und beurteilt werden. Allgemein wird unter dem Begriff Prozeß eine Abfolge von funktionalen, räumlich und zeitlich zusammenhängenden Arbeitsschritten verstanden, durch die mittels Einsatz von Stoffen und Energien ein bestimmtes Leistungsergebnis erzielt wird. Dabei werden neben dem gewünschten Herstellungsprodukt auch unerwünschte Kuppelprodukte erzeugt. Für eine umfassende Betriebsbilanz müssen alle verfahrens- und fertigungstechnischen Prozesse betrachtet werden, die zusammengenommen notwendig sind, um den Betriebszweck zu erfüllen.

- Produktbilanz

Die Produktbilanz soll betriebsspezifische Produkte über ihren gesamten ökologischen Produktlebenszyklus betrachten. Dies bedeutet, daß die in den vor- und nachgelagerten Phasen des ökologischen Produktlebenszyklus eingesetzten Stoffe und Energien und der weitere Weg des Produkts und die damit verbundenen Emissionen möglichst vollständig erfaßt, systematisiert und bewertet werden. Die einzelnen Phasen sollten räumlich und zeitlich abgegrenzt werden. Wo verschiedene Varianten vor- und nachgelagerter Phasen möglich sind, sollten diese in Szenarioform dargestellt, analysiert und gewichtet werden.

- Standortbilanz (Substananalyse)

Die Substanzbetrachtungen umfassen strukturelle Eingriffe wie Nutzung der Bodenfläche, Eingriffe in die Landschaftsstruktur sowie die ökologische Betrachtung von Altlasten, Anlagevermögen und Lagerbeständen.

Die systematische und vollständige Darstellung der Stoff- und Energieströme stellt bereits die erste Stufe einer ökologischen Beurteilung dar, indem Informationen über Art und Umfang von z.B. Emissionen bekannt werden, die zuvor noch nie erfaßt wurden.

Der zweite Schritt der Bewertung und Verarbeitung dieser Umweltinformationen erfolgt in einer systematischen Schwachstellenanalyse. Das IÖW [31] hat dafür als Bewertungsme-

thode die ABC-Analyse gewählt, da diese bereits in den Unternehmen bekannt und deshalb methodisch einfach nachzuvollziehen ist. Durch die grobe Rasterung ist sie einfach handhabbar, ausreichend exakt und kann Problembereiche durch die vorweggenommene Einstufung übersichtlich darstellen. Auf dieser Grundlage lassen sich relativ einfach und praktikabel Entscheidungsfindungs- und Handlungsprozesse in Gang setzen.

Die Einstufung der eingesetzten Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, der Produkte, Emissionen und Produktionsprozesse geschieht nach folgendem ABC-Raster, das entsprechend der ökologischen Relevanz zugleich auf den damit verbundenen Handlungsbedarf hinweist:

- A-Einstufung: hohe ökologische Relevanz mit großem Handlungsbedarf
- B-Einstufung: ökologisch bedenklich mit mittelfristigem Handlungsbedarf
- C-Einstufung: nach vorliegendem Kenntnisstand keine ökologischen Bedenken, die einen Handlungsbedarf erfordern

Das Bewertungsraster zur Beurteilung der Stoffe, Energien, Produkte und Emissionen wurde unter maßgeblicher Mitarbeit von Prof. Stahlmann (FH Nürnberg) erarbeitet und berücksichtigt folgende Kriterien: [31]

1. Einhaltung umweltrechtlicher Rahmenbedingungen
Grenzwerte, Auflagen, Ge- und Verbote, Verordnungen, Vorschriften
2. Gesellschaftliche Anforderungen
gesellschaftliche und wissenschaftliche Diskussion, Kritik bzw. Akzeptanz
3. Umweltgefährdungspotentiale und Toxizität (ökologisches Normalfallrisiko)
Beeinträchtigung der Umweltmedien Luft, Wasser und Boden, Humantoxizität
4. Umweltbeeinträchtigungen durch potentielle Störfälle
5. Internalisierte Umweltkosten
Lager- und Entsorgungskosten, Abgaben, Kontrollaufwand

6. Umweltbeeinträchtigungen durch vor- und nachgelagerte Stufen

Rohstoffgewinnung, Vorproduktion, Gebrauch, Entsorgung, Recyclingfähigkeit

7. Verluste/Wertschöpfungsanteile

Aufbau eines Öko-Controlling-Kennzahlen-Systems

Nach Erfassung der Stoff- und Energieströme und der ökologischen Bewertung der Einzelaspekte müssen zunächst die Einzelanalysen zu betriebsspezifischen Problemfeldern zusammengefaßt werden, um Wirkungszusammenhänge zu verdeutlichen und Problemfelder eingrenzen zu können. Die Entscheidungsfindung selbst läuft nach einem strukturierten Schema ab:

- Erarbeitung konkreter Ziele und möglicher Entscheidungsalternativen
- Analyse der vorhandenen Mittel
- Bewertung der gefundenen Alternativen
- Auswahl der durchzuführenden Maßnahmen und Setzen der Prioritäten

○ Anmerkungen und Kritik:

Hinter dem IÖW-Konzept stehen zwei wesentliche Grundannahmen, die es von anderen Konzepten unterscheidet: [24]

- Die ökologische Herausforderung der Unternehmen ist nicht mit traditionellen, monetär orientierten Informationssystemen zu lösen sondern bedarf frühzeitiger, qualitativ orientierter Erfassung ökologischer Handlungsfolgen und Risiken.
- Der Herausforderung ist nur als Querschnittsaufgabe aller Funktionsträger der Unternehmenspolitik zu begegnen, die nur in einem auf valide Daten gestützten partizipativen Organisationsentwicklungsprozeß bewältigt werden kann.

Das Konzept hat ausgesprochen pragmatische Züge, bedarf allerdings wohl stets der Mitwirkung externer Berater, um die ökologische Handlungsperspektive zu erweitern und Anstöße zu geben. Allerdings ist durch die grobe ökologische Bewertung eine ökologische Optimierung nicht sicher gewährleistet, da mit der Beseitigung einer Schwachstelle andernorts durchaus eine neue entstehen kann. [24]

Die ABC-Methode ermöglicht grundsätzlich die Gewichtung aller Stoff- und Energieströme und ist im Prinzip in jedes Umweltinformationsinstrument integrierbar. Die Kategorisierung von Stoff- und Energieflüssen in ein ABC-Raster ist jedoch problematisch und mit dieser Methode selbst nicht lösbar. Die Methode ist aufgrund ihres offenen Charakters stark vom Anwender abhängig. Unterschiedliche Zielvorstellungen können aber z.B. durch

einen Konsensusworkshop (Teilnahme der betroffenen Anspruchsgruppen) eingebracht werden, um eine am gesellschaftlichen Urteil orientierte Gewichtung der Schädlichkeit von Stoffen und Emissionen zu erreichen. Dies ist ansatzweise beim IÖW-Konzept geschehen. Wird die ABC-Rasterung prozeßpolitisch konsensorientiert vorgenommen, kann das Gewichtungmodell die staatlichen Prioritäten der Umweltpolitik widerspiegeln, eine Standardisierung ist jedoch außer Reichweite. [25]Die Methode der ABC-Bewertung liefert keine absoluten Rechengrößen sondern stuft die Umweltwirkungen relativ ab. Diese Abstufung wird dem Tatbestand gerecht, daß die Bewertung der Umweltwirkungen eines Unternehmens nie mit völliger naturwissenschaftlichen Exaktheit erfolgen kann. Damit wird bewußt auf eine unmittelbare zahlenmäßige Vergleichbarkeit von Umweltwirkungen verschiedener Unternehmen untereinander verzichtet. Die ABC-Klassifizierung bietet damit eine einfache Möglichkeit transparent eine Verdichtung und Einstufung wesentlicher und unwesentlichen Umweltinformationen vorzunehmen und damit Umweltschwachstellen schnell aufzuzeigen, um dem Management frühzeitig Entscheidungen zu ermöglichen.

Statt der Aufstellung einer ökologischen Buchführung nach Maßgabe und Norm einer Behörde mit externer Revision wird die Förderung eines freiwilligen Umwelt-Audits bzw. Öko-Controllings unterstützt. Allerdings darf eine ökologische Bilanzierung für ein Unternehmen nicht in der Beliebigkeit der Schwachstellenerfassung des jeweiligen Unternehmens bzw. einer Unterschlagung von Umweltwirkungen enden. Fehlende Informationen sollten vielmehr zum Schließen von Kenntnislücken verpflichten. [34]

3.5. Ganzheitliche Bilanzierung des Instituts für Kunststoffprüfung und Kunststoffkunde (IKP) der Universität Stuttgart

Ökobilanzen betonen, wie der Name schon sagt, die ökologischen Aspekte. Für die Produkt- und Systementwicklung ist jedoch eine dreidimensionale Betrachtung - technisch, wirtschaftlich und umweltbezogen - unerlässlich. Voraussetzung dafür sind definierte Randbedingungen, aktuelle Industriedaten, eine zusammen mit der Industrie entwickelte Methode und die Bilanzierung durch ein neutrales Institut. [35]

Das Instituts für Kunststoffprüfung und Kunststoffkunde der Universität Stuttgart (IKP) beschäftigt sich im Rahmen der Ökobilanzen mit folgenden Themen: [36]

- Entwicklung eines Softwaresystems zur Ganzheitlichen Bilanzierung

- Ganzheitliche Bilanzierung von Bauteilen aus der Automobilindustrie
- Ganzheitliche Bilanzierung eines vollständigen Pkws (z.B. Golf III)
- Ganzheitliche Bilanzierung von Lackschlammverwertung und Lackierverfahren
- Ganzheitliche Bilanzierung von elektromechanischen Bauelementen
- Ganzheitliche Bilanzierung von Treibmittel für Schäume
- Ganzheitliche Bilanzierung von Recyclingverfahren

○ Definition:

Die Ganzheitliche Bilanzierung ist ein bauteil-, verfahrens- und systembezogenes Instrumentarium zur Ermittlung von Umweltparametern vor dem Hintergrund technischer und wirtschaftlicher Pflichtenhefte. Hierzu werden über den gesamten Lebenszyklus Rohstoff-, Energie-, Emissions-, Abwasser- und Abfallbilanzen erstellt.

Randbedingungen und Systemgrenzen sind für jeden Einzelfall in Bezug auf Pflichtenheft (technisch, wirtschaftlich, umweltlich), Produktzyklus und Bilanzströme (Luft, Wasser, Boden) eindeutig zu präzisieren. [37]

○ Ziel:

- Entwicklung einer computergestützten Methode als zusätzliche Entscheidungshilfe für die Produktentwicklung bei der Werkstoff- und Verfahrensauswahl
- Methode, die auf breiter Akzeptanz in der Industrie basiert und als Ausgangsbasis für nationale und internationale Standardisierung dient
- Instrument zur Schwachstellenanalyse für firmeninterne Entscheidungen
- Instrument zur umweltintegrierten Zukunftsentscheidung in der Wirtschaft zu Fragen der Verfahrens- und Standortwahl, Fabrikplanung und Technikfolgenabschätzung
- unterstützendes Instrument für politische Entscheidungen
- Erstellung von standort- und firmenspezifischen Bilanzierungen mit spezifischen Daten
- Ankopplung von Computer Aided Balancing (CAB) an CAD mittels Expertensystem

○ Methodik:

Ausgehend von einem dreidimensionalen Pflichtenheft und unter Berücksichtigung des vollständigen Produktkreislaufes werden Energie-, Emissions- und Abwasserbilanzen erstellt und mittels einer modifizierten Nutzwert-Kosten-Analyse, der Ganzheitlichen-Nutzwert-Kosten-Analyse (GKNA), bewertet. Die Ganzheitliche-Nutzwert-Kosten-Analyse ist kombiniert mit der 3D-Portfolio-Methode systematisch, qualitativ leicht modifizierbar und damit einzelfallspezifisch anwendbar. Die unternehmerische Verantwortung und Entscheidungsfreiheit bleibt voll erhalten, da alle Randbedingungen und Gewichtungen in Projektteams durch das Unternehmen selbst bestimmt werden. [38]

Die Vorgehensweise der Ganzheitlichen Bilanzierung läßt sich in 7 Einzelschritte unterteilen:

1. Definition der zu untersuchenden Varianten
(Bauteile, Verfahren, Produkte Systeme)
2. Erstellung des Kriterienkataloges
(Pflichtenhefte: technisch, wirtschaftlich, umweltlich)
3. Festlegung der Gewichtung

4. Ermittlung der Einzelnutzwerte unter Bestimmung der Erfüllungsgrade

$$\text{Einzel - Nutzwert (EN)} = \frac{\text{Faktorengewicht (F \%)} \cdot \text{Erfüllungsgrad (E)}}{100 \%}$$

(Der Erfüllungsgrad (E) reicht von 1 = schlecht bis 5 = sehr gut)

5. Bestimmung des Ganzheitlichen Nutzwertes (GN)

$$\text{Ganzheitlicher Nutzwert (GN)} = \sum TN + WN + UN$$

(TN: technischer Nutzen, WN: wirtschaftlicher Nutzen, UN: umweltlicher Nutzen)

6. Ermittlung der Kosten

(Herstellungs- und Montagekosten)

7. Ermittlung des Ganzheitlichen Nutzwert-Kosten-Quotients (GNKQ)

$$GNKQ = \frac{GN}{\text{Herstellkosten (HK)} + \text{Montagekosten (MK)}} \left[\frac{1}{DM} \right]$$

	Varianten		
	Nutzwert 1	Nutzwert 2	Nutzwert 3
technische Kriterien:			
Werkstoffeigenschaften			
Verarbeitbarkeit			
Entwicklung/Konstruktion			
Montage			
Bauteil-Nutzung			
Σ technischer Nutzwert (<i>TN</i>)			
wirtschaftliche Kriterien:			
Externe wirtschaftliche Kriterien			
Interne wirtschaftliche Kriterien			
Σ wirtschaftlicher Nutzwert (<i>WN</i>)			
umweltliche Kriterien:			
Werkstoffherstellung			
Bauteilverarbeitung			
Bauteil-Nutzung			
Recycling			
Entsorgung			
Σ umweltlicher Nutzwert (<i>UN</i>)			
Ganzheitlicher Nutzwert (<i>GN</i>)			

Tab. 3.2: Schematisches Beispiel für einen Kriterienkatalog (Pflichtenheft)

Unter den einzelnen umweltlichen Kriterien verbergen sich die Stoff- und Energieströme der verschiedenen Varianten verteilt über deren Lebensweg. Dazu gehören der Energieverbrauch, die Emissionen in Luft und Wasser und der Anfall von Staub und festen Abfälle.

Die Methodik zur Ganzheitlichen Bilanzierung ist ein Regelwerk mit der Aufgabe, die Daten der unterschiedlichen werkstoffspezifischen Prozeßbäume gleichartig zu verarbeiten. Um korrekte und vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, müssen bei der Modellerstellung praxisnahe Daten verwendet werden, deren Herkunft und die Vorgehensweise ihrer Erhebung nachvollziehbar ist, d.h. daß beispielsweise nicht ein Energiemix, sondern die tatsächlich vor Ort eingesetzten Energieträger berücksichtigt werden. Ebenso sind Kuppelprodukte durch entsprechende Wichtungsfaktoren zu berücksichtigen.

Im Vorfeld der Bilanzierung ist festzulegen, bis zu welchem Subsystem bilanziert wird, da aus praktischen Gründen nicht sämtliche prozeßbezogenen Daten bis in jedes Untersystem aufgenommen und verarbeitet werden können. Die Abbruchbedingungen müssen so festgelegt werden, daß die Vernachlässigung untergeordneter Systeme keinen relevanten Einfluß auf das Gesamtsystem hat.

Bei komplexen Systemen, wie es die heutigen industriellen Verfahren darstellen, ist es nicht mehr möglich, das gesamte Problemfeld geschlossen zu verstehen. Aus diesem Grund wurde eine modulare Betrachtungsweise eingeführt, die eine Bilanzierung in einzelnen Bausteinen vorsieht. Beim Bausteindenken werden Parallelen zur modernen Fertigungstechnik (Baugruppendenkweise, Normierung) und zur Informatik (strukturierte Programmierung, standardisierte Schnittstellen) ersichtlich.

Diese Vorgehensweise ermöglicht bereits bekannte Problemlösungsstrategien aus anderen Gebieten einzusetzen und ein Softwaresystem (GaBi) zu entwickeln, das in Anlehnung an den Sprachgebrauch bei der Produktentwicklung und Produktfertigung als computerunterstützte Bilanzierung (CAB = Computer Aided Balancing) bezeichnet werden kann. Ausgangsobjekte sind hierbei Prozesse sowie Energie- und Stoffflüsse. [37]

Ziel des Softwaresystems GaBi ist der Vergleich der ökologischen Auswirkungen verschiedener Produktalternativen, die ein gemeinsam vorgegebenes technisches Pflichtenheft erfüllen, und die Durchführung von Sensibilitätsanalysen bezüglich verschiedener Bewertungsschlüssel und Szenarien.

○ Anmerkungen und Kritik:

Die Ganzheitliche Bilanzierung geht über das Konzept der produktbezogenen Ökobilanzen hinaus, indem es neben ökologische auch technische und wirtschaftliche Aspekte einbezieht. Sie stellt ein betriebliches Informationsinstrument dar, das bereits im Planungsprozeß Produktentwicklern Entscheidungshilfe über das übliche technische und ökonomische Maß hinaus bietet. Dadurch sollen Teiloptimierungen zu Lasten von ganzheitlichen Betrachtungen vermieden werden.

Die Ganzheitliche Bilanzierung steht den Intentionen der Produktlinienanalyse sehr nahe. Sie bemüht sich darum, in praxisorientierten Projekten Pflichtenhefte zur ökonomischen, technischen und ökologischen Optimierung von Bauteilen und Produkten zu entwickeln und in Form von benutzerfreundlicher Standardsoftware den Produktentwicklern zugänglich zu machen. [24]

Die Ganzheitliche Bilanzierung des Golf III [36] stellt den ersten Versuch dar, ein so komplexes Produkt wie den Pkw über den gesamten Lebensweg zu untersuchen und die Umweltauswirkungen zu bewerten. Diese Arbeit könnte eine Basis dafür sein, die Grenzen und Möglichkeiten hinsichtlich der Aussagekraft dieser Methode herauszuarbeiten. [9]

3.6. Lebenswegbilanzen der Projektgemeinschaft Lebenswegbilanzen

1990 hat das Umweltbundesamt (UBA) die Projektgemeinschaft Lebenswegbilanzen, bestehend aus dem Fraunhofer-Institut für Lebensmitteltechnologie und Verpackung (ILV), der Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung (GVM) und dem ifeu-Institut für Energie und Umweltforschung GmbH, beauftragt eine Grundlagenstudie zur Ökobilanzierung von Produkten zu erstellen. In dieser Studie soll eine Methode vorgestellt werden, die eine einheitliche Beurteilung von Verpackungssystemen hinsichtlich deren Umweltbeeinflussung erlaubt. Außerdem sollen Primärdaten zu Lebenswegbilanzen der wichtigsten Packstoffe und Packmittel erhoben werden. [39]

Im September 1993 hat die Projektgemeinschaft Lebenswegbilanzen eine "Ökobilanz für Getränkeverpackungen" [40] herausgegeben. Bei dem umfangreichen Zahlenmaterial handelt es sich um eine Sachbilanz, die einen umfassenden Überblick über Energie- und Stoffströme im Lebensweg von Verbundkarton, Schlauchbeutel und Mehrwegglasflasche gibt.

Neben der vom Umweltbundesamt in Auftrag gegebenen Studie "Ökopprofile von Packstoffen und Packmitteln", die die Projektgemeinschaft Lebenswegbilanzen gemeinsam erarbeitet, laufen bei den jeweiligen Institutionen noch weitere Aktivitäten zum Thema Ökobilanzen.

Das Fraunhofer-Institut für Lebensmitteltechnologie und Verpackung (ILV) wurde vom UBA beauftragt für die Methode der Projektgemeinschaft Lebenswegbilanzen ein EDV-Softwarepaket zu entwickeln. [39]

Das ifeu-Institut für Energie und Umweltforschung in Heidelberg [41] beschäftigt sich im Rahmen der Ökobilanzen mit folgenden Themen:

- Energie- und CO₂-Bilanzierung von Nachwachsenden Rohstoffen
- Ökobilanz von Hygieneprodukten für den Krankenhausbereich
- Ökobilanz von Folien aus Ethylen-Vinyl-Alkohol-Copolymer und Aluminium zur Verpackung von Kaffeeprodukten
- Ökobilanz für Hygienepapiere und textile Handtücher als fertiges Halbprodukt für den Haushalts- und Produktionsbereich
- Ökologische Betriebsbilanz eines Unternehmens (z.B. Mohndruck Graphische Betriebe GmbH, Gütersloh) [17]
- Ecological Balances as an Instrument for the Evaluation of Waste Management Alternatives

○ Definition:

Ökobilanz ist der Überbegriff für Bilanzen der stofflichen und energetischen Einflüsse eines Untersuchungsgegenstandes (Unternehmen, Gemeinde, Dienstleistung, Produkt, Herstellungsprozeß etc.) auf die Umwelt.

Eine Ökobilanz ist die Liste der umweltbeeinflussenden und nicht umweltbeeinflussenden Größen, die an den Grenzen des Bilanzraumes auftreten. Diese Größen werden entweder als Daten ausgewiesen oder qualitativ beschrieben. Die Daten sind nach Größen getrennt über den Lebensweg aufsummiert.

Unter Lebensweg (Produktlebensweg) wird die Gesamtheit und die Verknüpfung der Prozesse verstanden, die an der Herstellung, Verwendung und Entsorgung eines Produktes innerhalb der Grenzen des Bilanzraumes beteiligt sind. Ein spezieller Lebensweg besteht ausschließlich aus Modulen, die durch spezifische Prozeßdaten beschrieben werden.

Die Lebenswegbilanz (LWB) ist eine Ökobilanz für Produkte, während eine bewertete Lebenswegbilanz ein Ökopprofil für ein Produkt darstellt. [39]

○ Ziel:

Das Ziel der Projektgruppe Lebenswegbilanzen ist die Bereitstellung eines benutzerorientierten, EDV-gestützten Instruments mit folgenden Leistungsmerkmalen:

- Konstruktion von Lebenswegen für gängige Verpackungssysteme von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung
- vollständige Erfassung der Daten für die Beschreibung der Input-Output-Beziehungen aller Module des speziellen Lebensweges
- Bereitstellung von Standardmodulen bzw. verallgemeinerten Prozeßdaten aus einer Datenbank
- Erstellung einer Lebenswegbilanz aus den Input-Output-Beziehungen der Einzelmodule des speziellen Lebensweges
- Durchführung von Schwachstellen- und Sensitivitätsanalysen am fertiggestellten Lebensweg

○ Anwendung:

Leitgedanke bei der Erstellung von Lebenswegbilanzen ist die möglichst realitätsnahe Erfassung der Umweltbeeinflussungen die ein Verpackungssystem verursacht. Von besonderem Interesse sind dabei die speziellen Lebenswege eines Verpackungssystems:

- Der Nutzer aus der Wirtschaft ermittelt die Umweltbeeinflussungen durch ein ihn interessierendes Verpackungssystem, die tatsächlich oder in guter Näherung zur Realität verursacht werden (Vergleich alternativer Verpackungssysteme, Schwachstellen- und Sensitivitätsanalyse).
- Der Nutzer aus Politik und Öffentlichkeit ermittelt Umweltbeeinflussungen durch Verpackungssysteme, indem er für jedes Verpackungssystem die Lebenswegbilanzen der Einzelfälle aus einer repräsentativen Stichprobe von speziellen Lebenswegen erstellt. (Analyse von Ist-Zuständen auf regionaler oder globaler Ebene, Aufstellung von Szenarien anhand von bestimmten gesellschaftlichen Wertvorstellungen, Ableitung von Entscheidungen für ordnungspolitische Maßnahmen bzw. zur Beratung)
- Die resultierenden Ergebnisse können jedes für sich betrachtet werden (Einzelfallbetrachtung) oder zu verallgemeinernden Aussagen (Summarische Betrachtung) zusammengefaßt werden.

○ Methodik:

Da die Bewertungsfragen nicht Gegenstand des Untersuchungsauftrages sind, reduziert sich die Lebenswegbilanz auf die Erfassung von umweltbeeinflussenden Größen innerhalb eines definierten Bilanzraumes, die durch Stoff- und Energieströme (Input-Output-Bilanz) beschrieben werden. [39]

Folgende Umweltkategorien werden bei der Input-Output-Bilanz berücksichtigt, wobei einige der Kategorien vorläufig nur qualitativ beschrieben werden können:

- Input:
 - Rohstoffe zur energetischen Nutzung (Primärenergieträger)
 - sonstige Rohstoffe
 - Wassereinsatz
 - Verbrauch von Boden z.B. Erosion (qualitativ)
 - Flächenbelegung z.B. Bebauung, land- oder forstwirtschaftliche Nutzung (qualitativ)
 - Raumbelastung z.B. langfristige Belastung (qualitativ)
- Output:
 - Emissionen in die Luft
 - Emissionen in das Wasser
 - Deponieraumbelastung
 - Stoffeinträge in Böden (qualitativ)
 - Energie in Form von Lärm oder Strahlung (qualitativ)
 - Abwärme (qualitativ)

Die Konstruktion des Lebensweges (von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung) geht von dem Verpackungssystem aus, wie es beim Verpacker real auftritt. Dazu wird der Lebensweg in sogenannte Module zerlegt. Die Abgrenzung eines Moduls wird dabei von den unterschiedlichen Prozessen und der Datenlage bestimmt.

Die Verknüpfung der Module zum Produktlebensweg wird jeweils über eine gemeinsame Größe vorgenommen. Dazu werden alle an dem Modul beteiligten Stoff- und Energiemengen sowie Dienstleistungen mit einem Faktor multipliziert, dem sogenannten Prozeßniveau, daß genau die Menge eines bestimmten Stoffes produziert wird, die in den anderen Modulen des Lebensweges eingesetzt werden. Für die Zurechnung der Umweltbeeinflussungen bei der Kuppelproduktion sowie zur Berücksichtigung der stofflichen Verwertung und Abwärmenutzung werden besondere Regeln aufgestellt.

Durch den modularen Aufbau können die Prozesse getrennt untersucht und beschrieben werden. Der Aufbau einer Untersuchung ist klar und übersichtlich und kann leicht nachvollzogen werden, gleiche Sachverhalte werden gleich behandelt. Änderungen an einem bestimmten Modul sind leicht möglich. Sind Module einmal bekannt, können sie auch in anderen Lebenswegen eingebunden werden

Die Umweltbeeinflussungen werden in drei getrennten Teilbilanzen ausgewiesen und in einer Gesamtbilanz (Lebenswegbilanz) zusammengefaßt. Die Ergebnisdarstellung einer Lebenswegbilanz erfolgt in sechs Teilen:

1. Beschreibung des Verpackungssystems
2. Liste der bilanzierten Größe der ersten Teilbilanz
(Umweltbeeinflussungen aus Produktion, Nutzung, Abfallentsorgung und Sekundärrohstoffeffassung)
3. Liste der bilanzierten Größe der zweiten Teilbilanz
(Umweltbeeinflussungen aus Energieerzeugungsprozessen)
4. Liste der bilanzierten Größe der dritten Teilbilanz
(Umweltbeeinflussungen aus den Transportprozessen)
5. Liste der bilanzierten Größen der Gesamtbilanz
6. Angaben zu den vom Benutzer eingegebenen speziellen Daten

Mit dieser Darstellung kann eine schnelle Abschätzung erfolgen, in welchem Bereich der Lebenswegbilanz besonders hohe bzw. niedrige Umweltbeeinflussungen auftreten. Mit Hilfe des Softwaresystems kann darüber hinaus auch eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt werden, indem einzelne Prozeßdaten variiert und die Einflüsse auf die Lebenswegbilanz ermittelt werden. Die Sensitivitätsanalyse zeigt u.a. auf, wo im Lebensweg die einflußreichsten Module bezüglich der jeweils betrachteten Umweltbeeinflussung stehen.

○ Anmerkungen und Kritik:

Ungeklärt ist die Einbindung von bislang quantitativ nicht berücksichtigten Umweltbeeinflussungen. Die wichtigsten Punkte, für die eine Klärung dringend erforderlich ist, sind Bodenerosion, Flächenbelegung und Stoffeinträge in Böden. Ebenfalls ungeklärt ist die Berücksichtigung nicht quantifizierbarer Aspekte, die derzeit nur qualitativ beschrieben werden können (z.B. Umweltbeeinträchtigungen durch Aufstauen von Flüssen zur Wasserkraftgewinnung, Anbau von Monokulturen bei der Gewinnung nachwachsender Roh-

stoffe). Weiterhin besteht Klärungsbedarf bei der Einordnung von Prozessen, die vergleichsweise sehr langsam ablaufen (z.B. Deponieprozesse oder Kohlenstoffkreislauf).

Eine weitere Aufgabe ist die Bewertungsfrage, deren Lösung jedoch einer konzertierten, interdisziplinären Aktion bedarf und daher nicht Gegenstand der Grundlagenstudie ist. Im Rahmen der Projektgruppe wurden Bilanzierung und Bewertung der umweltbeeinflussenden Größen daher strikt getrennt. Die erarbeitete Methode ist auf die Bilanzierung umweltbeeinflussender Größen beschränkt. Eine bestimmte Bewertung oder auch alternative Bewertungen können am Gesamtbilanzierungsergebnis (Sachbilanz) durch einen Zusatzschritt im EDV-Programm (nachrüstbar) vorgenommen werden. Bewertungen können jedoch erst integriert werden, wenn sich über die anzuwendenden Bewertungsvorschriften eine Lösung mit politischem Konsens abzeichnet. [39]

Für die Projektgruppe Lebenswegbilanz hat die Ökobilanz eine vom allgemeinen Verständnis abweichende Bedeutung, da hier lediglich die Datenerfassung bzw. Sachbilanz gemeint ist. In Anlehnung an das Schweizer Bundesamts für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) wird für die ökologische Bewertung der Begriff Ökopprofil verwendet. Es bleibt weiter festzuhalten, daß neben der aktuellen Gesetzgebung, die sich z.B. in Grenzwerten niederschlägt, auch die gesellschaftliche Akzeptanz in irgendeiner Form in die Bilanzierung einzubeziehen ist. [42]

3.7. Ökobilanz des Umweltbundesamtes (UBA)

Die Bemühungen verschiedener Initiativen richten sich vor allem auf die Entwicklung und Anwendung von Ökobilanzen als Instrument zur Bewertung von Produkten und Stoffen, wie es auch in der Koalitionsvereinbarung für die 12. Legislaturperiode des Deutschen Bundestages festgehalten wird. Die Ökobilanz ergänzt die für andere Aufgaben der Umweltpolitik entwickelten Bilanzierungsmethoden, z.B. die ökologische Bewertung chemischer Stoffe, Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) für Industrieanlagen und Infrastrukturprojekte, Technikfolgenabschätzung (TA) für technische Systeme. Gemeinsames Ziel dieser Instrumente ist die Zusammenfassung der unterschiedlichen Umweltauswirkungen um eine Gesamtbewertung zu ermöglichen. [3]

Das UBA beschäftigt sich im Rahmen der Ökobilanzen mit folgenden Themen:

- Methodische Fortentwicklung der Ökobilanzen
- Ökobilanz Rapsöl

- Ökobilanzen zu Verpackungssystemen
- Ökobilanz für Waschmittel bzw. Waschmittelinhaltsstoffe (EG-Umweltzeichen)
- Ökobilanz Personenkraftwagen mit Benzin-, Diesel und Elektroantrieb
- Ökobilanz zur Prüfung und Bewertung von Holzschutzmitteln
- Ökologische Bilanzen in der Abfallwirtschaft
- Bewertungskriterien und Perspektiven für umweltverträgliche Stoffkreisläufe
- Bilanzierung der Emissionsbelastung diverser Energieträger (GEMIS-Projekt)
- Aufbau einer Ökobilanz-Datenbank

○ Definition:

Die Ökobilanz ist ein möglichst umfassender Vergleich der Umweltauswirkungen zweier oder mehrerer unterschiedlicher Produkte, Produktgruppen, Systeme, Verfahren oder Verhaltensweisen.

○ Ziel:

- Betrachtung des gesamten Lebensweges der Produkte, d.h. von der Rohstofferschließung und -aufbereitung, über Produktion, Distribution und Transport, Ge- und Verbrauch bis zur Entsorgung
- Medienübergreifenden Betrachtung der mit dem Lebensweg verbundenen Umweltbelastungen, d.h. der Luft-, Wasser- und Bodenbelastungen durch Schadstoffe, des Verbrauchs an Rohstoffen, Energieträgern und Wasser, des Lärms, der Flächenbelegung und der Abfallströme
- Beschreibung der zusammengefaßten Umweltbelastungen hinsichtlich ihrer Einflüsse auf mögliche Umweltauswirkungen
- Allgemein akzeptierte Bewertung mit dem Ziel, die Umweltbelastungen zusammenzufassen, Schwachstellen und Entwicklungspotentiale im Hinblick auf ökologische Optimierungen zu identifizieren und umweltorientierte Entscheidungen zu treffen

Ökobilanzen dienen der Offenlegung von Schwachstellen, der Verbesserung der Umwelteigenschaften der Produkte, der Entscheidungsfindung in der Beschaffung und im Einkauf, der Förderung umweltfreundlicher Produkte und Verfahren, dem Vergleich alternativer Verhaltensweisen und der Begründung von Handlungsempfehlungen. Je nach der zugrundeliegenden Fragestellung wird dieser Vergleich um weitere Aspekte ergänzt, z.B. einer Beurteilung der Umweltschutzeffizienz finanzieller Mittel.

○ Anwendung:

Mit der Ökobilanz werden, abhängig von folgenden Zielgruppen, unterschiedliche Erwartungen verknüpft:

- Gesellschaft

Anhand von Ökobilanzen sollen umfassende Verbraucherinformation zum bewertenden Vergleich von Produkten bezüglich der Umweltbelastungen bei Produktion, Verpackung, Transport, Gebrauch, Entsorgung bereitgestellt werden, die auch Kriterien für die Vergabe eines Umweltzeichens darstellen. Das Umweltbundesamt könnte dabei die Rolle eines neutralen Gutachters bei der Aufstellung und Überprüfung der Ökobilanzen einnehmen.

- Politik

Ökobilanzierung stellt eine geeignete Methode zur Vorbereitung von politischen Entscheidungen im Bereich der staatlichen Umweltpolitik, des produktbezogenen Umweltschutzes, der Forschungspolitik und der Umweltkennzeichnung von Produkten dar. Sie kann eine wissenschaftliche Begründung für die Ausgestaltung diverser Anreizinstrumente in der Umweltpolitik liefern. Ökobilanzen sollen als Grundlage zur Berücksichtigung von Umweltschutzinteressen in der produktbezogenen Normung und anderen technischen Regelwerken dienen. Dazu sind einheitliche, allgemein akzeptierte Rahmenbedingungen zur Aufstellung und Fortentwicklung von Ökobilanzen unabdingbare Voraussetzung.

○ Methodik:

In Anlehnung an die Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) [7] schlägt das Umweltbundesamt ein in vier Untersuchungsschritte gegliedertes Standardmodell einer Ökobilanz für Produkte vor:

- Bilanzierungsziel (Goal Definition and Scoping):

- Festlegung der funktionellen Einheit bzw. Äquivalenz des zu untersuchenden Produkts, auf die sich die zu bilanzierenden Umweltbelastungen beziehen
- Festlegung der Bilanzgrenzen bzw. Systemgrenzen (z.B. geographisches Gebiet, zeitliche Eingrenzung), der Abschneidekriterien und der Lebensweg-Kriterien

- Sachbilanz (Inventory Analysis):
 - Berücksichtigung der Lebensweg-Kriterien (z.B. Nutzungsdauer, Umlaufzahl, Recycling, Verwendung von Sekundärrohstoffen, Kuppelproduktion)
 - Vertikalanalyse (Modulare Betrachtung der Produktions-, Distributions- und Transport-, Gebrauchs- und Entsorgungsphasen, unter Berücksichtigung der Input-Output-Prozesse)
 - Horizontalanalyse (Aufbereitung der einzubeziehenden Kategorien und Indikatoren, z.B. Luft- und Wasserbelastungen, Rohstoff- und Energieträgereinsatz, Abfallbelastungen)
 - Auswahl der Daten

- Wirkungsbilanz (Impact Assessment)
 - Beschreibung der in der Sachbilanz erhobenen Wirkungen hinsichtlich möglicher Umweltwirkungen (z.B. Klimaveränderung, Abbau der Ozonschicht, Eutrophierung, Human- und Ökotoxizität, Ressourcenbeanspruchung, Abwärme sowie Belästigungen durch Geräusche und Gerüche)
 - Gewichtung der Daten aus der Sachbilanz mit wirkungsspezifischen Indizes

- Bilanzbewertung ('evaluation')
 - die Bilanzbewertung umfaßt die Ergebnisse der Sachbilanz und der Wirkungsbilanz im Sinne einer Gesamtbewertung

Die Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) [7] schlägt als weiteren Untersuchungsschritt eine Optimierungsanalyse (Improvement Assessment) vor, um die ökologischen Schwachstellen eines Produkts zu identifizieren und zu verbessern. Außerdem wird angestrebt, die Status-Quo-Betrachtung der Sachbilanz (Referenzszenario) durch Alternativszenarien zu ergänzen. Diese Abschätzung der Auswirkungen geänderter Daten wird auch Sensitivitätsanalyse genannt.

○ Anmerkungen und Kritik:

Das UBA verbindet mit den Ökobilanzen die Schaffung von Entscheidungsgrundlagen für die Gestaltung umweltpolitischer Maßnahmen im Herstellungs-, Produkt und Entsorgungsbereich sowie im Energie- und Verkehrsdienstleistungsbereich. Außerdem wird die Möglichkeit geprüft, die beim Statistischen Bundesamt zu meldenden Wirtschaftsdaten

dahingehend zu erweitern, daß sie für die Aufstellung von Ökobilanzen optimal genutzt werden können. Das Statistische Bundesamt arbeitet darüber hinaus seit einigen Jahren an Konzepten zum Aufbau einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung (UGR), die die traditionelle volkswirtschaftliche Gesamtrechnung im Hinblick auf Aussagen zum Zustand und zur Entwicklung der Umwelt ergänzen soll.

Die derzeitige grundlegende Schwäche der Bilanzierungsmethoden ist eine fehlende verbindliche Normierung. Das Umweltbundesamt arbeitet daher, zusammen mit anderen Initiativen, an einem Standardmodell zur Ökobilanzierung. Es sollte im Sinne einer Konvention grundlegende Festlegungen über die Begriffe, durchzuführende Untersuchungsschritte, zu berücksichtigende Phasen, Kategorien, Indikatoren und auszuwählende Daten enthalten (s. auch Kapitel 2).

3.8. Umwelt-Audit und EG-Öko-Audit

Die Entstehung des Öko-Audit geht zurück auf die 2. Hälfte der 70er Jahre, als nach mehreren Unfällen in größeren Chemiefirmen in Nordamerika eine Verschärfung zwingender Rechtsvorschriften notwendig wurde. Einige der für die Aufsicht zuständigen öffentlichen Instanzen beantragten sogenannte "Compliance-Öko-Audits", die eine direkte Ausweitung der Finanzprüfung darstellten. Ziel dieser Öko-Audits war die Unterrichtung der Aktionäre über die Einhaltung der bestehenden Vorschriften und eine Aufklärung über mögliche Umweltschäden, für die das Unternehmen verantwortlich gemacht werden könnte. Dieses Konzept wurde anschließend von gewerblichen Unternehmen auf freiwilliger Basis als internes Managementinstrument übernommen. [43]

○ Definition:

Am 29. November 1988 veröffentlichte der Vorstand der internationalen Handelskammer (ICC) [44] ein Positionspapier zum Umwelt-Audit (Environmental Auditing). Darin heißt es: Umwelt-Audit ist ein Managementinstrument, das einer systematischen, dokumentierten, periodischen und objektiven Beurteilung dient, wie gut Umweltschutzorganisation, Umweltmanagement und Umweltschutzeinrichtungen funktionieren, um den Schutz der Umwelt zu fördern. Dies umfaßt zum ersten die Erleichterung der Kontrolle von Umweltschutzmaßnahmen durch die Unternehmensführung. Zum zweiten soll auch die Erfüllung unternehmenspolitischer Vorgaben, insbesondere die Einhaltung behördlicher Auflagen,

festgestellt werden. Dazu muß das Verfahren auf freiwilliger Basis errichtet werden und darf nur unternehmensinternen Zwecken dienen.

○ Ziel und Anwendung:

Im Gegensatz zur Risikoanalyse, die sich mit möglichen Störfällen befaßt, sollen im Umwelt-Audit die Umweltauswirkungen des betrieblichen Alltags erfaßt und beurteilt werden. Neben der Ist-Analyse der umweltbezogenen Fakten und Zustände des Unternehmens soll auch eine regelmäßig fortgeschriebene Aktualisierung auf der Basis der sich ändernden gesetzlichen Umweltauforderungen erfolgen. Darüber hinaus kann es die betriebliche Grundlage für die Ausarbeitung eines längerfristigen und aktiven Umwelt-Controllings darstellen. [45] [46] Seit dem 29. Juni 1993 liegt eine Verordnung der EG-Kommission [12] über die freiwillige Beteiligung gewerblicher Unternehmen an einem gemeinsamen EG-Öko-Audit-System vor. Die Verordnung ist vorläufig für einen Zeitraum von fünf Jahren und auf freiwillige Teilnahme angelegt und hat zum Ziel:

- Schaffung und Einsatz eines Umweltschutzinstrumentariums durch die Unternehmen
- Systematische, objektive und regelmäßige Bewertung der umweltorientierten Leistung dieses Instrumentariums
- Unterrichtung der Öffentlichkeit über die umweltorientierte Leistung

○ Methodik:

Die EG-Öko-Audit-Verordnung basiert auf den Grundsätzen der Aktionsprogramme für einen integrierten Umweltschutz, der die Verhütung, die Verringerung und, soweit wie möglich, die Beseitigung der Umweltbelastungen an ihrem Ursprung sowie eine gute Bewirtschaftung der Rohstoffquellen auf der Grundlage des sogenannten Verursacherprinzips vorsieht. Das Verfahren soll ein gemeinschaftsweit gültiges Umweltmanagement in der gewerblichen Wirtschaft schaffen, das die relevanten Fachgesetze, Richtlinien und Verordnungen auf allen unterschiedlichen Ebenen (EG, Bund, Land, Kommune) berücksichtigt. Es sind folgende Schritte vorgesehen: [47]

• Umweltprüfung

Erster Schritt ist eine umfassende und erschöpfende Untersuchung der Wechselwirkungen der Tätigkeiten an einem Produktionsstandort mit der Umwelt. Dazu gehören die Identifizierung und Analyse der allgemeinen Probleme, die Feststellung der Auswirkungen dieser Tätigkeiten auf die Umwelt und die Bewertung aller Maßnahmen und Instrumentarien. Im Gegensatz zur Umweltverträglichkeitsprüfung von Projekten betrifft diese

Analyse eine bestehende Situation und nicht die Modellierung einer hypothetischen Situation.

- Umweltschutzinstrumentarium

- Umweltpolitik des Unternehmens: Benennt die Prinzipien des Umweltschutzes, die in der internen Unternehmenspolitik auf die standortbezogene Zielsetzung und Gesamtplanung abgestimmt werden muß.
- Umweltziele: Konkretisierung von Vorhaben zu Vermeidung, Verringerung und Beseitigung von Umweltauswirkungen (z.B. Reduzierung von Energie- und Wasserverbrauch, Minimierung von Emissionen und Abfällen)
- Umweltprogramm: Standortbezogener Maßnahmenkatalog zur Umsetzung der Umweltpolitik mit Angabe eines Zeitrahmens für die Realisierung der gesteckten Ziele.
- Umweltmanagement: Entwicklung eines geeigneten Umweltmanagementsystems, das die Organisationsstruktur, Aufgaben- und Kompetenzverteilung, die Arbeitsmethoden, Verfahren und die Verwendung der erforderlichen Mittel regelt. Mit diesem Instrument wird die Umweltpolitik eines Unternehmens umgesetzt und die Durchführung des Maßnahmenprogramms überwacht. Das Umweltmanagement ist eine Querschnittsaufgabe, die alle Unternehmensbereiche, von der Beschaffung bis zur Entsorgung, betrifft und daher interdisziplinär angelegt sein sollte.

- Umweltbetriebsprüfung (Audit)

Die Umweltbetriebsprüfung selbst ist ein Monitoringprogramm zur Überprüfung, Bewertung und Verbesserung des Umweltschutzinstrumentariums durch die Unternehmensleitung und orientiert sich an der Norm ISO 10011. Es beinhaltet folgende Themen:

- Tätigkeitserfassung und Auswirkungen auf Umweltmedien (Bewertung, Kontrolle, Verhütung)
- Energie-, Wasser-, Rohstoffmanagement
- Produktmanagement, Auswahl der Produktionsverfahren
- Recycling- und Entsorgungspraxis
- Verringerung bzw. Verhütung von Unfällen
- Mitarbeiterinformation, Weiterbildung
- Information der Öffentlichkeit

Das Audit-Verfahren selbst wird entweder von fachlich kompetenten Mitarbeitern des Unternehmens oder von externen Beratern durchgeführt und gliedert sich in 4 Stufen:

- Vorbereitung (Zielsetzung, Scoping, Organisation)
- Durchführung (Bewertung des Managementsystems, Sammlung von Umweltinformationen, Bewertung der Ergebnisse, Schlußfolgerungen, Bericht an Unternehmensleitung)
- Auswertung, Handlungskonsequenzen und Planung von Korrekturmaßnahmen zur Umweltorientierten Leistungsverbesserung
- Festlegung regelmäßiger Audit-Termine (im Abstand von 1 bis 3 Jahren)

- **Umwelterklärung**

Nach jedem internen Audit folgt die Umwelterklärung, die der Öffentlichkeit in Form einer Zusammenfassung zugänglich ist und Informationen zu standortbezogenen Aktivitäten und damit verbundenen Umweltproblemen, Zusammenfassung der Umweltauswirkungen und eine Darlegung der Umweltpolitik des Unternehmen enthält. Die Umwelterklärung ist die Umsetzung der EG-Richtlinie über den freien Zugang zu Umweltinformationen vom 7. Juni 1990.

- **Validierung durch Umweltprüfer**

Die Umwelterklärung muß von einem zugelassenen Umweltprüfer, der die Richtigkeit der Aussagen bezüglich der Öko-Audit-Verordnung, die Gültigkeit des angewandten Verfahrens und die Zuverlässigkeit der Daten und Umweltinformationen attestiert, validiert werden. Für die Zulassung von Umweltprüfer sind gemeinschaftsweit amtliche Stellen einzurichten.

- **Teilnahmeerklärung**

Als Gegenleistung für die Einhaltung der Anforderungen des Audit-Systems und der Validierung der Umwelterklärung durch einen zugelassenen Gutachter sowie der Weitergabe der Umwelterklärung an die Öffentlichkeit darf das beteiligte Unternehmen eine Teilnahmeerklärung verwenden. Die Teilnahmeerklärung gilt für einen Betrieb und zielt auf eine gleichsam öffentlichkeits- und werbewirksame Aufwertung des Unternehmensimages. Es ist immer mit einem Standortbezug zu versehen und darf nicht für die Werbung mit Produkten oder Dienstleistungen verwendet werden.

Neben den bisherigen Schwerpunkten der technischen Bewältigung von Umweltbelastungen rückt nun erstmals der Umweltschutz als integrierte Managementaufgabe in den Vordergrund. Mit der Angleichung von Verfahrensregeln für die Ausgestaltung des Umweltmanagements von Unternehmen in der EG wird ein erster Schritt zur Einführung und Harmonisierung einer ökologischen Betriebsführung getan.

○ Anmerkungen und Kritik:

Der Entwurf zur EG-Öko-Audit-Verordnung [43] erntete aber auch Kritik: [47]

- Das freiwillige Öko-Audit regelt nur das Verfahren zur Erlangung eines Öko-Audit-Zeichens, stellt aber keine Bewertungsmaßstäbe für unternehmensbedingte Umweltwirkungen auf.
- Fehlende Maßstäbe und Mindeststandards für Umweltleistungen können bei der Vergabe eines Öko-Audit-Zeichens zu nicht vertretbaren Wettbewerbsverzerrungen und Glaubwürdigkeitsverlust beim Verbraucher führen. (Eine Einführung einheitlicher Gütekriterien ist allerdings mit dem Problem eines unterschiedlichen Entwicklungsniveaus in der EG verknüpft.)
- Kleine und mittelständische Unternehmen sind aufgrund des personellen, zeitlichen und finanziellen Mehraufwandes sowie mangelndem Know-how überfordert. Die Öko-Audit-Verordnung sieht zwar Unterstützungsstrukturen für diese Unternehmen vor, ein konkreter Plan (Konzeption, Förderungsoptionen, Implementation) fehlt allerdings noch.
- Bisher ist der Entwurf speziell auf das produzierende Gewerbe zugeschnitten. Andere Unternehmensbereiche, wie Dienstleistungs-, Agrar- und Forstsektor, die ebenfalls bedeutende Umweltbelastungen verursachen, müßten ebenfalls in das Öko-Audit-Verfahren einbezogen werden. Dazu sind jedoch weitere Anpassungen erforderlich.

4. Andere Instrumente zur betrieblichen Entscheidungsvorbereitung

Im Kontext von betrieblichen Entscheidungen sind im Zuge einer Ganzheitlichen Betrachtungsweise neben ökologischen Gesichtspunkten auch wirtschaftliche und technische Aspekte gleichermaßen zu berücksichtigen.

Die einseitige monetär-privatwirtschaftliche Ausrichtung der klassischen Betriebswirtschaft führte Mitte der 60er Jahre zu verstärkter Kritik. Insbesondere die Gewinnmaximierungsannahme wurde als revisionsbedürftig angesehen. Im Zuge dieser Diskussion entwickelten sich neue Modelle der Betriebswirtschaftslehre, die auf sozialwissenschaftlichen bzw. organisationstheoretischen und psychologischen Forschungsergebnissen aufbauen und damit eine verhaltenswissenschaftliche Wende im betriebswirtschaftlichen Denken einleiten. [14]

Grundsätzlich neu ist dabei die Wahrnehmung eines Unternehmens als soziale Koalition aller an ihr Beteiligten und Interessierten. Durch Machteinsatz und rechtliche Rahmenbedingungen verdichten sich die Individualziele der Einzelnen auf dem Wege über Konflikte und Verhandlungen zu einem Organisationsziel, in dem die Mitwirkung der Beteiligten in jenem Ausmaß gewährleistet ist, wie Anreize vorhanden sind. Die Vorstellung vom Ziel- und Entscheidungsmonismus weicht der Pluralismus-These in Bezug auf die Zielinhalte und auf die am Zielbildungsprozeß mitwirkenden Personen.

Im Rahmen des Projektes "Humanisierung der Arbeit" wurden neue Instrumente entwickelt, die versuchen Aspekte des Arbeitsschutzes und der Ablauf- und Arbeitsorganisation zu erfassen und in die betriebliche Entscheidungsvorbereitung mit einzubeziehen. Dazu gehören Instrumente wie z.B. Erweiterte Wirtschaftlichkeitsrechnung, Vier-Ebenen-Modell, Humanvermögensrechnung, Sozialbilanz die nachfolgend kurz vorgestellt werden.

Weitere Informations- und Bewertungsinstrumente, die sich mit der Erfassung von wirtschaftlichen und technischen Einflüssen beschäftigen, sind die Wertanalyse und das Qualitätsmanagement. Ziel dieser Instrumente ist die Integration von Qualitäts- und Wertzielen in die Unternehmenspolitik, die neben innerorganisatorischen und ökologischen Aspekten auch Anforderungen des Marktes bei der Entscheidungsfindung berücksichtigen.

4.1. Erweiterte Wirtschaftlichkeitsrechnung

Die Vorschläge zur Erfassung verhaltensbedingt relevanter Kosten entstammen vor allem dem Forschungsbereich der einzelwirtschaftlichen Arbeitsökonomie in der BRD. Im Zusammenhang mit der 1974 begonnenen Aktion zur Humanisierung des Arbeitslebens wurde verstärkt den Fragen der wirtschaftlichen Beurteilung von Arbeitsschutz und humanen Arbeitsgestaltungsmaßnahmen nachgegangen. [14]

Bei der erweiterten Wirtschaftlichkeitsrechnung sind grundsätzlich zwei unterschiedlich umfassende Erweiterungen erkennbar:

- Der Horizont zur kostenrechnerischen Erfassung betrieblicher Prozesse wird ausgeweitet, indem zur Kostenbewertung verschieden gestaltbarer Arbeitsplätze auch verhaltensbedingte, kostenrelevante Folgen z.B. unterschiedliche Fluktuation, Fehlzeiten, An- und Umlernkosten der Arbeitnehmer einbezogen werden. Diese Erweiterung ist letztendlich eine Verfeinerung der kostenrechnerischen Erfassung erfolgsrelevanter Folgen von betrieblichen Prozessen.
- Es wird überprüft, inwieweit die sogenannten sozialen Kosten betrieblicher Prozesse in die betriebswirtschaftliche Kostenbetrachtung Einzug halten können. Diese Erweiterung betrifft die bisher ausschließlich auf privatwirtschaftliche Erfolgsrelevanz ausgerichtete Betrachtungsweise, die zugunsten einer umfassenden Kostenauffassung einschließlich der gesamtwirtschaftlich monetären Folgen aufgegeben wird.

Insgesamt umfassen diese Erweiterungen vor allem jene Kostenarten, die als verhaltensbedingte Kosten im traditionellen System der Kostenrechnung im Gemeinkostenblock untergehen. Der instrumentelle Aufwand bei der Methodenanwendung umfaßt nur eine Differenzierung dieser Kostenarten und ihrer Zurechnung zu einzelnen Gestaltungsmaßnahmen, was in der Praxis allerdings einen nicht zu unterschätzenden Aufwand darstellt.

4.2. Vier-Ebenen-Modell

Das Vier-Ebenen-Modell der Wirtschaftlichkeitsbeurteilung soll alle direkten und indirekten Kosten- und Nutzenkonsequenzen erfassen und die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einzelner betrieblicher Subsysteme in den Zusammenhang übergeordneter Systeme (Teilbetrieb, Gesamtbetrieb, Unternehmen) stellen. [48]

Durch das gedankliche Modell einer Mehrebenenbetrachtung wird eine möglichst vollständige und systematische Erfassung aller relevanten Kosten- und Nutzenwirkungen, auch außerhalb der Einzelwirtschaft, angestrebt und damit die Grenze zur erweiterten Wirtschaftlichkeitsrechnung überschritten.

Auf eine stets willkürliche Zusammenfassung und Saldierung der diversen Kosten- und Nutzengrößen wird weitgehend verzichtet, um Entscheidungssituationen transparent und diskutierbar zu belassen und um die Notwendigkeit von subjektiven Werturteilen der Verantwortlichen im Entscheidungsprozeß zu verdeutlichen.

1. Ebene

Betrachtung des analysierten Subsystems selbst (isolierte technikbezogene Wirtschaftlichkeit)

2. Ebene

Betrachtung des engeren Umfeldes (subsystembezogene Wirtschaftlichkeit)

3. Ebene

Betrachtung des Gesamtunternehmens (gesamtdesorganisationale Wirtschaftlichkeit)

4. Ebene

Betrachtung der Gesamtgesellschaft (gesellschaftliche Wirtschaftlichkeit)

Wo eine monetäre Bewertung der relevanten Input- und Output-Veränderungen nicht gelingt, müssen objektive oder subjektive Indikatoren Hilfestellung leisten. Andernfalls würden wirtschaftlich relevante Tatbestände systematisch unter den Tisch fallen, weil sie sich nicht in Geldgrößen ausdrücken lassen.

Auch bei dieser Methode darf die Schwierigkeit der Informationserfassung und die Zurechnung von Geldwerten nicht unterschätzt werden, vor allem dann, wenn man auch die Leistungsarten monetär bewerten will. [14]

4.3. Humanvermögensrechnung

Während die erweiterten Wirtschaftlichkeitsrechnungen auf Kosten und Leistungen abzielen und versuchen die monetären Verbräuche bzw. Nutzeffekte unmittelbar und in erweitertem Umfang abzubilden, bemühten sich die ersten Konzepte der Human Resource Accounting insbesondere um die Erfassung der in der traditionellen Finanzbuchhaltung und Bilanzierung nicht erfaßten menschlichen Ressourcen eines Unternehmens. [14]

Ausgangspunkt ist eine Kritik am Informationswert der traditionellen Bilanz, die lediglich zu erfassen und zu bewerten erlaubt, was als Eigentum entgeltlich erworben wurde. Was darüber hinaus an Ressourcen in Form des Leistungsvermögens und der Leistungsbereitschaft der Beschäftigten zur Verfügung steht, wird mehr oder weniger außer Acht gelassen.

Die Leistungsfähigkeit und damit die Ertragskraft eines Unternehmens wird aber in zunehmendem Maße weniger von den gegenständlichen Produktionskapazitäten sondern von dem Humanvermögen bestimmt. Nicht nur für die externe Rechnungslegung sondern auch für unternehmensinterne Steuerungszwecke, insbesondere als Grundlage einer strategischen Personalpolitik, bedarf es einer genauen Kenntnis über Umfang und Struktur des Humanvermögens und über die Auswirkungen z.B. Qualifizierungsmaßnahmen oder demotivierende Arbeitsqualität auf die Leistungsbereitschaft der Beschäftigten.

Erfassung und Bewertung des Humanvermögens setzt jedoch Klarheit darüber voraus, was im einzelnen unter dem Begriff Humanvermögen zu erfassen ist und wie diese Bestandteile zu bewerten sind. In Bezug auf diese Frage herrscht jedoch keine Klarheit.

Im wesentlichen gibt es drei Ansätze:

- In Analogie zur bilanziellen Bewertung des Anlagevermögens wird versucht durch Input-Orientierung das Humanvermögen als Wert der für den Erwerb, die Entwicklung und die Erhaltung der Leistungsfähigkeit einzelner Mitarbeiter und der Gesamtbelegschaft aufgewendeten Mittel anzusetzen. Dieser Zugang erlaubt es, die Beschäftigten kontenmäßig zu erfassen, für ihre Entwicklung getätigte Ausgaben zu aktivieren und analog abzuschreiben.
- In Form einer Output-Orientierung wird das personelle Leistungsvermögen durch analytische Auffächerung der darauf einwirkenden Bestimmungsfaktoren erfaßt und einer monetären Bewertung zugänglich gemacht.
- Unter weitgehendem Verzicht auf eine monetäre Bewertung wird die Humanvermögensrechnung als Instrument zur Untersuchung und Bewertung von Investitionsent-

scheidungen zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen weiterentwickelt. Dabei gilt das Hauptaugenmerk den Wirkungen verschiedener Arbeits-Belastungsgrößen, die in vier Wirkungsbereichen abgebildet werden. Die vier Wirkungsbereiche entsprechen den monetären Humanvermögenseffekten Betrieb, Haushalt, Gesamtwirtschaft und Versicherungswirtschaft. Ausgangspunkt ist die qualitative Messung einzelner Belastungsarten und -höhen. Die Ermittlung der Auswirkungen auf betriebliche und außerbetriebliche Indikatoren wie Produktivität, Absentismus, Lebensqualität, gesellschaftlicher Krankenstand etc. stellen eine Zwischenstufe dar. Der letzte Schritt ist die Transformation in Kosten bzw. Leistungswerte, die die monetären Auswirkungen in den vier Bereichen angeben.

Nach Freimann [14] können die Konzepte insgesamt noch nicht befriedigen, da es nur in enger Anlehnung an die traditionelle Bilanzierung gelungen ist, Ansätze zu verwirklichen, die weit hinter den ursprünglichen Anliegen einer auch inhaltlich erweiterten Erfassung des personellen Leistungspotentials und seiner Einflußgrößen zurückfallen. Das hängt vor allem mit der komplexen Problematik zusammen, die eine monetäre Bewertung von qualitativen Auswirkungen wie z.B. Leistungszurückhaltung oder Leistungssteigerung beinhaltet.

4.4. Sozialbilanz

Die Entstehung der Sozialbilanzen in der Bundesrepublik Deutschland reicht zurück bis an den Anfang der 70er Jahre. In der Praxis besteht die Sozialbilanz heute in der Regel aus drei Teilen: [14]

○ Sozialrechnung

Die Sozialrechnung läßt auf der Grundlage von Zahlen aus der Gewinn- und Verlustrechnung Aussagen über die sozialen Auswirkungen betrieblicher Prozesse in Bezug auf die wesentlichen sogenannten Beziehungsfelder (Unternehmen/Mitarbeiter, Unternehmen/Kapitalgeber, Unternehmen/Staat, Öffentlichkeit, Umwelt) zu.

○ Wertschöpfungsrechnung

Die Wertschöpfungsrechnung gliedert sich in eine Entstehungs- und eine Verwendungsrechnung, die Aufschluß über die Höhe Entstehung und Verteilung des Unternehmensbeitrags zur volkswirtschaftlichen Wertschöpfung geben soll.

○ Sozialbericht

Der Sozialbericht soll mit Bezug auf Sozial- bzw. Wertschöpfungsrechnung vorrangig in verbaler Form, angereichert mit statistischen und anderen zahlenmäßigen Angaben, Erläuterungen und Einschätzungen des sozial wirksamen Handelns des Unternehmens und seiner Auswirkungen geben.

Die kleine Zahl der Unternehmen, die derzeit eine Sozialbilanz veröffentlichen, konzentriert sich dabei zunehmend auf den dritten Teil, den Sozialbericht.

Im Gegensatz zu einer erweiterten Wirtschaftlichkeitsrechnung, die programmatisch zwar auf der monetären Ebene verbleibt, dort aber auch auf mögliche negative Effekte der betrieblichen Prozesse abhebt und diese als soziale Kosten in ihr Kalkül einbezieht, fehlen in Sozialbilanzen, bis auf wenige Ausnahmen, Hinweise auf derartige negative Effekte. Hier fällt die praktizierte Form der Sozialbilanzierung einschließlich der Gestaltungsempfehlung der Verbände weit hinter die Erwartungen zurück, die Begriffe wie Sozialbilanz und gesellschaftsbezogene Rechnungslegung transportieren.

Allerdings stellt sich die Frage, ob die Praxis freiwilliger und durch keinerlei Regeln oder Vereinbarungen limitierter Berichterstattung, wie sie in der Bundesrepublik Deutschland durchgesetzt hat, nicht mit Ansprüchen von Objektivität, Ausgewogenheit und Nachprüfbarkeit von vornherein überfrachtet war. Daß das Sozialprodukt als eindimensionale Meßgröße versagen muß, ist in der Kritik der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung seit langem bekannt und hat u.a. zur Entwicklung und Erhebung sogenannter sozialer Indikatoren geführt.

Während weder die Sozialrechnung noch die Wertschöpfungsrechnung die monetäre Dimension verläßt und selbst in dieser Dimension an vielen Stellen zweifelhafte Wertansätze und Interpretationen vornimmt, umfaßt der Sozialbericht, als quantitativ regelmäßig umfangreichsten Teil, sowohl Abschnitte die den beiden vorhergehenden interpretativ gewidmet ist, als auch Abschnitte, die mit zusätzlichen Daten das Bild der dargestellten Unternehmung plastischer ausmalen sollen.

Das betrifft besondere diejenigen Abschnitte, in denen über die Arbeitsbedingungen im jeweiligen Unternehmen berichtet wird. Hier ergänzen qualitative Daten über Zahl, Alter, Geschlecht, Nationalität, Fluktuation, Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen, Gesundheitsvorsorge und Unfallschutz die quantitativen Angaben zur Arbeitnehmerstruktur. Jede einzelne dieser oft nur verbal erläuterten Angaben steht als Indikator für einen bestimmten Aspekt der Arbeitsbedingungen im Unternehmen, die durch eine größere Zahl derartiger Indikatoren auch in ihren relevanten qualitativen Dimensionen erfahrbar gemacht werden.

Da es keinen einheitlichen Katalog für die Auswahl der Indikatoren bei der Sozialbilanzierung gibt, werden nur die als geeignet erscheinenden Angaben ausgewählt und somit ein geschöntes Bild des Unternehmens der Öffentlichkeit präsentiert.

Die Hoffnung mit der Sozialbilanzierung ein Instrument zum mehrdimensionalen Vermessen betrieblicher Strukturen und Prozesse zu erhalten hat sich bisher nicht erfüllt. Allerdings lenken sie den Blick von der finanziellen Sphäre auf betriebliche Prozesse indem sie unter Zuhilfenahme qualitativer Indikatoren diese Dimension erhellen. Damit stellen die Sozialbilanzen wenigstens einen kleinen Schritt in Richtung auf die umfassendere Erfahrbarmachung betrieblicher Wirklichkeit dar.

4.5. Wertanalyse

Die Grundlagen der Wertanalyse gehen auf die unter dem Begriff "Value Analysis bzw. Value Engineering" 1947 bei General Electric (USA) entwickelte Methode zurück. Ausgangspunkt der Überlegungen war die bekannte Erscheinung, daß in Mangelzeiten bei der Suche nach Material- oder Handlungsalternativen häufig Ersatzlösungen gefunden werden, die häufig kostengünstigere Lösungen darstellen und darüber hinaus überraschenderweise sogar höheren Ansprüchen genügen. [13] [49]

Mit bekannten methodischen Elementen wie Teamarbeit, Funktionenbegriffe, Analysetechniken und Ideenfindungskonzepten konnte die Methode soweit verfeinert werden, daß der Effekt der Wertverbesserung nicht nur zufällig sondern gewollt und systematisch erreicht werden kann. 1987 hat die Wertanalyse ihren Niederschlag auch in der DIN 69910 gefunden, wo sie als System zum Lösen komplexer Probleme definiert ist, die nicht oder nicht vollständig algorithmierbar, d.h. durch geschlossene Lösungen oder numerische Verfahren berechenbar, sind. Sie beinhaltet das Zusammenwirken der Systemelemente

Methode, Verhaltensweisen und Management bei deren gleichzeitiger gegenseitigen Beeinflussung mit dem Ziel einer Optimierung des Ergebnisses.

Ziel der Wertanalyse ist sowohl die Verbesserung bestehender als auch die Entwicklung und Einführung neuer Leistungen mit Hilfe von interdisziplinär zusammengesetzten Projektgruppen. Im Vordergrund stehen bedarfsgerechte, marktfähige Leistungen, die von Empfängern im Hinblick auf Menge, Funktionalität, Qualität, Umweltverträglichkeit, Geschmack, Aussehen, Kosten etc. akzeptiert werden. [49]

Leistungsempfänger im allgemeinsten Sinn können z.B. Käufer von Waren und Dienstleistungen, Mitarbeiter an Schnittstellen des internen Leistungsverbundes oder Bürger in ihrem Verhältnis zu öffentlichen Einrichtungen sein. Leistungen werden nach technischen und organisatorischen Objekten unterschieden:

- Technische Objekte sind Einzelteile, daraus zusammengesetzte Baugruppen bzw. Systeme und dazugehörige technische Abläufe mit Einzel- und Serienanfertigung der Produktionsprozesse. Die Produktionsabläufe sind normalerweise durch Rohstoff- und Energieversorgungsprozesse sowie durch Transport- und Entsorgungsprozesse miteinander verbunden.
- Organisatorische Objekte betreffen alle Abläufe, bei denen Informations-, Kommunikations-, Dispositions- und Entscheidungsprozesse eine Rolle spielen.

Wertanalyse ist mehr als bloße Rationalisierung, da sie sich an Wertzielen wie z.B. Leistungsqualität, Unternehmensergebnis, Sicherheit, soziale Bedürfnisse, Ressourcenschonung, Durchlaufzeit, Kundenakzeptanz etc. orientiert, ohne dabei die Kostengesichtspunkte als strengen Wertmaßstab außer acht zu lassen. Drei Entwicklungstrends der Wertanalyse verdienen besondere Betrachtung:

- Die Aufgaben der Wertanalyse werden komplexer. Neben gegenständlichen Objekten beinhalten sie zugleich auch dazugehörige technische und organisatorische bzw. kommunikative Abläufe in dem jeweiligen soziotechnischen Bezugssystem. Das ganzheitliche Vorgehen bei Veränderungsaufgaben umfaßt nicht nur die Untersuchung einzelner Teile bezüglich deren Funktionalität, Rohstoffbeschaffung, Fertigung und Montage, sondern schließt selbstverständlich auch Vertrieb, Kundendienst und Entsorgung sowie alle damit verbundenen Abläufe mit ein.
- Die Wertanalyse entwickelt sich zu einem äußerst flexibel handhabbaren Wirksystem, das die systematische, wert- und funktionenorientierte Vorgehensweise einer interdisziplinären Arbeitsgruppe und die Nutzung von Arbeitstechniken für Analyse,

Kreativität, Bewertung und Organisation vorsieht. Der Einsatz dieser Elemente nach Umfang und Intensität sowie die Qualität der Ergebnisse richten sich nach den Bedürfnissen der Leistungsempfänger, den Anforderungen der Aufgabe und den gegebenen Möglichkeiten (Mitarbeiter, Fähigkeiten, Zeitrahmen und anderen Ressourcen).

- Wertanalyse ist als eine Komponente des Systems-Engineering-Konzeptes zu verstehen. Zusammen mit den beiden anderen Komponenten dieses System, dem Projektmanagement und den Techniken zur Systemgestaltung, stellt die wertanalytische Vorgehensweise auch bei komplexen, dynamischen Systemen die zur Zeit leistungsfähigste Methode zur Bewältigung von Problemlösungsprozessen dar. Nachdem die Wertanalyse ursprünglich als Methode rein intuitiv und empirisch entwickelt wurde, ist ihre theoretische Begründung heute mit der Systemtheorie gegeben. Damit bietet sie die Möglichkeit, Optimierungskriterien der Systemtheorie, dynamische Betrachtungsweisen, Rückkoppelungseffekte und Fragen zur Stabilität von Systemen in die wertanalytische Untersuchung von Veränderungs- und Entwicklungsprozessen einzubeziehen.

Die Wertanalyse ist aufgrund des interdisziplinären Teamansatzes mit einem relativ großen Aufwand verbunden. Für komplexere Aufgabenstellungen ist eine sorgfältige Schulung und ausreichende Erfahrung in Wertanalyseprojekten unabdingbare Voraussetzung. Die Wertanalyse zeigt in ihrer Konzeption deutlich erkennbare Ansätze, wie sie auch in Bilanzierungsinstrumenten wie z.B. Lebenswegbilanz, Ganzheitliche Bilanzierung, Produktlinienanalyse etc. zu finden sind. So liegt der Wertanalyse eine ganzheitliche Betrachtungsweise über den gesamten Lebensweg eines Produktes nicht allzu fern. Darüber hinaus ist die Erfassung ökologischer Aspekte bereits implementiert.

4.6. Qualitätsmanagement

Ausgehend von der historischen Entwicklung der Qualitätspolitik lassen sich verschiedene Entwicklungsstufen in der Definition von Qualität erkennen, die im internationalen Vergleich unterschiedlich stark geprägt wurden. [50]

Bereits in den 60er Jahren existierten in den USA sogenannte Null-Fehler-Konzepte, die durch Verhaltensbeeinflussung der Mitarbeiter versuchten in der Produktion einen bestimmten Qualitätsstandard zu erzielen und zu halten. In der Bundesrepublik Deutschland war, wie in vielen anderen Ländern auch, die Situation durch eine strikte Arbeitsteilung

und Spezialisierung gekennzeichnet. Als Konsequenz der Industrialisierung war auch die Qualitätssicherung eine eigenständige Aufgabe der betrieblichen Qualitätsabteilung. Ein hoher Qualitätsstandard wurde im damaligen Verständnis durch eine Vielzahl nachträglicher Kontrollen sichergestellt und brachte deutschen Produkten eine internationale Anerkennung.

Qualität wurde bis Ende der 70er Jahre weitgehend mit Produktqualität gleichgesetzt, obwohl bereits umfassendere Konzepte wie z.B. Total Quality Management (TQM) entwickelt wurden. Auf Basis dieses eindimensionalen und vorwiegend technischen Qualitätsverständnisses wurde die Meß- und Prüftechnik ständig weiterentwickelt. Die Qualitätslehre wurde zunehmend zu einer Fachsprache, die sich durch ein rapides Ansteigen von Normen und Begriffen auszeichnete und damit noch mehr zum Spezialistentum wurde.

Daraus resultiert eine herstellerorientierte Betrachtungsweise bzw. ein Denken in Toleranzgrenzen, wie es auch heute noch vorherrschend ist. Der Qualitätsbegriff impliziert einen statischen Charakter, der auf die Absicherung einmal festgelegter Anforderungen zielt. Die darauf aufbauende Qualitätssicherung ist vorwiegend prüforientiert und entsprechend kostenintensiv. Qualität und Wirtschaftlichkeit bzw. Produktivität werden daher oft als gegensätzlich interpretiert ("Qualität hat seinen Preis"). Ansätze zur Einbeziehung von Know-how der ausführenden Bereiche fehlen gänzlich.

Erst Ende der 80er Jahre stoßen umfassendere Konzepte des Qualitätsmanagement auf Resonanz. Möglicherweise ist dies auf die internationale Normenreihe ISO 9000 bis ISO 9004 zurückzuführen. Der allein auf die Produktqualität fokussierte Qualitätsbegriff wurde zugunsten einer umfassenderen Sichtweise aufgegeben. Heute umfaßt Qualität das gesamte Unternehmen mit allen Aktivitäten, die am Markt in irgendeiner Form bemerkbar werden.

Die vier wichtigsten Elemente von TQM-Konzepten lassen sich wie folgt skizzieren:

○ Qualität als wesentliches Unternehmensziel

Um der Bedeutung der Qualität als relevantes Unternehmensziel gerecht werden zu können, bedarf es einer entsprechenden Verankerung der Qualitätsphilosophie in der Unternehmenskultur. Daraus folgt u.a. daß TQM kein Programm mit begrenzter Lebensdauer

sein kann, sondern eine langfristige und dauerhafte Aufgabe mit strategischer Bedeutung sein muß, die dementsprechend einer Bündelung aller unternehmerischer Kräfte bedarf.

○ Mehrdimensionaler Qualitätsbegriff

Ausgangspunkt einer umfassenden Qualitätspolitik muß ein erweiterter und mehrdimensionaler Qualitätsbegriff sein. Außer Qualität der Produkte und Dienstleistungen muß auch die Qualität der Prozesse, die Qualität der Arbeit und Arbeitsbedingungen und die Qualität der Außenbeziehungen integriert werden.

○ Qualität als unternehmensweite Aufgabe

Der Anspruch einer unternehmensweiten Verankerung erfordert das Einbeziehen aller Abteilungen eines Unternehmens. Dazu gehören auch die der Produktion vorgelagerten Bereiche und die Verwaltung. Darüber hinaus sind alle Mitarbeiter in das TQM-Konzept einzubeziehen. Dies betrifft einerseits die Vorgesetzten, die Qualität als Führungsaufgabe verstehen und eine Vorbildfunktion übernehmen müssen. Andererseits müssen auch entsprechende Voraussetzungen für die Einbeziehung der Mitarbeiter geschaffen werden. Dazu bedarf es differenzierter Kleingruppenkonzepte, die sowohl unterschiedliche Bedürfnisse nach Mitwirkung als auch verschiedenen Aufgabenstellungen Rechnung tragen können.

○ Prävention

Die betriebliche Qualitätspolitik muß präventiv ausgerichtet sein, um eine Kunden- und Prozeßorientierung zu gewährleisten. Kundenorientierung bedeutet, daß die dauerhafte Zufriedenheit der externen und internen Kunden als alleiniger Maßstab für Qualität gelten kann und daher die Festlegung der Kundenanforderungen eine elementare Vorbedingung für die Realisierung von Qualität ist. Im Rahmen der Prozeßorientierung ist durch verstärkte Betrachtung von Prozessen und Arbeitsabläufen die Abkehr von der ergebnisorientierten Qualitätssicherung vonnöten, um frühzeitige Eingriffsmöglichkeiten sicherzustellen. Dabei handelt es sich nicht nur um technische Prozesse sondern grundsätzlich um alle Prozesse eines Unternehmens, die systematisch zu analysieren und zu verbessern sind. Dies beginnt mit der Aufstellung entsprechender Meßgrößen, die angefangen bei detaillierten arbeitsplatzbezogenen Einzelprozessen bis hin zu abteilungsübergreifenden Geschäftsprozessen Daten zum jeweiligen Prozeß liefern.

Will man solch eine Qualitätsphilosophie in die Praxis umsetzen, sind entsprechende Rahmenbedingungen (organisatorisch, personell, technisch) zu schaffen und geeignete Methoden und Instrumente einzusetzen. Ein Vergleich der betrieblichen Qualitätspolitik in der Bundesrepublik Deutschland mit anderen Ländern, die 1989 im Auftrag des Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) am Kernforschungszentrum Karlsruhe durchgeführt wurde, nennt folgende Defizite: [50]

- es fehlt eine Institution, die sich einer umfassenden Qualitätssicherung bzw. der Weiterentwicklung von Qualitätsmanagementkonzepten widmet
- es fehlen Qualifizierungsmöglichkeiten im Qualitätsmanagement, bestehende Angebote beziehen sich auf das konventionelle Qualitätswesen
- eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit der Thematik findet nur sehr eingeschränkt und nicht fachübergreifend statt
- Forschung und Lehre im Rahmen von TQM sowie die praktische Umsetzung wird vom Staat nicht gefördert
- ein Angebot an externer Unterstützung z.B. durch Unternehmensberater ist erst im Aufbau
- Eine Öffentlichkeitsarbeit zur breiten Bewußtseinsarbeit sowie Möglichkeiten des Informations- und Erfahrungsaustausches sind nur bedingt vorhanden

Veränderte Rahmenbedingungen und die Grenzen bisher praktizierter Ansätze der Qualitätssicherung führen dazu, daß die betriebliche Qualitätspolitik derzeit wieder einen höheren Stellenwert in der aktuellen Diskussion einnimmt. Aufgrund der Projektmanagement-Struktur eignet sich TQM auch zur Integration von ökologischen Informationsinstrumenten, wie es bei der Firma Armstrong World Industries GmbH praktiziert wurde. [19]

5. Zusammenfassung

Unter dem Begriff Ökobilanz lassen sich produktbezogene Umweltinformations- und Bewertungsinstrumente subsumieren, die die produktionsbedingten Umweltwirkungen bzw. die Umweltwirkungen über den gesamten Lebensweg eines Produktes erfassen und/oder bewerten und vergleichen. Dazu gehören so unterschiedliche Instrumente wie Stoff- und Energiebilanz, Lebenswegbilanz, Produktlinienanalyse und Ganzheitliche Bilanzierung, die z.T. aus der Perspektive einer ganzheitlichen Betrachtungsweise über ökologische Fragestellungen hinaus auch wirtschaftliche, technische und soziale Aspekte mit einbeziehen.

Eine Abgrenzung der Ökobilanzen von anderen Instrumenten im Kontext des Umweltschutzes wie z.B. Umweltverträglichkeitsprüfung, Technikfolgenabschätzung, Umweltökonomische Gesamtrechnung, sozio-ökologische Gewinn- und Verlustrechnung erweist sich aufgrund der andersartigen Fragestellung als sinnvoll und notwendig.

Ökobilanzen lassen sich in Abhängigkeit von der Zielsetzung, in zwei wesentliche Bereiche einteilen:

- Ökobilanzen im öffentlichen Bereich
 - Begründung umweltpolitischer Ziele im produktbezogenen Umweltschutz
 - Festsetzung von Abgaben
 - Vergabe von Umweltzeichen
 - Verbraucher und Umweltberatung
 - Begründung verbandspolitischer Positionen im Umweltschutz
 - Kommunikation über Fragen des produktbezogenen Umweltschutzes

- Betriebliche Ökobilanzen
 - Informationsinstrument zum Aufzeigen von Schwachstellen im Betrieb
 - Optimierung von Produkten und Prozessen
 - Vorbereitung umweltorientierter Entscheidungen
 - Produktinformation, Marketing, Werbung, Umwelt-Audit

Die Zielsetzung der Ökobilanz entscheidet auch über die unterschiedlichen Anforderungen. Eine betriebliche Ökobilanz für den betriebsinternen Entscheidungsprozeß benötigt nicht den gleichen Umfang, wie eine für die politische Entscheidungsunterstützung angelegte vergleichende Ökobilanz im öffentlichen Bereich.

- Ökobilanzen im öffentlichen Bereich

In einer Vielzahl von Diskussionen hat sich die allgemeine Erkenntnis durchgesetzt, daß für die Anwendung von produktbezogenen Ökobilanzen im öffentlichen Bereich die Notwendigkeit besteht, sich auf ein Standardmodell Ökobilanzen zu einigen, das Regeln und Konventionen für eine allgemein akzeptierte und transparente Vorgehensweise bereitstellt.

Verschiedene nationale und internationale Initiativen (DIN, UBA, Enquête-Kommission, ISO, SETAC, etc.) beschäftigen sich mit der Standardisierung und schlagen ein vierstufiges methodisches Vorgehen bei der Aufstellung einer produktbezogenen Ökobilanz bzw. Life-Cycle Assessment (LCA) vor:

- Zieldefinition (Goal Definition and Scoping)
 - Bestimmen von Erkenntnisinteresse und Zielgruppen
 - Festlegen der nutzen- und leistungsbezogenen Vergleichseinheit
 - Systembeschreibung und Festlegen des Bilanzraumes
- Sachbilanz (Inventory Analysis)
 - Erfassen und analysieren der Stoff- und Energieflüsse
 - Bestimmen der Emissionen und Umweltbeeinflussungen
- Wirkungsbilanz (Impact Assessment)
 - Bestimmen der Auswirkungen der Umweltbeeinflussungen
- Bilanzbewertung (LCA Evaluation)
 - Zusammenfassende Bewertung auf der Basis nachvollziehbarer Beurteilungsmaßstäbe

Innerhalb dieser Vorgehensweise existieren jedoch noch eine Vielzahl von Problemen, die einer Lösung bedürfen:

- Zieldefinition (Goal Definition and Scoping)
 - Der Bilanzraum muß aus praktischen und finanziellen Gründen eingegrenzt werden, wozu generell akzeptierte Konventionen und Regeln erforderlich sind.
- Sachbilanz (Inventory Analysis)
 - Energieeinsatz und Transportaufwände können im allgemeinen nur über geeignet festzulegende "Energie- und Transport-Mixe" bestimmt werden.
 - Das Erfassen von Recycling sowie das Aufteilen von Umweltwirkungen auf Kuppelprodukte erfordert geeignete Zurechnungsregeln.
 - Da häufig spezifische Daten fehlen, müssen geeignete "mittlere" Daten festgelegt werden.

- Wirkungsbilanz (Impact Assessment)

Die zu berücksichtigenden Umweltwirkungen müssen festgelegt werden (z.B. Ressourceninanspruchnahme, Treibhauseffekt, Ozonabbau, Human- und Ökotoxizität, Versauerung, Eutrophierung, Photooxidantien, Flächenverbrauch)

Für die Beurteilung von Wirkungen müssen Expositionen bekannt sein oder geeignet angenommen werden können.

- Bilanzbewertung (LCA Evaluation)

Die einzelnen Umweltwirkungen müssen relativ zueinander gewichtet und in geeigneter Weise zu Gesamtwirkungen aggregiert oder verbal-argumentativ bewertet werden.

Ökobilanzen sollten sich nicht nur auf quantifizierbare Umweltwirkungen beschränken, sondern auch qualitative Umweltwirkungen in geeigneter Weise beinhalten. In besonderen Fällen bzw. bei praktischen Problemen sind über umweltbezogene Auswirkungen hinaus auch ökonomische, soziale und andere Aspekte zu berücksichtigen.

Ökobilanzen im öffentlichen Bereich können, abgesehen von den Problemen der Systemabgrenzung, derzeit nur auf der Stufe einer Sachbilanz methodisch als allgemein akzeptiert angesehen werden. Wirkungsbilanz und Bilanzbewertung sind jeweils im Kontext jeder einzelnen Ökobilanz aufzustellen und entsprechend glaubhaft und nachvollziehbar zu begründen.

Fehlende Konventionen und Regelungen für das methodische Vorgehen bei Ökobilanzen bedürfen einer internationalen bzw. wenigstens europaweiten Initiative, da Umweltwirkungen nicht an nationalen Grenzen halt machen und die Wirtschaft in den einzelnen Ländern nicht als isolierte Inseln betrachtet werden können.

○ Betriebliche Ökobilanzen

Die Basis für betriebliche Ökobilanzen bildet die Erfassung von Stoff- und Energieflüsse, die in der Regel auch monetär bewertbar sind. Im Vordergrund stehen dabei häufig nicht Produktbilanzen sondern Prozeß- und Betriebsbilanzen, die über die umweltbezogene Schwachstellen des Betriebes Auskunft geben sollen.

Für ein betriebliches Umweltinformationsinstrument ist nicht das umfangreiche Standardmodell wie bei den Ökobilanzen im öffentlichen Bereich erforderlich. Der Aufwand für das Informationsinstrument muß auch für kleine und mittlere Unternehmen wirtschaftlich vertretbar sein. Die betriebliche Ökobilanz muß sich in die betrieblichen Entscheidungs-

prozesse integrieren lassen und ist daher zweckmäßigerweise Teil eines Öko-Controlling- oder Umwelt-Audit-Systems.

Betriebliche Ökobilanzen lassen sich, abhängig von der jeweiligen Systemabgrenzung, in drei Typen einteilen:

- **Betriebsbilanz**
Vergleich des Betriebs-Input (Einkauf, andere Zugänge) mit dem Betriebs-Output (Verkäufe, Emissionen, Abfälle) in einem definierten Zeitraum (meist Geschäftsjahr) unter Berücksichtigung von Beständen (Boden, Gebäuden, Maschinen, Lager).
Liefert Aussagen über ökologische Wirkungen des Betriebes
- **Prozeßbilanz**
Vergleich von Prozeß-Input (produktive Verbräuche) mit Prozeß-Output (Produkte, Emissionen, Abfälle) in einem definierten Zeitraum (meist Geschäftsjahr) des betrieblichen Gesamtprozesses oder von Teilprozessen.
Liefert Aussagen über die ökologische Wirkungen betrieblicher Prozesse.
- **Produktbilanz**
Erfassen der Energie- und Stoffflüsse, die in die Herstellung eines Produktes eingehen bzw. bei der Herstellung anfallen.
Ermöglicht die Beurteilung der ökologischen Wirkung einzelner Produkte (Teil-Prozeßbilanz), sofern die vor- und nachgelagerten Prozesse berücksichtigt und die Prozeßwirkungen den Produkten zugeordnet werden.

Betriebliche Ökobilanzen sollten sich dennoch methodisch an den Ökobilanzen im öffentlichen Bereich orientieren, da für Produktbilanzen ähnliche Regeln und Konventionen (z.B. Energie- und Transportmixe, Zurechnungsregeln für Recycling sowie das Aufteilen von Umweltwirkungen auf Kuppelprodukte) notwendig sind. Außerdem erleichtern sie die Handhabung von Ökobilanzen für externe Zwecke (Audit-Verfahren, Marketing und Werbung).

Prinzipiell sollten für betriebliche Ökobilanzen auch die kaufmännisch gültigen Grundsätze ordnungsgemäßer Bilanzierung gelten:

- Bilanzvollständigkeit
- Bilanzwahrheit
- Bilanzklarheit
- Bilanzkontinuität

- Körperliche Bestandsaufnahme (Inventur)

Grundsätzlich ist zu betonen, daß ökologische Aspekte nicht die alleinige Grundlage der betrieblichen Entscheidungsfindung darstellen, sondern gleichwertig neben anderen innerbetrieblichen Größen (Management, Organisation, Mitarbeiter und Betriebsmittel), Marktgrößen (Kundenbedürfnisse, Zulieferanten, das Verhalten der Konkurrenz und die Technologieentwicklung), gesellschaftlichen und politischen Größen angesiedelt sind.

Betriebliche Entscheidungen können nicht altruistisch getroffen sondern müssen im Zusammenhang mit dem wirtschaftlichen Überleben von Unternehmen gefällt werden. Unternehmen sind darauf angewiesen, langfristig wirtschaftlich Erfolg zu haben. Daher stehen Instrumente zur Erfassung des betrieblichen Geschehens in monetären Größen, zur Steuerung der wirtschaftlichen Abläufe und zur - auch gesetzlich vorgeschriebenen - Berichterstattung über das ökonomische Ergebnis des unternehmerischen Handelns nach außen im Vordergrund: Betriebliches Rechnungswesen, Finanzwirtschaft, Controlling, Gewinn- und Verlustrechnung und Bilanz gehören in diesen Zusammenhang.

Aus dem innerorganisatorischen Bereich sind vor allem (quantifizierbare) Kosten der Organisation (Fertigungsplanung, Betriebsmittelkonstruktion, Rüstkosten, Terminsteuerung u.a.) sowie Arbeitsplatzkosten (Anlernkosten, Umlernkosten, Fehlzeiten, Fluktuationen etc.) und qualitative Größen - sowohl sachbezogene Größen wie Flexibilität, Sicherheit, Störanfälligkeit, als auch personenbezogene Größen (Handlungsspielräume, Kommunikation, Belastung u.ä.) die in der Regel nicht monetär, sondern z.B. mit Nutzwert-Analysen bewertet werden - für die betriebliche Entscheidungsvorbereitung von Interesse.

Neben der Beschreibung des innerbetrieblichen Geschehens gewinnen zunehmend Instrumente an Bedeutung, die die Einflüsse aus dem Unternehmensumfeld systematisch in die Entscheidungsprozesse einzubinden versuchen. Hierzu gehört z.B. das Qualitätsmanagement, das von einem weiten Qualitätsverständnis ausgeht und zum Ziel hat, die Unternehmensabläufe und die Produkte so zu optimieren, daß für den Kunden die maximale Qualität unter minimalen Kosten erreicht wird. Bestandteile des Qualitätsmanagements sind die Qualität der Produkte, die Qualität der zu ihrer Erstellung erforderlichen Prozesse, die Qualität der Arbeit und die der Arbeitsbedingungen. Qualitätsmanagement ist damit ein Konzept, das die unterschiedlichen auf die Qualität einwirkenden Einflußgrößen - im Sinne einer kundenbezogenen Technikfolgenabschätzung - zu berücksichtigen und in Handlungen umzusetzen versucht.

Eine ganz ähnliche Zielrichtung hat die Wertanalyse, die auch dazu beitragen will, die Kundenbedürfnisse unter minimalen Kosten zu erfüllen. Wertanalyse ist als ein System zum Lösen komplexer Probleme konzipiert. Sie geht von einem ganzheitlichen Ansatz - analog zu bestimmten Konzepten der Ökobilanz - aus und bezieht ökologische Aspekte bereits mit ein.

Gemeinsam ist diesen Konzepten, daß sie den Bereich der Wirkungsgrößen, der für die Vorbereitung von Entscheidungen berücksichtigt wird, ausweiten - das gilt sowohl für die Beschreibung innerbetrieblicher Prozesse als auch für die Erfassung des Umfeldes - und daß sie die monetäre Beschreibung der Wirkungen um nichtmonetäre Beschreibungsformen ergänzen. Typisch ist auch, daß sie sich in der vorherrschenden Organisationsstruktur nicht oder nur schwer umsetzen lassen und besondere Organisationsformen wie ein Projektmanagement erfordern.

Wenn man diese - teils realisierten, teils vorgeschlagenen - Konzepte zusammen betrachtet und bedenkt, daß Unternehmen einheitlich planen und entscheiden müssen, dann erscheint es offensichtlich, daß die unterschiedlichen Ansätze zu einer integralen Produktfolgenabschätzung zusammengefaßt werden müssen, wenn im Unternehmen die mit ihnen angestrebten Ziele wirklich erreicht werden sollen. Es ist ferner erforderlich, die Informationsbeschaffung über die Entwicklungen in den Wirkungsfeldern zu verbessern und zu systematisieren, was - besonders bei kleinen und mittleren Unternehmen - ohne Unterstützung von außen oder Kooperationen zu wirtschaftlichen Bedingungen nicht zu realisieren sein wird. Und schließlich müssen die internen Strukturen so verändert werden, daß die Ergebnisse einer integralen Produktfolgenabschätzung auch tatsächlich in die Entscheidungen einfließen können.

Wegweisend für die weitere Entwicklung der betrieblichen Ökobilanzen wird in den kommenden Jahren die EG-Öko-Audit-Verordnung sein, die zunächst für 5 Jahre auf freiwilliger Basis angelegt ist. Basierend auf einer ganzheitlichen Betrachtungsweise sieht die Verordnung als zentralen Punkt die Einführung eines Umweltmanagementsystems vor, das gestützt auf eine Umweltbetriebsprüfung eine zielgerichtete, vorbeugende Umweltpolitik nach innen und außen ermöglichen soll. Allerdings muß in der Praxis noch ein gangbarer Weg gefunden werden, um auch kleinen und mittleren Unternehmen einen praktikablen Zugang zu diesem Instrument zu ermöglichen.

6. Literatur

- [1] Enquête-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" des Deutschen Bundestages (Hrsg.): Verantwortung für die Zukunft - Wege zum nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. Economica Verlag, Bonn 1993
- [2] Deutsches Institut für Normung/Normenausschuß Grundlagen des Umweltschutzes (Hrsg.): Grundsätze Produktbezogener Ökobilanzen, Arbeitsausschuß 3 "Produkt-Ökobilanzen", DIN Berlin, November 1993
- [3] Biet, J. et al.: Ökobilanzen für Produkte - Bedeutung - Sachstand - Perspektiven. Umweltbundesamt, Berlin, Texte 38/92, Juli 1992
- [4] Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Ökobilanz/Öko-Controlling für metallverarbeitende Betriebe. LfU Karlsruhe, Zwischenbericht, Juli 1993
- [5] Neitzel, H.: Stand der Konzept- und Methodendiskussion Produktbezogener Ökobilanzen. Praxis-Forum Tagung "Ganzheitliche Bilanzierung von Industrie-Produkten", 06. - 07.12.1993, Frankfurt am Main, In: Schriftenreihe Praxis-Forum 19/93, S. 93-111
- [6] Umweltbundesamt (Hrsg.): Jahresbericht 1992
- [7] Society of Environmental Toxicology and Chemistry (Hrsg.): Guidelines for Life-Cycle Assessment: A Code of Practice. SETAC Europe, Brüssel 1993
- [8] Feuerherd, K.-H.: Erhebung von Ökobilanzdaten in der Industrie am Beispiel des Projekts der Europäischen Kunststoffhersteller. Informationstag der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) "Die Ökobilanz - eine Entscheidungshilfe", 19.04.1993, Frankfurt am Main
- [9] Hulpke, H., Marsmann, M.: Ökobilanzen und Ökovergleiche. Nachrichten aus Chemie, Technik und Laboratorium **42** (1994) Nr. 1, S. 11-27
- [10] Society of Environmental Toxicology and Chemistry (Hrsg.): A Conceptual Framework for Life-Cycle Impact Assessment. SETAC Europe, Brüssel, März 1993
- [11] Kaimer, M., Rohr, M., Schade, D.: Ganzheitliche Bilanzierung als methodischer Bestandteil der Technikfolgenabschätzung. Praxis-Forum Tagung "Ganzheitliche Bilanzierung von Industrie-Produkten", 06. - 07.12.1993, Frankfurt am Main, In: Schriftenreihe Praxis-Forum 19/93, S. 161-183

-
- [12] Kommission der Europäischen Gemeinschaft (Hrsg.): Verordnung Nr. 1836/93 des Rates (EWG) vom 29.06.1993 über die freiwillige Beteiligung gewerblicher Unternehmen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und für die Umweltbetriebsprüfung (EG-Öko-Audit-Verordnung), Brüssel
- [13] Schulz, E., Schulz, W.: Umweltcontrolling in der Praxis. Verlag Franz Vahlen, München 1993
- [14] Freimann, J.: Instrumente sozial-ökologischer Folgenabschätzung im Betrieb. Gabler Verlag, Wiesbaden 1989
- [15] Westermann, K.: Begriffsverwirrung um Ökobilanzen - Standardisierung macht Verfahren und Produkte vergleichbar. Umweltmagazin **22** (1993) Nr. 3, S. 22-25
- [16] Kunert AG (Hrsg.): Ökobericht 1991, 1992 und 1993. Kunert AG, Immenstadt i. Allgäu
- [17] Mohndruck Graphische Betriebe GmbH (Hrsg.): Umweltbericht und Ökobilanz 1992, Gütersloh
- [18] Hallay, H. (Hrsg.): Die Ökobilanz - Ein betriebliches Informationssystem. Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung GmbH (IÖW), Berlin, Schriftenreihe 27/89, März 1990
- [19] Kalvelage, G. J.: Erfahrungen bei der Einführung einer Ökobilanz. In: Adam, D. (Hrsg.): Umweltmanagement in der Produktion. Schriften zur Unternehmensführung Bd. 48, Gabler Verlag, Wiesbaden 1993
- [20] Clausen, J., Hallay, H., Strobel, M.: Umweltkennzahlen für Unternehmen. Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung GmbH (IÖW), Berlin, IÖW-Diskussionspapier 20/92
- [21] Wagner, B.: Vom Öko-Audit zur betrieblichen Öko-Bilanz. In: Lehmann, S., Clausen, J. (Hrsg.): Umweltberichterstattung von Unternehmen. Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung GmbH (IÖW), Berlin, Schriftenreihe 57/92
- [22] Müller-Wenk, R.: Die ökologische Buchhaltung - Ein Informations- und Steuerungsinstrument für umweltkonforme Unternehmenspolitik. Campus Verlag, Frankfurt am Main 1978

- [23] Mierheim, H.: Ökologische Buchhaltung und Umweltkennziffern. In: Held, M. (Hrsg.): Ökologisch Rechnen im Betrieb - Umweltbilanzierung als Grundlage umweltfreundlichen Wirtschaftens im Dienstleistungsbetrieb. Evangelische Akademie Tutzing, Tutzinger Materialien Nr. 33/1986, S. 13-23
- [24] Freimann, J. (Hrsg.): Umweltinformationssysteme und Öko-Audit. Universität Gesamthochschule Kassel, Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Werkstattreihe "Betriebliche Umweltpolitik" Band 6, Februar 1994
- [25] Schaltegger, S., Sturm, A.: Ökologieorientierte Entscheidungen in Unternehmen - Ökologisches Rechnungswesen statt Ökobilanzierung: Notwendigkeit, Kriterien, Konzepte. Verlag Paul Haupt, Stuttgart 1992
- [26] Habersatter, K.: Ökobilanz von Packstoffen - Stand 1990. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, Schriftenreihe Umwelt Nr. 132, Februar 1991
- [27] Ahbe, S., Braunschweig, A., Müller-Wenk, R.: Methodik für Ökobilanzen auf der Basis ökologischer Optimierung. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, Schriftenreihe Umwelt Nr. 133, Oktober 1990
- [28] Baumgartner, T., Rubik, F., Teichert, V.: Die gegenwärtige Produktpolitik und ihre Umgestaltung mit Hilfe der Produktlinienanalyse. Öko-Institut e.V. Institut für Angewandte Ökologie, Freiburg, Werkstattreihe Nr. 54, Dezember 1989
- [29] Projektgruppe Ökologische Wirtschaft (Hrsg.): Produktlinienanalyse - Bedürfnisse, Produkte und ihre Folgen. Kölner Volksblatt Verlag, Köln 1987
- [30] Griebhammer, R., Pfeifer, R. (Hrsg.): 2. Freiburger Kongreß "Produktlinienanalyse und Ökobilanzen". Öko-Institut e.V. Institut für Angewandte Ökologie, Freiburg, Werkstattreihe Nr. 83, November 1993
- [31] Hallay, H., Pfriem, R.: Öko-Controlling - Umweltschutz in mittelständischen Unternehmen. Campus Verlag, Frankfurt am Main 1992
- [32] Rubik, F., Baumgartner, T.: Bibliographie zum Thema Produktlinienanalyse und Ökobilanzen. Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung GmbH (IÖW), Berlin, Diskussionspapier 11/91, August 1992
- [33] Steiner, B., Meyerhoff, J. (Hrsg.): Kommentierte Bibliographie Umwelt und Ökonomie. Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung GmbH (IÖW), Berlin, Schriftenreihe 61/93, April 1993

-
- [34] Stahlmann, V.: Ziel und Inhalt ökologischer Rechnungslegung - vom Teil zum Ganzen. In: Beck, M. (Hrsg.): Ökobilanzierung im betrieblichen Management. Vogel Buchverlag, Würzburg 1993
- [35] Eyerer, P., Dekorsy, Th., Pfeleiderer, I., Schuckert, M., Hesselbach, J.: Ganzheitliche Bilanzierung von Bauteilen - Aktueller Stand - Ziele - Visionen. Praxis-Forum Tagung "Ganzheitliche Bilanzierung von Industrie-Produkten", 15. - 16.06.1992, Bad Nauheim, In: Schriftenreihe Praxis-Forum 17/92, S. 15-64
- [36] Schuckert, M., Pfeleiderer, I., Saur, K., Eyerer, P.: Ganzheitliche Bilanzierung des Golf III. Praxis-Forum Tagung "Ganzheitliche Bilanzierung von Industrie-Produkten", 06. - 07.12.1993, Frankfurt am Main, In: Schriftenreihe Praxis-Forum 19/93, S. 193-213
- [37] Eyerer, P., Pfeleiderer, I., Saur, K., Schuckert, M.: Ganzheitliche Bilanzierung von Automobilteilen aus Stahl, Aluminium und Kunststoffen am Beispiel Ölfilter für Pkw-Motoren. Praxis-Forum Tagung "Ganzheitliche Bilanzierung von Industrie-Produkten", 06. - 07.12.1993, Frankfurt am Main
- [38] Eyerer, P., Hesselbach, J., Pfeleiderer, I., Saur, K., Schuckert, M.: Bewertungsmethode für die praktische Anwendung Ganzheitlicher Bilanzierungen. Praxis-Forum Tagung "Ganzheitliche Bilanzierung von Industrie-Produkten", 06. - 07.12.1993, Frankfurt am Main, In: Schriftenreihe Praxis-Forum 19/93, S. 59-78
- [39] Projektgemeinschaft Lebenswegbilanzen (Hrsg.): Methode für Lebenswegbilanzen von Verpackungssystemen. Fraunhofer-Institut für Lebensmitteltechnologie und Verpackung, München, September 1992
- [40] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Ökobilanz für Getränkeverpackungen: Umfassendes Zahlenmaterial für Frischmilch und Bier vorgelegt. Pressemitteilung vom 21.09.1993, BMU Bonn
- [41] ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (Hrsg.): Kurzbericht über Arbeiten des ifeu-Instituts. Heidelberg, Januar 1993
- [42] Günther, I.: Praktische Beispiele ökologischer Bilanzierungen. In: Beck, M. (Hrsg.): Ökobilanzierung im betrieblichen Management. Vogel Buchverlag, Würzburg 1993
- [43] Kommission der Europäischen Gemeinschaft (Hrsg.): Vorschlag für eine Verordnung (EWG) des Rates, die die freiwillige Beteiligung gewerblicher Unternehmen an einem gemeinschaftlichen Öko-Audit-System ermöglicht. 5. März 1992, Brüssel

- [44] International Chamber of Commerce (Hrsg.): ICC-Konzept zum Umweltmanagement. Internationale Handelskammer Deutsche Landesgruppe, Köln, ICC-Publikation Nr. 210
- [45] Sietz, M. (Hrsg.): Umweltbewußtes Management - Umwelt-Checklisten, Umweltqualitätsziele und Risikoanalysen, Organisationsentwicklung, Umwelt-Auditing, Umweltrecht, Umwelthaftung, UVP, Abfallmanagement, Umwelt-Marketing. Eberhard Blotner Verlag, Taunusstein 1992
- [46] Steger, U. (Hrsg.): Umwelt-Auditing - Ein neues Instrument der Risikovorsorge. Frankfurter Allgemeine Zeitung; Verlagsbereich Wirtschaftsbücher, Frankfurt am Main 1991
- [47] Henn, K.-P., Viertel, J.: Das EG-Öko-Audit als mögliches Managementsystem im Einzelhandel. Büro für Umweltberatung, Kommunikation und Abfallvermeidung (BUKA), Hövels/Sieg, April 1993
- [48] VDI-Richtlinie 5015: Technikbewertung der Bürokommunikation. Beuth Verlag, Berlin, Dezember 1992
- [49] VDI-Zentrum Wertanalyse (Hrsg.): Wertanalyse: Idee - Methode - System. VDI-Verlag, Düsseldorf, 4. Auflage 1991
- [50] Schildknecht, R., Zink, K. J.: Betriebliche Qualitätspolitik - Stand und Entwicklungstendenzen. VDI-Z Zeitschrift für integrierte Produktionstechnik, **132** (1990) Nr. 10, S. 167-175