

1.2 Strukturierung und Entwicklung der betrieblichen Stoff- und Energieflüsse

Markus Strobel, Bernd Wagner

1.2.1 Grundlagen

1.2.1.1 Management der betrieblichen Stoff- und Energieflüsse

Die Kenntnis der Stoff- und Energieflüsse ist der Schlüssel zum Umweltkostenmanagement

Wie im vorhergehenden Kapitel gezeigt wird, sind die vermeidbaren Kosten der umweltbelastenden Aktivitäten bei weitem höher als dies allgemein angenommen wird. Eine bessere Bewirtschaftung dieser Kosten würde auch zu Umweltentlastungen führen. Der Grund dafür, daß diese Bewirtschaftung derzeit nicht erfolgt, liegt darin, daß diese Kosten nicht als einheitlicher Kostenblock ausgewiesen werden, sondern beispielsweise in den Gemeinkosten „untergehen“. Die Grundlage einer verbesserten Kostentransparenz und der daraus resultierenden Möglichkeit zur Kostensenkung ist eine systematische Kenntnis der Stoff- und Energieflüsse im Unternehmen. Die detaillierte Kenntnis der Stoff- und Energieflüsse ist also der Schlüssel zum Umweltkostenmanagement. In diesem Kapitel soll aufgezeigt werden, wie Stoff- und Energieflüsse dargestellt werden können und welchen Nutzen diese Betrachtungsweise der Betriebsabläufe leisten kann.

1.2.1.2 Grundlagen stoff- und energieflußorientiertes Management

Der Konkurrenzdruck zwischen den Unternehmen, aber auch innerhalb eines Unternehmens, ist größer denn je. Die Aufgaben des heutigen Managements haben sich unter Konkurrenzbedingungen in den letzten Jahren grundlegend gewandelt. Die Frage lautet heute weniger, wie das Unternehmen gesteuert, gestaltet und kontrolliert werden kann. Sie lautet vielmehr, wie die Fähigkeiten, Kräfte und Potentiale im Unternehmen zur Entfaltung gebracht und auf ein gemeinsames Ziel hin gebündelt werden können.

Die immer noch vorzufindende Abgrenzung von „Fürstentümern“ in den einzelnen Unternehmensbereichen steht einer ganzheitlichen, synergetischen Unternehmensentwicklung entgegen. Die Abschottung von Informationen, Entscheidungsprozessen und Macht in einzelnen Unternehmensbereichen führt zu Kommunikations- und damit langfristig auch zu Zeit-, Qualitäts- und Ertragsverlusten.

Ein Schritt zur Intensivierung der bereichsübergreifenden Kommunikation, um Reibungsverluste an den Schnittstellen zu vermeiden, ist die Rückbesinnung auf die Kernaufgaben und Kernprozesse eines Unternehmens. Herz und Hauptschlagadern des Unternehmens sind der Produktionsprozeß und die diesen Prozeß ver- und entsorgenden Stoff- und Energieflüsse. Dieser Prozeß muß unter Berücksichtigung des Wirtschaftlichkeitsprinzips erfolgen. Das Wirtschaftlichkeitsprinzip beinhaltet den sparsamen Umgang mit knappen Ressourcen. In diesem Prinzip treffen sich sowohl ökonomische als auch ökologische Interessen.

Das Wirtschaftlichkeitsprinzip beinhaltet den sparsamen Umgang mit knappen Ressourcen

Verfolgt man Material- bzw. Stoff- und Energieflüsse durch ein Unternehmen systematisch vom Eingang (Input) bis zum Ausgang (Output), so zeigen sich rasch die Be-„Reichsgrenzen“ der „Fürstentümer“ im Unternehmen, problematische Schnittstellen und Übergänge, Kommunikationsdefizite, „weiße Flecken“ in der Flußlandschaft und Wildwüchse. Die Verfolgung und insbesondere auch die Visualisierung der Stoff- und Energieflüsse durch das Unternehmen erleichtern das bereichsübergreifende Denken der Mitarbeiter. Bereichsübergreifendes Denken stellt den eigenen Beitrag im Rahmen einer Prozeßstufe in einen Gesamtzusammenhang. Eine Orientierung an Stoff- und Energieflüssen kann Bereichsgrenzen durchlässiger machen. Die physisch und nicht nur wertmäßig betrachteten Materialflüsse werden zum Kristallisationspunkt einer gemeinsamen Kommunikation.

Die Abbildung 9 symbolisiert die gemeinsame Orientierung am „Kernstück“ des Unternehmens, den Stoff- und Energieflüssen, als gemeinsame Kommunikationsbasis. Der Abfallbeauftragte kann hierüber mit dem Produktentwickler ins Gespräch kommen, der Einkauf mit dem Vertrieb etc. Bereichsübergreifende Kommunikation

Stoff- und Energieflüsse dienen als gemeinsame Kommunikationsbasis im Unternehmen

Integriertes Management



Abb. 9 Integriertes Management

und entsprechendes Mitdenken setzt die Möglichkeit zur Kontaktaufnahme und Handlungsfähigkeit voraus, also auch Abstimmungs- und Gestaltungsspielräume, um Probleme unmittelbar und bilateral zu lösen.

Ein solches Managementselbstverständnis wird heute unter Stichworten wie „empowerment“ oder „intrapreneurship“ diskutiert. Die Rolle des Vorgesetzten wandelt sich. Statt Aufträge zu erteilen und zu kontrollieren, wird er zum Koordinator und Coach, zu demjenigen, der Abstimmungsprozesse und die Einigung auf gemeinsame Ziele sicherstellt.

Integrierte Entscheidungen und Klärung von Wahrnehmungsunterschieden durch Stoffstrommanagement

Stoff- und Energieflußorientierung soll aber nicht nur die bereichsübergreifende Kommunikation und Koordination erleichtern. Sie soll auch zur Integration unterschiedlicher Wahrnehmungs- und Handlungsebenen beitragen. Beispielsweise unterscheidet sich die Wahrnehmung des betrieblichen Geschehens durch das betriebswirtschaftliche Controlling von der Qualitätskontrolle und diese wiederum von der des Umweltcontrollings. Entsprechend unterschiedlich fallen dann auch die jeweiligen Empfehlungen bzw. Entscheidungen zur Gestaltung der Organisation aus. Die gemeinsame

Prüfung und Diskussion entlang der Stoff- und Energieflüsse kann auch hier zur Klärung der Wahrnehmungsunterschiede und zu integrierten Entscheidungen führen, in denen Kosten-, Qualitäts- und Umweltaspekte, produktionstechnische, juristische u. a. Gesichtspunkte zugleich angemessen zum Tragen kommen können.

Mit einem materialflußorientierten Management werden zusammenfassend die folgenden Ziele verfolgt:

- Überwindung des bereichs- und abteilungsbezogenen Denkens durch Wahrnehmung von Prozeßketten und -vernetzungen.
- Schaffung einer gemeinsamen Kommunikationsgrundlage durch Konzentration auf bereichsübergreifende Abläufe.
- Höhere Transparenz des komplexen Betriebsgeschehens durch Abbildung, d. h. Visualisierung der Prozeßketten.
- Systematische Analyse und Darstellung von Abhängigkeiten, Schnittstellen und Prozeßlücken.
- Integrierte Berücksichtigung von Aspekten der Information, der Kosten-, Qualitäts- und Umweltentwicklung entlang der Stoffflüsse.

Stoff- und energieflußorientiertes Management berücksichtigt die physikalischen Prozesse des Transports und der Transformation von Materie sowie zugleich deren kostenmäßige Entwicklung. Es integriert damit ökologische und ökonomische Anforderungen. Es trägt zudem neueren prozeßorientierten Konzepten Rechnung, wie sie in der Prozeßkostenrechnung oder dem Total Quality Management zum Ausdruck kommen.

1.2.2 Erstellung des betrieblichen Stoff- und Energieflußmodells

Durch arbeitsteilige Wirtschafts- und Produktionsprozesse entwickeln sich hochkomplexe, oft unüberschaubare Netze von Stoff-, Energie- und Informationsflüssen. Um diese Komplexität effizienter gestalten zu können, muß sie zunächst der Wahrnehmung und der Diskussion zugänglich gemacht werden. Dies kann durch eine vereinfachende Abbildung der wesentlichen Stoff- und Energieflüsse in einem Flußmodell geschehen. Im folgenden soll das Vorgehen zur Erstellung eines solchen betrieblichen Flußmodells beschrieben werden, das als Ausgangspunkt der betrieblichen Analyse, Verständigung und Entscheidungsfindung dienen kann.

1.2.2.1 Standort-Ökobilanz als Basis

Stoff- und Energiebilanzen waren bisher als Instrument zur Beschreibung chemischer oder physikalischer Prozesse bekannt. Seit einigen Jahren wird das Instrumentarium auch genutzt, um komplexe betriebliche Prozesse, auch ganze Unternehmen bzw. Standorte zu analysieren und abzubilden. Für eine Betriebs- oder Standortbilanz wird zunächst der Betrieb/Standort als Blackbox gesehen, in die Stoff- und Energieflüsse einfließen und aus dieser nach Transformation bzw. Gebrauch als Output wieder ausfließen (Abbildung 10):

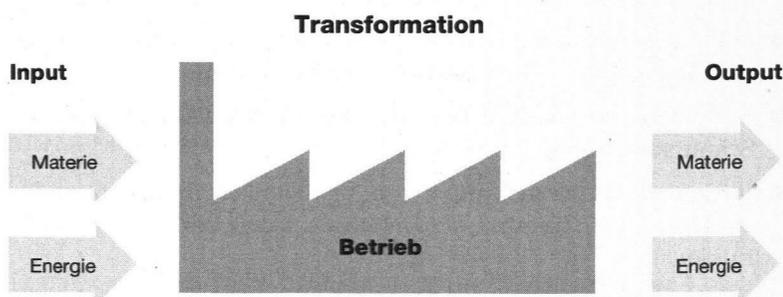


Abb. 10 Input-Output-Darstellung

Nach den Gesetzen der Thermodynamik kann Materie und Energie weder erzeugt noch vernichtet werden. Sie können nur umgewandelt werden. Die in ein System, in diesem Fall in ein Unternehmen, eingehenden Stoffe und Energien bleiben mengenmäßig erhalten. Sie gehen entweder in die Bestände ein oder verlassen das System – meist in umgewandelter Form – wieder als Output. Die Summe aus Anfangsbestand und Input muß mengenmäßig der Summe aus Endbestand und Output entsprechen. Diese Ausgewogenheit oder Balance rechtfertigt den Bilanzbegriff (Abbildung 11):

Input- und Outputmengen werden sich meist unterscheiden, da gewöhnlich Lagerbestände auf- und abgebaut werden. Bei der Feststellung des Bilanzgleichgewichts zwischen In- und Output sind deshalb die Bestandsveränderungen zu berücksichtigen. Aus der Gegenüberstellung der beiden Bilanzseiten lassen sich verschiedene Kontrollrechnungen ableiten: Stimmt die eingehende Wassermenge mit der ausgehenden überein oder sind Differenzen festzustellen, die etwa auf Leckagen hinweisen? Wieviel des eingekauften Materials geht tatsächlich in das Produkt ein, welcher Prozentsatz

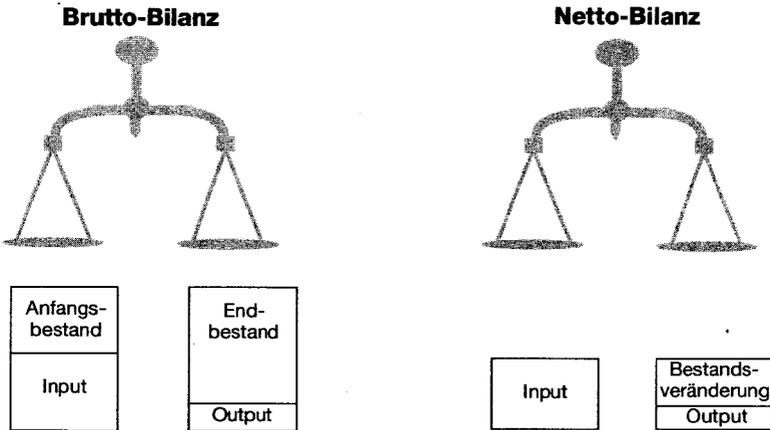


Abb. 11 Bilanzgleichgewicht

geht in die Abfälle? Wie hoch ist der Verpackungsanteil? Wieviel Prozent der eingekauften Öle, FCKW's etc. werden im Output ordnungsgemäß entsorgt? Wo bleibt der Rest? Zur Erstellung einer Ökobilanz, sei es für einen Konzern, einen Standort, eine Abteilung etc., sind im wesentlichen drei Schritte erforderlich:

1. Festlegung der Systemgrenzen (z. B. Standortabgrenzung)
2. Feststellung und Kategorisierung der ein- und ausgehenden Stoff- und Energieflüsse (Bilanzstruktur)
3. Feststellung der Flußmengen (Datenerhebung)

1.2.2.2 Festlegung der Systemgrenzen

Unterschiedliche Bilanzgrenzen führen zu verschiedenen *Bilanzarten*. Üblicherweise wird mit der Bilanzierung eines betrieblichen Standortes begonnen (Standortbilanz). Mehrere Standortbilanzen können zu einer Unternehmens- oder Konzernbilanz konsolidiert werden. Innerhalb des Standortes kann auch eine Bilanzierung der Produktion im engeren Sinne, also ohne Verwaltung, Kantine, Eingangs- und Ausgangslager erfolgen (Produktionsbilanz). Ebenso können einzelne Prozesse oder die Herstellung einzelner Produkte erfaßt werden (Prozeß- bzw. Produktbilanz).

Die jeweilige Grenzziehung orientiert sich an der Zielsetzung und Aufgabenstellung der Bilanzierung. Zur Durchführung einer Umweltprüfung gemäß EG-Öko-Audit-Verordnung empfiehlt sich

Standortbilanzen sind hilfreich bei der EG-Öko-Audit-Verordnung

die Standortbilanz. Für die Optimierung eines Fertigungsprozesses sind eher Produktions- oder Prozeßbilanzen von Interesse, für die F & E-Abteilung hingegen eher Produktbilanzen.

Die Abgrenzung der exakten Systemgrenzen, beispielsweise eines Standortes, erweist sich in der Praxis oft schwieriger als zunächst angenommen: Inwieweit sind Werksteile, die sich nicht unmittelbar auf dem Betriebsgelände befinden, aber zum Betrieb gehören, in die Bilanzierung mit einzubeziehen – ein Ausbildungszentrum, eine ausgelagerte Lackiererei, Lagerhallen etc.? Wie sind Tochterfirmen oder Subauftragnehmer, die sich auf dem Werksgelände befinden, zu behandeln? Wieviele Mitarbeiter und welche Anlagen sind im Betrachtungszeitraum, üblicherweise das Geschäftsjahr, anzusetzen (Teilzeitkräfte, Auszubildende, betriebsfremde Dienstleister und Berater, etc.)?

Es empfiehlt sich, zu Beginn auf einem Werksplan optisch zu markieren, aus welchen wesentlichen Elementen sich das System, also z. B. der Standort, zusammensetzt. Eine solche räumliche Darstellung wird später auch für die detaillierte Verfolgung der Stoffflüsse innerhalb des Standortes erforderlich.

Neben den rein räumlichen müssen auch die zeitlichen Grenzen der Bilanzierung abgesteckt werden. In der Regel werden Input- und Outputmengen eines Geschäftsjahres erhoben, das sich meist, aber nicht immer, an das Kalenderjahr hält. Für Prozeßbilanzen können auch Vierteljahres-, Monats- oder Tagesmengen gefragt sein. Zur Darstellung von Beständen und Bestandsveränderungen müssen Zeitpunkte, meist zum Anfang (Anfangsbestand) und zum Ende (Endbestand) der Bilanzierungsperiode festgelegt werden.

1.2.2.3 Festlegung der Bilanzstruktur

Durch die Bildung von Materialgruppen reduziert sich die Bilanzkomplexität

In einem zweiten Schritt werden die ein- und ausgehenden Materialflüsse aufgelistet, nach Gruppen kategorisiert und in einer Bilanzstruktur übersichtlich gemacht. Prinzipiell wäre es denkbar, jeden einzelnen ein- oder ausgehenden Artikel

mit der jeweiligen Artikelnummer zu listen. Eine solche Liste, bei größeren Betrieben mit u.U. über 100.000 Positionen, ist zwar eine Arbeitsgrundlage, bleibt jedoch zu unübersichtlich. Verschiedene Artikel können deshalb zu Gruppen zusammengefaßt werden

(z. B. alle Materialien aus Polyamid), um so die Liste weiter zu verdichten. Andere Materialien/Stoffe müssen zusätzlich aufgenommen werden, da sie nicht mit Artikelnummern geführt werden, z. B. (Ab-) Wasser, (Ab-) Luft, Energie.

Ausgangspunkte für eine verdichtende Gruppierung können im Betrieb bereits vorliegende Materialklassifizierungen oder die Kostenartenstruktur des Rechnungswesens sein.

Diese Ordnungssysteme können jedoch nicht ohne sorgfältige Prüfung übernommen werden. Ihre Gruppenbildungen sind oft zu umfassend, sie sind häufig unsauber geführt oder stimmen nicht überein. (Eine Klärung der Konten für die Ökobilanz führt deshalb immer wieder auch zu Klärungen der Kostenartenzuordnung.)

Die Systematisierung der Stoff- und Energieflüsse in einer Bilanzstruktur ist nicht eindeutig vorgegeben, sondern kann nach unterschiedlichen Kriterien vorgenommen werden, z. B. nach

- Materialart (z. B. Metalle, Kunststoffe, Papier, Holz)
- Verwendung (z. B. Produktmaterial, Verpackungsmaterial, Betriebsstoffe, Büroartikel)
- Aggregatzustand (fest, flüssig, gasförmig)
- Bearbeitungsgrad (z. B. unbehandelte Rohstoffe, Halb- und Fertigwaren, Recyclingmaterial)

Die Bilanzstruktur muß sicherstellen, daß zunächst *alle* in den Betrieb eingehenden Materialien und Energien erfaßt sind und sinnvoll zugeordnet werden können. Die Struktur muß also *umfassend* und *überschneidungsfrei* sein. Das heißt noch nicht, daß die so umfassend kategorisierten Stoff- und Energieflüsse deshalb auch zugleich mengenmäßig erhoben werden.

Die Bilanzstruktur muß umfassend und überschneidungsfrei sein

Im folgenden wird exemplarisch die Struktur der Standortbilanz eines Pharmaunternehmens wiedergegeben. Während die Oberkonten auch auf andere Branchen übertragbar sind, unterscheiden sich Unterkonten oft branchen- oder auch unternehmensspezifisch.

1.2.2.4 Feststellung der Flußmengen (Datenerhebung und -verdichtung)

Im dritten Schritt werden die Konten der Bilanz mit Daten gefüllt. Während die Vollständigkeit der Bilanzstruktur bereits zu Beginn anzustreben ist, werden die Daten für die einzelnen Bilanzkonten im ersten Jahr nicht vollständig zu erhalten sein. Viele Stoffflüsse werden im Betrieb zwar kostenmäßig als Input (beim Einkauf), jedoch nicht mengenmäßig erfaßt. Sie werden dann auch, insbesondere wenn wertmäßig abgeschrieben, nicht weiter verfolgt. Andere Daten sind verstreut irgendwo im Betrieb zwar vorhanden, das Schließen von Datenlücken muß jedoch oft als langjähriger Lernprozeß verstanden werden. Umgekehrt hat die Ökobilanz auch die Funktion, Datenlücken (weil die Daten nicht verfügbar, zu arbeitsaufwendig zu erhalten oder zu unwichtig erscheinen) als solche auszuweisen.

Zunächst sollten diejenigen Kontenpositionen mit Daten gefüllt werden, deren Daten im Betrieb bereits vorhanden und leicht zugänglich sind (z. B. Energie- und Wasserverbräuche). Als Datenquellen kommen beispielsweise in Frage: Vorhandene betriebliche Informationssysteme der Umlaufgüter- und Anlagenbuchhaltung, der Kostenrechnung, des Einkaufs und Vertriebs, der Produktionssteuerung etc. Neben EDV-geführten Daten können auch Ablage- und Karteisysteme, abteilungsspezifische Aufzeichnungen, Berichte an Behörden, Auftragsanalysen, Erfahrungs- und Schätzwerte und vieles andere herangezogen werden.

Nach der Sichtung der leicht zugänglichen Daten sollten die festgestellten Datenlücken mit Prioritäten versehen werden, um festzulegen, welche Daten bis zu einem festgelegten Zeitpunkt als dringend erforderlich erachtet werden und welche erst in den folgenden Bilanzierungszyklen zu erheben sind. So wird beispielsweise die Erfassung der im Unternehmen vorhandenen (eingekauften und gelagerten) Gefahrstoffe in der Regel Priorität gegenüber einer Erhebung der eingekauften Büroartikel eingeräumt werden.

**DV-gestützte
Datenerhebung
erleichtert den
Erfassungsaufwand**

Sinnvoller als aufwendige Nacherhebungen durchzuführen ist es oft, eine erleichterte, z. B. DV-gestützte Datenerhebung für die Folgeperioden zu planen und Erfassungsroutinen beim Materialeingang einzuführen, z. B. Angaben zu Liefermengen beim Bestellvorgang abzufragen, Mengenfelder in der Wareneingangstatistik einzurichten.

Im Zuge der Datenerfassung werden zugleich die Unterkonten der einzelnen Stoffflußgruppen, also z. B. der eingesetzten Rohstoffe, genauer differenziert. Erhebungs- und Umrechnungsverfahren werden festgelegt und dokumentiert (z. B. zur Berechnung der Emissionen durch Heizölverbrennung). Erste Auswertungen liefern erste Hinweise auf Schwachstellen, Einsparungs- und Risikopotentiale.

Eine solche Standortbilanz betrachtet den untersuchten Betrieb zunächst noch als Blackbox, lediglich die grenzüberschreitenden Stoff- und Energieflüsse werden an den Ein- und Ausgängen systematisch registriert.

Unternehmensbilanz Merckle/ratiopharm (Input)

INPUT	Einheit	Menge 1993	Menge 1994
Material	kg	9.422.212	10.557.642
<i>Produktmaterial</i>	kg	5.581.874	6.042.975
Rohstoffe	kg	4.562.661	5.004.103
Hilfsstoffe	kg	3.378.304	3.769.863
Wirkstoffe	kg	1.184.357	1.234.241
Vorgefertigte Waren	kg	1.019.213	1.038.872
<i>Verpackungsmaterial</i>	kg	3.612.049	4.203.390
Produktverpackung	kg	3.000.000**	3.500.000**
Transportverpackung	kg	604.984	700.073
Abfallverpackung	kg	7.065	3.317
<i>Betriebsstoffe</i>	kg	228.289	311.277
Laborbedarf	kg	13.735	13.721
Kühlmittel	kg	34	31
Gas	kg	157.132	208.508
Schmiermittel	kg	1.444	674
Wasseraufbereitung	kg	25.460	48.990
Reinigungsmaterial	kg	*	39.353
Wasser	m³	88.605	87.056
Luft	m³	1.606.276	1.922.915
Energie	kWh	31.467.921	34.553.978
Strom	kWh	10.706.053	11.903.422
Treibstoff	kWh	6.787.680	7.834.222
Fernwärme	kWh	7.384.375	6.976.799
Heizöl (leicht)	kWh	4.755.637	5.856.446
Erdgas	kWh	1.834.176	1.983.088

Unternehmensbilanz Merckle/ratiopharm (Output)

OUPUT	Einheit	Menge 1993	Menge 1994
Materialabgänge	kg	8.559.177	9.502.089
<i>Arzneimittel</i>	kg	6.951.112	7.943.092
<i>Abfälle</i>	kg	1.608.065	1.558.997
Wertstoffe	kg	965.510	892.930
Reststoffe	kg	392.300	355.509
Sonderabfälle	kg	250.255	310.558
Abwasser	kg	87.302	85.626
Abluft	kg	1.606.276	1.922.915
Emissionen (Jahresfracht)	kg	1.606.276	1.922.915
CO ₂	kg	1.603.301	1.919.296
NO _x	kg	1.377	1.650
SO ₂	kg	1.599	1.969
Energieabgabe	kWh	31.467.921	34.553.978

* Werte konnten nicht ermittelt werden

** Werte wurden hochgerechnet

Abb. 12 Kontenrahmen mit Daten Merckle/ratiopharm aus Umwelterklärung 1995

Eine Standortbilanz in diesem Sinne

- bietet einen Überblick über die umweltrelevanten Stoff- und Energieflüsse eines Unternehmens;
- zeigt die Datenlücken auf, d. h. weist Stoff- und Energieflüsse aus, für die Mengenangaben noch nicht erhältlich sind oder als nachrangig erachtet werden;
- ermöglicht die Auswahl von Schwerpunkten für vertiefende Analysen, Auswertungen und Maßnahmen;
- bietet die Datenbasis für den Aufbau eines Umweltcontrolling-Systems;
- enthält die zusammenfassenden Zahlenangaben, die für eine Prüfung nach EG-Öko-Audit erforderlich sind.

Die Vorgehensweise ermöglicht es auf dieser Stufe noch nicht

- detaillierte innerbetriebliche Zusammenhänge, Prozesse, Stoff- und Energietransformationen und -flüsse transparent zu machen;

- Schwachstellen im Detail zu lokalisieren, um daraus Maßnahmen abzuleiten;
- rechtliche Fragestellungen und Zuständigkeiten zu klären;
- Kostenentwicklungen entlang der innerbetrieblichen Prozesse und Flüsse zu verfolgen.

Um auf diese Fragestellungen näher eingehen zu können, wird es erforderlich, die oben dargestellte Blackbox zu öffnen und die innerbetrieblichen Stoffflüsse im Rahmen der betrieblichen Prozessabläufe genauer zu verfolgen.

1.2.2.5 Transformationsprozesse als Grundlage des Flußmodells

Die Standortbilanz registriert zunächst alle grenzüberschreitenden Stoffflüsse auf der Input- – und Outputseite. Der Betrieb wird noch als Blackbox behandelt. Mit Stoffflußmodellen wird die Blackbox nun geöffnet und die Beziehungen zwischen den Input- und den Outputströmen hergestellt. Während die Standortbilanz die aus- und eingehenden Stoff- und Energieflüsse möglichst umfassend dokumentiert (zumindest kategoriell), werden sich Stoffflußmodelle wegen der hohen Komplexität betrieblicher Abläufe gewöhnlich auf ausgewählte Flußläufe bzw. -segmente beschränken.

Die in das Unternehmen eingehenden Stoff- und Energieflüsse bewegen sich meist auf vorgegebenen Wegen (Flußbetten) durch den Standort. Um Stoff- und Energieflüsse im einzelnen analysieren zu können, müssen deshalb diese im Unternehmen bereits vorhandenen Vorgaben möglichst mit räumlichem Bezug (z. B. in Lageplänen) wiedergegeben werden.

Die Grundstruktur derartiger Flußmodelle ergibt sich aus einer Erhebung und Analyse der Prozesse, die die Stoff- und Energieflüsse direkt beeinflussen. Die Beeinflussung findet in Form einer zeitlichen, räumlichen oder physikalischen Transformation statt. Prozesse, die Stoff- und Energieflüsse zeitlich, räumlich oder physikalisch verändern, werden daher auch als Transformationsprozesse bezeichnet. Die Transformationsprozesse stellen Fixpunkte dar, über die die Stoff- und Energieflüsse fließen. Transformationsprozesse sind daher die Ausgangsbasis für die Betrachtung der Stoff- und Energieflüsse.

Transformationsprozesse sind Ausgangsbasis für die Betrachtung der Stoff- und Energieflüsse

Typische Transformationsprozesse sind:

- Lagerprozesse
- Transportprozesse
- Versorgungsprozesse
- Produktionsprozesse
- Entsorgungsprozesse

Diese Grundstruktur wird je nach betrieblichen Verhältnissen weiter untergliedert (vgl. Abbildung 13).

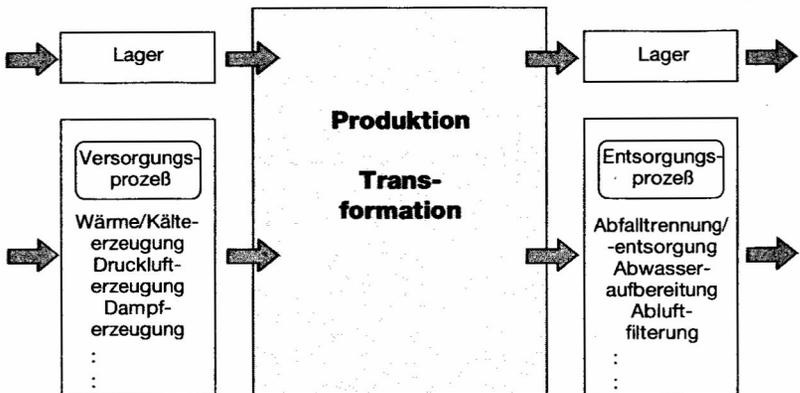


Abb. 13 Prozeßmodell

Jedem dieser Prozeßtypen kommt eine jeweils besondere ökologische Relevanz zu: Bei Transporten spielen vor allem Emissionen von Schadstoffen, Lärm und Unfallgefahren eine Rolle; bei der Lagerung, die Sicherheit von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen im Normalbetrieb; aber auch bei Unfällen, z. B. einem Brand, sind Sicherheitsaspekte zu beachten. In produzierenden Unternehmen sind in der Regel die Bearbeitungs- bzw. Herstellprozesse besonders relevant, da hier die durchfließenden Stoffe umgewandelt, vermengt oder getrennt werden. Thermodynamisch gesehen ist hier die Entropie besonders hoch, d. h. hier liegen wesentliche Wurzeln der Entstehung von Umweltproblemen. Hier werden Stoffe „verarbeitet“, Energien „umgewandelt“ (also entropiert), es werden Schadstofffrachten in Luft, Wasser und Böden emittiert, usw.

Derartige Transformationsprozesse durch Bearbeitung finden statt

- primär in der Produktion, also z. B. Einzel-, Serien- oder Massenfertigung;

- aber auch in Versorgungseinrichtungen, durch Produktion von Wasser, Wärme, Kälte, Dampf, Druckluft, etc.;
- in Entsorgungseinrichtungen, durch Abfalltrennung und -behandlung, Abwasser- und Abluftreinigung, etc.;
- durch Aus- und Verpacken von Einzelprodukten und Transportsendungen.

Auch bei Lagerung und Transport können Transformationen mit ökologischen Konsequenzen erfolgen, durch Alterung und Verderb, Leckagen, Korrosion, durch Verbrennung von Treibstoffen, Abnutzung etc.

1.2.2.6 Darstellung ausgewählter Stoffflüsse im Flußmodell

Die in der Standortbilanz abgegrenzten Input-Flüsse können nun in ihrem Fluß durch die räumlich abgegrenzten Unternehmenseinheiten (Transformationsprozesse) dargestellt und verfolgt werden. Stoff- und Energieflüsse können vorwärts von der „Quelle“ (Wareneingang) bis zur „Mündung“ (Versand) verfolgt werden. Oft ist aber auch eine rückwärtsgerichtete Analyse „flußaufwärts“ erforderlich, etwa um bestimmte Abfallströme auf ihre Ursachen zu analysieren, also bis zu ihrer Entstehung in der Produktion, oder gar bis zur Beschaffung zurückzuverfolgen.

Die räumlich abgegrenzten Unternehmenseinheiten und die Transportverbindungen zwischen diesen bilden oft ein komplexes Netz. Dieses Netz stellt ein vielfach verzweigtes Kanalsystem dar, durch das sehr unterschiedliche Stoff- und Energieflüsse in unterschiedliche und sich verändernde Richtungen gelenkt werden, sich verzweigen, wieder zusammengeführt werden und schließlich in Output-Flüsse münden.

Mit Stoffflußmodellen

- kann nun ein Gesamtüberblick über die wichtigsten Stoff- und Energieflüsse des Unternehmens geschaffen
- sowie einzelne Flußläufe oder Flußsegmente gezielt herausgegriffen und einer genaueren Analyse zugeführt werden.

Stoffflußmodelle geben Gesamtüberblick über Stoff- und Energieflüsse im Unternehmen

Am Anfang der Stoffflußanalyse wird oft die Erstellung eines Übersichtsmodells stehen. In diesem kann ein Überblick über die wichtigsten Flußarten und deren Verläufe – Rohstoff, Energie, Abfälle – erarbeitet werden. Ein solches Modell zeigt bereichsübergreifende Zusammenhänge auf und bietet von daher auch eine erste bereichsübergreifende Verständigungsbasis. Bereits die Erstellung eines solchen Grundmodells macht bereichsübergreifende Kommunikationen und Denkmuster erforderlich und deckt gewöhnlich Abstimmungslücken auf.

Flußmodelle können den Durchfluß einzelner Stoffe bzw. Stoffgruppen wiedergeben. Ausgangspunkt sind ausgewählte in Bilanzkonten kategorisierte Gruppen wie Gefahrstoffe, Reinigungsmittel, Betriebsstoffe etc. Eine solche Flußdarstellung und -analyse führt zu ablauforientierten Betrachtungen und Problemlösungen, zur Abstimmung von Zuständigkeits- und Aufgabenbereichen.

Weiterhin können einzelne Prozessschritte, insbesondere in der Produktion, und die dort eingerichteten Flußsysteme herausgegriffen und detaillierter untersucht werden.

Beispielsweise kann die Kombination der Reinigungsmittel- und Wasserflüsse einer Produktion eines Pharmaunternehmens oder das Zusammenfließen von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen in der Färberei eines Textilunternehmens detaillierter dargestellt werden. Dieser Zugang führt tendenziell zu produktionstechnischen Problemlösungen.

Schließlich können Flußarten auch danach unterschieden werden, ob sie in das Produkt eingehen oder als Reststoffe den Betrieb verlassen. Während über Produktbestandteile gewöhnlich weitergehende Informationen vorliegen, sind die Reststoffströme meist weniger sorgfältig dokumentiert.

Durch die Analyse von Reststoffströme können Kostensenkungspotentiale lokalisiert werden

Durch Zurückverfolgen der Reststoffströme (Abfälle, Abwasserfrachten, Ausschuß) zum Ausgangspunkt ihrer Entstehung und eine genauere Ursachenanalyse lassen sich häufig erhebliche Kostensenkungspotentiale lokalisieren.

Die einfachste Form der Darstellung von Stoffflüssen ist, die im ersten Schritt räumlich abgegrenzten Unternehmenseinheiten durch Fließpfeile zu verbinden.

Die folgende Darstellung beschreibt den Fluß von Produktmaterial durch ein Unternehmen der Pharmaindustrie.

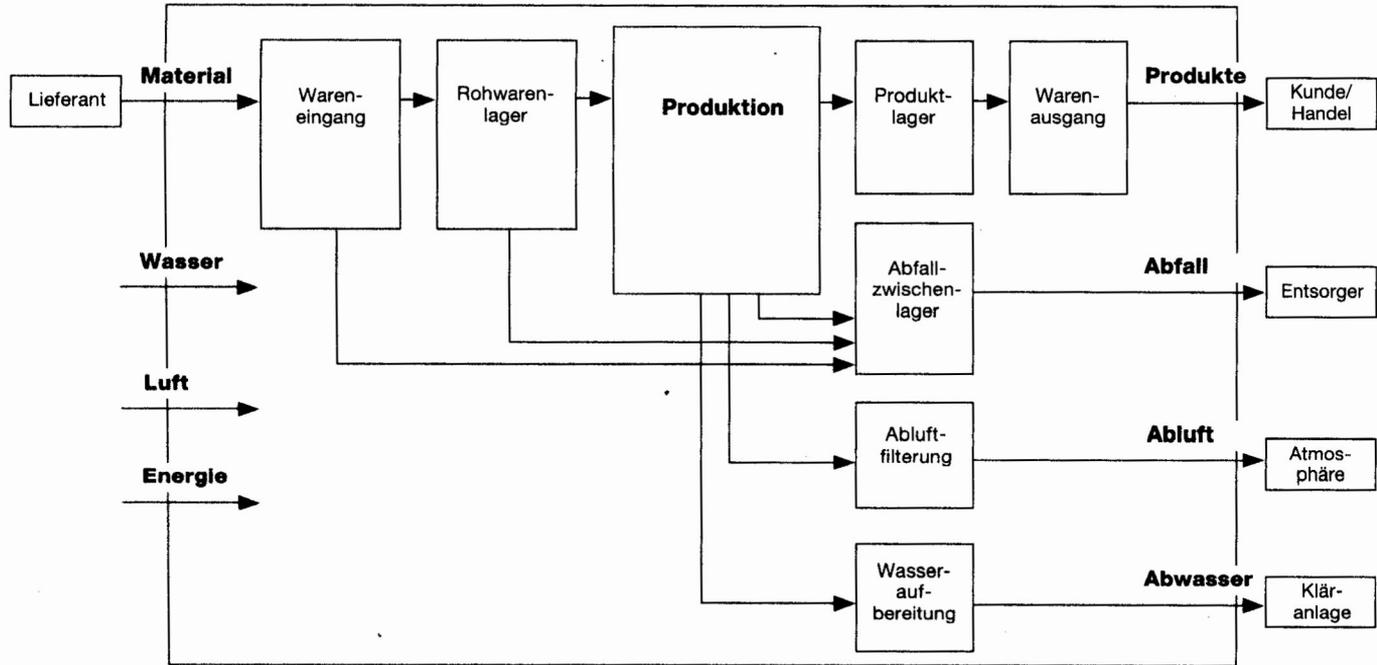


Abb. 14 Flußmodell für Produktmaterial eines Pharmaunternehmens

Das dargestellte Beispiel wurde 1995 bei Merckle/ratiopharm, Ulm, erarbeitet.

Eine solche Darstellung kann vielfach erweitert werden, z. B.

- durch verschiedene Symbole (z. B. Farben, Schraffierung) für unterschiedliche Flüsse,
- durch unterschiedliche Stärke der Pfeile zur Darstellung der Flußmenge nach Art der Skankey-Diagramme,
- durch Einführung unterschiedlicher Symbole (Kästchen, Ovale, Kreise, Punkte etc.) für verschiedene Prozeßtypen (Bearbeitung, Transport, Lagerung).

Eine wesentliche Funktion bei der Erstellung von Flußmodellen ist die Wahrnehmung von abteilungsübergreifenden Abläufen und Zusammenhängen. Bisherige organisatorische Hilfsmittel sind meist strukturorientiert (z. B. Organigramme), also nicht prozeßorientiert. Oder sie sind als Kommunikationsinstrumente entweder bilateral angelegt (zwischen zwei Gesprächspartnern) oder sternförmig (z. B. als Rundschreiben). Dabei bleiben gesamtbetriebliche Abläufe intransparent. Wechselwirkungen können nicht erkannt werden, Lücken oder auch Kopplungen in Verantwortlichkeits- und Zuständigkeitsbereichen bleiben undurchsichtig. Der einzelnen Abteilung wird nicht vermittelt, welche Auswirkungen einzelne Maßnahmen auf andere Bereiche „flußabwärts“ haben werden.

Sind einmal die betrieblichen Stoffflüsse mit Hilfe von Flußmodellen transparent und kommunizierbar gemacht, so können damit weitere Ziele verfolgt werden:

- Es können die entlang der Stoffflüsse erforderlichen und die tatsächlichen Informationsflüsse festgestellt und verglichen, Überinformationen und Informationsdefizite prozeßorientiert festgestellt werden.
- Es können rechtliche Erfordernisse und Verantwortlichkeiten entlang der Stoffflüsse (z. B. im Gefahrstoffhandling) abgeklärt und Zuständigkeitslücken aufgedeckt werden.
- Es kann die Kostenentwicklung entlang der Stoffflüsse verfolgt werden, um bisherige Gemeinkosten verursachungsgerechter zuzuordnen und Kostentreiber zu lokalisieren.

Im folgenden werden derartige Nutzungen von Stoffflußmodellen exemplarisch dargestellt. Oberstes Ziel ist dabei die *Steigerung der Stoffflußeﬃzienz*, die sowohl im ökonomischen als auch im ökologischen Interesse liegt. Es geht um einen möglichst geringen bzw. eﬃzienten Ressourceneinsatz im Produkt und um die Reduktion von Reststoffen (Abfälle, Emissionen).

**Ziel ist
die Steigerung der
Stoffflußeﬃzienz**

1.2.3 Nutzung von Stoffflußmodellen

1.2.3.1 Stoffflußbezogene Kommunikation und Information

Die Analyse einzelner Stoff- oder Energieflüsse zeigt, daß gewöhnlich keine durchgängige Verantwortung vom Input bis zum Output, vom Wareneingang bis zum Versand oder zur Entsorgung festgelegt ist. Beispielsweise ist gewöhnlich für die Bereitstellung der erforderlichen Energie und Raumklimatisierung eine haustechnische Abteilung zuständig. In der Produktion oder in anderen Abteilungen wird diese Energie dann mehr oder weniger eﬃzient eingesetzt. Die Interdependenzen zwischen den beiden Bereichen, die Schnittstellen, bleiben oft ungeklärt, notwendige Abstimmungen erfolgen nicht. Auf die Frage, wer für die Einsparung von Energie verantwortlich ist, fühlt sich keine der beiden Seiten verantwortlich. Die „Haustechnik“ sieht ihre Aufgabe darin, die zuverlässige Energieversorgung zu sichern. Die „Produktion“ versucht ihre Produktionsziele zu erreichen, für „Energiefragen“ ist nach ihrer Auffassung die Haustechnik zuständig. Ein ähnliches Bild ergibt sich bei Fragen nach der Zuständigkeit für die Senkung des Wasserverbrauches oder für Abfallvermeidung.

Die Komplexität ist bei Stoffflüssen meist höher als bei Energieflüssen, das Schnittstellenproblem verstärkt sich. Bei einem Pharmahersteller waren beispielsweise 15 Abteilungen in den Umgang mit Gefahrstoffen eingebunden. Es gab jedoch niemanden, der den Gefahrstofffluß gesamtbetrieblich überblickte, den Umgang mit Gefahrstoffen abteilungsübergreifend koordinierte. Keine der 15 Abteilungen hatte einen Einblick, wie in anderen Abteilungen mit spezifischen Gefahrstoffen umgegangen wird und wer überhaupt beteiligt ist. Um die undurchsichtige Situation zu bereinigen, wurde zunächst ein (verdichtetes) Flußbild für Gefahrstoffe erstellt (vgl. Abbildung 15)

Basis einer effizienten Organisation sind koordinierte Informationsflüsse entlang der Stoffströme

Dieses physische Flußbild wurde nun zusätzlich auf die erforderlichen zugehörigen Informationsflüsse geprüft (Sicherheitsdatenblätter, Verfahrens- und Arbeitsanweisungen etc.). Die Sicherung eines koordinierten Informationsflusses entlang der Stoffströme erwies sich als Basis einer effizienten Organisation, eines effizienten Stoffflußmanagements. Die folgenden Schritte führten zu einem um Informationsflüsse erweiterten, durchgängig geregelten Stoffflußmodell:

■ Ermittlung aller vom Umgang mit Gefahrstoffen betroffenen Abteilungen mit Hilfe des betrieblichen Grundmodells (vgl. Abbildung 14).

■ Feststellung der jeweiligen gefahrstoffbezogenen Tätigkeiten und Prozesse (Lagerung, Transport, Transformation) und Zusammenführung zu einem betrieblichen Flußmodell.

■ Ermittlung der jeweils erforderlichen Informationen entlang der Gefahrstoffflüsse.

■ Diskussion dieses erweiterten Flußmodells in den einzelnen Abteilungen.

■ Gemeinsame Überarbeitung und gegenseitige Abstimmung des unternehmensweiten Flußmodells in einem Workshop mit Vertretern aller betroffenen Abteilungen.

■ Gemeinsame Überarbeitung und gegenseitige Abstimmung des unternehmensweiten Flußmodells in einem Workshop mit Vertretern aller betroffenen Abteilungen.

Dieser Prozeß der Einigung auf ein von allen akzeptiertes Flußmodell mag einfach erscheinen. Es treten in der Praxis jedoch erhebliche Wahrnehmungsunterschiede zwischen einzelnen Abteilungen und auch innerhalb einer Abteilung zu Tage. Es werden Schnittstellenbrüche und Lücken aufgedeckt. Mit dem Prozeß der Einigung auf ein Flußmodell werden nicht nur Schwachstellen und Defizite im Gefahrstoffhandling identifiziert, sondern gleichsam „wie von selbst“ Verbesserungen und neue Regelungen vereinbart. So zeigte dieser Prozeß im oben erwähnten Pharmaunternehmen beispielsweise auf, daß die Sammlung und Aktualisierung von Datensicherheitsblättern bis dahin unabhängig von einander in fünf Abteilungen erfolgte. Alle fünf Abteilungen waren mit dieser Aufgabe zeitlich überfordert und ständig im Verzug. Allein die Konzentration dieser Aufgabe auf eine zentrale Sammelstelle mit festgelegtem Informationsverteiler brachte eine erhebliche Arbeitsentlastung und größere Sicherheiten.

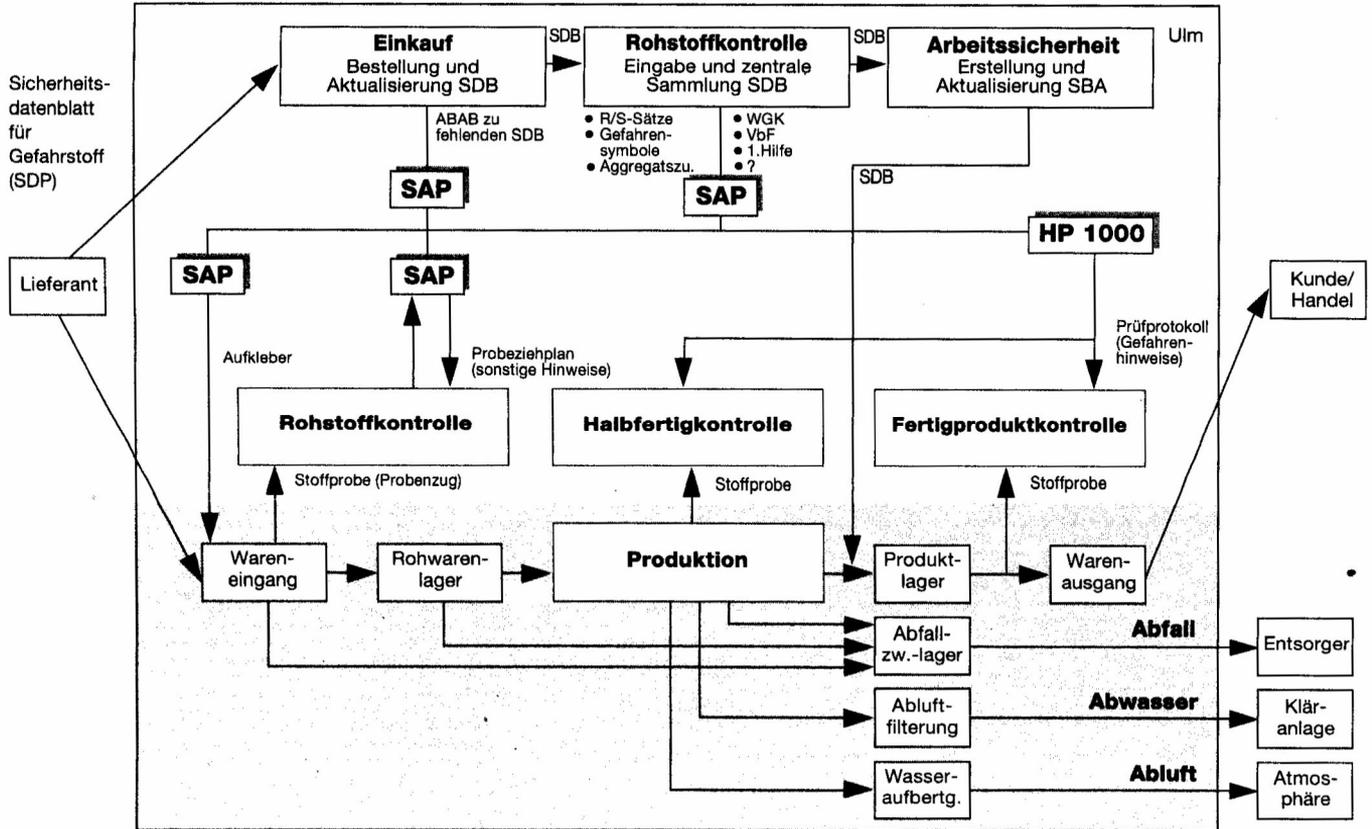


Abb. 15: Flußorientiertes Organisationsmodell für Gefahrenstoffmanagement

Die visuelle gesamtbetriebliche Darstellung hilft allen Beteiligten bei auftretenden Problemen schnell und flexibel, die richtigen Ansprechpartner zu finden und entlang dem Stofffluß abteilungsübergreifend nach Lösungen zu suchen. Das Flußmodell unterstützt insofern auch eine leistungsfähige Selbstorganisation, indem das Denken in Gesamtzusammenhängen gefördert wird und Problemlösungen im direkten Kontakt zwischen den unmittelbar Zuständigen vorgenommen werden können.

Das vorangegangene Schaubild zeigt exemplarisch das Ergebnis eines solchen informationsbezogenen Einigungsprozesses in dem erwähnten Pharmabetrieb.

1.2.3.2 Stoffflußorientierte Sicherung der Rechtskonformität

Die Feststellung, ob und inwiefern die umweltrechtlichen Anforderungen erfüllt werden, bereitet den meisten Unternehmen erfahrungsgemäß erhebliche Probleme. Die Vielzahl gesetzlicher Anforderungen ist kaum überschaubar. Eine systematische Überwachung durch sog. Compliance-Audits, wie sie zur Sicherung der Rechtskonformität etwa durch die europäische Öko-Audit-Verordnung verlangt werden, ist in den seltensten Fällen zu finden.

Zur Sicherung der Rechtskonformität sind die folgenden vier Grundschritte vorzunehmen:

- Auflistung der auf das Unternehmen zutreffenden Gesetze, Verordnungen oder Genehmigungsbescheide.

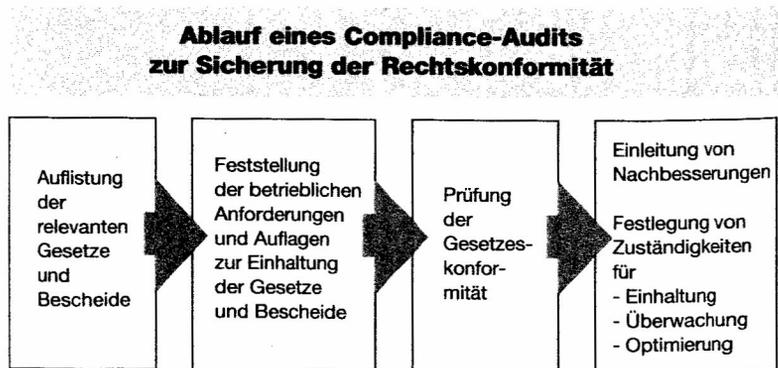


Abb. 16 Compliance-Audit

- Feststellung und systematische Dokumentation der Anforderungen, die sich aus den Gesetzen, Verordnungen oder Genehmigungsbescheiden für das Unternehmen ergeben, entlang der Stoff- und Energieflüsse (vgl. Abbildung 17).
- Prüfung, inwiefern die festgestellten rechtlichen Anforderungen erfüllt werden.
- Einleitung von Nachbesserungen sowie Festlegung, wer hierfür sowie für eine dauerhafte Erfüllung und Überwachung zuständig ist (Erstellung einer Zuständigkeitsmatrix).

Aus einer stoff- und energieflußbezogenen Sammlung relevanter Gesetze und Verwaltungsvorschriften läßt sich beispielsweise der folgende Überblick erarbeiten:

Die Erstellung einer Liste relevanter umweltrechtlicher Anforderungen ist mit Hilfe des Flußmodells noch relativ einfach zu leisten. Hilfreich kann hierbei eine Gruppierung nach folgenden Rechtsbereichen sein:

- Stoffbezogene Anforderungen (Grenzwerte gemäß WHG oder BImSchG, Chemikaliengesetz, Abfallgesetz, Gefahrstoffverordnung, etc.)
- Energiebezogene Anforderungen (Wärmeschutzverordnung, etc.)
- Anlagen- und gebäudebezogene Anforderungen (Baugesetz, BImSchG und zugehörige Verordnungen, etc.)
- Organisatorische Anforderungen (Umwelthaftungsgesetz, Beauftragtenorganisation, etc.)
- Informativische Anforderungen (Sicherheitsdatenblätter, Betriebstagebücher, Berichte, etc.)
- Sonstige Anforderungen (bzgl. Lärm, Strahlung, etc.)

Insbesondere das Zutreffen stoff-, anlagen- und gebäudebezogener Vorschriften läßt sich anhand des Flußmodells übersichtlich darstellen (vgl. Abbildung 17). Flußmodelle erleichtern nicht nur die Feststellung, welche Vorschriften, z. B. zur Lagerung bestimmter Stoffe, überhaupt einzuhalten sind, sondern auch eine genaue Zuordnung, in welchen Lagern und mit welchen Auflagen diese einzuhalten sind. Hierzu kann im Flußmodell die Zuordnung auch mit Symbolen oder Farben graphisch dargestellt werden.

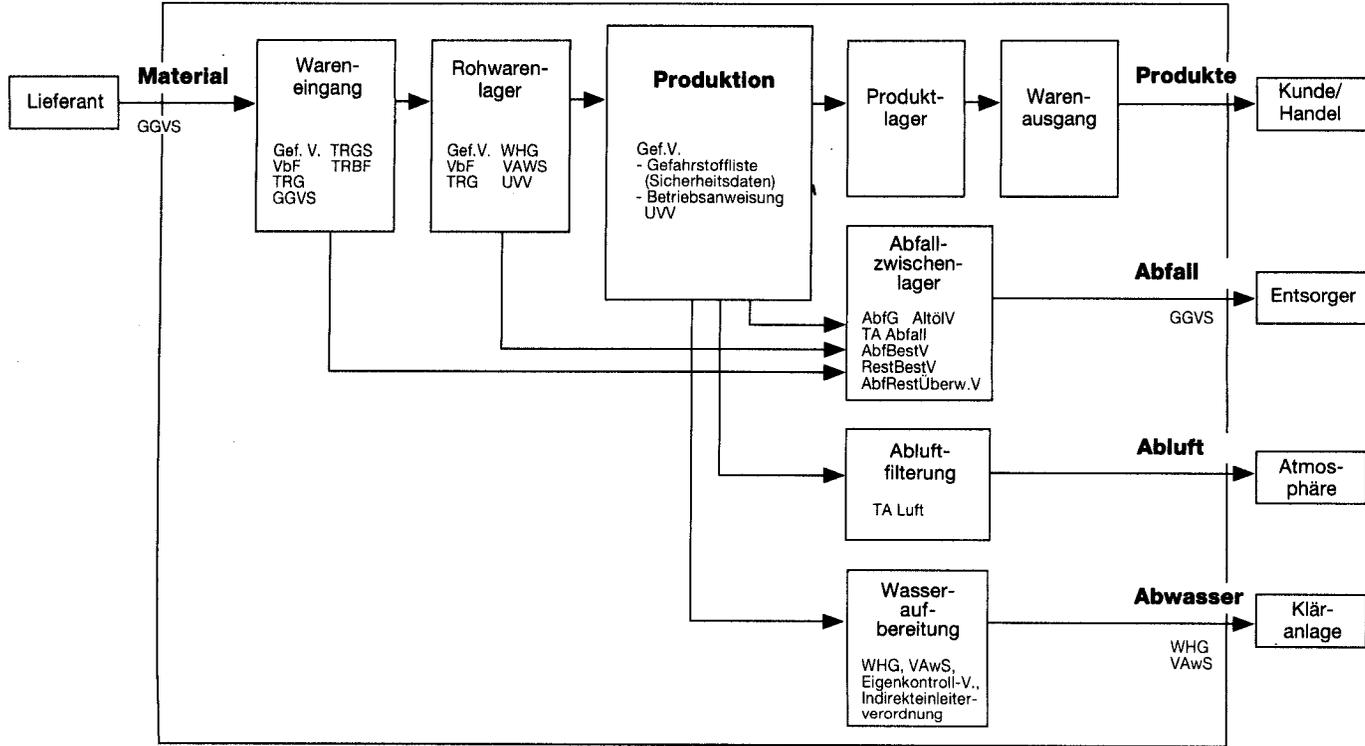


Abb. 17: Listing relevanter Umweltgesetze und -verordnungen mit Hilfe des Flußmodells

Auch diese Zusammenführung einer räumlichen bzw. anlagen- und flußbezogenen Sichtweise mit rechtlichen Anforderungen macht Lücken und Rechtsunsicherheiten deutlich und erleichtert eine gesamtbetriebliche Koordination und Dokumentation.

1.2.3.3 Stoffflußorientierte Kostenanalyse

Die traditionelle betriebswirtschaftliche Kostenrechnung nimmt den Betrieb aus einer spezifischen, geschichtlich gewachsenen Sicht wahr und bietet aus dieser wertorientierten Sicht eine gewisse Kostenkontrolle. Manche Aspekte des betrieblichen Geschehens bleiben aus dieser Sicht jedoch ausgeblendet und sind so einer genaueren Kostenkontrolle nicht zugänglich. Beispielsweise ist das Problem einer adäquaten Verrechnung von Gemeinkosten noch nicht zufriedenstellend gelöst. Durch die mengenorientierte Betrachtung der Stoffflußanalyse können einige der bisherigen Flecken aufgelöst werden.

Mengenorientierte Betrachtung der Stoffflußanalyse beseitigt Defizite der Gemeinkostenzurechnung

Dabei ist zu berücksichtigen, daß Kostensenkungsanstrengungen sich bisher, insbesondere in Krisenzeiten, in starkem Maße auf die Reduktion von Personalkosten konzentriert haben. Diese machen in Produktionsbetrieben jedoch meist nur einen Anteil von 15% bis 25% der Gesamtkosten aus. Dies wurde so für die gesamte amerikanische Produktionsindustrie als Durchschnittswert festgestellt; vgl. Business Week, March 22, N. Y. 1993).

Kostensenkungspotentiale sind deshalb oft leichter im Materialkostenblock, der nach der oben erwähnten Untersuchung bis zu 70% der Gesamtkosten beträgt, auszumachen. Dieser Kostenblock wurde bislang zwar produktionstechnisch, aber nicht systematisch und gesamtbetrieblich koordiniert bewirtschaftet. Hier bietet ein flußorientierter Zugang Möglichkeiten, um Schwachstellen der bisher eher statischen Betrachtungsweise und Zuordnung nach Kostenarten, -stellen und -trägern zu überwinden. Kostensenkungen in Millionenhöhe, die sich aus diesbezüglichen Pilotprojekten eher beiläufig und zufällig ergaben, zeigen hier nur die Spitze des Eisbergs auf.

**Bisherige
Rechnungssysteme
bieten wenige
Informationen
über Stoffflüsse**

Bisherige Rechnungssysteme bieten oft über stoffflußbezogene Aspekte wenig Informationen. Ausgewählte Stoffflüsse, z. B. die über den Abfall ausgehenden Reststoffe, werden meist nicht systematisch (zurück-) verfolgt. Wie im vorhergehenden Kapitel beschrieben, ist auch die Höhe der anfallenden Kosten intransparent: Was kosten die Abfälle (beginnt beim Einkauf)? Was kostet die Wasser- oder die Energieversorgung (über die reinen Gebühren hinaus)?

Schließlich ist auch die Zuordnung der so ermittelten Kosten auf Verursacher bis hin zur Produktentwicklung unzulänglich. Wenn heute von einer Umweltkostenrechnung die Rede ist, von der eine Nähe zu Stoffflußbetrachtungen noch am ehesten aufgenommen werden sollte, so bleibt diese bisher weitgehend beschränkt auf eine Umweltschutzkostenrechnung. Eine solche betrachtet Investitionen für additive Umweltschutztechnologien, die „end-of-pipe“ am Ende des Prozesses angehängt werden (Abwasserklärung, Luftfilter, Wertstoffhof). Maßnahmen zur Kostensenkung, die „begin-of-the-pipe“, als z. B. in der Produktentwicklung oder beim Einkauf oft wesentlich effektiver wirksam werden könnten, werden mit einer solchen „Umweltkostenrechnung“ nicht verfolgt. (Vgl. Fischer, H./Blasius, R.: Umweltkostenrechnung, in: Handbuch Umwelt-Controlling, hrsg. vom Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt, München 1995, S. 439-457)

Erfolgversprechender auf diesem Weg sind neuere Ansätze einer Prozeßkostenrechnung. Mit ihr werden Kosten ausgewählten, oft abteilungsübergreifenden Prozessen – nicht Stellen – zugeordnet. Hierdurch können insbesondere Gemeinkosten leichter verursachungsgerecht zugeordnet werden. (vgl. Wenenberg 1992). Der Ansatz einer umweltorientierten Prozeßkostenrechnung wird derzeit in den USA intensiver verfolgt. (vgl. EPA: Environmental Accounting Case Studies: Green Accounting at AT T, EPA A 742-R-95-003, Sept. 1995).

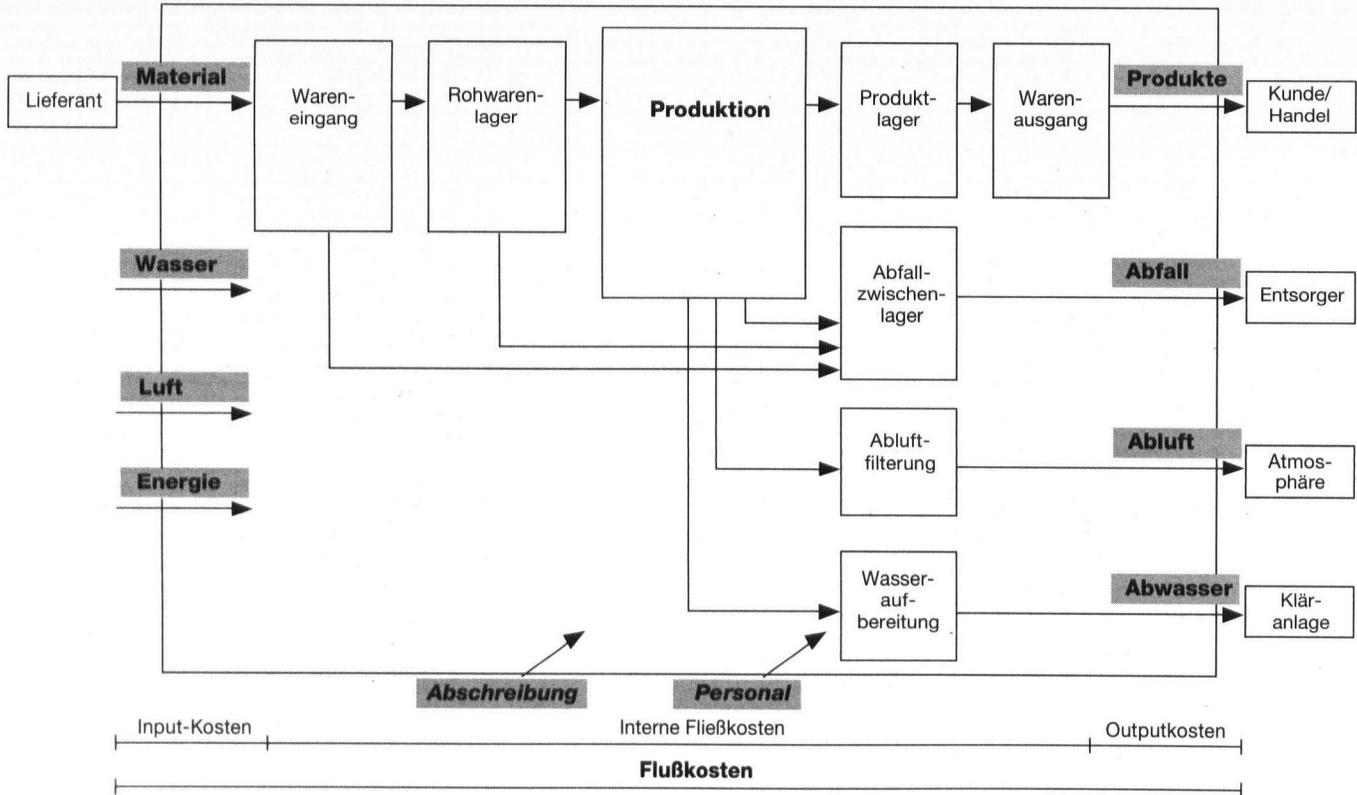


Abb. 18 Flußmodell mit Kostenstufen

Die Rechnung mit den im vorherigen Kapitel beschriebenen Reststoffkosten und Durchlaufkosten des Produktes kommt dem Prinzip der Prozeßkostenrechnung sehr nahe. Dabei können prinzipiell drei Kostenstufen des Flußes bzw. Prozesses unterschieden werden:

- Inputkosten, die bis zum Eintritt der Stoffe und Energien in das Unternehmen anfallen, insbesondere für Beschaffung, Transport, Versicherung, etc.
- Interne Flußkosten, die beim internen Umgang mit den betrachteten Stoffen und Energien anfallen, für Bearbeitung, Maschinenbelegung, Lagerung, Transport, Klimatisierung, etc.
- Outputkosten, die beim Ausgang der Materialien aus dem Unternehmen anfallen, z. B. für Entsorgung, Überwachung, Transport.

Um beispielsweise die Flußkosten für bestimmte Abfallfraktionen zu ermitteln, genügen einer Abfallkostenrechnung hiernach nicht, wie bisher meist üblich, nur die Erfassung der Abfallgebühren. Diese sind lediglich Teil der Outputkosten. Eine prozeßorientierte Ermittlung der „vollen“ Abfallkosten umfaßt auch; die Beschaffungskosten (Input-Kosten) sowie die Kosten für die innerbetriebliche Lagerung, Kontrolle, Bearbeitung, Transport, etc. (interne Flußkosten). Die einzelnen Etappen können wiederum in Kostenklassen wie Material, Personal, Abschreibung, Raum bzw. Lagerung, Energie untergliedert werden.

Voraussetzung für eine solche Betrachtungsweise ist die exakte Strukturierung und Pflege der betrieblichen Materialklassen und Kostenarten. Nur wenn eingehende Materialien exakt klassifiziert und zugeordnet werden, kann auch eine innerbetriebliche mengenmäßige Verfolgung vorgenommen werden. Die Struktur der betrieblichen Ökobilanz schafft hierfür die Grundlagen.

Insgesamt bedeutet dies: Die Optimierung erfolgt weniger in den eigenständigen Tätigkeitsfeldern der betrieblichen Funktionsbereiche. Die Optimierungsbemühungen zur Kostenanalyse und -senkung konzentrieren sich auf die Wahrnehmung funktionsübergreifender Flüsse bzw. Prozesse. Dies setzt insbesondere auch schnittstellenübergreifende Kosteninformationen und Kommunikation voraus.

1.2.4 Die EG-Öko-Audit-Verordnung und Stoff- und Energieflüsse

Von der EG-Öko-Audit-Verordnung wird weder die Standort-Bilanz noch die Stoff- und Energieflußbetrachtungen explizit gefordert. Die EG-Öko-Audit-Verordnung weist aber dennoch zahlreiche Bezüge zu den Stoff- und Energieflüssen eines Standortes auf. Diese Bezüge sind jedoch unsystematisch und teilweise verwirrend in unterschiedliche Artikel und Anhänge der Verordnung verteilt. Eine Ausrichtung an Standort-Bilanzen und Stoff- und Energieflüssen kann wesentlich dazu beitragen, sowohl die Verordnung wie auch die für das Umweltmanagement relevanten Abläufe zu erkennen, zu verstehen und zueinander in Beziehung zu setzen.

So kann die Standortbilanz insbesondere als strukturierte Grundlage bei der Ermittlung und Bewertung der Umweltauswirkungen gemäß Anhang I, B., 3. a) bis e) dienen. Ferner kann die Standort-Bilanz ein übersichtliches Raster für den Datenteil der Umwelterklärung gemäß Artikel 5, (3), c) vorgeben.

Die Standortbilanz dient als Datenteil der Umwelterklärung

Input		Output	
Anlagen	Art. 2, k)	Anlagenabgänge	
Material	Art. 5 (3), c) Anh. I, B., 3., e) Anh. I, C., 3.	Produkte	Anh. I, C., 7.+D., 2.
Rohstoffe	Art. 5 (3), c) Anh. I, B., 3., e) Anh. I, C., 3. Anh. II, H., b)	Abfälle	
Hilfsstoffe	Art. 5 (3), c) Anh. I, B., 3., e) Anh. I, C., 3.	Sonderabfall	Art. 5 (3), c) Anh. I, B., 3., c) Anh. I, C., 4.
Verpackungen	Art. 5 (3), c) Anh. I, B., 3., e) Anh. I, C., 3. Anh. II, H., b)	Hausmüll	Art. 5 (3), c) Anh. I, B., 3., c) Anh. I, C., 4.
Betriebsstoffe	Art. 5 (3), c) Anh. I, B., 3., e) Anh. I, C., 3.	Wertstoffe	Art. 5 (3), c) Anh. I, B., 3., c) Anh. I, C., 4.
Werbe- und Infomaterial	Art. 5 (3), c) Anh. I, B., 3., e) Anh. I, C., 3. Anh. II, H., b)	Abwasser (Menge u. Fracht)	Art. 5 (3), c) Anh. I, B., 3., b) Anh. I, C., 3.
Wasser	Art. 5 (3), c) Anh. I, B., 3., e) Anh. I, C., 3.	Abluft (Menge u. Fracht)	Art. 5 (3), c) Anh. I, B., 3., a) Anh. I, C., 3.
Luft		Abwärme/ Lärm	Art. 5 (3), c) Anh. I, B., 3., f) Anh. I, C., 5. Anh. II, H., b)
Energie	Art. 5 (3), c) Anh. I, B., 3., e) Anh. I, C., 3. Anh. II, H., b)	Boden/ Bodenbelastung	Anh. I, B., 3., d)
Boden	Anh. I, B., 3., e)		

Abb. 19 Standortbilanz und EG-Öko-Audit-Verordnung

Neben den formellen Vorgaben setzt die Verordnung auch inhaltliche Schwerpunkte, die sich unter den 12 „zu behandelnden Gesichtspunkten“ in Anhang I, C. finden.

Kostenentstehungs- und Kostensenkungsanalyse		
Output – Art	Output – Grund	Kosten – Treiber
Produkt	Betriebszweck	Produktvielfalt (Produktverpackung) Formenvielfalt (Produktverpackung)
Produktverpackung	Schutzfunktion Verkaufsfunktion	Materialgewicht Materialvielfalt Handling
Infozettel Beileghefte	Informationsfunktion Informationsfunktion	
Transportverpackung	Schutzfunktion	Art, Menge, Vielfalt
Werbematerial	Verkaufsfunktion	Art, Menge, Vielfalt
Reststoffe Produkte	Produktionsausschuß Verfall Lagerschaden	Auftragsgröße (Charge) Fehlcharge Produktvielfalt Disposition
Produktmaterial	Retouren Verfall Lagerschaden	Transport Haltbarkeit
Produkt-	Produktionsausschuß Lagerschaden	Auftragsgröße Fehlcharge Verschnitt Materialart Produktvielfalt Dispo/ Lagerbestand
Umverpackung Transportverpackung Werbematerial Betriebsstoffe Restenergie	Anlieferungen Lagerschaden Verfall, Überalterung Nutzung Energieumwandlung	

Abb. 20 Kostenentstehungs- und Kostensenkungsanalyse

1.2.5 Typische Ansatzpunkte zur Reduzierung der Stoff- und Energieflüsse

In zahlreichen Praxisprojekten im Bereich der betrieblichen Ökobilanz und des Umweltkostenmanagement haben sich ein Reihe konkreter Maßnahmen ergeben, die umsetzbar waren und sowohl zu Umweltentlastungen wie auch zu Kostensenkungen geführt haben. Aus diesen Erfahrungen abgeleitet finden Kategorien (vgl. Abbildung 20), an denen sich die Suche nach Handlungspotentialen ausrichten kann. Die Kategorien beziehen sich auf den stofflichen und energetischen Output, da an dieser Schnittstelle des Unternehmens eine Bewertung des Nutzens bzw. der Funktion eines Flusses im Verhältnis zu dem dafür benötigten Aufwand am einfachsten vorzunehmen ist.

Die Reihenfolge der Punkte ist insofern von Bedeutung, als sie sowohl die Eindeutigkeit wie auch den potentiellen Nutzen der Verbesserungen zum Ausdruck bringt. So ist in jedem Unternehmen schnell eine Einigung darüber zu erzielen, daß es sinnvoll ist, die Reststoffe zu vermeiden. Sie stiften letztendlich keinen Nutzen. Inwieweit z. B. Werbematerialien und Transportverpackungen von Nutzen sind, ist bereits weniger eindeutig. Maßnahmen zur Reduzierung dieser Positionen werden daher voraussichtlich auch Gegner finden. Besonders problematisch, geradezu politisch, sind Maßnahmen, die sich auf Änderungen oder Reduzierungen von Produkt oder Produktverpackung beziehen. Je weiter oben eine Kategorie steht, um so unwahrscheinlicher wird es also, Maßnahmen zu entwickeln, die dann im Unternehmen eine so breite Akzeptanz finden, daß sie auch tatsächlich umgesetzt werden.

Der Eindeutigkeit der Maßnahme entgegen gesetzt ist aber oft der Nutzen, den die Maßnahme bewirkt. So bewegen sich die Einsparungen im Bereich der Reststoffkosten häufig im Bereich von 5.000 DM bis 20.000 DM; was sich immerhin auf 1% bis 2% der Gesamtkosten summieren kann. Gelingt es hingegen, Änderungen in Bereichen wie Werbematerialien oder Transportverpackung durchzusetzen, so liegen die Beträge der Kostensenkungen bereits deutlich höher. Am wirkungsvollsten haben sich jedoch Maßnahmen bei den Produkten und Produktverpackungen gezeigt. Selbst kleinste Änderungen können hier aufgrund der meist großen Mengen zu Kostensenkungen von mehreren 100.000 DM führen.