

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Die Ausgangssituation: Stoffströme in Österreich</b>	<b>1</b>
1.1	Zur Bedeutung von Stoffströmen	2
1.2	Materialflußrechnung für Österreich	6
1.3	Entwicklung der Abfallströme	11
1.3.1	Gefährliche Abfälle und Altöle	12
1.3.1.1	Entwicklung der Primärabfälle von 1990 bis 1993	13
1.3.1.2	Abfallaufkommen nach gesetzlicher Grundlage	16
1.3.1.3	Exporte und Importe von gefährlichen Abfällen	17
1.3.1.4	Aktuelle Begleitscheinauswertung aus dem Abfalldatenverbund	18
1.3.2	Nicht gefährliche Abfälle	19
1.3.2.1	Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen	19
1.3.2.2	Baurestmassen	27
1.3.2.3	Abfälle aus Wasseraufbereitungsanlagen, Abwasserbehandlung und Gewässernutzung	29
1.3.2.4	Holzabfälle	30
<b>2</b>	<b>Das umweltpolitische Leitbild der Dematerialisierung</b>	<b>32</b>
2.1	Das Leitbild der Dematerialisierung	32
2.1.1	Vom Verursacher- zum Vorsichtsprinzip	34
2.1.2	Dematerialisierung und Nachhaltigkeit - Möglichkeiten und Grenzen	35
2.2	MIPS (Materialinput je Serviceeinheit) mit Grips - Materialintensitäten	36
2.3	Alternative und ergänzende Ansätze zum Leitbild der Dematerialisierung	40
2.3.1	Sustainability Vectors	41
2.3.2	Der Öko-Kompaß	44
2.3.2.1	Materialintensität	45
2.3.2.2	Energieintensität	45
2.3.2.3	Dienstleistungsintensität	45
2.3.2.4	Menge des nicht ökologisch effizient rezyklierten Abfalls	46
2.3.2.5	Erneuerbare Ressourcen in der Produktion	47
2.3.2.6	Potentielle Risiken für Mensch und Umwelt	47
2.3.3	Messung der Nachhaltigkeit von Technologien	49

2.3.3.1 Das Konzept vom Technologiewandel	50
2.3.3.2 Bewertung von umweltverträglichen Technologien	55
2.3.4 ISO 14031: Umweltleistungsbeurteilung	60
2.3.4.1 Umweltleistungsbeurteilung	60
2.3.4.2 Umweltindikatoren	62
<b>3 Projektion des Leitbildes der Dematerialisierung auf die Abfall- und Stoffstromwirtschaft</b>	<b>66</b>
3.1 Produktion: Ressourcenproduktivität auf allen Ebenen	67
3.1.1 Kombinierte Massen- und Kostenrechnung im Betrieb	67
3.1.2 Von der Wiege bis zur Bahre - ganzheitliche Materialbilanzen	70
3.2 Stoffbewußter Konsum	75
3.2.1 Eigentum verpflichtet - Ökoeffiziente Dienstleistungen	76
3.2.2 Information bedeutet Mitbestimmung - Produktkennzeichnung	78
3.3 Von der Abfallwirtschaft zur Stoffstromwirtschaft	80
3.3.1 Hauptstoffströme beachten - Wesentliche Abfallstoffe	81
3.3.2 Effiziente Recyclingsysteme - Beispiel Verpackungsentsorgung	82
3.3.3 Erfassung nicht um jeden Preis	90
3.3.4 Ressourcenschonende Verwertungsverfahren - Energie- und Materialeffizienzen	91
3.3.5 Verbrannt ist nicht vergessen - Abfallbehandlungssysteme bewerten	96
<b>4 Vergleich des Leitbildes der Dematerialisierung mit bestehenden österreichischen Leitbildern</b>	<b>100</b>
4.1 Ressourcenproduktivität	100
4.1.1 Ziele der Ressourcenproduktivität im Nationalen Umweltplan	100
4.1.2 Ziele der Ressourcenproduktivität in den Leitlinien zur Abfallwirtschaft	101
4.1.3 Ziele der Ressourcenproduktivität im Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1995/1992	103
4.2 Stoffbewußter Konsum	107
4.2.1 Ziele eines stoffbewußten Konsums im Nationalen Umweltplan	107
4.2.2 Ziele eines stoffbewußten Konsums in den Leitlinien zur Abfallwirtschaft	108
4.2.3 Ziele eines stoffbewußten Konsums im Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1995/1992	109

<b>4.3</b>	<b>Von der Abfallwirtschaft zur Stoffstromwirtschaft</b>	<b>109</b>
4.3.1	Ziele der Abfall-/Stoffstromwirtschaft im Nationalen Umweltplan	109
4.3.2	Ziele der Abfall-/Stoffstromwirtschaft in den Leitlinien zur Abfallwirtschaft	110
4.3.3	Ziele der Abfall-/Stoffstromwirtschaft im Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1995 und 1992	112
<b>5</b>	<b>Fallstudien zum neuen Leitbild für die österreichische Abfallwirtschaft</b>	<b>116</b>
5.1	Konzeption der Fallstudien und Möglichkeiten der Hochrechnung	116
5.1.1	Auswahl der Betriebe	118
5.1.2	Betriebe mit und ohne Beratung	119
5.1.3	Hochrechnung und Verallgemeinerung	120
5.1.4	Beschreibung des Fragebogens	121
5.1.5	Firmensample	122
5.2	Ergebnisse der Firmeninterviews	125
5.2.1	Veränderungen der Stoffströme	125
5.2.2	Auswirkung der österreichischen Umweltgesetze auf die befragten Unternehmen	135
5.2.3	Nutzen des Abfallwirtschaftskonzeptes für die befragten Unternehmen	136
5.3	Schlußfolgerungen aus der Unternehmensbefragung	138
<b>6</b>	<b>Ökologische Wirtschaftspolitik für eine integrierte Stoffstromwirtschaft - Instrumente einer Stoffstrompolitik</b>	<b>142</b>
6.1	Ordnungsrechtliche Maßnahmen als Instrumente einer Stoffstrompolitik	143
6.2	Ökonomische oder anreizkompatible Instrumente	144
6.3	Freiwillige Vereinbarungen	151
6.4	Produktkennzeichnungen - Eco-Labelling	152
6.5	Umweltinformationen	153
6.6	Stoffdaten, -bilanzen, -buchhaltung, -strommanagement	153
6.7	Instrumentenmix	156

<b>Literaturhinweise</b>	<b>157</b>
<b>Anhang 1: Dokumentenanalyse zum Leitbild der Dematerialisierung</b>	<b>162</b>
A.1    Nationaler Umweltplan Österreichs - 1996	162
A.1.1    Ressourcenproduktivität	162
A.1.2    Stoffbewußter Konsum	164
A.1.3    Von der Abfallwirtschaft zur Stoffstromwirtschaft	164
A.2    Bundes-Abfallwirtschaftsplan Österreichs - 1995	167
A.2.1    Ressourcenproduktivität	167
A.2.2    Stoffbewußter Konsum	167
A.2.3    Von der Abfallwirtschaft zur Stoffstromwirtschaft	167
A.3    Bundes-Abfallwirtschaftsplan Österreichs - 1992	169
A.3.1    Ressourcenproduktivität	169
A.3.2    Stoffbewußter Konsum	169
A.3.3    Von der Abfallwirtschaft zur Stoffstromwirtschaft	170
A.4    Leitlinien zur Abfallwirtschaft - 1988	172
A.4.1    Ressourcenproduktivität	172
A.4.2    Stoffbewußter Konsum	173
A.4.3    Von der Abfallwirtschaft zur Stoffstromwirtschaft	173
<b>Anhang 2: Fragebogenmuster zu Kapitel 5</b>	<b>175</b>

## 1 Die Ausgangssituation: Stoffströme in Österreich

Eine Abfallwirtschaft, die auf eine nachhaltige Entwicklung ausgerichtet ist, erfordert eine Neuorientierung, die von den vorherrschenden end-of-pipe Behandlung der Abfälle sowie auf einzelne Stoffe reduzierte Recyclinganstrengungen abgeht, und sich hin zu einem integrierten Stoffstrommanagement entwickelt. Eine solche Neuausrichtung soll letztlich die Menge an anfallendem Abfall minimieren.

Die vorliegende Studie versucht Integrationsansätze einer österreichischen Stoffstrom- und Abfallwirtschaft zu formulieren. Der Weg dahin muß durch entsprechende Rahmenbedingungen geebnet werden. Hierbei stellt sich vor allem die Frage nach nötigen gesetzlichen Rahmenbedingungen und möglichen Steuerungsinstrumenten. In einem ersten Abschnitt wird die Relevanz von Stoffströmen sowie die Ausgangssituation der Abfallwirtschaft anhand der Entwicklung der Abfallmengen in Österreich dargestellt. Aus stoffpolitischer Sicht ist die Bedeutung der Abfallwirtschaft eher als gering anzusehen. Handlungspotentiale erwachsen aus diesem Blickwinkel vor allem im Input-Bereich, d.h. der Rohstoffentnahme und einer materialextensiven Produktion.

Im zweiten Kapitel wird das umweltpolitische Leitbild der Dematerialisierung anhand des am Wuppertal Institut entwickelten MIPS-Konzepts (Materialinput per Serviceeinheit) vorgestellt. Dieses Kapitel umfaßt auch die Diskussion alternativer Ansätze zum MIPS-Konzept. Kapitel 3 konkretisiert das Leitbild der Dematerialisierung für

- die Produktionsseite (Ressourcenproduktivität),
- den Konsum (stoffbewußter Konsum) und letztendlich
- die mögliche Rückführung von Stoffen in den Produktionsprozeß (von der Abfallwirtschaft zur Stoffstromwirtschaft).

In Kapitel 4 werden bestehende österreichische Leitbilder im Hinblick auf das Ziel der Dematerialisierung beleuchtet. Dabei werden Zielfestlegungen im Nationalen Umweltplan, den Bundes-Abfallwirtschaftsplänen und den Leitlinien zur Abfallwirtschaft untersucht. Kapitel 5 untersucht anhand von zehn konkreten Firmenbeispielen die Entwicklung der Stoffströme. Schließlich werden in Kapitel 6 Instrumente einer ökologischen Wirtschaftspolitik diskutiert.

## 1.1 Zur Bedeutung von Stoffströmen

Die von Menschen bewegten Stoffströme sind seit Beginn der Industrialisierung exponentiell angestiegen. Das hat dazu geführt, daß die durch die industrielle Produktion verursachten Massenverschiebungen auf den Kontinenten die durch die Geosphäre bewegten Massen übertreffen.<sup>1</sup> Zu den von Menschen verursachten Stoffströmen gehören insbesondere Abraum, Aushebungen, Bohrungen, gepflügte Erde, Erdreich für Dämme, Terrassen und Straßenbau, geologische Roh- und Baumaterialien (einschließlich Energieträger, Sand, Kies, Mineralien, Erze), Luft und Wasser, land- und forstwirtschaftliche Produkte sowie Biomasse aus Fischerei und Jagd. Diese massiven und immer weiter anwachsenden Materialverschiebungen beeinflussen die durch die Evolution ausgebildete Stoffstromdynamik der Erde. Dadurch, daß der Mensch in die natürlichen Stoffflüsse an irgendeiner Stelle der Ökosphäre eingreift, zwingt er diese, sich auf die neue Situation einzustellen. Je großflächiger und materialintensiver diese Eingriffe sind, desto umfassender fällt die ökologische Reaktion aus. Für die langfristige Wirtschaftsentwicklung wird weniger die Verfügbarkeit der natürlichen Ressourcen zum begrenzenden Faktor, sondern vielmehr die zu geringe Ressourcenproduktivität (Schmidt-Bleek, 1994).

Jede sozio-ökonomische Entwicklung hat eine unersetzliche Grundlage - die natürliche Umwelt. Sie erfüllt eine Reihe lebenswichtiger Funktionen für den Menschen. So "unterhalten sozio-ökonomische Systeme einen ständigen Stoff- und Energiefluß mit ihrer natürlichen Umwelt" (Fischer-Kowalski - Haberl, 1994, S. 2). Die Entnahme von Rohstoffen (Material und Energieträger) wird oft als *Quellenfunktion* bezeichnet. Quellen in diesem Sinne sind z.B. Ölfelder, Grundwasserreservoirs, Kiesgruben oder Wälder. Die Quellenfunktion bezieht sich auf *erneuerbare* und *nicht erneuerbare Ressourcen*. Diese sind die materielle Grundlage jeder wirtschaftlichen Produktion.

Haben die aus der Verwendung natürlicher Rohstoffe hergestellten Erzeugnisse der industriellen Produktion ihre Funktion in der Gesellschaft erfüllt, so dient die natürliche Umwelt weiters als Senke, d.h. als Endlager für die nicht mehr benötigten Produkte. Beispiele für die Verwendung natürlicher Senken sind die örtliche Mülldeponie oder Kohlendioxidemissionen in die Atmosphäre. In den siebziger Jahren wurde vermutet, daß die Erschöpfung der

---

<sup>1</sup> Einige Beispiele für anthropogen verursachte Stoffströme gegenüber geogenen Massenbewegungen sollen dies illustrieren: Die Sand- und Kiesproduktion im früheren Bundesgebiet Deutschlands betrug etwa 175 Mill. m<sup>3</sup> pro Jahr, die gesamte Suspensionsfracht des Rhein lediglich ca. 2,2 Mill. m<sup>3</sup> pro Jahr (Neumann-Mahlkau, 1991); bei einem Bauvorhaben im Bergland Japans wurden ca. 143 Mill. t Erde bewegt, etwa soviel wie die mittlere jährliche Sedimentfracht in das Delta des Huanghe von ca. 160 Mill. t, (Douglas - Lawson, 1997).

---

Rohstoffquellen das entscheidende Problem sei. So argumentierten vor allem Dennis und Donella Meadows mit ihren Kollegen im ersten Bericht des Club of Rome im Jahre 1972, der auf die Grenzen des Wachstums hinwies und für weltweite Aufmerksamkeit sorgte. Heute weiß man, daß es viel mehr die *Aufnahmefähigkeit der Senken*<sup>2</sup> ist, die der wirtschaftlichen Expansion Grenzen setzt.

Stoffströme (material flows) sind physische Mengen, die einem physischen Bestand (stock) entnommen werden (und ihn vermindern), dann transportiert und transformiert werden und schließlich von einem anderen Bestand aufgenommen werden (um ihn zu vermehren). In diesem Sinne sind Stoffströme "über die Zeit verteilte Bestände" ("flow is defined as a stock spread over time"; Georgescu-Roegen, 1971, S. 271). Der Begriff *industrieller Metabolismus* (Ayres - Simonis, 1994) umschreibt in Analogie zum natürlichen Stoffwechsel den Stoffwechsel unserer industriellen Gesellschaft: Alles, was in die menschliche Sphäre eintritt, kommt in irgendeiner Art wieder zurück in die Natur (vgl. Abbildung 1). Die Sphäre des Menschen, die *Anthroposphäre*, ist eingebunden in die natürliche Umwelt, ohne die sie nicht existenzfähig ist. In die Anthroposphäre fließt eine stetig wachsende Menge an Materie. Ein Teil hiervon als sogenannte *Durchflußströme*<sup>3</sup> und der andere Teil als *Speicherströme* (Bringezu, 1996).

"Die Biosphäre und ihre Produktionsbereiche als Subsysteme sind offene Systeme. Ein offenes System ist ein System, welches sowohl Stoffe als auch Energie mit der Systemumgebung austauscht"<sup>4</sup>. Alle lebenden Organismen, von der einfachsten Zelle bis zum Menschen, sind offene Systeme, die von Stoff- und Energieströmen durchflossen werden. Damit ist die gesamte Biosphäre ein offenes System.

---

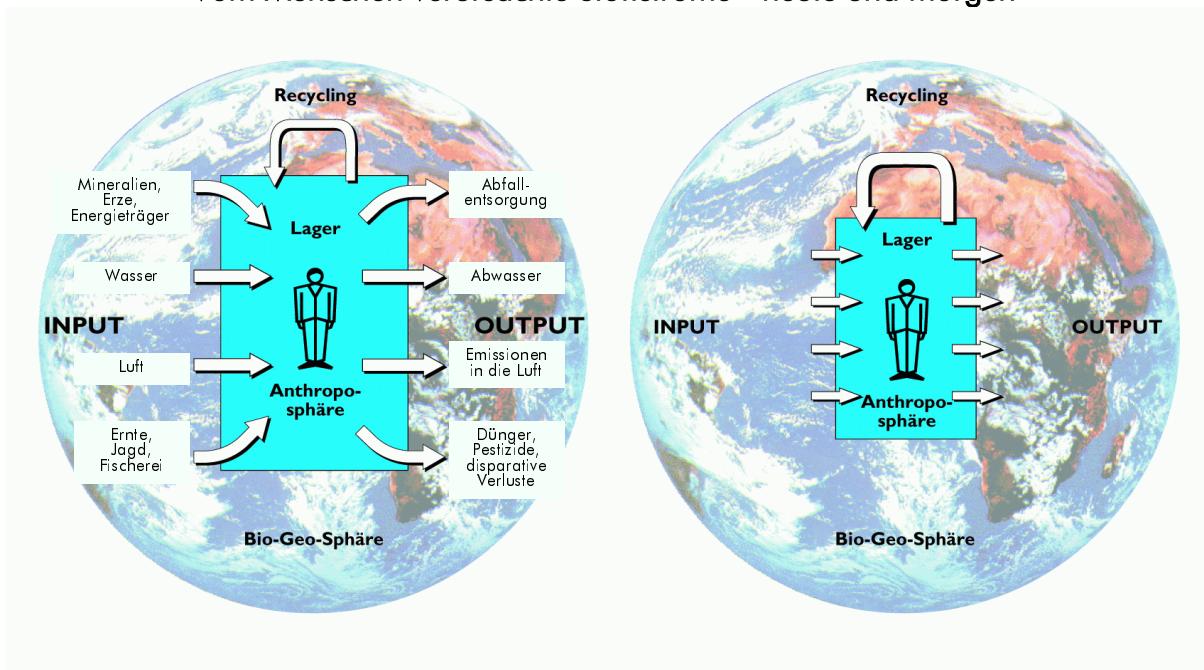
<sup>2</sup> Mit dem Begriff Senke ist an dieser Stelle das ganze Ökosystem angesprochen, in das der Mensch seine Abfallstoffe entläßt.

<sup>3</sup> Produktion und Konsum kurzlebiger Produkte und bei denen die Abfallentstehung bald nach der Rohstoffentnahme erfolgt.

<sup>4</sup> Das Zitat stammt aus einem Positionspapier der Vereinigung für Ökologische Ökonomie, 1997. Man unterscheidet im allgemeinen drei Typen von Systemen: offene, geschlossene und isolierte. Ein geschlossenes System ist ein System, das zwar Energie (Strahlung), aber keine Stoffe mit der Umgebung austauscht. Die Erde ist in diesem Sinne (fast) ein geschlossenes System. Ein isoliertes System tauscht weder Stoffe noch Energie mit seiner Umgebung aus. Abgesehen von Laborkonstrukten kann das Universum als Ganzes als ein isoliertes System aufgefaßt werden.

Abbildung 1.1

### Vom Menschen verursachte Stoffströme - heute und morgen



Q: Eigene Darstellung.

Entsprechend lässt sich ein sozio-ökonomisches Produktionssystem als offenes Subsystem charakterisieren, das mit den Ökosystemen, die es umgeben, in einer Stoffwechselbeziehung steht (Ayres - Simonis, 1994). Es funktioniert, indem es stoffliche und energetische Inputs im Zustand niedriger Entropie (Rohstoffe, Sonneneinstrahlung) aus seiner Umgebung "importiert" und stoffliche und energetische Outputs im Zustand hoher Entropie (Reststoffe, Abwärme) "exportiert" (Daly, 1991, S. 13). Andere Rohstoffe als diejenigen mit niedriger Entropie sind für das Produktionssystem nicht nutzbar. Eine unberührte Erdöllagerstätte ist beispielsweise ein Energie- und Stoffreservoir mit geringer Entropie und hoher Ordnung. Mit dem Einsatz in industriellen Prozessen bis zur Ablagerung in Form fester, flüssiger und gasförmiger Abfälle und zur Wärmeabstrahlung im Weltraum nimmt die energetische und stoffliche Nutzbarkeit ab, die Entropie zu. "Nicht diese Tatsache ist ein Problem (sie ist unausweichlich), sondern das enorme Ausmaß, das die globalen Stoffströme heute angenommen haben und ihr kontinuierliches Weiterwachsen. Praktisch bedeutet dies lokale und globale Umweltveränderungen: angefangen von Emissionen aller Art über die Zerstörung unberührter Naturflächen bis zum Artensterben und zum Treibhauseffekt. Das physische Wachstum des Produktionssystems bzw. die Erhöhung des throughput durch das offene ökonomische System ist eindeutig begrenzt durch die Verfügbarkeit stofflicher und energetischer Ressourcen niedriger Entropie und durch

die Fähigkeit der Natur, sich an den stetigen Zustrom hochentropischer anthropogener Reststoffe anzupassen." (Vereinigung für ökologische Ökonomie, 1997, S. 2-3).

Der zweite *Hauptsatz der Thermodynamik* sagt sinngemäß: In der unbelebten Welt strebt alles auf einen Zustand immer größerer Unordnung zu, z.B. bei der gleichmäßigen Durchmischung zweier Gase. Oder anders ausgedrückt, die *Entropie* eines Systems nimmt zu. Das aber heißt, daß nicht nur jeder Stoffstrom aus der menschlichen Sphäre in die Natur - also alle Abfälle, Emissionen, Abwasser etc. - ökologisch relevant ist, sondern daß jeder Eingriff in die Natur, der Abbau von Ressourcen und der Anbau sogenannter erneuerbarer Rohstoffe in der Landwirtschaft ökologische Zusammenhänge beeinflußt (Binswanger, 1992; Georgescu-Roegen, 1971; Beckenbach - Diefenbacher (Hrsg.), 1994).

Alles, was der Umwelt entnommen wird, gelangt also letztlich (früher oder später) in derselben Menge aber in anderer Form in die Senken. Während die Menge identisch bleibt, ändert sich die Qualität von Material und Energie durch die Verarbeitung im industriellen Metabolismus. Nicht nur einzelne, sondern *alle* (auch die scheinbar "umweltneutralen") Stoffströme, die von Menschen im "industriellen Metabolismus" bewegt werden, haben daher Auswirkungen auf die Umwelt. Die Umwelt läßt sich - ebenso wie die Wirtschaft - bei "Grenzüberschreitungen" nicht einfach in ein gewünschtes Gleichgewicht zurückbewegen, wie eine mechanistische Sichtweise es nahelegen würde. Bringt der Mensch industrielle Produkte direkt in die Umwelt ein (wie beim Düngemittelleinsatz in der Landwirtschaft oder beim Schiffsanstrich) oder in Form von Emissionen oder Abfällen, so haben diese zum Teil ökotoxische Auswirkungen auf die Umwelt und sind zum Teil irreversibel (Schmidt-Bleek - Liedtke, 1995A).

## 1.2 Materialflußrechnung für Österreich

Aufbauend auf den Arbeiten von Anton Steurer (Steurer, 1992) wird im folgenden unter Bezug auf die Arbeiten am Institut für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (iff) die Materialflußrechnung bzw. Stoffstrombilanz für Österreich skizziert.

Abbildung 1.2 über die Gesamtmaterialflüsse Österreichs zeigt die Bedeutung einzelner Teilflüsse. Man sieht deutlich, daß die mit der Abfallwirtschaft verknüpften Materialflüsse<sup>5</sup> insgesamt nur einen relativ kleinen Teil der gesamten Stoffmassen darstellen (Hüttler - Payer - Schandl, 1996).

Mittels geeigneter Methoden wie etwa der Stoffflußanalyse (Brunner, 1994) und Materialflußanalyse werden Stoffbewegungen "sichtbar" und damit auch bewertbar gemacht.

Zur Zeit laufen Arbeiten, derartige gesamtwirtschaftliche Bilanzen auf einzelne Wirtschaftsbereiche<sup>6</sup> zu beziehen. Ziel ist eine Gesamtstoffbilanz analog der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung in Form einer physischen Input-Output-Tabelle (PIOT). Für die Volkswirtschaft der Bundesrepublik Deutschland (alte Bundesländer) hat das Statistische Bundesamt für 1990 eine erste Gesamtrechnung vorgelegt (Stahmer et al., 1996). Laufende Arbeiten am Wuppertal Institut zielen darauf ab, schrittweise eine vergleichbare PIOT für die Ebene der Europäischen Union (EU 15)<sup>7</sup> zu entwickeln.

Die Analyse bestehender österreichischer Statistiken<sup>8</sup> zum "Materialdurchsatz durch das österreichische Wirtschafts- und Gesellschaftssystem" zeigt die relativ geringe Bedeutung der Abfallwirtschaft aus quantitativer stoffpolitischer Sicht. Dem Gesamtinput von ca. 190 Mill. t im Inland (ca. 143 Mill. t abiotische Rohmaterialien inkl. Bodenaushub und ca. 47 Mill. t Biomasse) zuzüglich ca. 47 Mill. t an Importen stehen insgesamt Abfälle in einer Höhe von ca. 39 Mill. t (15 Mill. t Bodenaushub, 24 Mill. t sonstige Abfälle) gegenüber.

---

<sup>5</sup> Abfalldeposition in Form von Hausmüll, Produktionsabfällen etc.

<sup>6</sup> Hiermit sind die einzelnen Akteure im Wirtschaftsgeschehen gemeint.

<sup>7</sup> Die Stoffstrombilanz bezieht sich auf den gesamten Wirtschaftsraum der 15 EU-Mitgliedstaaten.

<sup>8</sup> Nationaler Umweltplan 1996, Materialflußrechnung Österreich 1996, Bundesabfallbericht 1995.

---

Das Abfallaufkommen Österreichs entspricht also etwa 17% des Gesamtinputs aus dem In- und Ausland. In dieser Berechnung sind noch nicht die "ökologischen Rucksäcke" enthalten<sup>9</sup>, die in Form nicht verwerteter Extraktion und Erosion bei der inländischen Rohstoffentnahme sowie in Form von abiotischen und biotischen Materialien als den Importen von Waren vorge-lagerte Stoffströme entstehen. Der Gesamtzuwachs der Entnahme von festen Materialien (Materialien ohne Wasser und Luft) betrug für den Zeitraum 1970 bis 1990 in Österreich insgesamt 40% (Nationaler Umweltplan Österreichs; NUP, S. 38). Es läßt sich von daher keinerlei Trend zu einer absoluten Verminderung der Stoffentnahme erkennen. Outputrelevant sind vor allem die Massenströme, die durch den Bereich des Bauens verursacht werden (NUP, S. 39). Gegenwärtig ist festzustellen, daß vor allem große Stoffmengen in der Anthroposphäre akkumuliert werden (NUP, S. 66). So kommt es gegenwärtig in Österreich zu einem jährlichen Bestandszuwachs an Gebäuden, Verkehrsinfrastruktur und langlebigen Produkten von etwa 118 Mill. t. Dies entspricht rund 15 t pro Einwohner.

Einhergehend mit zunehmender Neuversiegelung von Fläche führt dies zwangsläufig zum fortschreitenden Wachstum der Technosphäre (auf Kosten der Ökosphäre) - und widerspricht damit einem wesentlichen Kriterium einer nachhaltigen Stoffstromwirtschaft, nämlich der Aus- geglichenheit von Input- und Outputströmen.

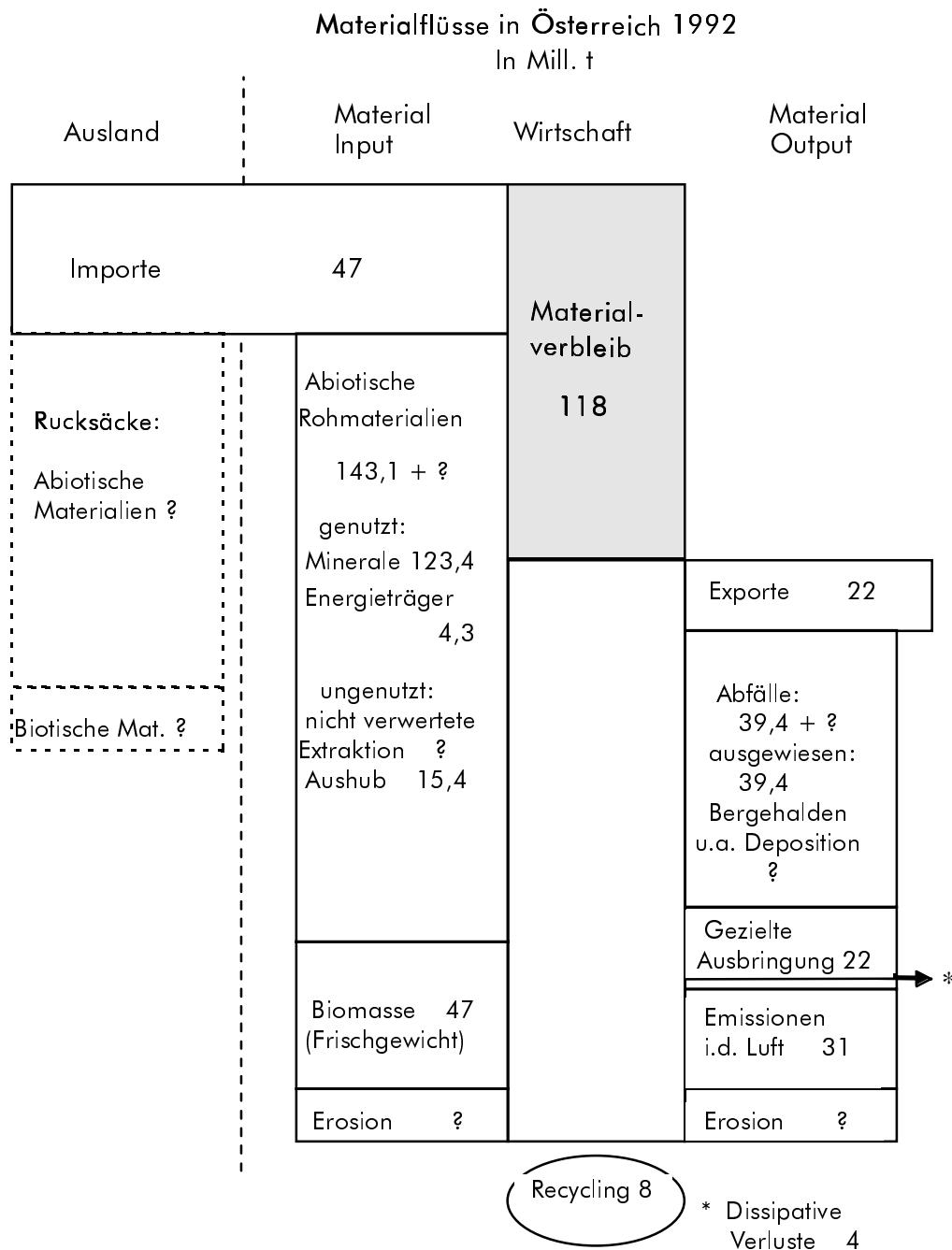
Ein direkter Vergleich Österreich - Deutschland bietet sich auf Basis von Pro-Kopf-Werten an (vgl. Übersicht 1). Auf der Basis ähnlicher Erfassungskategorien lagen sowohl der Materialinput als auch der Materialoutput für Österreich (30,1 bzw. 6,4 t pro Kopf) sehr nahe an den entsprechenden Werten für Deutschland (26,4 bzw. 5,8 t pro Kopf). Stellt man den Wert von 26,4 t pro Kopf jedoch in Beziehung zum Globalen Gesamt Material Input Deutschlands von ca. 104 t pro Kopf, so wird deutlich daß ein Großteil des globalen Umweltbelastungspoten-tials<sup>10</sup> damit nicht wiedergegeben wird.

---

<sup>9</sup> Unter dem Begriff "ökologischer Rucksack" wird im Folgetext der gesamte lebenszyklusweite Materialinput (MI) eines Gutes abzüglich seiner Eigenmasse verstanden. Diese wurden in Abbildung 2 mit einem Fragezeichen versehen.

<sup>10</sup> Gemeint ist wieder der ökologische Rucksack wie zuvor schon beschrieben.

Abbildung 1.2



Q: Hüttrler - Payer - Schandl, 1996 (eigene Darstellung).

## Übersicht 1.1

### Materialflüsse für Österreich und Deutschland (inkl. der fünf neuen Bundesländer) pro Kopf

t pro Kopf	1992	1991
	Österreich	Deutschland
Inländische Extraktion (*)	16,2	14,8
Inländische Biomasse (**)	6,0	2,5
Aushub	2,0	3,7
Importe	5,9	5,4
<b>Summe Materialinputs</b>	<b>30,1</b>	<b>26,4</b>
Exporte	2,8	2,6
Umweltabgaben (***)	3,6	3,2
<b>Summe Materialoutputs</b>	<b>6,4</b>	<b>5,8</b>
Bevölkerung in 1000	7.868	80.600
<b>Globaler Gesamt Material Input</b>		104,6

\* Fossile Energieträger, Erze, Mineralien

\*\* Holzeinschlag, Landwirtschaftliche Ernte

\*\*\* Abfälle, Dissipative Verluste

Q: Hüttsler - Payer - Schandl, 1996 (eigene Darstellung); Bringezu - Schütz, 1996.

Stoffbilanzen werden vor allem dann interessant, wenn sie in den Vergleich mit anderen Staaten bzw. Volkswirtschaften gestellt werden können. Für die BRD liegen einige Detaildaten zum Gesamtstoffhaushalt vor. Innerhalb der Studie "Zukunftsfähiges Deutschland" wurde eine Materialbilanz erstellt (BUND - Misereor, 1996), aus der einige Zahlen vergleichend genannt werden sollen:

Das Abfallaufkommen in Deutschland ist mit insgesamt 131 Mill. t in Relation zum sonstigen Output relativ gering. Die übrigen "Materialabgaben" betragen insgesamt 4.528 Mill. t (Emissionen in die Luft, Stoffausbringung in Form von Düngern, Pestiziden, Gülle, nicht verwertete Rohstoffentnahme, Aushub, Erosion und Ausführen). Auch große Teile dieser Ströme sind i.w.S. Abfall. In den Recyclinganlagen<sup>11</sup> werden insgesamt 64 Mill. t bewirtschaftet. Das entspricht nur knapp der Hälfte des Gesamt-Abfallaufkommens in der BRD.

<sup>11</sup> Gemäß KrW-/AbfG der BRD werden die nicht beseitigten Abfälle "Abfälle zur Verwertung" genannt.

Ein Vergleich der Masse der in Deutschland verwerteten Abfälle zur Gesamtmenge des Globalen Material Inputs<sup>12</sup> zeigt ihre stoffpolitisch eher geringe Bedeutung im Hinblick auf das Stoffreduktionsziel. Der Globale Gesamt Material Input betrug 1991 rund 7.275 Mill. t an Primärmaterial<sup>13</sup>. Von diesen werden alleine ca. 75% überhaupt nicht verwertet, sondern in Form "nicht verwerteter Förderung", "Aushub" und "Erosion" der Umwelt im In- und Ausland wieder überantwortet. Diese 75% können sozusagen als "Abfall" der Ressourcenentnahme aus der Umwelt angesehen werden.

Bei dieser Zahl ist zu beachten, daß ca. 2.487 Mill. t bzw. ca. 34% des Globalen Gesamt Material Inputs ohnehin als vorgelagerte Stoffströme (Rucksäcke) der deutschen Importe in den Ursprungsländern verbleiben. Sie entziehen sich somit der direkten nationalen Stoffgesetzgebung.

Für eine Gesamtbetrachtung der Stoffströme in und aus einem bestimmten Wirtschaftsraum heraus<sup>14</sup> sollten die den Importen vorgelagerten Stoffströme (ökologische Rucksäcke) nicht unberücksichtigt bleiben. Nur durch eine solche umfassende Betrachtung des Wirtschaftsgeschehens ist eine Bewertung der globalen Gesamtbelastung der Umwelt eben durch diese Wirtschaft möglich. Dieser Ansatz der quantitativen Erfassung vorgelagerter Stoffströme der Importe fehlt aber bislang in den österreichischen Materialbilanzen (NUP) vollständig (vgl. NUP S.43).

Erst kürzlich wurden erstmals im Rahmen einer international vergleichenden Studie der Stoffströme der U.S.A., Japans, der Niederlande und Deutschlands auch die ökologischen Rucksäcke der Importe der jeweiligen Nationalökonomien quantitativ dargestellt (Adriaanse et al., 1997). Im Rahmen der Arbeiten zur Erstellung europäischer Materialbilanzen stellen die Quantifizierung der ökologischen Rucksäcke im "Inland" und von importierten Waren ebenfalls wesentliche Elemente dar. Ähnliche Studien für Italien (Femia, 1997), Vietnam (Schütz - Sikor, 1997) sind in Vorbereitung.

In Zukunft ist damit zu rechnen, daß eine zunehmende Harmonisierung der Daten für ökologische Rucksäcke auf internationaler Ebene stattfinden wird, ebenso wie damit zu rechnen ist,

---

<sup>12</sup> Globaler (Gesamt) Material Input (GMI): Rohstoffentnahme im Inland inkl. nicht verwerteter Förderung, inkl. Aushub für Infrastrukturen und inkl. Erosion plus Importe inkl. ihrer vorgelagerten Stoffströme (ökologische Rucksäcke).

<sup>13</sup> Abiotische und biotische Stoffe.

<sup>14</sup> Entnahme bzw. Abgabe von Material an der Systemgrenze Umwelt - Technosphäre.

---

daß umfassende Gesamt-Materialbilanzen für eine Reihe anderer Nationalökonomien, vor allem in Entwicklungsländern, folgen werden.

### 1.3 Entwicklung der Abfallströme

Nach der Beschreibung der Ausgangssituation bei den Stoffströmen insgesamt wird in diesem Abschnitt die Ausgangssituation im Abfallbereich nach einzelnen Abfallbereichen dargestellt. Sie liefert Hinweise auf jene Bereiche, wo aus abfallpolitischer Sicht besonderer Handlungsbedarf besteht und wo Schritte in Richtung Vermeidung von Abfällen durch eine Stoffstromreduktion besonders wichtig wären.

Die folgenden Ausführungen in Hinblick auf die Entwicklung der Abfallmengen beziehen sich auf die beiden verfügbaren Bundes-Abfallwirtschaftspläne (BAWP) aus den Jahren 1992 und 1995. Zu den Zielen einer Stoffstromreduktion in den beiden Plänen siehe auch Kapitel 4.

Auf den ersten Blick scheint das gesamte Abfallaufkommen in den vergangenen Jahren, dem Bundes-Abfallwirtschaftsplan für das Jahr 1992 (BAWP 1992) und dem BAWP 1995 zufolge, von 44 auf 39 Mill. t pro Jahr gesunken zu sein. Bei genauerer Betrachtung und unter Berücksichtigung der Anpassung des Trockensubstanzgehalts an tatsächliche Entsorgungsgegebenheiten im Bereich der Abfälle der Abwasserbehandlung, blieb das reale Gesamtabfallaufkommen jedoch nahezu konstant (vgl. die Bundes-Abfallwirtschaftspläne).

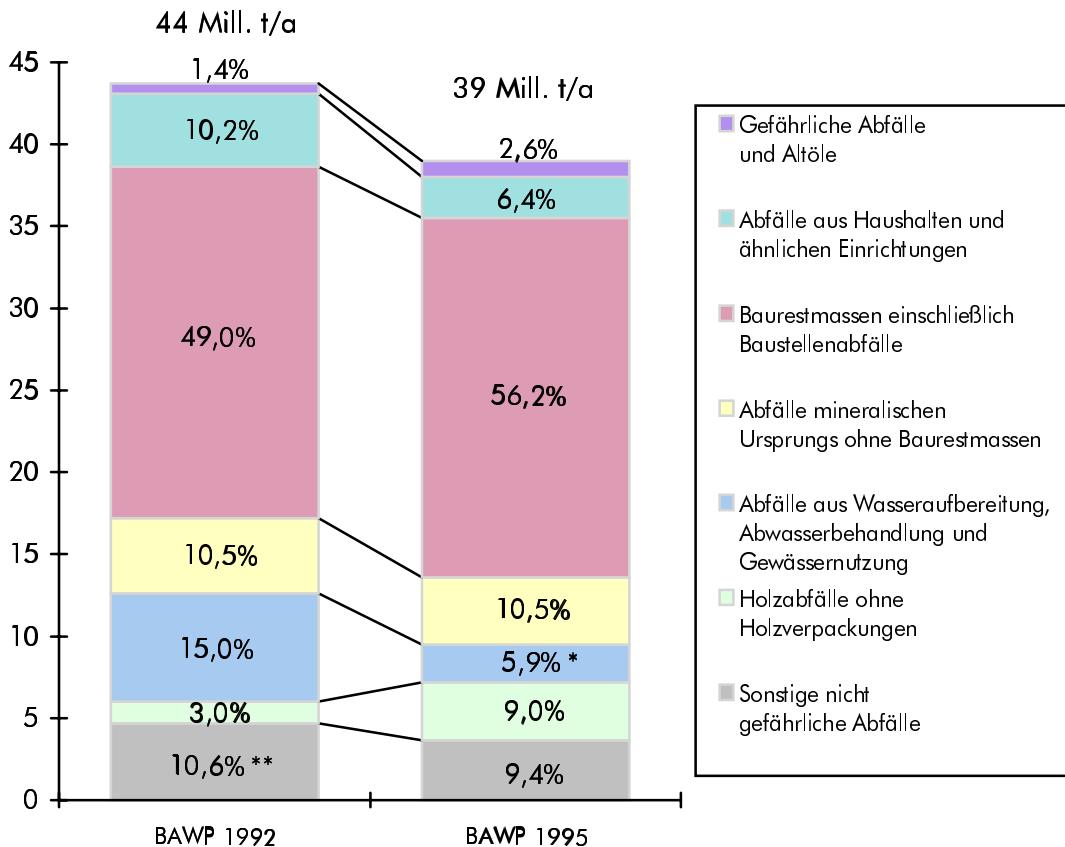
Für die Industrie gibt es im Gegensatz zu Deutschland keine Meldepflicht für Abfallmengen. Die dargestellten Massen basieren in Österreich größtenteils nur auf Schätzungen, weswegen sie häufig auch als Massenpotentiale bezeichnet werden. Die Datensituation im Bereich der Haushaltsabfälle und des haushaltsähnlichen Industrie- und Gewerbemülls hat sich, dank der geregelten Erfassung in Behandlungs- und Verwertungsanlagen, in den vergangenen Jahren verbessert.

Abbildung 1.3 zeigt eine Gegenüberstellung der Massenpotentiale des Gesamtabfallaufkommens des BAWP 1992 und des BAWP 1995. Besonders auffallend ist der auf die Anpassung des Trockensubstanzgehalts zurückzuführende Rückgang des Anteils an Abfällen aus der Wasseraufbereitung, sowie der anteilmäßige Anstieg der Baurestmassen am gesamten Abfallaufkommen.

Abbildung 1.3

## Veränderung und Zusammensetzung des Gesamtabfallaufkommens

In Mill. t/a



\* Klärschlämme mit 30% Trockensubstanzgehalt (im BAWP 1992 noch 5%)

\*\* einschließlich Abfällen aus Tierhaltung und Schlachtung, sowie Zellulose-, Papier- und Pappeabfällen

Q: Eigene Darstellung.

## 1.3.1 Gefährliche Abfälle und Altöle

In Österreich ist man als Besitzer von gefährlichen Abfällen per Gesetz verpflichtet, Herkunft, Art, Menge und Verbleib dieser Abfälle mittels Begleitschein zu dokumentieren. Die elektronische Auswertung und Verwaltung dieser Nachweise übernimmt regelmäßig der nach § 38 Abfallwirtschaftsgesetz (BGBl. 1990/325) zur Abfallkontrolle bundesweit eingerichtete Abfalldatenverbund, der für 1995 rund 550.000 t an nachweislich entsorgten gefährlichen Abfällen feststellte. Im BAWP 1995 wird für 1995 allerdings ein geschätztes meldepflichtiges Abfallaufkommen (Massenpotential) von rund 1 Mill. t ausgewiesen.

### 1.3.1.1 Entwicklung der Primärabfälle von 1990 bis 1993

Als Primärabfall bezeichnet man jenen Teil des gefährlichen Abfalls, der vom Besitzer mit einer Erzeugernummer an einen Abfallbehandler übergeben werden muß, wobei allerdings mögliche Meldungen über innerbetriebliche Abfallbehandlungen im Primärabfall keine Berücksichtigung finden. Solche behandelten Massen werden, wenn sie weiterhin gefährlichen Abfall darstellen, als Sekundärmüll bezeichnet, welcher, im Gegensatz zum Primärabfall, mit der zugehörigen Behandlernummer gemeldet werden muß. Primärabfälle sind somit erstmals erzeugte, extern entsorgte gefährliche Abfälle.

Übersicht 1.2 zeigt die Entwicklung der Begleitscheinmeldungen der größten Gruppen von Primärabfallmassen im zeitlichen Verlauf von 1990 bis 1993, wobei sich laut BAWP 1995 eine Steigerung des jährlich erfaßten Abfallaufkommens von 302.000 auf 424.000 t ergab.

Wie aus der Aufstellung weiters ersichtlich ist, gab es vor allem im Bereich der Metallabfälle, der Abfälle mineralischen Ursprungs, sowie bei den Abfällen aus pflanzlicher und tierischer Futterzeugung eine überdurchschnittliche Steigerung.

Laut Meinung von Experten des Umweltbundesamtes sind diese Zuwächse hauptsächlich auf die sich im Laufe der Jahre verbesserte Erfassungsqualität und die sich verändernde gesetzliche Definitionssituation<sup>15</sup> zurückzuführen und stellen somit kein Indiz für ein tatsächliches Massenwachstum dar.

Vielmehr spiegelt sich im scheinbaren Massenanstieg auch ein verbesserter Vollzug bestehender Verordnungen durch die zuständigen Behörden und somit eine bessere und flächendekkendere Kontrolle der Unternehmen wider.

---

<sup>15</sup> Ein gutes Beispiel für die sich durch neue Verordnungen wandelnde Definitionssituation bietet die Masse der Altautos mit gefährlichen Inhaltsstoffen, die von Starterbatterien, Betriebsflüssigkeiten oder ähnlichen gefährlichen Stoffen noch nicht entfrachtet wurden. Solche Altautos zählen erst seit 1993 zu den Primärabfällen und müssen folglich erst ab diesem Jahr mit einer bestimmten Schlüsselnummer versehen werden.

## Übersicht 1.2

## Entwicklung der Begleitscheinmeldungen von 1990 bis 1993

	1990	1991	1992	1993
In t/a				
Nahrungs- und Genußmittelabfälle	0	34	5	7
Abfälle pflanzlicher und tierischer Futterzeugung	145	7.753	14.129	14.528
Holzabfälle	0	37	34	16
Zellulose-, Papier- und Pappeabfälle	136	221	91	34
Abfälle mineralischen Ursprungs	151.975	148.377	183.831	215.877
Metallabfälle	614	5.615	14.056	27.707
Andere Abfälle mineralischen Ursprungs	0	0	1	0
Oxide, Hydroxide, Salzabfälle	1.294	4.078	4.271	3.124
Abfälle von Säuren, Laugen, Konzentraten	23.075	17.130	11.983	13.845
Abfälle von Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln	1.404	1.609	1.925	1.533
Abfälle v. Mineralöl- u. Kohleveredelungsproduktion	93.058	126.496	117.081	109.216
Abfälle organischer Lösungsmittel, Farben, Lacke, Klebstoffe, Kitten	24.645	28.721	31.737	32.102
Kunststoff- und Gummiabfälle	398	511	515	454
Textilabfälle (Natur-, Chemiefaserproduktion)	159	163	247	270
Andere Abfälle chemischer Umwandlungs- und Syntheseproduktion	3.472	3.899	4.095	2.379
Abfälle aus Wasseraufbereitung, Abwasserbehandlung und Gewässernutzung	0	130	107	168
Flüssige Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen	68	23	67	480
Abfälle aus dem medizinischen Bereich	1.862	2.284	2.543	2.330
<b>Gesamtsumme der Primärabfälle in t/a</b>	<b>302.000</b>	<b>347.000</b>	<b>387.000</b>	<b>424.000</b>

Q: Materialienband zu BAWP 1995, 3, S. 16 (gefährliche Abfälle und Altöle).

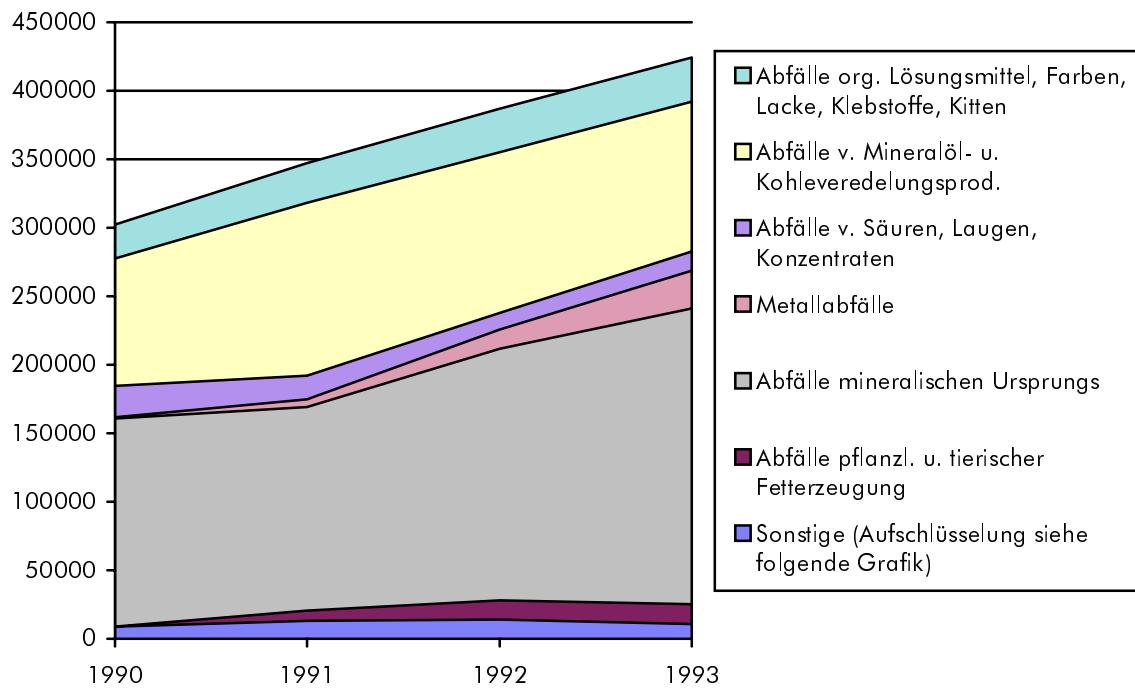
Langfristig wird angenommen, daß es zu einer Verlagerung von Teilen der Masse gefährlicher Abfälle hin zur Masse der nicht gefährlichen Abfälle kommen wird, da unter anderem eine verminderte Produktion von gefährlichen Primärabfällen zu Kostenreduktionen im Unternehmen führen sollte.

Anhand der Abbildungen 1.4 und 1.5 wird obige Datensituation der Primärabfälle im zeitlichen Verlauf von 1990 bis 1993 dargestellt<sup>16</sup>.

Abbildung 1.4

### Entwicklung der Primärabfälle

In t/a

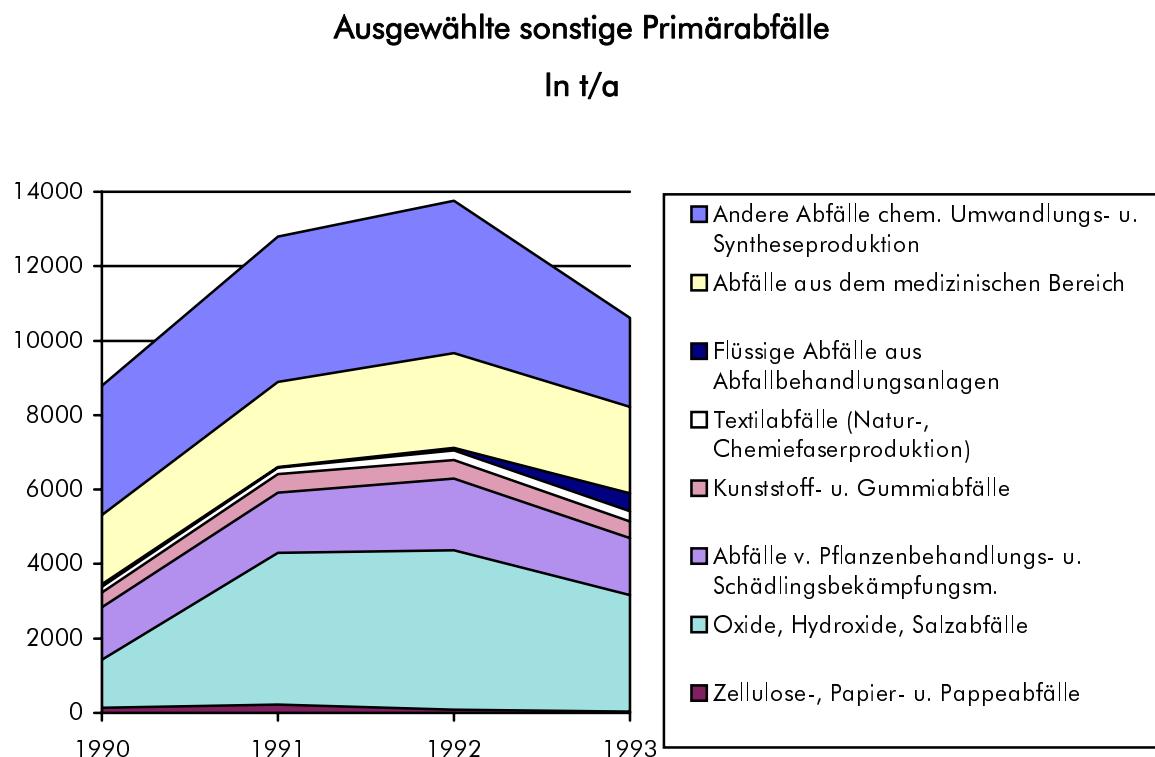


Q: Eigene Darstellung.

Betrachtet man die Kategorien gefährlicher Abfälle im einzelnen, so zeigen sich gegenteilige Entwicklungen: so ist z. B. die Masse der Metallabfälle von 614 t im Jahr 1990 auf 27.707 t im Jahr 1993 angestiegen, während die Mengen an Zellulose-, Papier- und Pappeabfällen zurückgegangen sind.

<sup>16</sup> Aus Gründen der besseren Handhabung und Illustration wurden die folgenden Teilbereiche unter der Bezeichnung "Sonstige" zusammengefaßt: Nahrungs- und Genußmittelabfälle, Holzabfälle, Zellulose-, Papier- und Pappeabfälle, andere Abfälle mineralischen Ursprungs, Abfälle von Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln, Kunststoff- und Gummiaabfälle, Textilabfälle (Natur- und Chemiefaserproduktion), Abfälle aus Wasseraufbereitung, Abwasserbehandlung, Gewässernutzung, Oxide, Hydroxide und Salzabfälle, flüssige Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, andere Abfälle chemischer Umwandlungs- und Syntheseproduktion sowie Abfälle aus dem medizinischen Bereich.

Abbildung 1.5



Q: Eigene Darstellung.

### 1.3.1.2 Abfallaufkommen nach gesetzlicher Grundlage

Vor dem Hintergrund der sich ständig verändernden gesetzlichen Definitionen erscheint ein einfacher Summenvergleich der dem Abfalldatenverbund gemeldeten Massen alleine nicht sinnvoll. Vielmehr muß auf die unterschiedlichen gesetzlichen Grundlagen, die zum jeweiligen Zeitpunkt gültig waren bzw. sind, besonders Rücksicht genommen werden.

Zur besseren Erläuterung werden die im Abfalldatenverbund gemeldeten Massen unterschiedlich dargestellt. Bezogen auf die ältere Verordnung zur Bestimmung überwachungsbürftiger Sonderabfälle (BGBl 1984/52), auf die aktuelle Verordnung zur Feststellung gefährlicher Abfälle (BGBl 1991/49) und auch auf die tatsächliche Summe aller dem Abfalldatenverbund gemeldeten Massen, ergeben sich somit drei unterschiedliche Kategorien pro Abfallart. Zur Vereinfachung werden im BAWP 1995 nur die Mengen der Primär-, der Sekundär- und der Gesamtabfälle des Jahres 1992 verglichen.

**Übersicht 1.3****Abfallaufkommen gegliedert nach gesetzlichen Grundlagen**

	Primärabfall 1992	Sekundärabfall 1992	Gesamt 1992
In t/a			
Verordnung zur Bestimmung über- wachungsbedürftiger Sonderabfälle (BGBl 1984/52)	221.000	26.000	247.000
Verordnung zur Festsetzung gefährlicher Abfälle (BGBl 1991/49)	387.000	29.500	416.500
alle dem Abfalldatenverbund gemeldeten Massen	408.500	31.800	440.300

Q: BAWP 1995.

Leicht erkennbar ist einerseits der Massenunterschied im Primärabfallbereich begründet durch unterschiedliche Definitionen und Zuordnungen und andererseits der relativ kleine Anteil der Masse des Sekundärabfalls an der Gesamtmenge.

**1.3.1.3 Exporte und Importe von gefährlichen Abfällen**

Bei den Exporten ist eine eindeutige Steigerung der erteilten Genehmigungen und folglich auch der erfaßten Meldungen zu erkennen, während bei den Importen diese beiden Kategorien eine gegenläufige Entwicklung aufweisen. In der Kategorie Begleitscheine ist in beiden Bereichen, im Ex- sowie im Import, eine steigende Tendenz zu beobachten (Übersicht 1.4).

**Übersicht 1.4****Exporte und Importe von gefährlichen Abfällen**

	Exporte		Importe	
	1992	1993	1992	1993
In t/a				
erteilte Genehmigungen	47.000	91.700	58.600	49.100
Mengenmeldungen	20.800	36.400	15.000	3.300
Begleitscheine	18.000	20.400	13.360	17.000

Q: Materialienband zu BWAP 1995, 3, S. 31.

Übersicht 1.5 gliedert die Exportmassen nach den jeweiligen Exportländern.

### Übersicht 1.5

#### Exportmassen von gefährlichen Abfällen gegliedert nach den Abnehmerländern

	1989	1990	1993
	In %		
Niederlande	0,1%	1%	6%
Großbritannien	6%	6%	2%
Schweiz	4%	3,5%	8%
CSFR	2,5%	0%	0%
Frankreich	6%	1%	0%
Deutschland	84%	88%	84%

Q: Materialienband zu BAWP 1992, 2, (gefährliche Abfälle und Altöle), S. 58, Materialienband zu BAWP 1995, 3, S. 33.

#### 1.3.1.4 Aktuelle Begleitscheinauswertung aus dem Abfalldatenverbund

Die im Abfalldatenverbund gespeicherten Begleitscheinmeldungen dienen als Ermittlungsbasis für die Massen der gefährlichen Abfälle. Eine Neuerung im Abfalldatenverbund ist die getrennte Darstellung von Primär- und Sekundärabfällen. Als weiterer Schritt werden nunmehr innerbetrieblich behandelte gefährliche Abfälle getrennt ausgewiesen, um Doppelzählungen zu vermeiden.

Solche unternehmensintern behandelten Abfälle müssen ebenfalls mit Begleitscheinen dokumentiert werden, es sei denn, diese Abfälle finden im Unternehmen im Produktionsprozeß Verwendung. In diesem Fall werden sie nicht als Abfälle im Sinne des Abfallwirtschaftsgesetzes erfaßt. Somit sind innerbetrieblich behandelte gefährliche Abfälle solche, die vom Abfallerzeuger selbst behandelt und danach entsorgt werden.

Bezogen auf die Neuauflage des UBA-Berichts "Gefährliche Abfälle in Österreich 1992 - 1996 - Auswertungen aus dem Abfalldatenverbund" (Datenstand: 1. April 1997) ergibt sich ein Anstieg der dem Abfalldatenverbund in den Kategorien Primär- und Sekundärabfälle gemeldeten Massen. Diese Entwicklung ist auf die verbesserte Erfassungsqualität sowie auf Änderungen im Bereich der gesetzlichen Definitionen zurückzuführen. Eine besondere Rolle dabei spielen solche Abfallarten, die erst ab Erlass einer bestimmten Verordnung (wie zum Beispiel 1993 Altautos mit gefährlichen Inhaltsstoffen) zu den gefährlichen Abfällen gezählt werden.

## Übersicht 1.6

### Begleitscheinauswertung aus dem Abfalldatenverbund

	1992	1993	1994	1995	1996
In t/a					
Primärabfälle	422.656	499.371	512.629	550.305	617.213
Sekundärabfälle	31.900	24.569	28.321	56.338	61.172
Innerbetrieblich behandelt	87.820	45.742	33.961	33.145	22.029

Q: UBA Bericht "Gefährliche Abfälle in Österreich 1992 - 1995, Auswertung aus dem Abfalldatenverbund (Datenstand 1. April 1997).

Zusammenfassend sei nochmals erwähnt, daß das gemeldete Massenwachstum aus den angeführten Gründen kein eindeutiges Indiz dafür ist, daß die tatsächlich angefallenen Abfallmassen auch gestiegen sind.

## 1.3.2 Nicht gefährliche Abfälle

### 1.3.2.1 Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen

Die Zusammensetzung des Hausmülls wird durch zahlreiche Faktoren, beispielsweise durch die Siedlungsstruktur oder das herrschende Sammlungssystem, beeinflußt. Verpackungen

machen mit etwa 50 Volumsprozent bzw. 30 Masseprozent den größten Teil an den Abfällen aus Haushalten aus.

### Übersicht 1.7

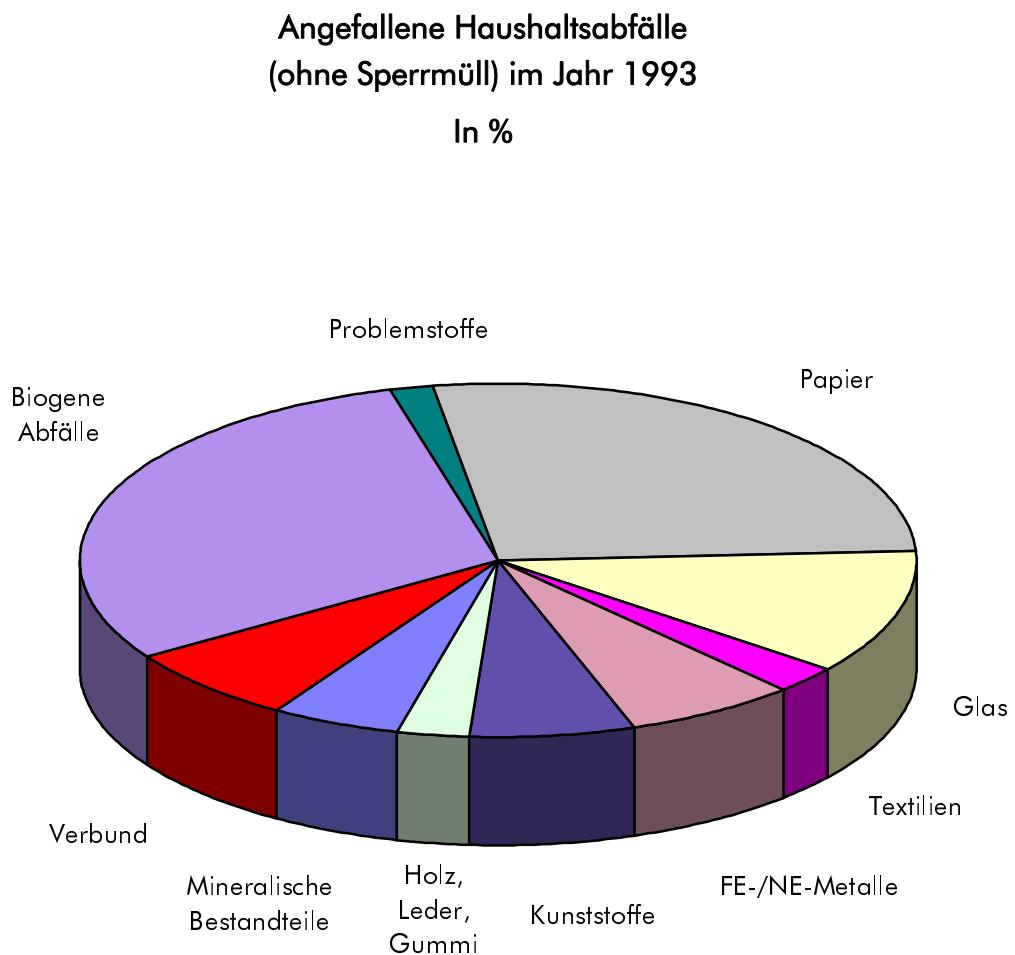
#### Zusammensetzung der Abfälle aus Haushalten

	In %	
	1990	1993
Problemstoffe	1,7%	1,7%
Papier	27,4%	26,7%
Glas	8,1%	11,3%
Textilien	3,3%	2,5%
FE-/NE-Metalle	6,6%	6,6%
Kunststoffe	8,4%	6,4%
Holz, Leder, Gummi	2,0%	2,8%
Mineralische Bestandteile	6,1%	5,0%
Verbund	9,6%	7,2%
Biogene Abfälle	26,8%	29,9%

Q: Materialienband zu BAWP 1995, 4, S. 8-9.

Die Darstellung der Haushaltsabfälle nach Fraktionen (Übersicht 1.7 und Abbildung 1.6) verdeutlicht die besondere Bedeutung der Kategorien Papier und biogene Abfälle, die zusammen mehr als die Hälfte des Hausmülls ausmachen.

Abbildung 1.6



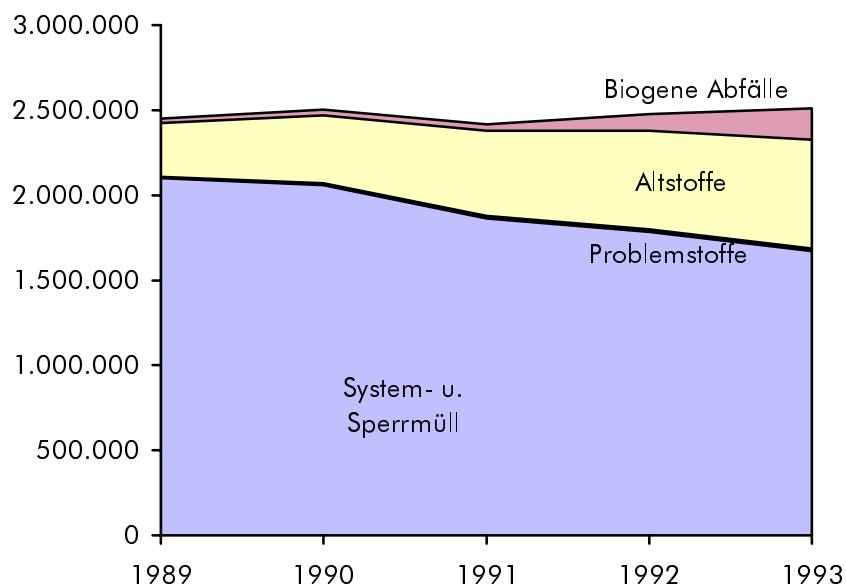
Q: Materialienband zu BAWP 1995, 4, S. 9.

In Abbildung 1.7 ist die Entwicklung der Mengen an kommunalen Abfällen dargestellt, wobei Problemstoffe, Altstoffe und biogene Abfälle extra ausgewiesen sind.

Abbildung 1.7

## Entwicklung der kommunalen Abfälle

In t/a



Q: Eigene Darstellung.

Im allgemeinen lässt sich eine ungefähre Konstanz der Gesamtsumme kommunaler Abfälle im Zeitablauf beobachten. Auffällig ist der Rückgang der System- und Sperrmüllmenge sowie der gleichzeitige Anstieg der getrennten Sammlung, die neben den Altstoffen und biogenen Abfällen auch eine geringe Menge an Reststoffen beinhaltet (Übersicht 1.8).

Übersicht 1.8

## Entwicklung der kommunalen Abfälle

	System- u. Sperrmüll	Problemstoffe <sup>1)</sup>	Papier <sup>1)</sup>	Glas <sup>1)</sup>	Metalle <sup>1)</sup>	Textil <sup>1)</sup>	Kunststoffe <sup>1)</sup>	Sonstige <sup>1)</sup>	Biogene Abfälle <sup>2)</sup>	Gesamt
In t/a										
1989	2.101.000	8.600	176.400	105.600	19.700	10.600	1.000	2.700	23.900	2.450.000
1990	2.060.000	10.700	208.600	121.900	52.700	11.400	2.000	2.200	34.700	2.504.000
1991	1.865.000	14.100	273.300	143.500	60.800	10.900	4.200	7.900	36.300	2.416.000
1992	1.784.000	15.200	307.600	158.900	90.000	12.800	6.500	4.800	96.400	2.476.000
1993	1.670.000	16.500	348.900	168.900	87.400	12.200	9.300	13.400	182.500	2.509.000

<sup>1)</sup> Altstoffe<sup>2)</sup> Die Positionen Problemstoffe und biogene Abfälle addieren mit den Altstoffen zu "getrennte Sammlung".

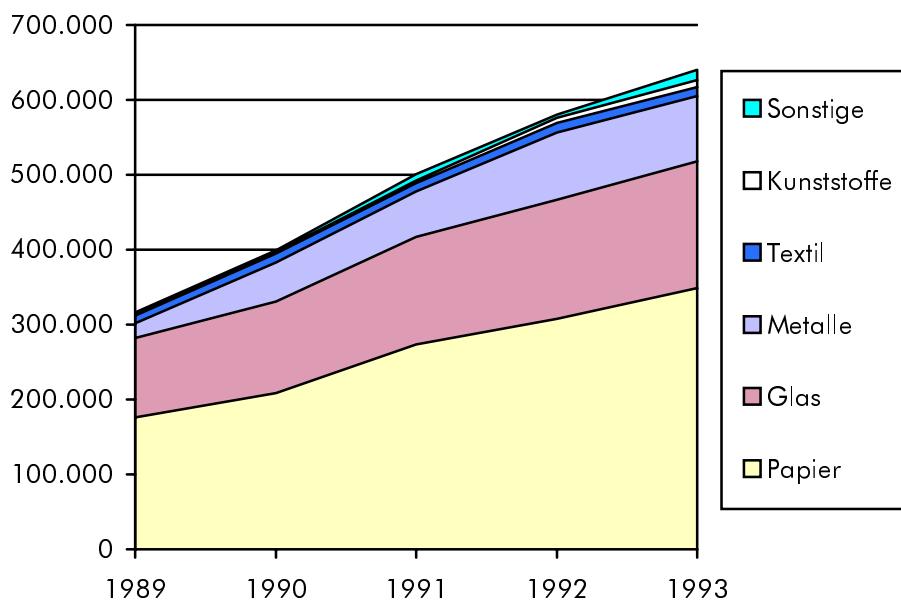
Q: Materialienband zu BAWP 1995, 4, S. 12.

Im Bereich der getrennten Sammlung von kommunalen Abfällen nimmt die Altstoffsammlung den wichtigsten Teil ein. Sie gliedert sich in die sechs abgebildeten Stoffgruppen (Abbildung 1.8). Unter diesen Gruppen dominieren Papier und Glas die Rangliste der Sammelmengen.

Abbildung 1.8

### Altstoffsammlung aus den kommunalen Abfällen

In t/a



Q: Eigene Darstellung.

Während die Summe aller kommunalen Abfälle im Zeitablauf relativ konstant blieb, war ein Rückgang der Anzahl an Deponien, bei ebenfalls sinkender Deponierungsmenge, festzustellen. Diese Tatsache lässt sich auf den verstärkten Einsatz alternativer Verwertungs- und Behandlungsmethoden sowie der Anstrengungen bei der getrennten Erfassung von Altstoffen zurückführen. In Prognosen für den BAWP 1998 wird von voraussichtlichen Steigerungsraten des Abfallaufkommens im Bereich des Hausmülls von 2,8% ausgegangen.

**Übersicht 1.9****Entwicklung der deponierten Abfälle und der Deponieanzahl**

	1990	1993
	In t/a	
<b>Summe aller Haushaltsabfälle</b>	<b>2.504.000</b>	<b>2.509.000</b>
Gesamtmenge aller deponierten Abfälle	1.677.200	1.372.100
Anzahl der Deponien	160	121

Q: Materialienband zu BAWP 1992, 3 (Kommunale Abfälle) und Materialienband zu BAWP 1995, 4 (nicht gefährliche Abfälle  
Teil A - Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen)

Die Verwertungs- bzw. Behandlungsarten der anfallenden Haushaltsabfälle sind in Übersicht 1.10 aufgelistet. Wie aus der Aufstellung ersichtlich, gelangt der größte Teil des Hausmülls direkt auf eine Deponie. Weitere Behandlungsarten sind die Kompostierung von biogenem Abfall und von gewöhnlichem Hausmüll, die Problemstoffbehandlung, sowie die Altstoffverwertung und Müllverbrennung. Die beiden letzten Behandlungsarten haben in den letzten Jahren zusätzliche Bedeutung erlangt (Übersicht 1.10).

**Übersicht 1.10****Abfallmengen gegliedert nach Verwertungs- und Behandlungsarten**

	1989	1990	1991	1992	1993
	In t/a				
Direkt deponiert	1.547.200	1.368.200	1.252.100	1.148.900	992.300
Müllkompostierung	409.300	379.600	271.800	236.300	267.700
Bioabfallkompostierung	23.900	34.700	36.300	96.400	182.500
Müllverbrennung	144.500	312.200	341.100	398.600	410.000
Altstoffverwertung	316.100	398.800	510.900	580.600	639.800
Problemstoffbehandlung	8.600	10.700	14.200	16.200	16.500
<b>Gesamt auf Deponie</b>	<b>1.831.600</b>	<b>1.677.200</b>	<b>1.594.200</b>	<b>1.494.800</b>	<b>1.372.100</b>
Deponierte Menge pro Einwohner	239,1 kg	217 kg	204 kg	188,9 kg	171,7 kg

Q: Materialienband zu BAWP 1995, 4, S. 91 - 95.

Die Menge der direkt deponierten Abfälle nahm von 1989 bis 1993 um rund ein Drittel ab, ein ähnlicher Trend ist im Bereich der Müllkompostierung zu beobachten. Hinsichtlich der Sammlung von biogenem Abfall zeigt sich gegenüber dem Vergleichsjahr 1989 eine Steige-

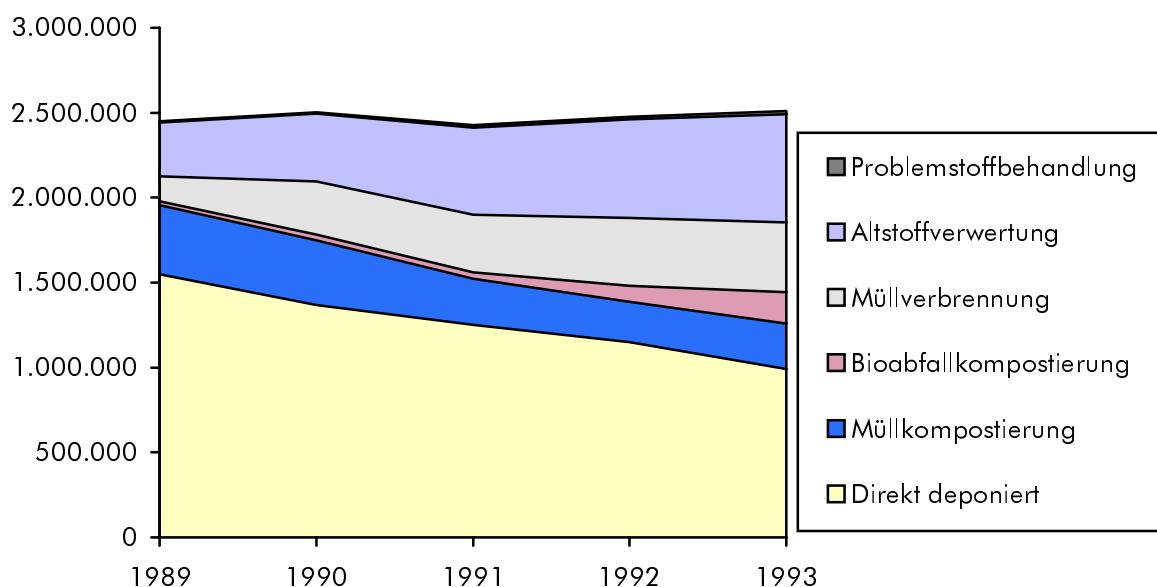
rung um das Achtfache. Die Behandlung in Müllverbrennungsanlagen wurde gleichzeitig verdreifacht.

Wie bereits erwähnt vollzog sich beim Altstoffrecycling eine positive Entwicklung, wo es zu einer Verdoppelung der verwerteten Mengen kam. Dies trifft auch auf die Problemstoffbehandlung zu. In Summe reduzierte sich schließlich die gesamte zu deponierende Abfallmenge von 1989 bis 1993 dank verstärktem Einsatz von Verwertung, Verbrennung und Kompostierung um rund ein Viertel oder rund 460.000 t (Abbildung 1.9).

Abbildung 1.9

### Verwertungs- und Behandlungsarten der kommunalen Abfälle

In t/a



Q: Eigene Darstellung.

Insgesamt mußten im Jahr 1993 54,7% des Hausmülls deponiert werden, da zusätzlich zu den direkt angelieferten 39,5% noch Reststoffe aus der Altstoffverwertung, der Gesamtmüllkompostierung und der thermischen Behandlung hinzukamen. 1989 betrug der Anteil der endgültig deponierten Menge am gesamten Hausmüll noch 74,8%.

Übersicht 1.11 und Abbildung 1.10 stellen die jeweiligen Sammelmengen in Kilogramm pro Einwohner dar. Die Übersicht verdeutlicht darüberhinaus die unzureichende Datenlage der Vergangenheit.

## Übersicht 1.11

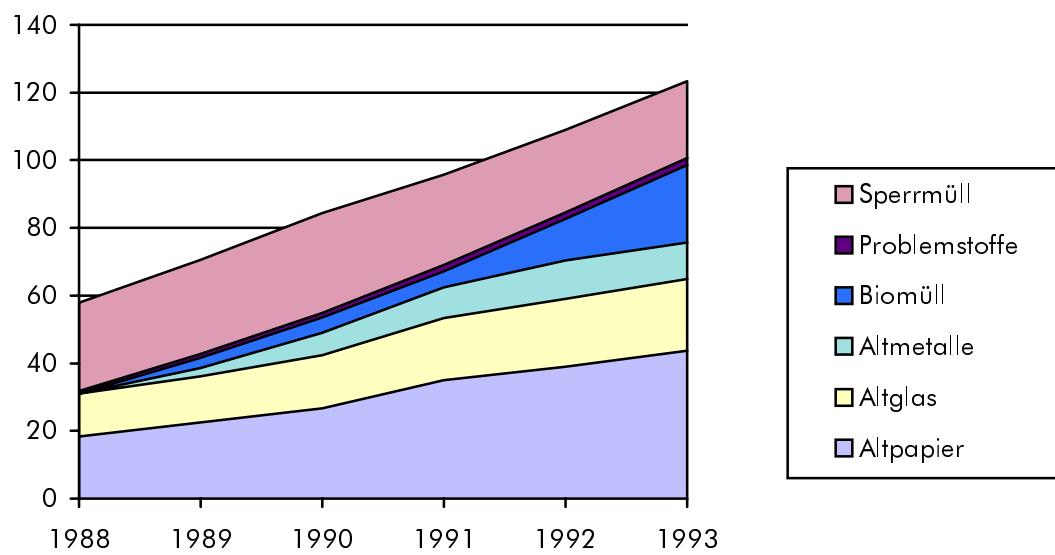
## Gesammelte Abfallmengen pro Einwohner

	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
	In kg/Einwohner							
Altpapier	14,7	16,2	18,3	22,6	26,7	35,0	38,9	43,7
Altglas	10,0	11,1	12,8	13,5	15,6	18,4	20,1	21,1
Altmetalle				2,5	6,7	9,1	11,4	10,9
Biomüll				3,1	4,5	4,7	12,2	22,8
Problemstoffe			0,7	1,1	1,4	1,8	2,0	2,1
Sperrmüll			26,0	27,7	29,4	26,8	24,4	22,8

Q: Materialienband zu BAWP 1995, 4, S. 91 - 95.

## Abbildung 1.10

## Sammelmenge in kg pro Einwohner



Q: Eigene Darstellung.

### 1.3.2.2 Baurestmassen

Die in den Bundes-Abfallwirtschaftsplänen 1992 und 1995 ausgewiesenen Massenpotentiale für Baurestmassen blieben unverändert bei rund 22 Mill. t. Das im BAWP 1995 ausgewiesene Potential für Bodenaushub von 15 Mill. t/Jahr ist ein Mittelwert unterschiedlicher Datenquellen, die eine Menge zwischen 10 und 20 Mill. t angeben. Durch die Veränderung des Gesamtabfallaufkommens von 44 Mill. t im BAWP 1992 auf 39 Mill. t im BAWP 1995, stieg der Anteil der Baurestmassen am Gesamtabfallaufkommen von rund 49% im BAWP 1992 auf etwa 56% im BAWP 1995.

#### Übersicht 1.12

#### Baurestmassen gegliedert nach Schlüsselnummern

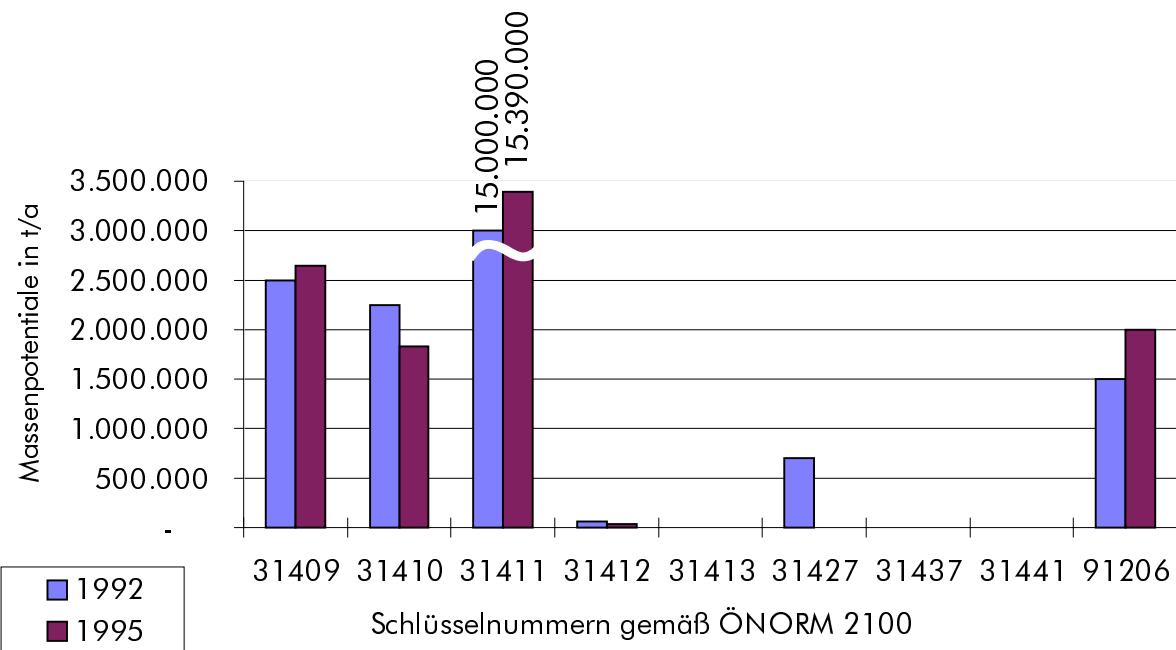
SN	Bezeichnung	BAWP 1992		BAWP 1995	
		In t/a	In %	In t/a	In %
31409	Bauschutt (keine Baustellenabfälle)	2.500.000	11,4	2.650.000	12,1
31410	Straßenaufbruch	2.250.000	10,2	1.830.000	8,4
31411	Bodenaushub	15.000.000	68,1	15.390.000	70,3
31412	Asbestzement	65.000	0,3	35.000	0,2
31413	Asbestzementstäube	-	0,0	5	0,0
31427	Betonabbruch	700.000	3,2	im Bauschutt enthalten	
31437	Asbestabfälle, Asbeststäube	25	0,0	500	0,0
31441	chemisch verunreinigter Bauschutt	1.000	0,0	1.000	0,0
91206	Baustellenabfälle (kein Bauschutt)	1.500.000	6,8	2.000.000	9,1
<b>Summe</b>		<b>22.016.025</b>	<b>100,0</b>	<b>21.906.505</b>	<b>100,0</b>

Q: BAWP 1992, BAWP 1995, Materialienband zu BAWP 1992, 1 (Bestandsaufnahme der Situation der Abfallwirtschaft).

Die in Übersicht 1.12 ausgewiesenen unterschiedlichen Arten der Baurestmassen werden zur besseren Veranschaulichung nochmals in einem grafischen Vergleich dargestellt (Abbildung 1.11), wobei eine steigende Tendenz in den Bereichen Bauschutt, Bodenaushub, Asbestabfälle sowie Baustellenabfälle erkennbar wird. Der Straßenaushub und der Asbestzement verzeichneten hingegen einen Rückgang.

Abbildung 1.11

## Veränderung der Baurestmassen: BAWP 92 und BAWP 95



Q: Eigene Darstellung.

Nach Angaben des Österreichischen Baustoffrecyclingverbandes stieg die Anzahl der Baurestmassenaufbereitungsanlagen, deren Hauptaufgabe die Aufbereitung von Asphalt, Beton, Bauschutt und kontaminierten Böden ist, von 50 auf 84. Diese Anlagen waren jedoch im Jahre 1995 nur zur Hälfte ausgelastet.

Allgemein sind bei Baurestmassen Verwertungsquoten von 40% bis maximal 90% zu erzielen. Der verbleibende Rest muß der Deponierung zugeführt oder kann für Verfüllzwecke verwendet werden. Die Verwertungsquote für Straßenaufbruch ist im Vergleich zu anderen Baurestmassen sehr hoch und wird auf rund 80% geschätzt<sup>17</sup>.

In Österreich gibt es im Bereich der Baurestmassen keine Erfassungsgrenzen, weswegen Betriebe unabhängig von ihrer Größe in die Statistik miteinbezogen werden. Hingegen beinhalten die Massenangaben für Bodenaushub in Österreich (SN 31411), ähnlich wie in der Bundesrepublik Deutschland, nur jenen Anteil, der auf Deponien entsorgt wurde. Die Mengen,

<sup>17</sup> Das deutsche statistische Bundesamt weist lediglich das Bauabfallaufkommen von Betrieben mit 20 oder mehr Beschäftigten aus und vernachlässt die zahlreichen kleinen Betriebe des Baugewerbes. Zusätzlich bleiben Abfälle unberücksichtigt, die auf bergrechtlich, landschaftspflegerisch oder wasserrechtlich genehmigten Deponien abgelagert, zur Geländefüllung genutzt oder betriebsintern verwertet wurden.

die vor Ort zum Beispiel in Verfüllungen oder Anschüttungen Verwendung finden, sind nicht enthalten.

### 1.3.2.3 Abfälle aus Wasseraufbereitungsanlagen, Abwasserbehandlung und Gewässernutzung

Im Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1992 sind die Abfälle aus der Wasseraufbereitung, aus der Abwasserbehandlung und aus der Gewässernutzung mit 6,6 Mill. t pro Jahr angegeben. Im BAWP 1995 hingegen wurde das Schlammaufkommen mit rund 2,3 Mill. t pro Jahr beziffert, wobei der starke Rückgang auf die Anpassung<sup>18</sup> des Trockensubstanzgehalts an die tatsächlichen Entsorgungsgegebenheiten zurückzuführen ist.

#### Übersicht 1.13

#### Abfälle aus Wasseraufbereitungsanlagen, Abwasserbehandlung und Gewässernutzung

SN	Bezeichnung	BAWP 1992		BAWP 1995
		In t/a		
SN 941	Schlämme aus der Wasseraufbereitung	8.000		8.145
SN 943	Nichtstabilisierte Schlämme aus mechanisch-biologischer Abwasserbehandlung, soweit sie nicht in anderen Positionen enthalten sind	1.000.000		1.000.051
SN 945	Stabilisierte Schlämme aus mechanisch-biologischer Abwasserbehandlung, soweit sie nicht in anderen Positionen enthalten sind	5.500.000*		900.000
SN 947	Rückstände aus der Kanalisation (ausgenommen Schlämme)	92.000		46.350
SN 948	Schlämme aus der Abwasserbehandlung	in SN 945		293.500
SN 949	Abfälle aus der Gewässernutzung	20.000		20.000
<b>Summe</b> [auf Mill. t/a gerundet]			<b>6,6</b>	<b>2,3</b>

\* Im BAWP 1992 aufgeteilt in kommunale (3.600.000 t/a) und industrielle (1.900.000 t/a) Klärschlämme.

Q: Materialienband zu BAWP 1992, 1, BAWP 1995.

Im allgemeinen beinhalten sämtliche Schlämme, die im BAWP 1992 dargestellt werden, nur rund 5% Trockensubstanz, sind dementsprechend flüssig und daher zur Vereinfachung ihrer Behandlung und zur Gewichtsreduktion einer Entwässerung zuzuführen. Die Schlämme aus der Abwasserbehandlung (SN 948) wurden im BAWP 1995, im Gegensatz zum BAWP 1992,

<sup>18</sup> Diese Anpassung betrifft vor allem den Bereich der stabilisierten Schlämme aus der mechanisch-biologischen Abwasserbehandlung (SN 945), die im BAWP 1992 noch in kommunale und industrielle Klärschlämme getrennt und erst im BAWP 1995 zusammengefaßt wurden. Diese Masse (SN 945) von 900.000 t pro Jahr (mit rund 30% Trok-

gesondert ausgewiesen, weswegen sich ein Vergleich der in den Bundes-Abfallwirtschaftsplänen angeführten und auf Schätzungen beruhenden Werte außerordentlich schwierig gestaltet.

Besonders die unklare Trennung von kommunalen und industriellen Klärschlämmen im BAWP 1995 verhindert aussagekräftige Vergleiche, da man noch im BAWP 1992 180.000 t Trockenmasse pro Jahr aus der Behandlung von kommunalen Abwässern und 95.000 t pro Jahr aus industriellen Quellen auswies.

Insgesamt kann wegen der sich ständig ändernden Definitionen der Abfälle und der Tatsache, daß es sich bei den Werten nur um Schätzungen handelt, keine genaue Aussage über Massenveränderungen im Bereich der Abfälle aus Wasseraufbereitungsanlagen, aus der Abwasserbehandlung und aus der Gewässernutzung gemacht werden. Eindeutig ist nur der ansteigende Trend, da die Menge des in kommunalen Kläranlagen anfallenden Schlammes zukünftig laut Schätzungen um bis zu 100.000 t Trockensubstanz pro Jahr zunehmen wird.

#### 1.3.2.4 Holzabfälle

Der Anteil der Holzabfälle am Gesamtabfallaufkommen betrug im BAWP 1992 rund 3% und stieg laut BAWP 1995 auf etwa 9%. Diese Steigerung ist in erster Linie auf die detaillierten Erhebungen des Reststoffaufkommens in der holzverarbeitenden Industrie für das Branchenkonzept "Holz" zurückzuführen. Auffallend sind besonders die Steigerungen in den Abfallkategorien Rinde, Scharten, Spreiβel aus sauberem Holz und Sägemehl und -späne aus sauberem Holz (Übersicht 1.14).

---

kensubstanzgehalt) im BAWP 1995 entspricht den Werten aus dem BAWP 1992 von 5,5 Mill. t pro Jahr (mit etwa 5% Trockensubstanzgehalt).

## Übersicht 1.14

**Holzabfälle**

SN	Bezeichnung	BAWP 1992    BAWP 1995	
		In t/a	
SN 17101	Rinde	433.800	1.000.000
SN 17102	Schwartzen, Spreißel aus sauberem unbesch. Holz	40.600	320.000
SN 17103	Sägemehl, -späne aus sauberem unbesch. Holz	365.500	1.500.000
SN 17104	Holzschleifstäube und Holzschleifschlämme	41.400	40.000
SN 17114	Staub und Schlamm aus Spanplattenherstellung	2.200	75.000
SN 17115	Spanplattenabfälle	7.600	178.000
SN 17201	Holzemballagen, Holzabfälle, nicht verunreinigt	184.200	0
SN 17202	Bau- und Abbruchholz	250.000	360.000
SN 17207	Eisenbahnschwellen	3.500	20.000
SN 17208	Holz, (z.B. Pfähle und Masten) salzimprägniert	50	9.200
SN 17209	Holz, (z.B. Pfähle und Masten) ölimprägniert	950	9.400
SN 17211	Sägemehl und -späne durch organische Chemikalien verunreinigt	150	150
SN 17213	Holzemb. -abf. -wolle d. org. Chemikalien verunr.	20	20
SN 17214	Holzemb. -abf. -wolle d. anorg. Chemikalien verunr.	250	1
<b>Summe [auf Mill. t/a gerundet]</b>		<b>1,35</b>	<b>3,5</b>

Q: Materialienband zu BAWP 1992, 1, BAWP 1995.

## 2 Das umweltpolitische Leitbild der Dematerialisierung

### 2.1 Das Leitbild der Dematerialisierung

Das *Leitbild der Dematerialisierung* entwickelte sich aus dem Versuch einer Konkretisierung des Konzepts der Nachhaltigkeit wirtschaftlicher Prozesse (*Sustainable Development*) nach dem Erdgipfel von Rio de Janeiro. Im Sinne einer umweltpolitischen Vorsorge soll demnach eine kontinuierliche Reduzierung der anthropogenen, also von Menschen verursachten Material-, Energie- und Flächenintensität angestrebt werden. Global sollte über die nächsten Jahrzehnte eine Verringerung der Stoffströme um etwa die Hälfte erreicht werden. Dieses Ziel beruht nicht etwa auf einer exakten Berechnung von Reduktionserfordernissen, sondern auf *Plausibilitätsüberlegungen* (Schmidt-Bleek, 1993; Factor 10 Club, 1997; Aubauer, 1996), doch gibt es auch konkrete naturwissenschaftliche Hinweise darauf, daß eine weltweite Reduktion des Ressourcenverbrauchs um etwa die Hälfte ökologisch notwendig ist (z.B. von Weterings - Opschoor, 1992; IPCC, 1991; Spangenberg et al., 1995). Das Leitbild stellt somit auf ein *Vorsichtsprinzip* ab.

Die in den Industrieländern lebenden 20 Prozent der Weltbevölkerung sind heute für etwa 80 Prozent der Stoffströme verantwortlich (Schmidt-Bleek, 1994). Ausgehend von einem gleichen Anspruch auf Ressourcenentnahme für alle müßten die *industrialisierten* Länder die von ihnen verursachten Stoffströme um ungefähr den Faktor 10, d.h. um ca. 90 Prozent verringern, um den ärmeren Ländern eine eigene Entwicklungsmöglichkeit zu geben (Factor 10 Club, 1994). Dies ist innerhalb weniger Jahre weder möglich noch nötig, sollte aber in den nächsten 50 Jahren erreicht werden. Kurzfristig bedeutet dies zum Beispiel für Deutschland, den Materialverbrauch bis zum Jahr 2010 um 25% zu reduzieren (BUND - Misereor, 1996). Bei einer gleichmäßig-linearen Reduktion der Stoffströme würde dies etwa 4,5% pro Jahr ausmachen.

Eine solche Dematerialisierung erfordert eine erhebliche Steigerung der Ressourcenproduktivität, um weitere anthropogene Störungen des ökologischen Gleichgewichts so weit wie möglich zurückzudrängen, ohne gleichzeitig den wirtschaftlichen Wohlstand zu reduzieren. Ein gegebenes Maß an "Dienstleistungen" soll so mit einem wesentlich geringeren Einsatz an Material, Energie und Fläche erreicht werden (Factor 10 Club, 1994; Weizsäcker - Lovins - Lovins, 1995). Die angestrebte Stoffreduktion ermöglicht es dann, einen gewissen Wohlstand bei gleichzeitiger Reduzierung des spezifischen Umweltverbrauchs (gemessen als Material-, Energie- und Flächenverbrauch) zu erhalten. Wohlstand bezeichnet hier eine bestimmte

---

Lebensqualität pro Kopf der Bevölkerung über die Nutzung von Waren und Dienstleistungen. Mit einem solchen "Wohlstandsbegriff" verbinden sich neue qualitative Formen von Produktnutzen, die nicht automatisch mit Warenbesitz oder Materialverbrauch gekoppelt sind. Ein Schlüsselbegriff dazu sind öko-effiziente Dienstleistungen, die einen effizienteren Nutzen aus materiellen Produkten ermöglichen (Hinterberger et al., 1994).

In diesem Sinne ist *Stoffstromwirtschaft* aber nur zu einem sehr kleinen Teil *Abfallwirtschaft* (Spangenberg - Verheyen, 1996C; Hinterberger - Hartard, 1997B). Die Abfallwirtschaft bewirtschaftet heute einen Teil des Outputs aus der Anthroposphäre. Die Strategien und Ziele der Stoffstromwirtschaft weisen über die etablierte Abfall- wie Umweltpolitik hinaus. Während sich die bisherige Umweltpolitik überwiegend der Schadensbegrenzung und Rehabilitation widmet, zielt die Stoffstrom-Wirtschaft auf die vorsorgende Verringerung von Schadenspotentialen. Die Reduzierung von Stoffströmen und damit letztlich auch Abfällen ist eine neuartige Querschnittsaufgabe und bedarf deshalb auch neuer Instrumente oder eines neuen Instrumentenmix.

Dematerialisierung ist eine notwendige, wenn auch nicht unbedingt hinreichende Bedingung für eine nachhaltige Entwicklung. Österreich war mit seinem Nationalen Umweltplan, der einen "Faktor 10" gewissermaßen als "Staatsziel" vorgibt, hier sicherlich Vorreiter. In der Zwischenzeit hat dieses Ziel in internationale Diskussionen und Dokumente Eingang gefunden. Die OECD beschäftigt sich ebenso mit dem Thema wie die EU-Umweltministerkonferenz. Die jüngste internationale Stellungnahme kommt von der UNO-Generalversammlung, die anlässlich ihrer Sondersitzung 1997 ("Rio plus fünf-Konferenz") feststellt:

*"Promoting international and national programmes for energy and material efficiency with timetables for their implementation, as appropriate. In this regard, attention should be given to studies that propose to improve the efficiency of resource use, including consideration of a ten-fold improvement in resource productivity in industrialized countries in the long term and a possible factor-four increase in industrialized countries in the next two or three decades. Further research is required to study the feasibility of these goals and the practical measures needed for their implementation. Industrialized countries will have a special responsibility and must take the lead in this respect. The Commission on Sustainable Development should consider this initiative in the coming years in exploring policies and measures necessary to implement eco-efficiency and, for this purpose, encourage the relevant bodies to adopt measures aimed at assisting developing countries to improve energy and material efficiency through the*

---

*promotion of their endogenous capacity-building and economic development with enhanced and effective international support" (vorl. Version).*

### 2.1.1 Vom Verursacher- zum Vorsichtsprinzip

Es ist heute allgemein anerkannt, daß eine effiziente und gerechte Umweltpolitik am Verursacherprinzip ausgerichtet sein soll. Externe Effekte, die sich beim Verursacher nicht als Kosten niederschlagen, sollen internalisiert werden. Das heißt: wenn der Markt versagt, soll die Politik (der Staat oder die Akteure selbst in kollektiver Aktion) dafür sorgen, daß die Umweltschäden vom Verursacher vermieden oder bezahlt und nicht der Allgemeinheit angelastet werden. Dieses an sich sinnvolle Prinzip wendet sich dann gegen die umweltpolitischen Ziele, wenn Unsicherheit schon über mögliche Schäden und erst recht über deren Verursacher besteht.

Wir wissen nicht und können nicht wissen, ob, wann und mit welchen Folgen die Ökosphäre, von der Gesellschaft und Wirtschaft abhängen, überlastet<sup>19</sup> sein wird. Das Vorsichtsprinzip ist - so gesehen - eine Weiterentwicklung des Verursacherprinzips. In der Vergangenheit wurde versucht, Grenzwerte auf mögliche Verursacher zu projizieren. Aber auch solche Grenzwerte sind immer Kompromißlösungen zwischen Wissenschaft und Gesellschaft - ohne eine absolute Absicherung durch wissenschaftliche Grundlagen, die letztendlich auch gar nicht gelingen kann.

Eine "ökologische Wirtschaftspolitik" (Hinterberger - Luks - Stewen, 1996) sollte daher im Sinne dieses Vorsichtsprinzips an einer Reduzierung aller Stoffströme orientiert sein, um der Komplexität der Natur (und Gesellschaft) gerecht zu werden. Eine solche präventive Strategie würde angesichts des Nichtwissens über die Umweltfolgen wirtschaftlicher Aktivitäten versuchen, potentielle Schäden von vornherein zu vermeiden, indem der Umweltverbrauch insgesamt gesenkt wird.

"Da alle Stoffströme potentiell Schäden verursachen, sollen diejenigen, die heute sehr materialintensiv leben und produzieren, diese potentiellen Schäden dadurch vermeiden, daß sie die Stoffströme reduzieren. Das Verursacherprinzip greift dann zu kurz, wenn es allein auf die bekannten schädlichen Wirkungen von Emissionen bezogen wird. Eine solche Sichtweise bezieht

---

<sup>19</sup> Mit Überlastung ist an dieser Stelle die durch den Menschen bedingte Veränderung der Ökosphäre gemeint, die ihr natürliches Gleichgewicht verlieren kann.

nicht mit ein, daß nicht nur Stoffströme aus einer Gesellschaft Schäden und damit externe Effekte verursachen, sondern schon die Stoffströme, die in eine Gesellschaft fließen. Häufig wird dagegen argumentiert, das Ziel der Dematerialisierung widerspräche dem Konzept der externen Effekte, weil es gerade nicht auf konkrete Schäden abstellt<sup>20</sup>. Dem ist entgegenzuhalten, daß zum einen durch den Abbau von Ressourcen direkt externe Effekte entstehen, wie zum Beispiel eine Grundwasserabsenkung nach dem Ausbaggern einer Kiesgrube. Zum anderen wird immer nur ein Teil der tatsächlichen Schäden erkannt. Jede Materialbewegung führt auch zu (potentiellen) Schäden und damit externen Effekten. Diese sind aber weder einfach auf individuelle Geschädigte und Verursacher zuzurechnen, noch auf einzelne Anteile bei den Stoffströmen. Eine Reduzierung von Stoffströmen nach dem Vorsichtsprinzip stellt somit eine pragmatische Alternative zum Verursacherprinzip, also der möglichst genauen Belastung der Verursacher mit den von ihnen verursachten Kosten dar<sup>21</sup>. Natürlich sollen den Verursachern dann die Kosten angelastet werden, wenn die Schäden, die sie verursachen, offensichtlich sind und ihnen auch eindeutig zugerechnet werden können. Dies stellt aber nur einen Spezialfall dar; im allgemeinen sind solche Zurechnungen eben schwierig oder gar unmöglich" (Hinterberger - Luks - Stewen, 1996, S. 88-89).

## 2.1.2 Dematerialisierung und Nachhaltigkeit - Möglichkeiten und Grenzen

Quantitative Aspekte in den Vordergrund der Betrachtung zu stellen, bedeutet nicht, qualitative Aspekte völlig zu vergessen<sup>22</sup>. Natürlich ist Stoffstrom nicht gleich Stoffstrom, Tonne nicht gleich Tonne. Kritiker einer Dematerialisierung könnten etwa auf den Gedanken kommen, eine solche führe geradewegs in Technologien wie Gentechnik oder in eine Plutoniumwirtschaft, wenn sie sich als ressourceneffizient erweisen sollte. Und: Was ist eigentlich mit den Giftstoffen, wenn es nur noch darum gehen soll, undifferenziert quasi durch eine Art neuer "Tonnenideologie" den gesamten Materialverbrauch zu senken?

<sup>20</sup> Vgl. zum Beispiel Klemmer, P., Ressourcen- und Umweltschutz um jeden Preis? in: Voss, G., Sustainable development - Leitziel auf dem Weg in das 21. Jahrhundert, Köln, 1994, S. 22-57.

<sup>21</sup> Ökonomisch kann man die materiellen Inputs auch als Produktionsfaktoren betrachten, so wie Arbeit und Kapital. Auch wenn wir diese nicht ökonomisch bewerten, so stellen sie doch eine physische Grundlage jeglicher Produktionsprozesse dar. Ohne Material und Energie ist keine Produktion möglich. Man kann auch sagen: die potentiellen Umweltschäden, die jeder Verbrauch von Material und Energie verursacht, führen zu ökologischen Kosten, die nur zu einem kleinen Teil von den Verursachern getragen werden.

<sup>22</sup> Hinterberger - Luks - Stewen, 1996.

Es geht um die Reduzierung des gesamten (nur teilweise bekannten) *Potentials* der Umweltbeeinträchtigungen *zusätzlich* zu einer qualitativen Umweltpolitik. Vor einigen Jahren hat noch kaum jemand an die Gefährlichkeit von CO<sub>2</sub> geglaubt, heute gilt es als der *Hauptverursacher der Klimaerwärmung*. Daß Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe die Ozonschicht zerstören, ist bekannt - doch auf einmal ist auch der "Schadstoff xy" im Gespräch. Hätte die Dematerialisierung schon vor 20 Jahren begonnen, wären die Gefahren, die heute von diesen Einzelsubstanzen ausgehen, bedeutend geringer. Sicherlich bräuchten wir dann immer noch ein Chemikaliengesetz, aber das Zerstörungspotential z.B. des CO<sub>2</sub>, das sich aus der puren Menge unseres Umweltverbrauchs ergibt, hätte sich wohl kaum in diesem Ausmaß entfaltet, Gegenmaßnahmen zum Zweck des Klimaschutzes wären vielleicht nicht in dem Maße notwendig geworden.

Eine generelle Reduzierung des gesamtgesellschaftlichen Umweltverbrauchs brächte zudem nicht nur eine quantitative Reduktion der Einleitungen und Emissionen insbesondere von Abfällen mit sich, sondern auch eine Reduktion von Synergieeffekten und Risiken, die mit unserer Wirtschaftsweise heute einhergehen. *Ceteris paribus* muß man annehmen, daß eine allgemeine und drastische Reduktion der Stoffströme auch alle einzelnen Stoffe (jedenfalls größtenteils) entsprechend verringert und nicht mit einer völligen Umkehrung der Zusammensetzung der Stoffströme verbunden ist. Natürlich muß bei einer Einführung neuer Technologien, die der Dematerialisierung dienen, weiterhin auf die Einhaltung und ggf. auch Verschärfung der Grenzwerte geachtet werden. Besondere Gefahren, wie sie etwa mit der Nuklear- oder Gentechnik verbunden sind, müssen zusätzlich zur Dematerialisierung diskutiert werden. Eine solche Diskussion sollte aber nicht mit der Dematerialisierungsdebatte verknüpft werden. Erst recht können beide Themen nicht gegeneinander abgewogen und ausgespielt werden. Gefahrstoffpolitik und Technologiebewertung wären also auch in einer dematerialisierten Gesellschaft nicht überflüssig, die Quantität giftiger Emissionen und gefährlicher Technologien wäre aber spürbar geringer. Dematerialisierung ist somit kein Ersatz für Technologie- und Gefahrenpolitik, sondern alle drei Politiken sind sinnvolle Elemente eines zukunftsähnlichen Strategiemixes.

## 2.2 MIPS (Materialinput je Serviceeinheit) mit Grips - Materialintensitäten

Vor etwa fünf Jahren wurde am Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie unter der Leitung von Friedrich Schmidt-Bleek damit begonnen, das ökologische Maß MIPS zu entwickeln.

MIPS steht für "Materialintensität pro Dienstleistungseinheit" (siehe vor allem Schmidt-Bleek, 1994). Die Entwicklung des MIPS-Konzeptes folgt der Notwendigkeit, ein Meßverfahren des Ressourcenverbrauchs zur Verfügung zu haben, um die Entwicklung in Richtung Sustainability zu messen. Im Rahmen einer Materialintensitätsanalyse (MAIA) werden alle für ein Wirtschaftsgut systemweit aufgewendeten Inputs an Materialien bzw. Rohstoffen in Masseeinheiten (kg bzw. t) erfaßt, die der Umwelt aktiv entnommen bzw. dort bewegt wurden, und zwar in fünf Kategorien: abiotische Materialien, biotische Materialien, Erdmassenbewegungen, Wasser und Luft (vgl. Übersicht 2.1). Dazu gehören neben den Masseströmen, die für die Produktion eines Gutes in Bewegung gesetzt werden, auch diejenigen Ressourcenverbräuche, die für die eingesetzte Energie, den Transport, den Gebrauch und schließlich das Recycling bzw. die Entsorgung des Produkts erforderlich werden. Aus einer solchen Auflistung aller Materialströme (Materialinput, MI), die hinter einem Endprodukt oder einem Wirtschaftsvorgang stehen, ergibt sich der ökologische Rucksack d.h. all die Materialien, die zur Bereitstellung eines Gutes aufgewendet wurden, aber in ihm selbst nicht enthalten sind. Der Materialinput ist nach der Wuppertal Definition (MAIA) also genau genommen ein Vektor mit fünf Elementen, die jeweils die Masse enthalten, die pro Kategorie (abiotisch, biotisch, Erdmassen, Wasser und Luft) auf ein Produkt oder eine Dienstleistung entfallen.

## Übersicht 2.1

### Materialinputkategorien nach dem MIPS-Konzept

#### 1. Abiotische Rohmaterialien

- a) mineralische Rohstoffe (z.B. Erz, Sand, Kies)
- b) fossile Energieträger (u.a. Kohlen, Erdgas, Erdöl)
- c) nicht verwertbare Rohförderung (Abraum etc.)
- d) Aushub für Infrastrukturen

#### 2. Biotische Rohmaterialien

- a) aus Bewirtschaftung
- b) aus nicht bewirtschafteten Bereichen

#### 3. Erdmassenbewegung

(aus Land- und Forstwirtschaft)

#### 4. Wasser

- a) Oberflächenwasser
- b) Grundwasser
- c) fossiles Wasser

#### 5. Luft

- a) Verbrennung
- b) Chemische Umwandlung

Q: Schmidt-Bleek, 1997.

---

Die Rechenvorschriften sind in einem **MAIA-“Handbuch”** niedergelegt, aus dem auch hervorgeht, wie sich der Materialinput auf bestimmte Dienstleistungen beziehen läßt (Schmidt-Bleek et al., 1997). Dienstleistungseinheiten sind genau zu definierende Nutzungseinheiten, die dazu dienen sollen, unterschiedliche Produkte und auch unterschiedliche Arten, Bedürfnisse zu erfüllen, vergleichbar zu machen. So kann eine Dienstleistungseinheit etwa der Transport einer Tonne Fracht oder einer Person von A nach B sein, oder ein kg saubere Wäsche, die nach verschiedenen Verfahren gereinigt wird.

Die Verrechnung der lebenszyklusweit aufgewendeten Materialinputs in die einzelnen Produktlinien ist über die in Entwicklung befindliche computergestützte Datenbank **CARA** (computer **a**ided **r**esource **a**flow **a**nalysis) verrechenbar (Brüggemann - Lehmann, 1993) (Liedtke et al., 1996). Einzelne Prozesse sind dabei auf Wunsch des Systemnutzers miteinander koppelbar bzw. ganze Prozeßketten (wie z.B. die PVC-Produktion in Deutschland) mit den jeweiligen Materialintensitäten abrufbar. Das System ermöglicht es, sowohl allgemeine wie auch spezifische Materialintensitätsanalysen durchzuführen. Soweit bekannt, werden aber auch Emissionen, Abfälle und Abwässer miterfaßt. Gefahrstoffe können bei Eingabe so markiert werden, daß ihr Einsatz für den Systemnutzer mit Mengenangabe und Anfallort sichtbar wird. Die Datenbögen von CARA ermöglichen eine transparente und einheitliche Erhebung, die Datenquellen einzeln benennt, Datenlücken ausweist und alle Informationen aufnehmen kann, die über die einzelnen Prozesse bekannt sind. So wird für jeden Systemnutzer größtmögliche Transparenz geschaffen.<sup>23</sup> In Übersicht 2.2 werden die Materialintensitäten (MI) ausgewählter Werkstoffe gegenübergestellt. Diese Werte stellen die Grundlage zur Berechnung einer Dienstleistungseinheit dar.

---

<sup>23</sup> Bei der lebenszyklusweiten Ermittlung von MI-Werten müssen für eine große Zahl von Produkten, Infrastrukturen und Dienstleistungen im Rahmen des MIPS-Konzeptes eine Reihe von Bemessungen immer wieder durchgeführt werden. Bemessungen also, die prinzipiell auch für andere MI-Berechnungen gebraucht werden. Hierzu zählen u.a. die lebenszyklusweiten Materialinputs für Energieproduktion (Elektrizität und Wärme) (Manstein, 1996), für Transportleistungen (Fracht- und Personentransporte) (Stiller, 1995, 1993) oder auch für das Rezyklieren bzw. Entsorgen von Produkten (Schmidt-Bleek, 1997). Aus Praktikabilitätsgründen ist es daher angebracht, für diese Bereiche sogenannte “Module” systemweit zu errechnen, die bei Bedarf lebenszyklusweite Abschätzungen für MI bereithalten.

## Übersicht 2.2

## Vergleich von Werkstoffen auf der Basis von MIPS

Werk- bzw. Baustoff	MI	MI	MI	MI	MI	Strom
	abiotisch	biotisch	Boden	Wasser	Luft	
	In t	In t	In t	In t	In t	In kWh
Stahl - primär	7,0	0,0	0,0	45,0	1,3	441
Stahl - sekundär	3,5	0,0	0,0	58,0	0,6	681
Kupfer - primär	500,0	0,0	0,0	260,0	2,0	3000
PVC	8,0	0,0	0,0	14,0	0,1	79,0
Flachglas	3,0	0,0	0,0	12,0	0,7	86,0
Kiefernholz	0,9	5,5	0,0	10,0	0,1	113
Erdöl	1,2	0,0	0,0	4,0	0,01	9,0

Legende: gekürzt (ohne Transportintensitäten, inkl. MI Strom und Brennstoffe, O = Minimumabschätzung, Zahlen gerundet), Stand Dezember 1996.

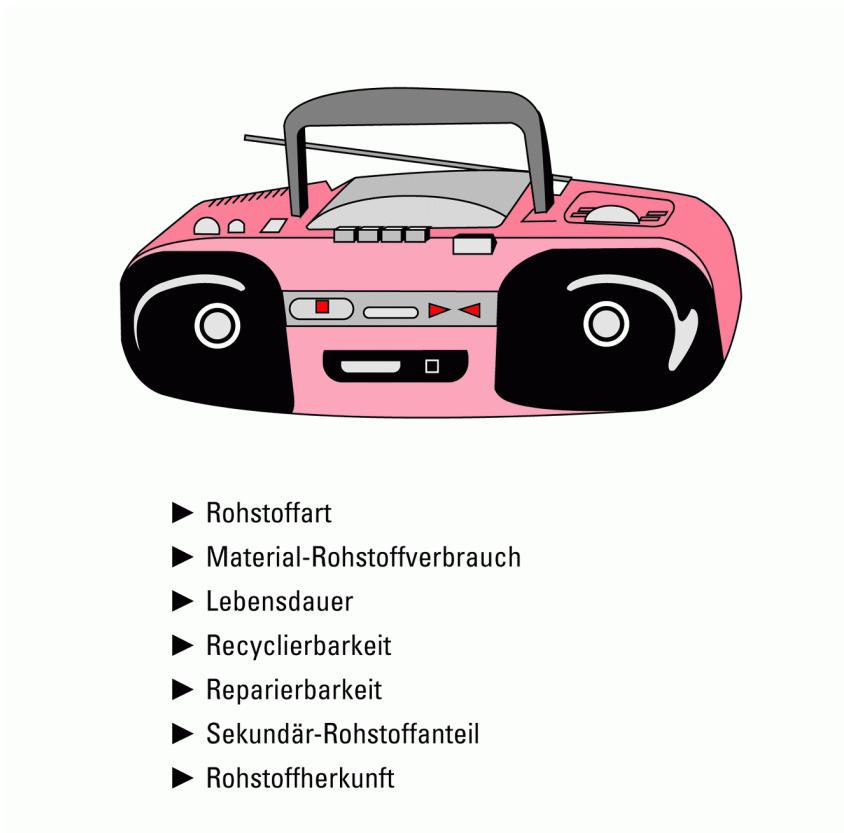
Q: Liedtke, 1997B.

Die Darstellung von MIPS mag auf den ersten Blick den Eindruck vermitteln, es handle sich um ein abstraktes Meßkonzept, eine Sache für Ingenieure. Aber im Gegensatz zu den meisten anderen Konzepten (siehe auch Kapitel 2.3) lassen sich aus den Prinzipien der MIPS-Berechnung auch dann Handlungsanweisungen ableiten, wenn wir die konkreten Zahlen (noch) nicht kennen: Ein langlebiges Produkt ist im Prinzip besser als ein kurzlebiges, wenn dafür nicht überproportional mehr Material aufgewendet werden muß. Das heißt, es ist nicht unbedingt "ökologischer", ein altes Auto zu verschrotten, das einen relativ hohen Benzinverbrauch hat, aber ansonsten noch einwandfrei funktioniert. Für die Produktion eines neuen Autos muß ja wieder Material und Energie aufgewendet werden. Ein leichteres Radio ist vermutlich "besser", weil weniger materialintensiv als ein schwereres (vgl. Abbildung 2.1)<sup>24</sup>. Ein Multifunktionsgerät, mit dem bestimmte Funktionen, die sonst verschiedene Geräte erfüllen, in einem erfüllt werden, ist in der Regel besser als viele Ein-Funktionsgeräte. So haben etwa ein Kopierer, ein Drucker und ein Faxgerät bestimmte Funktionen, die auch ein gemeinsames Gerät erfüllen könnte (Stahel, 1995).

<sup>24</sup> Das gilt dann nicht, wenn die Gewichtsreduktion durch den Einsatz von Materialien erreicht wurde, die einen höheren ökologischen Rucksack aufweisen.

Abbildung 2.1

**Kriterien für den Materialaufwand bei der Produktnutzung  
Beispiel Radio**



Q: Eigene Darstellung.

### 2.3 Alternative und ergänzende Ansätze zum Leitbild der Dematerialisierung

In der Diskussion und Zielsetzung, die Stoffströme zu reduzieren, kommt dem Leitbild der Dematerialisierung und dem MIPS-Konzept eine zentrale Rolle zu. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung stellen wir darüberhinaus Konzepte vor, die Stoffstromreduktionen aus einem anderen Blickwinkel betrachten. In einigen der beschriebenen Konzepte wird der Dematerialisierungsaspekt als ein wichtiger Indikator in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung interpretiert. Die im folgenden beschriebenen Ansätze weisen insgesamt einen breiteren Betrachtungswinkel auf, unterscheiden sich jedoch vom Dematerialisierungskonzept in ihrer Umsetzbarkeit.

### 2.3.1 Sustainability Vectors

Das Konzept der sustainability vectors (Elkington, 1995) stellt nachhaltige Entwicklung anhand eines Vektors dar, der als Elemente jene Ziele enthält, die eine Gesellschaft zu erreichen bzw. maximieren versucht (versuchen soll). Beispiele sind die Steigerung des Realeinkommens pro Kopf, die Verbesserung des Gesundheitszustands und der Ernährung, eine gerechtere Einkommensverteilung, der Zugang zu Ressourcen oder die Sicherung der Grundfreiheiten.

Die Definition für die Nachhaltigkeitsvektoren lautet:

*"Unter einem "sustainability vector" versteht man die Änderung der Demographie, der sozialen Werte, der Politik, der Konsummuster, der Produktionsprozesse sowie der Technologien, welche dafür sorgen sollte, daß einerseits dem Ziel der nachhaltigen Entwicklung Rechnung getragen wird, andererseits aber auch gleichzeitig soziale Bedürfnisse befriedigt werden." (Elkington, 1995).*

Insgesamt gibt es zehn dieser Vektoren, die in drei Gruppen eingeteilt werden können:

- a. Ressourcenindikatoren (wie z. B. das Ausmaß des Ressourcenabbaus)
- b. Ökonomische Indikatoren (wie z. B. das Beschäftigungsniveau)
- c. Soziale Indikatoren (wie z. B. die Bevölkerungsdichte in der Umgebung einer Stadt)

Die Inhalte der zehn Nachhaltigkeitsvektoren werden im folgenden kurz dargestellt.

#### Vektor 1: Gerechtigkeit

Gemeint ist damit sowohl die intragenerationale als auch die intergenerationale Gerechtigkeit. Der Aspekt der intragenerationalen Gerechtigkeit zielt z.B. auf die Einkommensunterschiede einer Generation ab. Ziel ist es, die große Kluft zwischen den Extremen des Wohlstandes und der Armut hinsichtlich Einkommen usw. zu schließen, denn sowohl Über-Konsumation als auch Armut führen zu Problemen in bezug auf Nachhaltigkeit. Der intergenerationale Aspekt fordert, daß nachfolgende Generationen Ressourcen mindestens in demselben Ausmaß wie die vorangegangene Generation zur Verfügung haben.

### Vektor 2: Bedürfnisbefriedigung

Das Ziel ist, die grundlegenden Bedürfnisse einer wachsenden Bevölkerung (wie etwa die Sicherung der medizinischen Versorgung oder des Zugangs zur Schulbildung für alle) zu befriedigen.

### Vektor 3: Mannigfaltigkeit

Vielfalt bedeutet, daß Nachhaltigkeit nicht nur durch eine konkrete Politik beschrieben werden kann, sondern daß sie sich aus verschiedenen technischen, ökonomischen, sozialen und kulturellen Faktoren zusammensetzt, die in komplexer Weise interagieren. Notwendig ist neben einer politischen auch eine kulturelle und soziale Mannigfaltigkeit, um einer nachhaltigen Welt in ihrer Heterogenität zu entsprechen.

### Vektor 4: Lebensqualität

Nachhaltige Lebensstile sollen sich dadurch auszeichnen, daß in ihnen ein Wandel von quantitativ ökonomischen hin zu qualitativ ökologischen Zielen erfolgt. Es wird jedoch nicht ein einfacher Wechsel von der Quantität zur Qualität vorgeschlagen, sondern es sollen Indikatoren entwickelt werden, welche sowohl die wirtschaftliche, als auch die soziale Dimension berücksichtigen.

### Vektor 5: Dematerialisierung

Mit weniger Energie- und Materialinputs soll ein bestimmter vorgegebener Output produziert werden, d. h. neue Technologien sollen die Ressourcenproduktivität steigern. Dieser Prozeß der Dematerialisierung ist nicht auf eine Reduktion der Bedürfnisbefriedigung ausgerichtet, sondern der Konsumentennutzen soll durch einen leichteren Zugang zu Information und Wissen sogar noch gesteigert werden. Dieses Ziel steht in engem Zusammenhang mit dem MIPS-Konzept (Materialintensität pro Dienstleistungseinheit).

### Vektor 6: Nachhaltige Technologien

Mit der Entwicklung neuer, ressourceneffizienter Technologien versucht man höhere ökologische Standards zu erreichen, wobei man hinsichtlich ihrer Wirkung vier verschiedene Ökotechnologien unterscheidet: a) Technologien, die Abfall oder die Freisetzung von gefährlichen Substanzen vermeiden, b) Technologien zur Behandlung von gefährlichen Stoffen, bevor sie in die Umwelt gelangen, c) Technologien zur Behandlung gefährlicher Stoffe, nach-

---

dem sie in die Umwelt gelangt sind bzw. d) Technologien zur Bewertung und Beobachtung der Umweltbedingungen und Schadstofffreisetzungen.

#### Vektor 7: Ökologische Infrastruktur

Die Aufgabe besteht darin, neben nachhaltigen Produkten und Produktionsverfahren auch die Infrastruktur und mit ihr die Kommunikationssysteme, die Energieversorgung, die Verkehrsinfrastruktur, sowie die Abfall- und Abwassersysteme derart zu gestalten, daß auch Konsumenten, Städte und Industrien ihre Rolle im Rahmen der nachhaltigen Entwicklung wahrnehmen können. Zu notwendigen Maßnahmen gehören lokale Kreislaufschließungen genauso wie industrielle Ökosysteme.

#### Vektor 8: Kritische Masse

Keine der bisher erwähnten Veränderungen kann und wird erreicht werden, wenn es nicht zu einer sozialen, wirtschaftlichen oder politisch kritischen Masse kommt. Denn nicht nur die Regierungen des 21. Jahrhunderts müssen sich dem Ziel der Nachhaltigkeit verschreiben, sondern auch innerhalb einzelner Berufssparten, Wirtschaftsbereiche oder auf Konsumentenebene ist eine kritische Masse erforderlich, wenn das Konzept der nachhaltigen Entwicklung Erfolg haben soll.

#### Vektor 9: Visionen

Im Rahmen dieses Vektors sollten die Konsumenten nicht dazu gebracht werden, im Sinne der Nachhaltigkeit auf verschiedene Güter zu verzichten, sondern ihren Lebensstil insgesamt zu verändern. Es sollen Ziele und Strategien auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene formuliert werden, die die Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung auf allen Ebenen ermöglichen.

#### Vektor 10: Werte

Die angestrebte Verlagerung zu nachhaltigen Lebensstilen kann nur dann erfolgen, wenn sich das derzeit gültige Wertesystem der Gesellschaft grundlegend ändert. Anhand dieser zehn Vektoren werden Bedürfnistests ("need-tests") durchgeführt, die Produkte, Verfahren und Dienstleistungen beurteilen. Anhand der folgenden Fragen soll festgestellt werden, in welcher Situation sich das Produkt/die Dienstleistung zum gegenwärtigen Zeitpunkt befindet:

- Worin besteht die primäre Funktion des Produktes/der Dienstleistung?
- Welchen anderen Nutzen stiftet das Produkt/die Dienstleistung?
- Ist es wahrscheinlich, daß die primäre Funktion des Produktes/der Dienstleistung nachgefragt wird?
- Wie sieht das Kosten-Nutzen-Verhältnis des Produktes/der Dienstleistung heute aus?
- Wäre das Produkt/die Dienstleistung in einer Welt von 8 bis 10 Milliarden Menschen als nachhaltig einzustufen?
- Gibt es nachhaltigere Produkte/Dienstleistungen um dieselbe Funktion/denselben Nutzen zu erzeugen?

### 2.3.2 Der Öko-Kompaß

Claude Fussler (1996) definierte in Anlehnung an das MIPS-Konzept des Wuppertal Instituts einen Öko-Kompaß zur Bewertung von Produkten und Prozessen auf Basis einer Lebenszyklusanalyse. Dieser Öko-Kompaß kann als Erweiterung des MIPS-Konzepts verstanden werden. Der Ökokompaß berücksichtigt nicht nur Stoffströme, sondern auch die Mengen der in den Produktionsprozeß eingegangenen nicht erneuerbaren Ressourcen und die Menge des nicht ökologisch effizient rezyklierten Abfalls. Die vielleicht wichtigste Erweiterung des Öko-Kompaß im Vergleich zum MIPS-Konzept liegt in der Berücksichtigung der Toxizität von Stoffen. Der Öko-Kompaß betrachtet folgende sechs Dimensionen, wobei die ersten vier in einem Zusammenhang mit dem MIPS-Konzept stehen, während die beiden letzten Erweiterungen darstellen:

- Materialintensität
- Energieintensität
- Dienstleistungsintensität
- Menge des nicht ökologisch effizient rezyklierten Abfalls
- Menge der in die Produktion eingegangenen nicht erneuerbaren Ressourcen
- Potentielle Risiken für Mensch und Umwelt

Vier der sechs Dimensionen des Öko-Kompaß sind eng mit dem MIPS-Konzept verbunden, nämlich die Material-, Energie- und Dienstleistungsintensität und die Menge des nicht ökologisch effizient rezyklierten Mülls. Zusätzliche Kategorien werden durch die beiden Kategorien

---

"potentielle Risiken für Mensch und Umwelt" sowie "Menge der in der Produktion verwendeten erneuerbaren Ressourcen" eingebracht.

### 2.3.2.1 Materialintensität

Die Produktion und die Nutzung von Gütern, haben vielfältige Effekte auf die Umwelt. Es werden große Mengen an nicht erneuerbaren Ressourcen verbraucht, natürliche Vielfalt wird durch Monokulturen ersetzt usw.. Viele dieser Effekte sind versteckt, denn auf keinem Produkt steht zu lesen, welche Massenbewegungen durch die Förderung, Produktion und Konsumption verursacht wurden. Eine Reduktion der Materialintensität bei der Produktion eines Gutes (Einsatz von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen) ist daher anzustreben.

### 2.3.2.2 Energieintensität

Wie beim MIPS-Konzept wird die eingesetzte Energie in allen Phasen des Lebenszyklus eines Produktes (oder einer Dienstleistung) verwendet. Die Produktion und der Verbrauch von Energie verursacht große Mengen an Emissionen und Abfällen und ist für den Großteil des Kohlendioxid-Ausstoßes verantwortlich. Ziel in Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung ist es, den Energieverbrauch bei der Rohstoffgewinnung, der Produktion und der Nutzung eines Produkts zu verringern. Im Öko-Kompaß werden die gesamten Energieinputs über den Lebenszyklus eines Produkts summiert und in EIPS (energy intensity per unit of service) separat ausgedrückt. Im MIPS-Konzept sind sie in den Stoffströmen enthalten.

### 2.3.2.3 Dienstleistungsintensität

Ökologische Effizienz bezieht sich nicht nur auf die Energie- und Materialflüsse, sondern auch auf die Bereitstellung von mehr Dienstleistungen bei gleicher Menge an Umweltbelastung<sup>25</sup>. Eine solche erhöhte Dienstleistungsintensität kann wie folgt erreicht werden:

- Erhöhte Lebensdauer: Langlebige Produkte verringern negative Umweltauswirkungen durch die Produktion von Ersatzgütern. Eine frühzeitige Anschaffung eines neuen Produktes macht nur Sinn, wenn ein großer Technologiesprung (Reduktion im laufenden

---

<sup>25</sup> Wie im MIPS-Konzept sind dabei die Materialströme auf die möglichen Dienstleistungen zu beziehen.

Energieverbrauch, Emissionsreduktion) den zusätzlichen Material- und Energieaufwand durch die Produktion wettmacht.

- Reparierbarkeit und Aufwertbarkeit: Reparierfreundlichkeit erhöht die Lebensdauer eines Produktes. Die Aufwertbarkeit betrifft das Verwenden von Grundelementen während mehrerer Produktgenerationen. Grundvoraussetzung für die Möglichkeit des Aufwertens ist eine Modulbauweise, welche es erlaubt, mit möglichst wenig Arbeitsaufwand, die betreffenden veralteten Bauteile durch neue zu ersetzen. Beispielsweise können so Elektro- und Elektronikgeräte, unter Beibehaltung ihrer Gehäuse, Antriebe und dergleichen, ressourcenschonend für längere Zeit am neuesten Stand der Technik gehalten werden.
- Multifunktionalität: Wenn ein Produkt zwei Funktionen erfüllt, so wird es in der Regel über den gesamten Lebenszyklus weniger Rohstoffe und Energie benötigen als zwei getrennte Geräte. Beispiele hierfür wären Drucker, die auch als Faxgeräte verwendet werden können, Isoliermaterialien, die auch als tragende Wände eingesetzt werden können, usw. Das Problem solcher Multifunktionsgeräte und -produkte war bisher, daß keine der Funktionen die gleiche Qualität oder Bedienungsfreundlichkeit hatte wie ein Einzelgerät-/produkt. Aufgrund dieses Mangels setzten sich multifunktionale Geräte/Produkte bisher nicht durch.
- Gemeinsame Nutzung: Viele Produkte werden - in Hinblick auf ihr Nutzungspotential - nur ganz selten genutzt, wie beispielsweise Autos, Bohrmaschinen oder Waschmaschinen. Die Nutzung solcher Gebrauchsgegenstände durch mehrere Nutzer würde den Energie- und Materialeinsatz in der Produktion verringern. Einerseits würde die raschere Abnutzung des Produktes durch den verstärkten Gebrauch zum Kauf eines, dann hoffentlich schon ressourcensparenderen Produktes führen. Andererseits hätte eine verbesserte, robustere Ausführung des ersten Produktes eine ähnlich positive Auswirkung auf die Ressourcenbilanz wie der Neukauf eines technisch erneuerten.

### 2.3.2.4 Menge des nicht ökologisch effizient rezyklierten Abfalls

Sämtliche Abfälle und Emissionen, die nicht ökologisch effizient rezykliert werden, stellen einen mengenmäßig größeren Eingriff in die Umwelt dar als notwendig. Im Öko-Kompaß werden mehrere Methoden vorgestellt, um die Deponierung von scheinbar nutzlosen Materialien zu verringern oder gänzlich zu verhindern. Das Wegwerfen von, für andere Industrien wertvollen, Rohstoffen kann durch das Zusammenarbeiten und die Koordination von Industriebetrieben,

das Wiederverwerten von gebrauchten Bauteilen, die Verlängerung der Lebensdauer, usw. vermindert werden. Im MIPS-Konzept ist die Effizienz des Recycling Ergebnis der Materialintensitätsanalyse.

### 2.3.2.5 Erneuerbare Ressourcen in der Produktion

Die Energie- und Materialintensitäten messen die benötigten Mengen der in der Produktion eingesetzten Energie oder Materialien pro Dienstleistungseinheit, nicht jedoch deren Herkunft. Fussler führt eine fünfte Dimension ein, die die Menge der erneuerbaren Ressourcen und die Art ihrer Gewinnung berücksichtigt. Eine erneuerbare Ressource kann sehr umweltschädigend genutzt werden, wie sich am Beispiel der Monokulturen des Waldes oder des Nahrungsmittelanbaus zeigt. Solche Monokulturen sind oft nur mit massivem Einsatz von Düng- oder Spritzmitteln aufrecht zu erhalten. Auch steigt in der Tier- oder Fischzucht der Einsatz von Medikamenten. Fussler schlägt daher vor, zusätzlich zur Unterscheidung zwischen erneuerbaren und nicht erneuerbaren Ressourcen die Umweltverträglichkeit der Nutzung erneuerbarer Ressourcen zu prüfen.

### 2.3.2.6 Potentielle Risiken für Mensch und Umwelt

Im MIPS-Konzept werden toxische Stoffe ergänzend, nicht aber systematisiert erfaßt. Der Öko-Kompaß geht hier weiter. Fussler schlägt folgende zwölf Bewertungskriterien zur Risikoabschätzung für Mensch und Umwelt vor (die ersten sechs Indikatoren betreffen Effekte auf den Menschen, während die restlichen Indikatoren die Effekte auf die Umwelt ausdrücken):

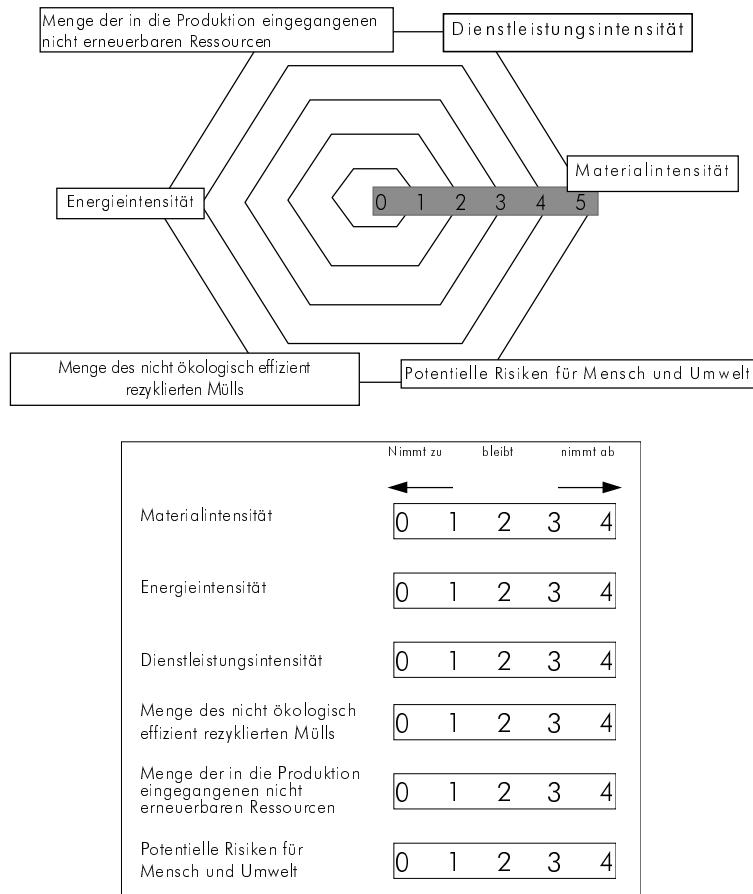
1. AHT (acute human toxicity) - unmittelbare Effekte durch die Einwirkung einer Substanz
2. CTM (carcinogenic, teratogenic and mutagenic effects) - Wirkungen aufgrund langfristiger Einwirkungen
3. PTB (persistent toxins that bioaccumulate) - Gefahren aufgrund sich im Körper anreichernder Stoffe
4. EAOS (emissions to the atmosphere of organic substances) - Gefahren durch photochemischen Smog und die daraus folgenden Atemschwierigkeiten, Reizungen, usw.
5. A+I (allergies and irritations) - Gefahren von Allergien oder Überreaktionen
6. Accident Risk - Unfallgefahren, wie Feuergefährlichkeit, Explosionsgefahr usw.

7. ECT (terrestrial ecotoxicity) - Gefahr für Flora und Fauna des Festlandes
8. ECA (aquatic ecotoxicity) - Gefahr für Flora und Fauna des Wassers
9. AP (acidification potential) - Gefahr der Versauerung von Böden
10. NP (nutrification potential) - Nährstoffeintrag in den Wasserlauf
11. GWP (global warming potential) - Beitrag zur Erderwärmung, durch Emission von Treibhausgasen
12. ODP (ozone depletion potential) Beitrag zum Abbau der Ozonschicht

Die Öko-Kompaß-Analyse wird graphisch (Abbildung 2.1) dargestellt. In einem (idealen) Basisfall werden alle sechs Dimensionen mit der "Note" zwei bewertet und liegen damit im Inneren des Sechsecks (Numeraire für eine nachhaltige Entwicklung). Die Alternativen werden je Pol mit 0 - 5 bewertet, abhängig von der Verbesserung bzw. Verschlechterung bei den einzelnen Faktoren. Der Abstand zwischen einer Wertung zwei und fünf entspricht einer Verbesserung um den "Faktor 4", was Ernst von Weizsäcker, Amory und Hunter Lovins in ihrem Buch "Faktor 4" als Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung sehen.

Die Ergebnisse der Analyse von Produkten oder Produktionsprozessen in Hinblick auf diese sechs Dimensionen sind graphisch sehr schön darstellbar und vergleichbar, jedoch bleibt auch beim Öko-Kompaß eine wichtige Frage, wie bei vielen anderen Bewertungsverfahren, offen: Die Gewichtung der Ergebnisse in den sechs Dimensionen ist vollkommen ungelöst. Eine endgültige Bewertung kann nur durch Wissenschaftler oder Politiker durchgeführt werden, welche vorgeben, wie wichtig eine Dimension im Vergleich zu einer anderen ist. Diese Bewertung ist aber aufgrund der Komplexität der Natur und des beschränkten Wissens nur sehr schwer (wenn überhaupt) durchführbar.

Abbildung 2.2



Q: Füssler, 1996.

### 2.3.3 Messung der Nachhaltigkeit von Technologien

Zentrale Schwerpunkte zahlreicher Arbeiten von Giancarlo Barbiroli (1990, 1992, 1993A, 1993B, 1995) betreffen energiepolitische Fragestellungen, Konzepte des Ressourcenmanagements, sowie technologische Veränderungen und ihre Auswirkungen auf die Umwelt. Sein besonderes Interesse gilt der Suche nach geeigneten Meßgrößen als Erklärungshilfe bestimmter Entwicklungen.

Barbirolis Konzept stützt sich auf 16 Basisindikatoren, die unterschiedlich gewichtet und zusammengefaßt einen einzigen zentralen, mehrdimensionalen Index ergeben. Der mathematische Weg dabei führt über acht Sub-Indizes in der ersten Ebene, über vier weitere in der zweiten und schließlich über zwei Finalindizes in der dritten Ebene. Die beiden bedeutendsten Arbeiten in Hinblick auf die Messung von Nachhaltigkeit sind das Konzept vom *Technologiewandel* und das Modell zur *Bewertung von umweltverträglichen Technologien*.

### 2.3.3.1 Das Konzept vom Technologiewandel

In einer Zeit, in der sich Technologien und Strukturen rasch verändern, beschäftigt sich Barbiroli gezielt mit der Quantifizierung dieser Vorgänge. Bei der Anwendung seines 16-Indikatoren-Schemas ergibt sich der zentrale Index des *Technologiewandels* aus den zwei Sub-Indizes "Technologische Entwicklungen" und "Strukturelle Veränderungen". Diese unterteilen sich in der nächsten Ebene abermals in zwei Sub-Indizes. Der Index der *Technologischen Entwicklungen* bildet eine Zusammenfassung der Sub-Indizes der *Technologischen Qualität* und der *Transformationsqualität*. Die *Ökonomischen Vernetzungen* und die *Ökonomische Qualität* führen wiederum zum Index der *Strukturellen Veränderungen*. Die wiederholte Unterteilung in Sub-Indizes führt schließlich zur vollständigen Darstellung des 16-Indikatoren-Schemas in Übersicht 2.3.

Die besondere Stärke dieser Vorgangsweise liegt in der mehrdimensionalen Betrachtung. Diese ist auch dann noch gegeben, wenn einzelne Indikatoren approximiert werden müssen, da die Messung und Quantifizierung an Grenzen stößt.

### Übersicht 2.3

#### Zusammensetzung des Indexes für den *Technologiewandel*

		Globale Prozeßqualität	<	1. Innere Qualität der Technologie
Technologische Qualität	<	Veränderung der Technologie	<	2. Umweltqualität der Technologie
<u>Technologische Veränderungen</u>				3. Technologische Erneuerungsrate
		Globale Produktqualität	<	4. F&E-Anteil an Produktionskosten
Transformationsqualität	<	Ressourcenrationalisierung	<	5. Innere Qualität des Produkts
				6. Einflüsse auf das Umfeld
				7. Rationelle Rohstoffnutzung
				8. Rationelle Energienutzung
		Entwicklungsfähigkeit	<	9. Entwicklungspotential
Ökonomische Vernetzungen	<	Unentbehrlichkeit	<	10. Durchdringung
<u>Strukturelle Veränderungen</u>				11. Substituierbarkeit
		Systemqualität	<	12. Intensität der Verbindungen
Ökonomische Qualität	<	Know - how	<	13. Wirtschaftliche Auswirkungen
				14. Internationale Handelsstruktur
				15. Grad der nicht-materiellen Inputs
				16. Bildungsniveau d. Beschäftigten

---

Der mehrdimensionale Blickwinkel dieses Konzepts, im Vergleich zu isolierten Indikatoren (Produktivität), zeigt sich bei genauerer Betrachtung der einzelnen Indikatoren:

### 1. Innere Qualität der Technologie

Dieser Indikator bewertet die Qualität einer Technologie anhand der jeweiligen Prozeßqualität, beispielsweise anhand der Verlässlichkeit, und anhand der Effizienz und Flexibilität des Prozesses.

### 2. Umweltqualität der Technologie

Der Einfluß auf die Umweltqualität läßt sich durch den Anteil der Umweltschutzausgaben am Produktionswert vereinfacht darstellen. An dieser Stelle werden alle Investitionen berücksichtigt, die zum Schutz der Umwelt dienen. Der Ausstoß für diese Investitionen kommt von regulativen Eingriffen (z.B. Schadstoffemissionsgrenzen, Umweltsteuern) von Regulierungsbehörden, oder der Umweltverantwortung der wirtschaftlichen Akteure. Eine Technologie, die eine Schonung der Umwelt bewirkt, ist durch eine relativ geringe Merkmalsausprägung im Index gekennzeichnet.

### 3. Technologische Erneuerungsrate

Mit Hilfe dieser Rate wird die technologische und wirtschaftliche Lebensdauer eines Prozesses in das Konzept eingebunden. Eine mögliche Quantifizierung bezieht sich auf den Zeitraum zwischen Ersteinsatz und Erneuerung.

### 4. F&E-Anteil an den Produktionskosten

Forschung und Entwicklung spielen eine zentrale Rolle im Wettbewerb und folglich auch im technologischen Wandel. Als Meßgröße dient hier der Anteil der F&E-Ausgaben am Gesamtumsatz. Betrachtet werden die F&E-Ausgaben für einen Zeitraum von drei Jahren. Dieser Indikator ist sowohl für eine einzige Firma als auch für einen ganzen Wirtschaftszweig anwendbar.

### 5. Innere Qualität des Produkts

Dieser Indikator zählt nun nicht mehr zum Bereich der *Technologischen Qualität*, sondern ist Teil des Sub-Index *Transformationsqualität*. An dieser Stelle werden die vielfältigen, aber schwer zu messenden Stärken eines Produkts berücksichtigt. Ein einfaches Messer beispielsweise kann man nicht nur zum Schneiden verwenden, sondern auch zum Streichen von Honig oder als Schraubenzieher. Dieser Indikator versucht die Erfassung der vielfältigen Ein-

satzbereiche von Produkten oder Technologien. Am Beispiel des Messers zeigt sich, daß ein Produkt zwar für einen bestimmten Aufgabenbereich (Schneiden) konzipiert wurde, trotzdem aber zahlreiche zusätzliche Stärken besitzt. Um technologische Veränderungen in diesem Bereich zu quantifizieren, vergleicht man die Entwicklung der Stärkenausprägungen von verschiedenen Zeitpunkten in einem GPI (Global Performance Index).

#### 6. Einflüsse auf das Umfeld

Eine hohe Flexibilität von Produktionstechnologien erhöht die Reagibilität im internationalen Wettbewerb. Der Vorteil zeigt sich einerseits in einer relativ raschen Anpassung des erzeugten Produkts an die herrschenden Bedürfnisse. Der Nachteil ergibt sich andererseits aus den möglicherweise daraus entstehenden sozialen Kosten, die der Unternehmer durch seinen Erlös nicht decken kann. Als Indikator dient hier die Differenz der bewerteten Stärken des Ursprungsprodukts abzüglich der Kosten des Folgeprodukts.

#### 7. Rationelle Rohstoffnutzung

Die Ressourcenrationalisierung spielt eine zentrale Rolle bei der Technologiewahl. Der durch die Knaptheit bedingte rationelle Umgang mit Inputs zwingt im Idealfall die Unternehmen aus Kostengründen zu ressourcenschonendem Verhalten. Als Kennzahl dafür, wie effizient die Rohstoffe in der Produktion Verwendung finden, dient der Nutzungsgrad. Dieser ergibt sich näherungsweise aus dem Anteil der Rohstoffkosten am Wert des erzeugten Produkts. Zusätzlich führt der Einsatz von alternativen Inputs zu Rationalisierungsvorsprüngen. In diesem Fall würde der Anteil der Wertsteigerung, bedingt durch den Alternativ-Rohstoff, am gesamten Produktionswert die Maßgröße darstellen.

#### 8. Rationelle Energienutzung

Der sparsame Umgang mit Energie zählt bestimmt zu den wichtigsten Kriterien für die Beurteilung der Nachhaltigkeit einer Technologie. Genauso wie im Bereich der Rationellen Rohstoffnutzung spiegelt sich auch hier ein übermäßiger Energieverbrauch in den Produktionskosten wider. Als Indikator dient abermals der Nutzungsgrad, gemessen als Anteil der Energiekosten am Produktwert.

#### 9. Entwicklungspotential

Dieser Indikator zählt nun nicht mehr zum Bereich der *Technologischen Veränderungen*, sondern zu dem der *Strukturellen Veränderungen*. Das *Entwicklungspotential* versucht die unterschiedlichen Chancen in den Bereichen Wachstum, Produktivität oder auch Rationalisierung zu quantifizieren. Je größer das Potential, desto überlebensfähiger und ertragreicher scheint eine

---

bestimmte Technologie zu sein. Die Berechnung dieser Kennzahl ist komplexer als bei anderen Kennzahlen. Ausgangspunkt sind GPIs (Global Performance Indices, beispielsweise der Anteil der Produktionskosten am Umsatz) und PIs (Productivity Indices, beispielsweise der Anteil der Investitionen am Umsatz). Diese, kombiniert und verbunden mit dem F&E-Kostenanteil am Umsatz, ergeben schließlich einen umfangreichen, aber mehrdimensionalen PDI (Potential Development Index).

#### 10. Durchdringung

Die Bewertung der Durchdringung einer Technologie ermöglicht einen gelungenen Brückenschlag zwischen technischen und strukturellen Veränderungen. Da eine bestimmte Technologie in unterschiedlichen Branchen anwendbar ist, gibt die *Durchdringung* an, welche Bedeutung der Prozeß in fremden Branchen erreicht. Die Messung erfolgt über einen Beobachtungszeitraum von drei Jahren und mißt das Verhältnis der Investitionen aller Branchen in die neue Technologie zu den Investitionen im Ursprungsbereich.

#### 11. Substituierbarkeit

Diese Kennzahl ist ein weiterer Teil des Brückenschlags zwischen technischen und strukturellen Veränderungen und erfaßt die Substitution von Technologien. Diese Substitutionsvorgänge sind wichtige Auslöser von strukturellen Veränderungen, da veraltete Teile einer Technologie durch neue ersetzt werden. Nimmt der Indikator den Wert 1 an, so kommt es zu einer vollständigen Substitution, beim Wert 0 kann auf eine Substitution verzichtet werden.

#### 12. Intensität der Verbindungen

Es ist unbestritten, daß neue Technologien (z.B. Internet) große strukturelle Veränderungen bewirken können. Dieser Indikator versucht zu erfassen, wie gefestigt eine Struktur ist, und wie leicht neue Technologien Veränderungen ermöglichen. Die Nutzung neuer Anwendungen und ihrer innovativen Vorteile läßt sich durch den Anteil des Produktionswertes einer neuen Technologie am Produktionswert der konventionellen Technologie messen.

#### 13. Wirtschaftliche Auswirkungen

Häufig verursachen Investitionen in eine Technologie auch Folgeinvestitionen in andere Technologien. An dieser Stelle werden mögliche Wertzuwächse aus verbesserter Produktion berücksichtigt und das Verhältnis von ausgelösten Neuinvestitionen in neue Technologien zu den Investitionen in der Ausgangstechnologie erfaßt. Eine weitere mögliche Quantifizierung erfolgt über die Relation der jeweiligen Wertzuwächse. Folglich zählt dieser Indikator nicht mehr zum

Subindex der Ökonomischen Vernetzungen, sondern zum Subindex der Ökonomischen Qualität.

#### 14. Internationale Handelsstruktur

Der Einsatz einer bestimmten Technologie wirkt sich auf den Handel mit Rohstoffen, Energie, Know-how, Dienstleistungen und Waren aus. Änderungen der Struktur stehen in engem Zusammenhang mit der Import- oder Exportabhängigkeit. Folglich können neue Technologien die Import- bzw. Exportquote verändern. Die Anwendung dieser Meßgröße ist branchenübergreifend möglich und wird abermals über einen Beobachtungszeitraum von drei Jahren betrachtet.

#### 15. Grad der nicht-materiellen Inputs

Jeder Prozeß benötigt eine bestimmte Menge an zusätzlichen Ausgaben für nicht-materielle Ausstattung, wie Software, Weiterbildung, Training usw. Eine besonders starke Ausweitung erfuhr dieser Trend in den letzten Jahren mit Beginn der neuen informationstechnologischen Revolution. Diese Entwicklung lässt sich vereinfacht über den zusätzlichen Kostenanteil von nicht-materiellen Inputs am gesamten Investitionsaufwand darstellen und ist Ausdruck der zentralen strategischen Stellung des Know-how.

#### 16. Bildungsniveau der Beschäftigten

Die Beschäftigten benötigen ein immer größeres Qualifikationsniveau, um die neuen Technologien zu verstehen (Spezialsprachen) und zu beherrschen (Software). An dieser Stelle lässt sich der Anteil der höhergebildeten Beschäftigten an der Gesamtbeschäftigung messen.

Die konzeptionelle Zusammenstellung mag überzeugen, doch erwähnt Barbiroli auch selbst das große Erhebungsproblem aller notwendigen Werte (*Durchdringung, Intensität der Verbindungen, usw.*). Der einzige Ausweg scheint die Approximation der einzelnen Indikatoren und die Forderung, die Daten-Erhebungsmethoden zu verfeinern. Trotz der Probleme der quantitativen Erfassung erfolgt im letzten Schritt, wie bereits erwähnt, die gewichtete Zusammenfassung der 16 Einzelindikatoren über Sub-Indizes bis hin zum zentralen Index des *Technologiewandels* im *Bottom-up*-Verfahren.

Auf dem Weg zum zentralen Index lässt sich jeder Subindex auf allen Ebenen, sowie der zentrale Index selbst wie folgt berechnen:

$$X_j^{(k)} = (X_{j, \min}^{(k)} - \sum_{i \in S(j,k)} \lambda_i^{(k-1)} R_{i, k-1}^{i, k} X_{i, \min}) + \sum_{i \in S(j,k)} \lambda_i^{(k-1)} R_{i, k-1}^{i, k} X_i^{k-1}$$

Es gilt:

$X_j^{(k)}$  ... Wert des Index  $j$  in der Ebene  $k$

$X_{j, \min}^{(k)}$  ... voraussichtlicher Minimalwert des Index  $j$  in der Ebene  $k$

$\lambda_i^{(k-1)}$  ... festgelegte Gewichtung der Variable  $i$  in der Ebene  $k-1$

$S(j,k)$  ... Indizes-Set des Nachfolgers der Variable  $j$  in der Ebene  $k$

$$R_{i, k-1}^{i, k} = \frac{X_{j, \max}^{(k)} - X_{j, \min}^{(k)}}{X_{i, \max}^{(k-1)} - X_{i, \min}^{(k-1)}} \dots \text{Skalenrelation zwischen } j \text{ (in } k \text{) und } i \text{ (in } k-1 \text{)}$$

Die Summe aller Gewichtungen ergibt 1.

Diese Methode der Technologiebewertung wurde durch Barbiroli bereits angewandt und als Konzept für die Bewertung und den Vergleich von Technologien vorgestellt.

Im Konzept vom *Technologiewandel* kommt die Betrachtung der Nachhaltigkeit etwas zu kurz. Eine Weiterentwicklung des Konzepts gibt dem Argument "Umweltverträglichkeit" einen größeren Raum.

### 2.3.3.2 Bewertung von umweltverträglichen Technologien

Dieses Modell, das abermals auf einem 16-Indikatoren-Schema beruht, wurde auf der *Internationalen Konferenz über Umweltverschmutzung 1993* in Barcelona zum ersten Mal vorgestellt. Ziel ist die verstärkte Einbindung der Nachhaltigkeitsbetrachtung in ein Konzept zur Bewertung von Technologien. Die Hauptkennziffern des Modells münden wieder in einen zentralen Index. Dieser zentrale Index besteht aus den beiden übergeordneten Sub-Indizes der *Ökologischen Veränderungen* und dem der *Ökonomischen Veränderungen*. Diese unterteilen sich wiederum in insgesamt vier Indizes, welche sich ebenfalls aus jeweils zwei Sub-Indizes zusammensetzen.

Bei näherem Vergleich von Übersicht 2.3 und Übersicht 2.4 lassen sich einige Parallelen erkennen, die über die einfache Vergleichbarkeit des Indikatoren-Schemas hinausgehen. Einige

Indikatoren des Modells zur Bewertung von *umweltverträglichen Technologien* decken sich in Ausführung und Bezeichnung mit Indikatoren des Konzepts vom *Technologiewandel*. Nicht überraschend finden sich diese Gleichheiten besonders bei den Kennzahlen aus dem Bereich der *Ökonomischen Veränderungen*. Übersicht 2.4 verdeutlicht diese Parallelen und illustriert den Aufbau des Modells zur Bewertung von *umweltverträglichen Technologien*.

#### Übersicht 2.4

##### Index zur Bewertung umweltverträglicher Technologien

		Prozeßqualität	<	1. Verschmutzende Emissionen
Umweltqualität	<	Produktsicherheit	<	2. Risiko in der Produktion
				3. Recyclierbarkeit des Produkts
				4. Entsorgung
<u>Ökologische Veränderungen</u>				5. Energieausbeute
		Rohstoffverbrauch	<	6. Rohstoffumwandlung
Rohstoffnutzung	<	Recycling	<	7. Nutzbarer Prozeßabfall
				8. Nutzung von Sekundärmaterial
				9. Gleichgewichtstendenz
		Ökonom. Relevanz	<	10. Ökonomischer Einfluß
Ökonomische Vernetzungen	<			11. Entwicklungspotential
		Entwicklungsfähigkeit	<	12. Durchdringung
<u>Ökonomische Veränderungen</u>				13. Bildungsniveau d. Beschäftigten
		Know - how	<	14. Grad der nicht-materiellen Inputs
Ökonomische Qualität	<			15. Direkte Umweltauswirkungen
		Umweltverbesserung	<	16. Einfluß auf Entwicklung neuer Umwelttechnologien

Auch an dieser Stelle sei auf den mehrdimensionalen Charakter dieses Modells verwiesen und abermals soll dies anhand einer genaueren Betrachtung der einzelnen Indikatoren verdeutlicht werden.

### 1. Verschmutzende Emissionen

Dies ist der erste Indikator aus dem Index *Prozeßqualität*, welcher zum Bereich der Ökologischen Veränderungen zählt. Hier werden Vergleich und Bewertung der Technologien anhand von emittierten Schadstoffmengen vorgenommen.

### 2. Risiko in der Produktion

An dieser Stelle kommt es zu einer Evaluation der Unfälle im Produktionsbereich. Als Kennziffer dienen Unfallhäufigkeit bzw. Unfallwahrscheinlichkeit im Erzeugungsprozeß.

### 3. Recyclierbarkeit des Produkts

Die Recyclingeigenschaften sind ein besonders wichtiger Bestandteil zur Bewertung der nachhaltigen *Produktsicherheit*. Verständlicherweise wird ein sortenreines Produkt, das direkt in den Wiederverwertungskreislauf eingebunden werden kann, besser bewertet als ein Produkt, das erst mühsam und kostenaufwendig vor der Wiederverwertung in seine einzelnen Bestandteile zerlegt werden muß. Diese Kennziffer wird durch den Anteil, den die wiederverwertbare Menge an der Gesamtmenge aufweist, charakterisiert.

### 4. Entsorgung

Durch diesen Indikator wird auf die Bedeutung der sicheren und effizienten Endlagerung am Ende des Produkt-Lebenszyklus hingewiesen. Gemessen wird der Anteil der Entsorgungskosten pro produzierter Einheit.

### 5. Energieausbeute

Genau wie im ersten Modell spielt auch hier die Energieeffizienz im Produktionsbereich eine wesentliche Rolle. Vergleichbar mit dem obigen Indikator der *Rationellen Energienutzung* (8.) erfolgt die Evaluation dieser Kennziffer aus dem Bereich *Rohstoffverbrauch* mit Hilfe des Wirkungsgrades.

### 6. Rohstoffumwandlung

Auch dieser Indikator findet sich im Modell vom *Technologiewandel* und ist vergleichbar mit der *Rationellen Rohstoffnutzung* (7.). Gemessen wird die Ressourcenproduktivität.

### 7. Nutzbarer Prozeßabfall

Der produktinterne Umweltschutz wird immer wichtiger. Er umfaßt alle Tätigkeiten, die vor einer End-of-pipe-Lösung Möglichkeiten eines produktionsinternen Stoffkreislaufes nutzen. Im

Konzept von Barbiroli wird die Messung der Menge, die innerhalb der Technologie wieder-verwendet werden kann, unter dem Subindex *Recycling* eingebunden.

#### 8. Nutzung von Sekundärmaterial

Da die Verwendung von primären Rohstoffen die Umwelt mehr belasten kann als die Nutzung von Substituten aus Sekundärstoffen, wird auch die Menge an eingesetztem Sekundärmaterial berücksichtigt.

#### 9. Gleichgewichtstendenz

Aus Sicht der ökonomischen Veränderungen verursacht eine neue Technologie möglicherweise Veränderungen der ökonomischen Gleichgewichtszustände. Beispielsweise werden im internationalen Handel nicht nur Waren getauscht, sondern in der Regel auch Technologien. Diese wiederum benötigen für ihre Nutzung Produktionsmaterialien und Energie. Folglich bewirkt eine Veränderung im Technologiegleichgewicht auch eine Änderung im Handelsgleichgewicht. Um dies im Modell zu verdeutlichen, wird der Anteil der Erträge aus dem Handel mit der neuen Technologie am BIP gemessen.

#### 10. Ökonomischer Einfluß

Der zweite Indikator im Index *ökonomische Relevanz* berücksichtigt die Bedeutung einer bestimmten Technologie für ökonomische Aktivitäten. Es ist vorstellbar, daß die Einführung einer neuen Technologie eine Reihe neuer wirtschaftlicher Aktivitäten nach sich zieht. Als Kennzahl schlägt Barbiroli den Anteil der gesamten, durch die neue Technologie ausgelösten Aktivitäten am BIP vor.

#### 11. Entwicklungspotential

Das *Entwicklungspotential* zählt hier, genauso wie im Modell vom *Technologiewandel*, zum Bereich *Entwicklungsfähigkeit* und stimmt nicht nur in der Bezeichnung, sondern auch in der Definition mit dem obigen Indikator (9.) überein. Folglich dient er in diesem Konzept ebenfalls der Chancenbewertung bezüglich Wachstum, Produktivität und Effizienz.

#### 12. Durchdringung

Auch bei dieser Kennziffer entspricht die Interpretation zur Gänze der obigen. Die Messung erfolgt abermals über das Verhältnis der Investitionen im Ursprungsbereich zu den Folgeinvestitionen in fremden Branchen.

### 13. Bildungsniveau der Beschäftigten

Der Subindex *Know-how* mit den Punkten *Bildungsniveau der Beschäftigten* und *Grad der nicht-materiellen Inputs* gleicht ohne Ausnahme dem des Konzepts vom *Technologiewandel*. Es wird an dieser Stelle die zusätzliche Ausbildung, die eine neue Technologie erfordert, durch den Anteil der höhergebildeten Beschäftigten an der Gesamtbeschäftigung in das Modell eingebunden.

### 14. Grad der nicht-materiellen Inputs

Dieser Indikator erfaßt, wie im vorigen Modell, die zusätzlichen Kosten für Schulungen, Spezialtraining und Software mit Hilfe des Anteils dieser Aufwendungen an den gesamten Ausstattungskosten pro Periode.

### 15. Direkte Umweltauswirkungen

Der zweite und zugleich letzte Subindex aus dem Bereich "Ökonomische Qualität" bezieht sich auf *Umweltverbesserungen*. Sein erster Indikator gleicht einem des obigen Modells. Ebenso wie die *Umweltqualität der Technologie* (2.) wird auch hier der Anteil der laufenden Kosten zur Stabilisierung der Umweltqualität am Produktionswert gemessen.

### 16. Einfluß auf die Entwicklung von neuen Umwelttechnologien

Diese abschließende Kennzahl stellt eine Erneuerung des Modells dar. Sie ist Ausdruck eines Multiplikator-Effektes, den die Einführung einer innovativen Technologie potentiell auf die Entwicklung neuer umweltschonender Anwendungen hat. Die Folge einer gesamtheitlichen Verbesserung der Umweltqualität wird mit Hilfe des Anteils der Wertschöpfung aus der neuen Produktions- und Umweltsituation am BIP gemessen.

Barbiroli verfolgt mit seinem Modell eine *Bewertung von umweltverträglichen (öko-kompatiblen) Technologien*. Seine öko-kompatible Betrachtung erfolgt einerseits vom ökologischen Blickwinkel (Umweltsituation), andererseits aber auch vom ökonomischen Standpunkt (Produktionssituation) aus. Dieses Modell ermöglicht, in Kombination mit dem Konzept vom *Technologiewandel*, eine umfassende, wenn auch teilweise - aufgrund von Datenproblemen - approximierte Betrachtungsweise.

## 2.3.4 ISO 14031: Umweltleistungsbeurteilung

Die internationale Norm ISO 14031 zielt auf Umweltmanagement und Umweltleistungsbeurteilung ab und unterstützt die Normen ISO 14001 und ISO 14004. Der Anwendungsbereich dieser Norm erstreckt sich auf alle Organisationen, unabhängig von ihrem Typ, ihrer Größe, ihrem Standort und ihrer Komplexität, wobei unter dem Begriff 'Organisation' Unternehmen und Institutionen verstanden werden, welche entweder privat oder öffentlich geführt sein können.

Unter Umweltleistung versteht man die Umweltwirkungen von Managementhandlungen, von Produkten und von Dienstleistungen. Die Umweltleistungsbeurteilung wurde für jene Organisationen entworfen, die über kein eigenes Umweltmanagementsystem verfügen. Dadurch sollen Sie ihre Umweltaspekte erkennen und festlegen, welche Aspekte sie als signifikant erachten und welche Kriterien für ihre Umweltleistung zu setzen sind.

### 2.3.4.1 Umweltleistungsbeurteilung

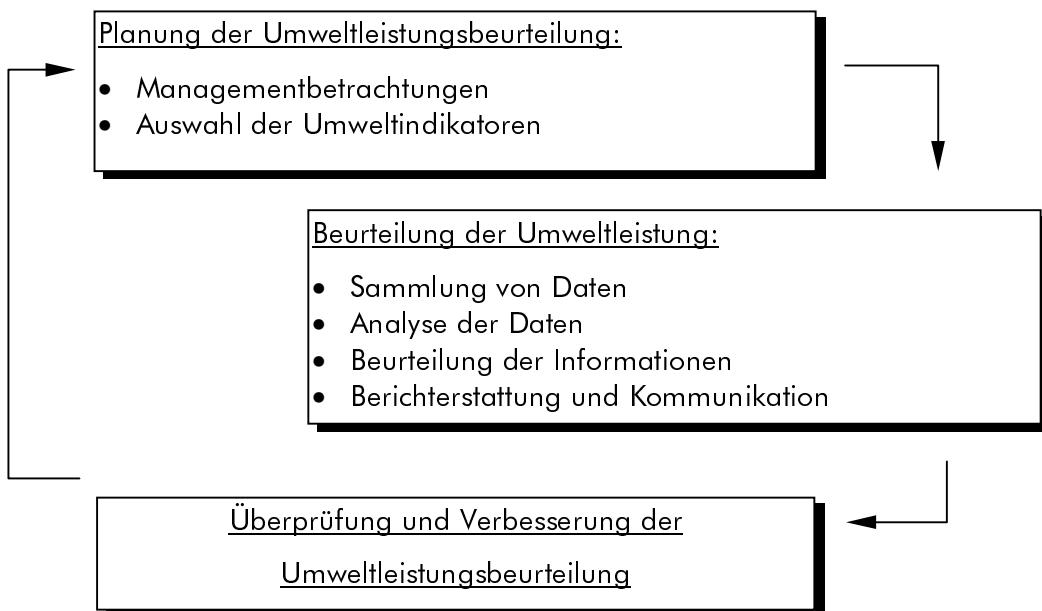
Die Umweltleistungsbeurteilung ist ein interner Managementprozeß, welcher das Management mit zuverlässigen und nachweisbaren Informationen versorgt, um zu überprüfen, ob die Umweltleistung einer Organisation die von ihr festgesetzten Kriterien erfüllt. Es werden Umweltindikatoren ausgewählt, anhand derer die aktuelle Umweltleistung mit der vergangenen verglichen wird. Aus diesem Vergleich resultiert der notwendige Handlungsbedarf, um die festgelegten Umweltleistungskriterien zu erreichen. Die Umweltleistungsbeurteilung soll Hilfestellungen in Hinblick auf

- Möglichkeiten für ein besseres Management bezüglich von Umweltaspekten,
- das Erkennen von Richtungsänderungen in der Umweltleistung,
- die Geschäftseffizienz und -effektivität und
- das Aufzeigen strategischer Geschäftsmöglichkeiten

bieten.

Der Ablauf einer Umweltleistungsbeurteilung ist in Abbildung 2.3 dargestellt.

Abbildung 2.3



Der Prozeß der Umweltleistungsbeurteilung besteht aus der Sammlung, Analyse und Umwandlung der Daten in ausgewählte Umweltindikatoren. Bei der Planung der Umweltleistungsbeurteilung und der Auswahl von Umweltindikatoren sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- die signifikanten Umweltleistungskriterien, über welche die Organisation Kontrolle und Einfluß ausüben kann,
- Information über den lokalen, regionalen/nationalen oder globalen Zustand der Umwelt,
- Bedachtnahme auf die Meinung von beteiligten Parteien und
- die notwendigen Informationen, um die gesetzlichen Erfordernisse zu erfüllen.

Bei der Planung der Umweltleistungsbeurteilung sollte das Management die ganze Reichweite der Organisationsaktivitäten, der Produkte und Dienstleistungen betrachten. Die finanziellen, physischen und menschlichen Ressourcen, die benötigt werden, um die Umweltleistungsbeurteilung durchzuführen, müssen vom Management erkannt und bereitgestellt werden. Eine Anleitung zur Erkennung von signifikanten Umweltaspekten im Zusammenhang mit Umweltmanagementsystemen findet man in den Normen ISO 14001 und 14004.

### 2.3.4.2 Umweltindikatoren

Ein Umweltindikator liefert Informationen über die Umweltleistung und die Anstrengungen einer Organisation, um die Umweltleistung oder den Zustand der Umwelt zu beurteilen und zu beeinflussen. Grundsätzlich wird zwischen zwei Arten von Indikatoren unterschieden, einerseits Umweltleistungsindikatoren, die sich entweder auf das Management oder auf die Betriebstätigkeit beziehen und andererseits Umweltzustandsindikatoren. Die Anzahl der ausgewählten Umweltindikatoren sollte die Natur und das Ausmaß der Tätigkeiten der Organisation widerspiegeln, wobei manchmal sowohl Umweltleistungsindikatoren als auch Umweltzustandsindikatoren gleichzeitig zum Einsatz kommen.

#### Umweltleistungsindikatoren für das Management

Umweltleistungsindikatoren bezogen auf das Management sollen Informationen über Fähigkeiten und Bemühungen der Organisation aufzeigen, die einen Einfluß auf die Umweltleistung haben. Umweltleistungsindikatoren sind z.B. Schulungen, Erfüllung gesetzlicher Erfordernisse, Ressourcenallokation. Diese Indikatoren liefern Informationen über die Anstrengungen des Managements und unterstützen jene Handlungen, die die Umweltleistung verbessern. Umweltleistungsindikatoren für das Management können generell zur Beurteilung folgender Punkte verwendet werden:

- Effektivität verschiedener Managementprogramme
- Managementhandlungen, welche die Umweltleistung hinsichtlich des Zustands der Umwelt beeinflussen
- Übereinstimmung mit gesetzlichen oder freiwilligen Anforderungen

**Beispiele für managementbezogene Umweltleistungsindikatoren:****• Durchführung von Politik und Programmen**

Anzahl der Produkte, die zur Wiederverwertung entwickelt wurden; Anzahl der erreichten Umweltziele; Anzahl der Arbeitnehmer, die Umwelterfordernisse in ihrer Stellenbeschreibung haben; Anzahl von Umweltverbesserungsvorschlägen durch Arbeitnehmer; Anzahl der Arbeitnehmer, die an Umweltprogrammen teilhaben.

**• Konformität**

Grad der Erfüllung von Vorschriften; verwendete Zeit, um Umweltbereignisse zu korrigieren; Kosten durch Geldstrafen.

**• Finanzielle Leistungen**

Kosteneinsparung durch Abfallrecycling; Kosten von Umweltleistungen; Einnahmen, welche auf neue Produkte zurückzuführen sind, die eine bessere Umweltleistung haben als andere Produkte; Forschungs- und Entwicklungsausgaben für Umweltprojekte.

**• Gemeinschaftsbeziehungen**

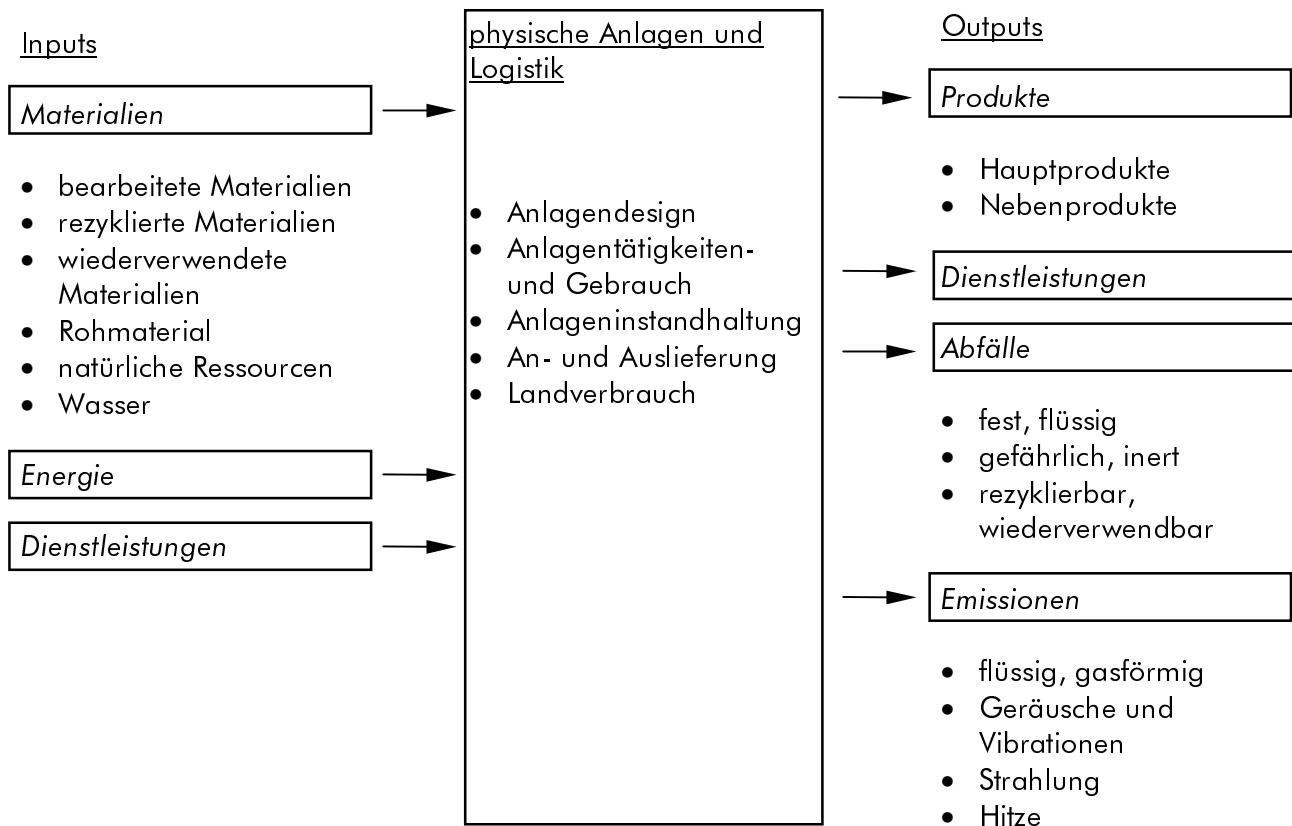
Zahl der Beschwerden oder Presseberichte betreffend Umweltangelegenheiten; Anzahl der Umweltausbildungsprogramme für die Allgemeinheit; Unterstützung von Umweltprogrammen für die Gemeinschaft; Anzahl der lokalen Recyclinginitiativen.

**Umweltleistungsindikatoren für Tätigkeiten**

Diese Indikatoren sollen Informationen über die Umweltleistung liefern, welche mit den Inputs, den Outputs und den physischen Anlagen verbunden sind. Im Zusammenhang mit der Umweltleistungsbeurteilung beinhalten die Tätigkeiten der Organisation (siehe Abbildung 2.4):

- physische Einrichtungen, sowie deren Design, Betrieb und Instandhaltung,
- Anlieferung und Auslieferung (Logistik),
- Materialien, Energie und Dienstleistungen als Inputs und
- Produkte, Dienstleistungen, Abfälle und Emissionen als Outputs.

Abbildung 2.4



#### Beispiele für tätigkeitsbezogene Umweltleistungsindikatoren:

- **Materialien**

Menge an rezyklierten Materialien, die anstatt primärer Rohstoffe verwendet wurden; Menge an Materialien pro Produktionseinheit; Verringerung von Verpackungsmaterial pro Produktionseinheit; Menge an Hilfsmaterialien, welche wiederverwendet oder wiederverwertet werden; Menge an Wasser pro Produktionseinheit.

- **Energie**

Energieeffizienz; Art der verwendeten Energie; Menge an Energieeinheiten pro Jahr oder Produktionseinheit; Menge an Energieeinheiten pro Kunde oder Dienstleistung.

- **Dienstleistungen**

- **physische Einrichtungen und Logistik**

durchschnittlicher Treibstoffverbrauch von Fahrzeugfleotten; verbrauchte Landfläche für Produktionszwecke; Anzahl der Fahrzeuge mit Verschmutzungsverminderungsstechnologie; verbrauchte Landfläche, um eine Einheit Solarenergie zu erzeugen.

- **Produkte**

Anzahl der Produkte mit Umweltkennzeichen; Anzahl der Produkte, die rezykliert oder wiederverwendet werden können; Anteil der defekten Produkte; Anzahl der neuen Produkte mit reduzierten gefährlichen Eigenschaften; Anzahl der Nebenprodukte pro Produktionseinheit; Energieverbrauch des Produkts.

- *Abfälle*

Menge an (wiederverwendbarem und) verwertbarem Abfall; Abfallmenge pro Jahr oder Produktionseinheit; Abfallmenge, die zur Deponierung versandt wird; Menge an gefährlichen Abfällen.

- *Emissionen*

Menge an Emissionen pro Produkt oder Produktionseinheit; Abwasser pro Produktionsseinheit; Lärm gemessen an einer bestimmten Stelle; Menge an Strahlung oder Hitze, die verloren geht.

## Umweltzustandsindikatoren

Um den Zustand der Umwelt in bezug auf die Organisation zu beschreiben, verwendet man Umweltzustandsindikatoren, welche auf lokale, regionale/nationale und globale Umweltzustände gerichtet sein können. Organisationen sollen ermutigt werden, in der Umweltleistungsbeurteilung auch Umweltzustandsindikatoren zu verwenden. Die Entwicklung von Umweltzustandsindikatoren ist jedoch nicht die Aufgabe der Organisationen selbst, sondern sollte von lokalen, regionalen/nationalen oder internationalen, staatlichen oder nichtstaatlichen Organisationen, sowie wissenschaftlichen Forschungsinstitutionen ausgeführt werden.

### Beispiele für zustandsbezogene Umweltleistungsindikatoren:

- *Luft*

Verunreinigungen der Luft, Lärm, Temperatur, Geruch, Lichtdurchlässigkeit.

- *Wasser*

Konzentration der Verunreinigungen im Grundwasser oder Oberflächenwasser, Anzahl an Colibakterien pro Liter Wasser, aufgelöster Sauerstoff, Wassertemperatur.

- *Land*

Konzentration von Nährstoffen oder Verunreinigungen im Boden, Erosion.

- *Flora*

Konzentration von Verunreinigungen im Pflanzengewebe, Veränderung des Getreideertrags, "Vegetations Qualitäts Index", Populationsgröße bestimmter Spezien pro Flächeneinheit.

- *Fauna*

Populationsgröße bestimmter Spezien pro Flächeneinheit, Konzentration von Verunreinigungen im Tiergewebe, Populationsgröße bestimmter Spezien pro Flächeneinheit.

- *Menschen, Erbschaft, Kultur*

Gesundheit des Menschen, Erosion von Gebäuden, Schäden an empfindlichen Bauwerken.

### **3 Projektion des Leitbildes der Dematerialisierung auf die Abfall- und Stoffstromwirtschaft**

Das in Abschnitt 2 dargestellte Leitbild und die beschriebenen alternativen Ansätze sollen Handlungspotentiale für den Gesetzgeber, aber auch direkt für Konsumenten und Wirtschaft eröffnen. So können aus den gesteckten Zielen Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Institutionell betrachtet ist das Ziel der Senkung des menschlichen Ressourcenverbrauches und die allgemeine Reduktion der Stoffströme notwendigerweise verbunden mit ressortübergreifenden Komplexbetrachtungen. Die Steuerungsinstrumente zur Stoffstromwirtschaft sind heute überwiegend im Abfallrecht verankert. Diese sind wichtig aber unzureichend, da so nur mittelbare und beschränkte Einwirkungen auf die Produktion und die Nutzung von Gütern möglich sind.

Der im Abfallrecht enthaltene Vermeidungsgrundsatz (siehe Kapitel 4) reicht für die Dematerialisierung nicht aus, denn die materialintensive Produktion von Gütern und der Einsatz großer Stoffmassen für bestimmte Konsumzwecke selbst wird hierbei nicht in Frage gestellt. Schon das Zielsystem einer integrierten Stoffwirtschaft berührt daher drei Bereiche (Aktivitätsfelder), die in einer engen Beziehung zueinander stehen:

- Produktion ("Ressourcenproduktivität auf allen Ebenen"; 3.1)
- Konsum ("Stoffbewußter Konsum"; 3.2)
- der klassische Bereich der Abfallwirtschaft inklusive Rezyklierung und die Weiter- sowie Wiederaufarbeitung, -verwendung und -verwertung von Stoffen/Produkten ("Von der Abfallwirtschaft zur Stoffstromwirtschaft"; 3.3).

Die Stoffströme allein vom Ende der Produktkette her steuern zu wollen ist in diesem Sinn problematisch. Das Abfallrecht bietet nur einen Teil der Ansätze zur Dematerialisierung, und noch dazu einen eher indirekten. Die abfallrechtlichen Bestimmungen sind aufgrund ihrer Vielzahl und Differenziertheit vor allem für Unternehmen unübersichtlich. Sie konzentrierten sich immer noch vor allem auf eine grenzwerteorientierte Regulierung am "end-of-the-pipe". Grenzwerte für den Ressourceneinsatz pro Produkt oder Dienstleistungseinheit sind dagegen bisher nicht umgesetzt.

Bevor wir also in den nächsten Kapiteln konkret die österreichische Abfallwirtschaft näher analysieren geht es hier um eine Konkretisierung des Dematerialisierungsansatzes anhand des MIPS im Hinblick für die drei o.g. Aktivitätsbereiche.

### **3.1 Produktion: Ressourcenproduktivität auf allen Ebenen**

Zunächst wird die Produktionsseite untersucht. Für Unternehmen ist es entscheidender, wo Stoffströme in Beziehung zu den wirtschaftlichen Kosten gesetzt werden können (3.1.1). Daraus wird schließlich das Konzept ganzheitlicher Abfallbilanzen als Grundlage für eine umfassende Stoffwirtschaft abgeleitet (3.1.2). Konkret umgesetzt wird das Leitbild der Dematerialisierung auf dem Wege einer Erhöhung der Ressourcenproduktivität im Unternehmen über die Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen (siehe etwa Schmidt-Bleek - Tischner, 1995B). In dieser Studie geht es um die (Rahmen-)Bedingungen, die eine solche Produktentwicklung in Gang setzen.

#### **3.1.1 Kombinierte Massen- und Kostenrechnung im Betrieb**

Die Stoffstrombilanzierung erfolgt in Österreich auf der Betriebsebene, also innerhalb der Einflußmöglichkeiten der Betriebe. Dort beinhalten Abfallwirtschaftskonzepte prinzipiell auch eine Darstellung der betrieblichen Materialinputs. Die Bilanzierung von ökologischen Rucksäcken ist in der österreichischen Gesetzgebung nicht vorgesehen. Genauere Analysen und Anregungen zur Weiterentwicklung und besseren Nutzung des Instruments "Abfallwirtschaftskonzept" inklusive Umbenennung gibt es in Kapitel 5. Österreichische Unternehmen hatten in der Vergangenheit nicht grundsätzlich die Pflicht zur Bilanzierung für Stoffe oder Abfälle. Die gesetzliche Pflicht zur Erstellung betrieblicher Abfallbilanzen beschränkt sich nach dem Abfallwirtschaftsgesetz auf Betriebe ab einer bestimmten Beschäftigtenanzahl. Nach der Gewerbeordnung ist sie seit 1991 aber auch bei Anlagenänderungen vorgeschrieben. Inhaltlich reicht diese Pflicht aber bei weitem nicht aus<sup>26</sup>. Umweltbewußte Unternehmen beteiligen sich am Öko-Audit oder erstellen einen firmeneigenen Umweltbericht. Das Thema Materialeinsparung ist für Unternehmen nur im Zusammenhang mit dem Einkauf "preisgünstiger Rohstoffe" interessant.

Das Öko-Audit-Verfahren der EU-Verordnung (EMAS) sieht erstmalig die ausführlichere Darstellung von Stoffströmen und Teilstoffströmen eines Betriebes vor. In diesem Rahmen können auch Stoffreduktionsaspekte aufgegriffen werden. Die *Aufnahme von MIPS-Daten als Bestandteil des Öko-Audit* könnte hier ein Ansatzpunkt sein (siehe den Vorschlag von Liedtke et al., 1995).

Ergebnisse aus einer Befragung von 2700 Thüringer Unternehmern zeigen etwa die weitgehende Unkenntnis der durch das eigene Unternehmen fließenden Stoffströme und der damit verbundenen Kosten (insbesondere auf der Seite der Abfallentsorgung). Niedrige Deponie- und Verbrennungspreise unterstützen diese Tendenz. Die Müllgebühren werden in den Unternehmen selten in Beziehung zum Produkt gesetzt. "Die Unternehmen stehen ihrer eigenen Abfallpraxis unkritisch gegenüber. Die Kosten der Abfallentsorgung liegen laut eigener Einschätzung mit durchschnittlich 1,6% der Gesamtbetriebskosten im kaum nennenswerten Bereich" (Thüringer, Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt, 1994, S. 13). In Bezug auf die Dematerialisierung ist zu fordern, daß Gewerbeabfallmengen auf das einzelne Produkt bezogen werden. Daraus lassen sich dann schon bei der Herstellung Aussagen über die Abfallintensität ableiten.

Die heutigen Produktpreise sagen nicht die "ökologische Wahrheit"<sup>27</sup>. Aufgrund geringer Energie- und Materialkosten, Mischkalkulationen und der Möglichkeit, soziale Kosten zu externalisieren, werden Produkte auf dem Markt zu Preisen angeboten, die nicht den gesamten "Umweltverbrauch", also ihren ökologischen Rucksack widerspiegeln. Die Entsorgungskosten etwa werden meist über eine Müllgebühr abgedeckt und nicht beim Kauf eines Produkts. Selbst darin sind aber die ökologischen Auswirkungen einer Verbrennung oder Deponierung (Landschaftsverbrauch, verlorener Rohstoff, Ausgasungen) nur zum Teil berücksichtigt.

Die Kosten zur Behebung von allgemeinen Umweltschäden, die oft schon mit der Materialentnahme beginnen, fallen in Form von Gemeinkosten auf alle Bürger zurück. Gerechter und ökonomisch effizienter wäre es, Schadenspotentiale von vornherein zu erkennen, zu vermeiden. Das ist insbesondere dann der Fall, wenn die Produktpreise die Kosten der

---

<sup>26</sup> Die Ergebnisse der Fallstudien (Kapitel 5) zeigen eindeutig, daß die gegenwärtige Praxis der Bilanzierung völlig unzureichend ist.

<sup>27</sup> Der Begriff der ökologischen Wahrheit bezeichnet den hypothetischen Produktpreis, der die externen Umweltkosten berücksichtigt.

Vorsorge von allgemeinen Umweltschäden, soweit dies möglich ist, schon enthielten. Oft ist es aber gar nicht eine Frage der Kosten, sondern von (noch) nicht wahrgenommenen Gewinn-Möglichkeiten. Weniger Material bedeutet oft auch weniger Kosten (bei der Beschaffung und bei der Beseitigung von Abfall).

Um dies auch im betrieblichen Rechnungswesen deutlich zu machen, wurde im Wuppertal Institut eine betriebliche Kosten- und Massenrechnung entwickelt (Liedtke et al., 1996, Liedtke - Hinterberger, 1997A). Sie stellt einen neuen Ansatz zu einer "ökologieorientierten" Kosten-/Massenrechnung dar. Das Rechnungsverfahren sieht einen "innerbetrieblichen Kontenrahmen" (vgl. Übersicht 3.1) vor, in dem Materialaufwand und Materialkosten für die vier Teilbereiche Input, Output, Bestand und Lager aufgeführt werden.

### Übersicht 3.1

#### Aufbau eines betrieblichen Kontenrahmens für die Kosten- und Massenbilanz

I. Input	O. Output
I. 1. Rohstoffe	O. 1. Produkte
I. 2. Energie	O. 2. Energie
I. 3. Wasser	O. 3. Abwasser
I. 4. Luft	O. 4. Abluft
I. 5. Produkte	O. 5. Abfall
I. 6. Kommunikation	O. 6. Kommunikation
I. 7. Transporte	
L. Lager	B. Bestand
L. 1. Rohstoffe	B. 1. Grundflächen
L. 2. Energie	B. 2. Bauwerk
L. 3. Wasser	B. 3. Betriebsausstattung
L. 4. Produkte	B. 4. Fuhrpark
L. 5. Kommunikation	
L. 6. .....	

Q: Liedtke - Orbach - Rohn, 1996.

Mit der Integration der Entsorgungskosten über den "Punkt" werden Verpackungsprodukte erstmals direkt mit Entsorgungskosten belastet. Die Kosten für den "Punkt" (Verpackungsrücknahme) werden auf der Verpackung zwar grundsätzlich angezeigt, aber nicht in ihrer Höhe ausgewiesen (vgl. unten 3.3.2). Neben Verpackungen sollten auch andere Produkte die nötigen Entsorgungskosten in den Produktpreis integrieren und vor allem kenntlich machen. Damit kann der Bürger sich für das billiger entsorgbare Produkt entscheiden. Entsorgungsgebühren werden heute häufig erst zum Zeitpunkt der Entsorgung veranschlagt (Elektroaltgeräte- und Altreifendekommissionierung in der BRD) oder sogar über die Müllgebühr querfinanziert (Kühlschranksorgung der entsorgungspflichtigen Gebietskörperschaften in der BRD). Damit wird dem Konsumenten keine Möglichkeit beim Einkauf gegeben, sich für das "im Kreislauf" ökologischere Produkt zu entscheiden.

### **3.1.2 Von der Wiege bis zur Bahre - ganzheitliche Materialbilanzen**

Die Aussagekraft bisheriger Abfallstatistiken<sup>28</sup> wird seit längerem diskutiert. Kritisiert werden vor allem Ungenauigkeiten und Fehler sowie die Tatsache, daß sie zeitlich in der Regel um zwei bis drei Jahre "hinterherhinken". Zur Zeit werden in Deutschland sogenannte "dynamische Konzepte bzw. Statistiken" diskutiert (vgl. etwa Thüringer, Landesanstalt für Umwelt, 1997). Aber auch hierbei werden vorwiegend "Abfalldaten" erhoben, die darüber hinaus kaum Aussagen über notwendige Veränderungen in betrieblichen Prozessen (Aufkommen an Produktionsabfall) und das Konsumverhalten ermöglichen.

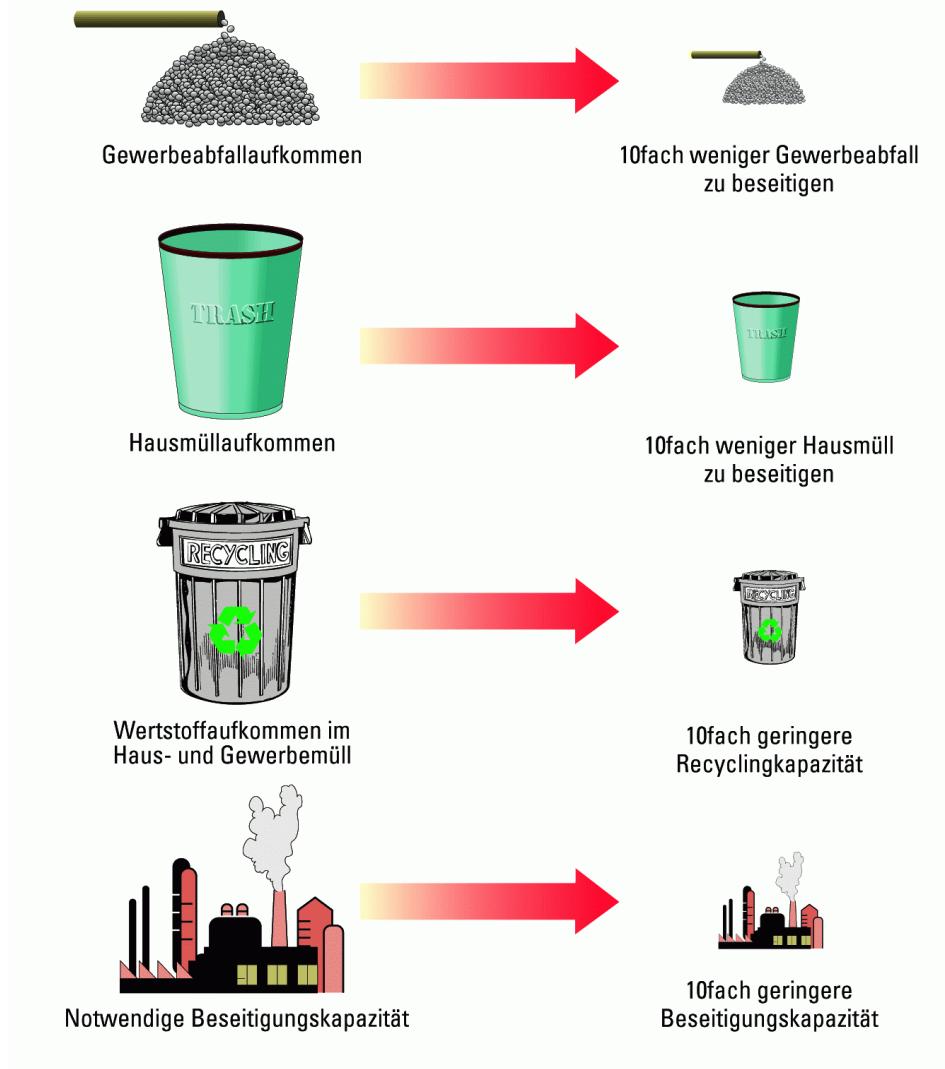
Dennoch haben Abfallbilanzen die wichtige Funktion, Planungsgrundlage für die Kapazität von Entsorgungsanlagen zu sein. Der allgemeine Trend deutet auf ein sich weiterhin verringerdes Hausmüllaufkommen. Dieser Trend müßte sich verstärken, wenn das Leitbild der Dematerialisierung in nennenswertem Ausmaß Platz greift (vgl. Abbildung 3.1). Die Planung der Kapazität neuer Behandlungsanlagen ist von daher mit besonderer Vorsicht vorzunehmen.

---

<sup>28</sup> Z.B. der Bundes-Abfallwirtschaftsplan bzw. Bundesabfallbericht gemäß § 5 AWG und Datenverbund zu gefährlichen Abfällen gemäß § 38 AWG.

Abbildung 3.1

## Einfluß der Stoffreduktion auf die Kapazität von Recycling- und Beseitigungsanlagen



Q: Eigene Darstellung.

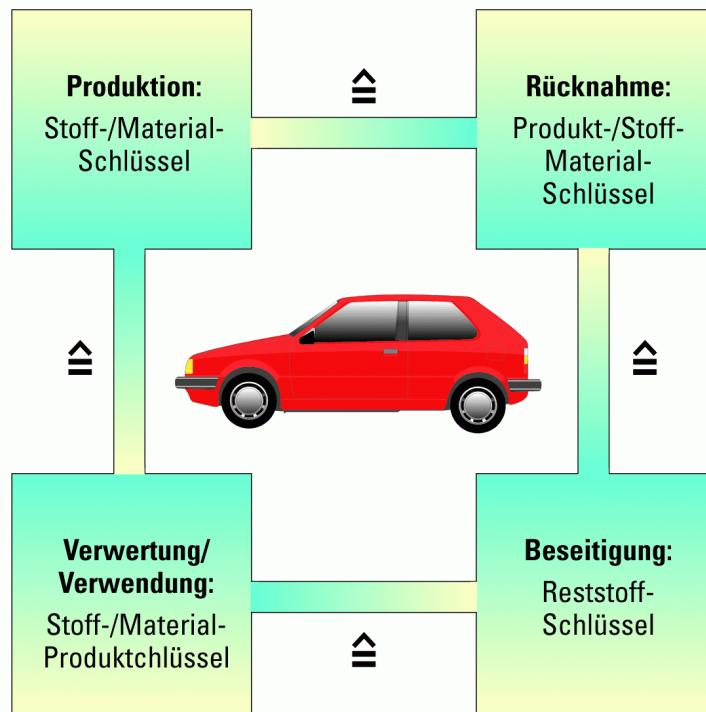
Mit dem Europäischen Abfallkatalog<sup>29</sup> werden erstmals länderübergreifend genormte Abfallklassifikationen verwendet. Dies wird nach einer gewissen Übergangszeit zu einer Harmonisierung von Abfalldaten in der europäischen Wirtschaftsgemeinschaft führen. Mit diesem EU-Abfallkatalog wurde die Harmonisierung der Entsorgungsstatistik begonnen. Die Brücke zu einer einheitlichen Statistik mit Materialinputdaten ist damit jedoch noch nicht geschlagen. Er

<sup>29</sup> Durch das europäische Abfallverzeichnis werden die nationalen Abfallkataloge ersetzt (Entscheidung der EU-Kommission vom 20.12.1993 gemäß Artikel 1 lit. a der Richtlinie 75/442 i.d.g.F. des Rates über Abfälle). Für die Übergangszeit findet der Umsteigekatalog (ÖNORM S 2100 - European Waste Catalogue (EWC) Anwendung.

kann aber den Ausgang dafür bilden. Sinnvoll wäre eine einheitliche Kennzeichnung für Stoffe (vgl. Abbildung 3.2).

Abbildung 3.2

### Modell einheitlicher Stoffschlüsselelemente für die gesamte Stoffwirtschaft



Q: Eigene Darstellung.

Die über eine behördliche Statistik erhobenen Daten über Produktionsabfälle<sup>30</sup> werden in der Regel nicht auf einzelne Unternehmen projiziert. Deshalb wurden in den letzten Jahren verstärkt Betriebsabfallkataster zur Vertiefung der Daten in Auftrag gegeben. Die Ergebnisse beziehen sich in der Regel auf Branchen (Aufkommen im Baugewerbe) oder Regionen (Produktionsabfall in einer bestimmten Stadt). Die Betriebsabfallkataster geben in der Hauptsache Anhaltspunkte für den Ausbau der Erfassungs- und Verwertungskapazitäten bestehender Stoffströme.

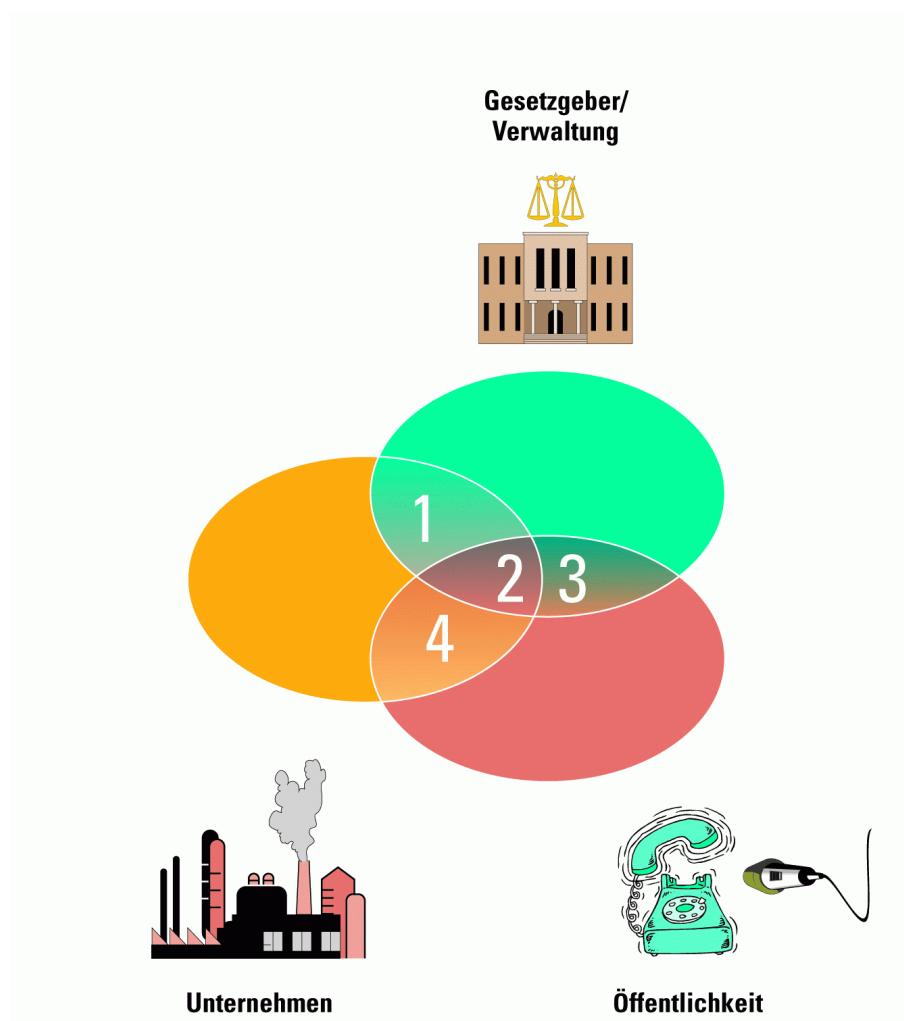
Wenn Stoffströme aus den o.g. Gründen in Zukunft wachsende Bedeutung erlangen (vgl. Kapitel 2), so erfordert dies gänzlich neue Bilanzierungskonzepte über die Grenzen einzelner

<sup>30</sup> Z.B. über die Gesamtmenge deponierter oder verbrannter Abfälle.

Verwaltungskörper und Unternehmen hinweg. Mit einer Stärkung der Produktverantwortung werden sich mehr und mehr Unternehmen zu einer Materialbilanzierung entschließen, um so ein Mindestmaß an notwendiger Information selbst zur Hand zu haben. Dies entlastet tendenziell die Verwaltung. Verwaltungsstatistiken<sup>31</sup> wären vor diesem Hintergrund auf Form und Umfang zukünftiger Funktionen zu prüfen. Stoffbilanzen der Verwaltung sind vor allem dann sinnvoll, wenn sich daraus übergreifende Ergebnisse zur Kontrolle und Steuerung von zukünftigen Stoffströmen ergeben. Es sind hierbei verschiedene Varianten der Zusammenarbeit denkbar (vgl. Abbildung 3.3).

Abbildung 3.3

**Ebenen eines zukünftigen Stoffdatenverbundes**  
**Verwaltung, Wirtschaft und Öffentlichkeit**



Q: Eigene Darstellung.

<sup>31</sup> Ministerium, Bundesland, Bezirks- und Gemeindeverwaltung.

Form, Umfang und Notwendigkeit zukünftiger Stoffbilanzen müssen auf die folgenden Aspekte geprüft werden:

- klare Definitionen (unter "vermiedener Abfall" ist ausschließlich das *Nichtentstehen* von Abfall zu verstehen) und Bezugsgrößen
- Notwendigkeit der Erhebung der Stoffparameter (Beschränkung auf ausgewählte Parameter)
- gesetzliche Verpflichtung nur, wenn unbedingt notwendig
- Ziel der Datenerhebung (an spezifische Fragestellungen und mit Beratungsfunktion verknüpfen)
- Akzeptanz der Erhebung
- Umfang der Erhebung (quantitativ/qualitativ bedeutsame Stoffe, Stoff- und Materialflußanalysen)
- Regelmäßigkeit der Erhebung
- Kontrollfunktion definieren (Bewertungsmodell für Daten schaffen für eine standardisierte Interpretation)
- Bindung der Daten an stoffpolitische Steuerungsinstrumente
- Normierbarkeit (Rohstoff- und Energiekennziffern)
- Vergleichbarkeit (identische Umrechnungsmodi z.B. für Stoffvolumina in Gewichtseinheiten)
- Aggregierbarkeit (modularer Aufbau einer Datenbank)
- Vernetzbarkeit (Ver- und Entsorgungsbereiche, Akteure)
- Veröffentlichbarkeit (Datenschutz)
- Flexibilität der Datenerhebung
- Datenschutzkriterien
- Harmonisierung der Daten im europäischen<sup>32</sup> und internationalen Kontext

Zukünftige Stoffhaushaltsbücher können einen verschiedenen Charakter tragen und damit für verschiedene Zielgruppen interessant sein. Die folgenden Formen und Funktionen sind denkbar:

1. Stoffintensitäten von Rohstoffen und Produkten für Unternehmen
2. Primär-Rohstoffbilanzen auf nationaler und regionaler Ebene für die Verwaltung

- 
3. Produktlisten mit Materialintensitäten für den Konsumenten
  4. Beschaffungslisten mit Materialintensitäten für die öffentliche Hand
  5. Bilanzen über "gefährlichen" und "nicht gefährlichen Abfall" für Unternehmen und die Verwaltung<sup>33</sup>

## 3.2 Stoffbewußter Konsum

Anreize und Strukturen, die einen *stoffbewußten Konsum* fördern bzw. behindern, sind zur Zeit Gegenstand internationaler Untersuchungen (etwa im Rahmen des Forschungsprogramms "Industrial Transformation" des "International Human Dimensions Programme"<sup>34</sup>). Ein *stoffbewußter Konsum* - als Teilaspekt eines "nachhaltigen Konsums" (*sustainable consumption*) ist immer in Zusammenhang mit den Rahmenbedingungen von Wirtschaft und Gesellschaft zu betrachten. Dazu gehören insbesondere auch Fragen des Lebensstils und der Kultur einer Gesellschaft, die sich nur längerfristig ändern. Spätestens seit Ende des zweiten Weltkrieges ist eine "Konsumgesellschaft" entstanden, die erheblichen Einfluß auf die Lebens- und "Verbrauchs-"Gewohnheiten hat. Möglich wurde diese Entwicklung erst durch die Massenproduktion für Güter des täglichen Gebrauchs. Es gibt daher noch keine abschließende Antwort auf die Frage, welchen Einfluß der Konsument letztendlich auf die Verringerung der Stoffströme haben kann<sup>35</sup>.

Als Konsum verstehen wir die Nachfrage von Haushalten nach Produkten und Dienstleistungen. Übertragbar sind die hier vorgestellten Konzepte eines *stoffbewußten Konsums* aber auch auf

- Unternehmen als Rohstoffproduzent und -konsument,
- Hersteller von Zwischen- und Endprodukten, sowie
- Dienstleistungsunternehmen.

Der mit dem Massenkonsum an kurzlebigen Produkten verbundene Wohlstand ist insofern ein "Scheinwohlstand", als die damit verbundenen volkswirtschaftlichen Kosten hoher Ressour-

---

<sup>32</sup> Z.B. EU-Abfallschlüssel, z.B. Kennzeichnungssystem der EU für Verpackungsmaterialien vom 28.01.1997.

<sup>33</sup> Vgl. §§14, 19 und 38 AWG.

<sup>34</sup> Hinterberger, F., Yavuz, N., Femia, A., Some Thoughts on Sustainable Consumption. A Background Paper. IHDP-IT No. 7, 1997C.

<sup>35</sup> Vgl. den Überblick von Hinterberger - Femia - Luks, 1997A.

cenverbräuche und der Abfallbeseitigung letztendlich doch auf den Konsumenten zurückfallen. Je nachdem, wie lang- oder kurzlebig Produkte sind, werden nach kurzer oder längerer Nutzungszeit neue Produkte für den gleichen Dienst erworben und die alten weggeworfen. Der relativ hohe Anteil und Erwerb schnellebiger Güter ist typisches Merkmal dessen, was wir heute unter "Wegwerfgesellschaft" verstehen. Die Entwicklung zu einer "Wegwerfwirtschaft" führt zu Produktentwicklungen für Einwegprodukte für Bedürfnisse, die traditionell mit mehrfach genutzten Produkten befriedigt wurden.<sup>36</sup>

### **3.2.1 Eigentum verpflichtet - Ökoeffiziente Dienstleistungen**

Konsum erfordert in den meisten Fällen das Recht zur Nutzung von Produkten. Der Erwerb von Verbrauchs- und Gebrauchsgütern führt zu einem Besitz, also einem Eigentumsrecht an Gütern, der nicht unbedingt erforderlich ist. "Öko-effiziente Dienstleistungen" (Konsum ohne den direkten Erwerb eines Produktes) haben sich aber bisher nur in kleinen Marktnischen der Industriegesellschaft etabliert. Wir besprechen im Folgenden die Rolle öko-effizienter Dienstleistungen (3.2.1) und von Produktkennzeichnungen (3.2.2).

Produktvertriebs- und Nutzungssysteme wie Leih- und Leasingagenturen oder der Reparatur- und Gebrauchtwarenhandel können direkt zur Materialeinsparung beitragen. Sie haben bisher nur Nischenbereiche des Handels besetzt. Beispiele hierfür sind Leasinggeschäfte für Autos und Kopiergeräte, Leihhäuser für Hochzeitskleider und Schmuck, Schuhreparaturdienste und der ganze Second-hand-Handel. (vgl. Übersicht 3.2). Leasing ist unter heutigen Bedingungen aber vor allem eine alternative Form der Finanzierung - ohne wirklichen Einfluß auf die Nutzung der entsprechenden Produkte.

---

<sup>36</sup> Ein Beispiel ist Einwegbettwäsche in Schlafwagenabteilen: Das aus Zellstoff hergestellte Einwegprodukt ist unter den gegenwärtig niedrigen Rohstoffkosten relativ preisgünstig herstellbar. Es steht damit in Konkurrenz zu herkömmlicher waschbarer Bettwäsche. Die Entsorgungskosten der genannten Bettwäsche werden über die Schlafwagengebühr auf den Bahnkunden übertragen.

## Übersicht 3.2

Beispiele für **materialextensive** Produktnutzungen

Leihprodukte	Reparaturprodukte	Gemeinschaftsnutzung
Produktmerkmal: teuer, kurze Nutzzeit, Modeprodukt, materialintensiv	Produktmerkmal: demonzierbar, Modulbauweise, tragbar	Produktmerkmal: örtliche Nutzung, seltene Nutzung,
Auto, Schreibmaschine, Hochzeitskleid, Surfbrett, Schmuck, Videokassette, Bohrmaschine, Zelt	Uhr, Computer, CD-Player, Küchenmaschine	Mähdrescher
Leasingprodukte	Mehrwegprodukte	Sero-Produkte
Produktmerkmal: teuer, abschreibbar, gemeinsam finanzierbar	Produktmerkmal: schnelle Umlaufzeit, Verpackung, Abgabestelle, z.T. Pfandbelegung	Produktmerkmal: hoher Wertstoffanteil
Auto, Computer, Bürogebäude	Mineralwasserflaschen, Gemüsekisten, Milchflasche	Papierprodukte, Verpackungsprodukte mit hohem Altpapieranteil

Q: Eigene Darstellung.

Ein anderer Weg ist der Wiederverkauf. Auch dieser (Beispiel: Second-Hand-Läden) hat sich bisher nur in Randbereichen der Wirtschaft etabliert (etwa für Baby-Utensilien, alte Möbel). In der Vergangenheit wurden Mehrweg- und Second-hand-Produkte in der Bevölkerung nahezu selbstverständlich benutzt - zum Beispiel Mehrwegverpackungen für Getränke. Da es kaum Alternativen gab, mußten Mehrwegverpackungen keinem "Schutz" unterstellt werden<sup>37</sup>. Bestimmte Produkte werden schon lange Zeit per Leihbetrieb genutzt wie etwa die Telefonapparate der Telekom in der BRD. Auch dieses Produkt läuft aktuell Gefahr, durch den Verkauf von Eigentumsgeräten vom Markt verdrängt zu werden. Ein anderes Beispiel sind die durch die Gemeindeverwaltungen ausgeliehenen Müllgroßbehälter, die abfuhrbedingt genormt sein müssen.

<sup>37</sup> Die Mehrwegsysteme werden in Österreich gemäß VerpackungszielVO per Quote für die Wiederverwendung geschützt. Unter Wiederverwendung wird sowohl die Befüllung als auch die "umweltgerechte Verwertung" (stoffliche und thermische) verstanden. Die Verpackungsverordnung der BRD (Entwurf vom 12. Mai 1997) sieht im § 9 den "Schutz von ökologisch vorteilhaften Getränkeverpackungen" vor, indem vorgegebene Mehrwegquoten erhalten werden müssen.

### 3.2.2 Information bedeutet Mitbestimmung - Produktkennzeichnung

Konsumnachfrage und das Angebot an Produkten sind - ökonomisch betrachtet - zwei Seiten einer Medaille. Dies wird im Zusammenhang mit ökologischen Gesichtspunkten häufig übersehen. Neben dem Preis, der als zentrale wirtschaftliche Information Angebot und Nachfrage zusammenführt, sind ökologische Informationen erforderlich, solange nicht alle externen Umwelteffekte im Preis schon enthalten sind. Konsumenten können (und sollten) mittels Kennzeichen (Reparatur- bzw. Recyclinghinweisen, Stoffverbrauchskriterien) auf die ökologischen Eigenschaften von Produkten hingewiesen werden. Erst mit einer ausführlichen Produktinformation, einem Angebot an Produktdienstleistungen und ökologisch ehrlichen Preisen wird sich das Verbraucherverhalten automatisch auf die gewünschte Nachfrage einstellen.

Stoffbewußte Konsumenten sind auf hinreichende Informationen über die ökologischen Aspekte der Waren bzw. Stoffe angewiesen (vgl. Abbildung 3.4). Denn nur der informierte Konsument kann seine Kaufentscheidung von stofflichen Kriterien abhängig machen.

Abbildung 3.4

#### Dematerialisierung am Produkt - für den Konsumenten nicht immer sichtbar



Q: Eigene Darstellung.

Eine Produktkennzeichnung mittels MIPS-Werten wäre aus verschiedenen Gründen vorteilhaft. Das MIPS-Konzept ist im Vergleich zu anderen Produktbewertungen vergleichsweise einfach und damit auch kostengünstig durchzuführen. Entscheidend ist die Einigung auf eine einheitliche Bewertungsvorschrift. Das MAIA-Handbuch des Wuppertal Instituts macht dazu einen

ersten Vorschlag (Schmidt-Bleek, 1997). Probleme sehen wir insbesondere beim Import von Waren, die ja schon einen ökologischen Rucksack mitbringen, der sich nicht immer ermitteln lässt, wenn es in den Ländern, aus denen die Ware kommt, keine entsprechende Regelung gibt. Hier sind Näherungsverfahren zum Übergang denkbar.

Die Vielfalt der auf dem europäischen Markt verwendeten Recyclingsymbole ist für den Verbraucher nur schwer überschaubar. Die ersten auf dem Markt verwendeten genormten Produktkennzeichnungen beziehen sich vor allem auf Verpackungen, weniger auf die Produkte selber. Sie kennzeichnen den Hauptstoff der Verpackung und wurden mit dem Ausbau der Getrenntsammlung in den 80er Jahren freiwillig verwendet. Diese ersten Zeichen sind mit einem stoffspezifischen Kürzel HDPP, PE und einer zusätzlichen Zahl versehen. Sie standen jedoch in der Regel in keinem direkten Bezug zu einem Getrenntsammlungssystem.

Im Rahmen der Rücknahmeeorganisation für Verpackungen werden zum Beispiel in Deutschland eine Reihe von Produktkennzeichen verwendet. Der grüne Punkt wird für Verkaufsverpackungen vergeben. Transport- und Umverpackungen werden entsprechend der einzelnen Rücknahmeeorganisation - die ist für die einzelnen Stoffe unterschiedlich - gekennzeichnet: Zum Beispiel mit einem Zeichen von ReCarton, GesPaRec und Interseroh. Das in Österreich verwendete Kennzeichen "Punkt" ist insofern bürger- und unternehmensfreundlicher, als für Transport-, Um- und Verkaufsverpackungen einheitlich das "Punkt-Zeichen" verwendet wird. Damit unterscheidet es sich von anderen Verpackungsrücknahme-Systemen in Europa (DSD, 1995). Die einheitliche Kennzeichnung von Verkaufs- und Transport-/Umverpackungen kann aus dieser Warte nur begrüßt werden.

Umweltzeichen wie das "österreichische Umweltzeichen" (BAWP, 1995), das "Europäische Umweltzeichen" und auch der deutsche "Umweltengel" haben in etwa die gleiche Zielrichtung. Der Absatz eines "Umweltschutzproduktes" soll mit diesem Qualitätszeichen gefördert werden. Aspekte der Stoffintensität werden hierbei in ganz unterschiedlicher Weise berücksichtigt. Von daher sind die genannten Zeichen immer für einen spezifischen Aspekt der Materialextensität symbolträchtig. Die Materialintensität und -qualität wird in folgender Form in bestehenden Umweltzeichen berücksichtigt:

- Inhalt an Altstoffen - Beispiel Tapete mit 100% Altpapier
- Mehrwegverpackung - Beispiel Mehrwegflasche für Säfte
- Reparierbares Produkt - Beispiel Zahnbürste mit austauschbarem Bürstensatz

- Stoffsparende Technologie - Beispiel wassersparende WC-Spülung
- Stoffsparendes Produkt - Beispiel Baukastenwaschmittel
- Wiederverwendbarkeit des Produktes - Beispiel Druckerkartuschen
- Recyclierbarkeit - Beispiel kompostierbare Papiersäcke
- Herstellung aus nachwachsenden Rohstoffen - Beispiel Sägekettenöle auf Pflanzenölbasis
- schadstofffreie Produktion - Beispiel chlorfrei gebleichtes Papier
- schadstoffarmes Produkt - Beispiel Lack ohne Lösungsmittel

Aus der Sicht des Leitbildes wären die folgenden Maßnahmen zu ergreifen, um dem Konsumenten die Wahl zu einem materialextensiven Produkt zu erleichtern:

- Konsumentenfreundliche und umfassende Produktinformation, z.B. in Form einer Kennzeichnungspflicht für Werkstoffe
- Produktbewertung nach festgestellten Normen (Umweltgütesiegel und -zeichen)
- Ökobilanzen und Lebenszyklusanalysen für Produkte
- Angebot von Dienstleistungen statt Ware (z.B. Reparaturdienste, Backup-Dienste, Leih- und Leasinggeräte)
- Erweiterung und Stärkung der zivilrechtlichen Möglichkeiten des Konsumenten in den Bereichen Umwelthaftung und Gewährleistung
- Stärkung von Verbraucherzentralen und Warenprüfanstalten: Beratungsangebote
- Schaffung ökologisch "wahrer" Preise; umweltverträgliche Produkte werden hierbei preisgünstiger abschneiden
- Zahlung von gezielten Rückgabeanreizbeiträgen<sup>38</sup>

### 3.3 Von der Abfallwirtschaft zur Stoffstromwirtschaft

Die eingangs präsentierte Stoffstrombilanz Österreich zeigt die eher geringe Bedeutung der Abfallwirtschaft an den gesamten Stoffströmen. Diese Tendenz zeigt sich genauso in anderen Ländern. Natürlich kommt aber neben den Produktions- und Dienstleistungsunternehmen

---

<sup>38</sup> Das Kombinat Sekundärrohstofferfassung der DDR (SERO) zahlte an den Bürger und an die Gewerbebetriebe sogenannte Aufkaufpreise. Das Gebührensystem war gestaffelt. Die Altstofferfassung im Gewerbe wurde außerdem durch ein Prämien system gefördert (Hartard - Huhn, 1992).

sowie den Haushalten auch der Abfallwirtschaft eine zentrale Rolle zu beim angestrebten Übergang von einer Abfallwirtschaft (die nur am Ende der Produktkette ansetzt) zu einer Stoffwirtschaft, weil sie im Unterschied zur sonstigen Umweltpolitik heute schon an Massenströmen orientiert ist. Allerdings müßte sich auch die Rolle der Abfallwirtschaft (und die sie beeinflussende Abfallverwaltung) deutlich verändern. Darum geht es in diesem Abschnitt. Dabei sollten

- die Hauptstoffströme prioritär beachtet werden (3.3.1)
- ressourceneffiziente Recyclingsysteme entwickelt werden (3.3.2)
- die Abfallerfassung nicht grundsätzlich Vorrang haben (3.3.3)
- ressourcenschonende Verwertungsverfahren zur Anwendung kommen (3.3.4)
- Deponie und Verbrennung unter Stoffstromgesichtspunkten bewertet werden (3.3.5)

### **3.3.1 Hauptstoffströme beachten - Wesentliche Abfallstoffe**

Die Bedeutung der wesentlichen Abfallstoffe Österreichs ist bereits im ersten Kapitel umrissen worden. Aus der Sicht unseres Leitbildes muß an dieser Stelle die qualitative Bedeutung (gefährliche Abfälle) von der quantitativen Bedeutung (Massenabfälle) unterschieden werden. Unter Dematerialisierungsgesichtspunkten sollte den größten Massenströmen größere Beachtung geschenkt werden. Die Hauptabfallfraktion stellen in Österreichs mit 56% des Gesamtabfalls die Baurestmassen dar. Das Aufkommen, die Bilanzierung und Verwertung von Bauabfällen wurde in der Vergangenheit in den Abfallanalysen zu wenig beachtet. Die Vermeidung und Verwertung der Baurestmassen ist aber ein wichtiges Teilziel im Rahmen der Stoffreduktion. In Österreich fielen 1993 insgesamt 22 Mill. t an Bauabfällen an. Diese bestehen vor allem aus Bodenaushub (15,4 Mill. t), Bauschutt (2,65 Mill. t) und Baustellenabfällen (2 Mill. t). Mengenrelevant ist außerdem die Fraktion der "sonstigen nicht gefährlichen Abfälle" (20%). Dahinter verbergen sich vor allem gewerbliche Abfälle wie zum Beispiel mineralische Abfälle (BAWP, 1995).

Unter dem Aspekt der Ressourcenproduktivität sollten für große Abfallmassen wie die Baurestmassen Vor-Ort-Verwertungslösungen gefunden werden. Die tatsächlichen Entscheidungen, ob und wo ein Baustoff zur Verwertung kommt, richtet sich in der Regel nach dem Marktpreis. Die Verwertung von Massenabfällen in der Region ist schwer zu beeinflussen. Wertstoffbörsen mit Adressangabe, wie z.B. bei der Recyclingbörse der Industrie- und Handelskammer in Deutschland üblich, sind ein Angebot, Recycling bei einem in der Nähe befindlichen Ver-

wertungsunternehmen zu ermöglichen. Erfahrungsgemäß wird die Entscheidung über das Recycling jedoch nur aufgrund des Marktpreises getroffen, Transportkosten fallen aufgrund der aktuellen Energiepreise kaum ins Gewicht.

Das einzelne Unternehmen hat kaum eine Übersicht über die "Massenhaftigkeit" des eigenen Produktionsabfalls und damit über die ökologischen Auswirkungen der eigenen betrieblichen Abfälle. Ein Unternehmen wird sich vornehmlich dafür interessieren, diesen Abfall kostengünstig zu entsorgen.

Aus der Sicht der Dematerialisierung ist an dieser Stelle die amtliche Statistik gefordert, Massenabfälle in zukünftigen Abfall-/Stoffbilanzen offenzulegen und auf das Problem aufmerksam zu machen. In der Folge können dann Instrumentarien geprüft werden, Verwertungslösungen (Vor-Ort und entfernter) zu beeinflussen. Aus der Sicht des Leitbildes muß bei Massenabfall differenziert werden:

- Massenhafter Anfall in einer Region;
- Massenhafter Anfall in einer Branche;
- Massenhafter Anfall in einem Betrieb und letztendlich dem
- Abfallaufkommen je Produkt bzw. je Arbeitskraft.

### **3.3.2 Effiziente Recyclingsysteme - Beispiel Verpackungsentsorgung**

Die zu Beginn der neunziger Jahre erlassenen Verordnungen zur Verpackungsentsorgung sind vor dem Hintergrund entstanden, die Reduktion des Hausmülls und hausmüllähnlichem Gewerbeabfalls durch ordnungsrechtliche Maßnahmen voranzutreiben. Die Verordnung zur Produktrücknahme und deren Effektivität - in diesem Falle der Produktgruppe der Verpackungen - steht von Beginn an als Rücknahmemodell in der Diskussion. Entscheidungen über zukünftige Rücknahmesysteme werden an Ergebnissen der Verpackungsentsorgung festgemacht. An dieser Stelle interessiert vor allem die Rolle der Verpackungsentsorgung im Hinblick auf das Stoffreduktionsziel. Die folgenden Aspekte kommen dabei in Betracht:

- die Einsatzgebiete, Energie- und Materialeffizienz von Mehrwegverpackungen;
- die Energie- und Materialeffizienz von Verpackungsrücknahme- und -verwertungssystemen mit anschließendem Kostenvergleich;

- die Transportkostenanteile für Verpackungssysteme;
- die Verpackung mittels eines ökologisch unbedenklichen Stoffes (geringer ökologischer Rucksack, Schadstofffreiheit, Recyclierbarkeit, Verpackung aus nachwachsenden Rohstoffen);
- die ressourcenschonende Herstellung von Verpackungen und
- der Konflikt der Gestaltung einer materialarmen Verpackung versus den an sie gestellten Sicherheitskriterien.

In Österreich wurde mit dem Erlass der Getränkezielverordnung (BGBl. Nr. 516/1990) bereits 1990 Wiederverwendungsquoten<sup>39</sup> für Getränkeverpackungen erlassen. Das Ziel der Stoffreduktion wird hier *integrativ* angestrebt, indem Mehrwegquoten mit Verwertungsquoten für Einwegverpackungen kombiniert werden. Die Verpackungsverordnung<sup>40</sup> enthält Restmengenziele für alle sonstigen Verpackungen, d.h. es sind gleichzeitig zu den Verwertungsquoten für Verpackungen Höchstdenominierungen erlassen worden. Die korrespondierende Verpackungszielverordnung<sup>41</sup> schreibt schon seit 1992 Wiederverwendungsquoten für Verpackungen fort - erweitert um die Kategorien Milch, Wein und Spirituosen. Die Restmengenziele für alle sonstigen Verpackungen wurden ergänzt. Damit wurde gleichzeitig eine Höchstdenominierungsgröße für Verpackungen festgelegt. Die österreichische Verpackungsverordnung umfaßt sämtliche Verpackungen des privaten und gewerblichen Sektors - eine Besonderheit unter den vergleichbaren europäischen Systemen (ARGEV, 1997).

Die "dual"<sup>42</sup> organisierte Erfassung und Verwertung einer bestimmten Quote an Verpackungsabfällen hat zu großen Veränderungen in der gesamten Struktur der Entsorgungswirtschaft geführt. Dies ist in Österreich durch die Altstoff Recycling Austria AG (ARA) in ähnlicher Art und Weise geschehen wie in Deutschland durch die Duales System Deutschland GmbH (DSD). Inwiefern sich das auf das Stoffreduktionsziel auswirkt, wird im folgenden näher dargestellt:

---

<sup>39</sup> Die Wiederverwendungsquote ergibt sich aus der Summe Anteil der Abfüllung in Mehrweggebinde zuzüglich der Verwertungsquote der Einweggebinde.

<sup>40</sup> Die erste Verpackungsverordnung wurde 1992 erlassen (BGBl. Nr. 645/1992). Inzwischen ist die Verpackungsverordnung novelliert worden: (Verordnung über die Vermeidung und Verwertung von Verpackungsabfällen und bestimmten Warenresten und die Einrichtung von Sammel- und Verwertungssystemen VerpackungsVO - BGBl. Nr. 648/1996).

<sup>41</sup> Die erste Verpackungszielverordnung wurde 1992 erlassen (BGBl. Nr. 646/1992) und 1996 novelliert (BGBl. Nr. 649/1996).

<sup>42</sup> Dual heißt in diesem Falle nichts anderes, daß zuzüglich zu den öffentlich-rechtlichen Körperschaften private Entsorgungssysteme zugelassen werden. Das Duale System Deutschland (DSD) garantiert die Erfüllung der Ziele der Verpackungsverordnung.

Die Sammlung, Sortierung und zum Teil auch die Verwertung von Verpackungsmaterialien wird über eine *Lizenzgebühr* finanziert, die der Lizenznehmer, also das produzierende Unternehmen, auf den Produktpreis aufschlägt. Im Falle der ARA ist dies der "Punkt", der auf alle lizenzierten Verpackungen aufgedruckt wird, also alle Verpackungen, die per ARA-System rückgenommen werden. Der per Verwertungsquote geforderte Recyclingstoffstrom wird also durch die Lizenzeinnahmen bezahlt. Dies ist ökonomisch ineffizient und widerspricht marktwirtschaftlichen Prinzipien. Der Verbraucher wird über das "Punkt-Zeichen" nur über die generelle Rückgabemöglichkeit informiert. Die tatsächlichen Kosten der Sammlung, Sortierung und Verarbeitung jedes einzelnen Produktes bzw. Stoffes werden nicht transparent gemacht. Er hat damit keine Wahlmöglichkeit, sich für ein im ARA-Recycling-System eventuell kostenextensiveres Produkt (vgl. Abbildung 3.5) zu entscheiden.

Die im Dualen System Deutschland erhobenen Lizenzgebühren belasteten den Bürger 1995 mit einer Summe von 49 DM (DSD, 1996). Eine vierköpfige Familie zahlt daher über "Grüne-Punkt-Gebühren" noch einmal die gleiche Höhe an Gebühren (rund 200 DM im Jahr), wie sie als durchschnittliche Abfallgebühr in etwa an die Gebietskörperschaft entrichtet.

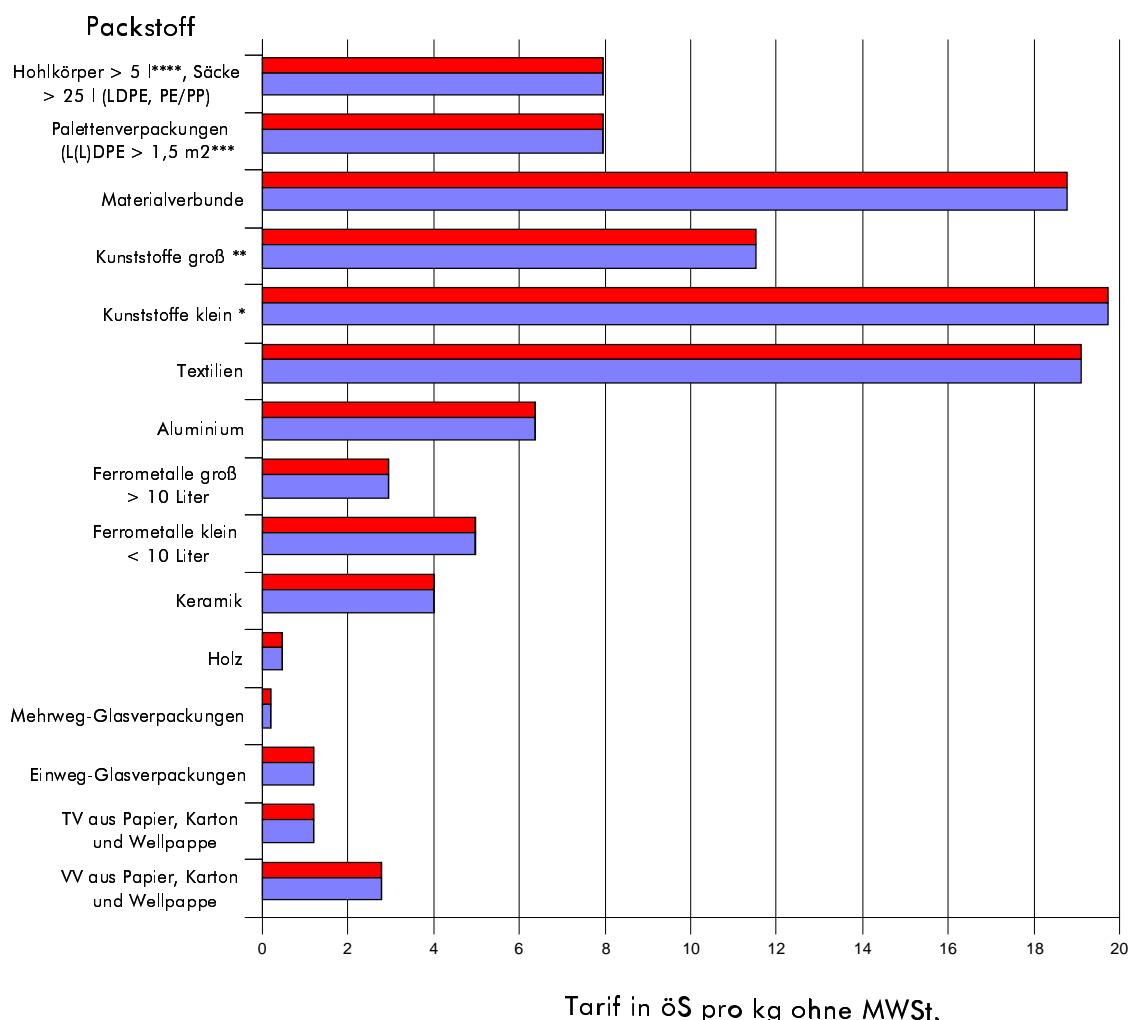
Die ARA-Tarife liegen laut Aussage der ARA erheblich unter den Kosten des Dualen Systems (ARA, 1997, S. 18). Es wird also neuerdings mit der Kosteneffizienz des Systems geworben. In diesem Zusammenhang ist nicht transparent, warum der bundesdeutsche Konsument für das Recycling eines Kunststoffgroßgebindes für Sanitärreiniger fast das Doppelte zahlt (+ 45%), nämlich umgerechnet 8,14 S im Vergleich zu 4,49 S in Österreich.

Die ARA-Lizenzgebühr ist dem Konsument in der Regel nicht bekannt, zumal sie nicht auf der Verpackung ausgewiesen wird. Es wird lediglich mit dem Logo "Punkt" gekennzeichnet. Die "Punkt"-Lizenzgebühren des ARA-Systems werden stoffspezifisch vergeben. Die Gebühren setzen sich aus Erfassungs-, Sortier- und Verwertungskosten zusammen. Damit wird eine Gesamtfinanzierung der Erfassung, Sortierung und Verwertung vorgenommen. Die Kostensteigerungen der letzten Jahre werden dabei anteilig auf die Gebühr übertragen, was zu einer gewissen "Stoffgerechtigkeit" führt. Die Stoffgerechtigkeit ist insofern weiter auszubauen, als z.B. die Lizenzgebühr für einzelne Kunststoffsorten differenziert werden könnte (Spangenberg, 1993). Aufwendig zu recyclierende Kunststoffsorten würden durch hohe Gebühren von ähnlichen Werkstoffen vom Markt verdrängt.

Die geplante Novelle der BRD-Verpackungsverordnung fordert mehr *Transparenz* über die Finanzierung der Verpackungsentsorgung. Dies gilt gleichermaßen für die ARA. Aus der Sicht

des Leitbildes ist hier nicht nur Transparenz über die Einzelmodule Erfassung, Transport, Verwertung zu schaffen, sondern auch eine deutlichere stoffbezogene Bilanz über die Einnahmen und Ausgaben der ARA und ihrer Branchen-Recyclinggesellschaften<sup>43</sup> zu führen. Die ARA sieht ein Vergütungsmodell für sortenreine Verpackungsabfälle vor (ARGEV, 1997). Dies ist grundsätzlich zu begrüßen, da sortenreine Sammelsysteme die stoffliche Verwertbarkeit der Altstoffe begünstigen.

Abbildung 3.5  
Stoffrelevanz der ARA-Lizenztarife 1997



Q: ARA, 1997.

<sup>43</sup> Die Garantiegeber sind die Austria Glasrecycling GmbH (AGR), Altpapierrecycling-Gesellschaft mbH (ARO) und die ARGEV Verpackungsverwertungs GmbH (ARGEV).

Stoffreduktionsziele werden durch die Punkt-Gebühr aber nicht direkt verfolgt. Dadurch, daß für größere Verpackungsvolumina eine höhere Gebühr anfällt, sind Verpackungen insgesamt etwas kleiner geworden (DSD, 1997). Es wurde also eingespart, die Materialproduktivität ist gestiegen.

Mehrwegsysteme sind in das ARA-System eingeschlossen (§ 6 VerpackungsV). Mehrwegverpackungen erhalten in Österreich ebenso einen Punkt wie Einwegverpackungen. Dies geschieht, obwohl sie prinzipiell andere Verwertungswege gehen als Einwegverpackungen. Es wird in Zukunft wichtig werden, auf europäischer Ebene zu einer weiteren Standardisierung und Reduzierung von Verpackungstypen zu kommen. Die Effektivität erhöht sich um so mehr, wenn es gelingt, für Mehrwegprodukte örtliche Ver- und Entsorgungsstationen einzurichten.

Aus Sicht des Leitbildes Dematerialisierung ist die Unterscheidung der Begriffe Mehrweg und Einweg besonders wichtig.<sup>44</sup> Das klassische Mehrwegprodukt ist eine Verpackung, die als ganzes Produkt, z.B. nach einer Reinigung und Wiederbefüllung, mehrere Umlaufzyklen durchläuft. Mehrwegprodukte werden bei der Betrachtung von Materialintensitäten in der Regel günstiger abschneiden. Sie können aber nicht isoliert von ihrer Umlaufhäufigkeit und von ihrem Umlaufradius (Transportkilometer für Ver- und Entsorgung mit Mehrwegprodukten; umrechenbar in MIPS) betrachtet werden (vgl. auch Spangenberg - Kuhndt, 1996B).

Mit dem Angebot zentraler Rücknahmesysteme wie ARA und DSD verbindet sich die Frage nach Organisationsmodellen der Verpackungsrücknahme. Bis heute ist mit der Errichtung von Erfassungsstrukturen innerhalb des Dualen Systems niemals die Frage beantwortet worden, welches Erfassungssystem hierfür am besten geeignet ist. In Deutschland besteht per Gesetz lediglich eine Abstimmungsverpflichtung des DSD mit den öffentlich-rechtlichen Körperschaften. Dadurch sollen regional schon vorhandene Sammelsysteme geschützt werden. Dieses Prinzip wurde 1990 in Deutschland gebrochen, als die politische Entscheidung gegen das in den neuen Bundesländern flächendeckend bestehende SERO-Sammelsystem fiel<sup>45</sup>. SERO stand in Konkurrenz zum DSD und mußte ersatzlos weichen. Die Folge war eine Monopo-

<sup>44</sup> Dazu hat in Deutschland zum Beispiel der folgende Werbeslogan beigetragen: "Pfand auf Einweg schützt Mehrweg" (Sero-Pfandsysteme, 1995). Die DSD-Werbung der ersten Jahre hat den Begriff Mehrweg zum Teil irreführend verwendet. Inzwischen wurde die PR-Arbeit aufgebessert.

<sup>45</sup> In der DDR bestand ein flächendeckendes Netz von insgesamt rund 17.000 personell besetzten SERO-Annahmestellen (SERO) zur Annahme von Altstoffen. Diese hatten den Charakter von Aufkaufläden (Einzelhandel). Bürger und Gewerbetreibende brachten die Altstoffe weitgehend sortenrein zu SERO. Für fast alle Altstoffe wurde eine Vergütung ausgezahlt (Hartard - Huhn, 1992).

---

lisierung der gesamten Entsorgung mit gravierenden Auswirkungen auf die zu verarbeitenden Stoffströme.

Aus der Sicht des Leitbildes ist weiter zu untersuchen, ob andere Erfassungs- bzw. Verwertungssysteme Alternativen zu ARA und DSD sein können. Es wurde schon die Frage gestellt, ob nicht ein SERO-ähnliches System eine Alternative zur Verpackungsentsorgung per DSD sein könnte. Unter "SERO-ähnlich" ist eine Erfassungsstruktur zu verstehen, die sortenreine Sammlungen von Altstoffen ermöglicht. Dies kann ggf. in einer Kombination von Annahmestellen und Containern geschehen<sup>46</sup>. Weitere Untersuchungen sind notwendig, um vergleichende Aussagen treffen zu können. Dabei ist immer exakt zu definieren, was in den Vergleich einbezogen wird: die Erfassung, Sortierung und/oder die Verwertung.<sup>47</sup>

Die Rücknahmeorganisation für Verpackungen oder andere Altstoffe mittels mehrerer dualer Systeme ist aus der Sicht des Leitbildes grundsätzlich zu begrüßen. Allerdings müssen die Systeme überschaubar bleiben. Die Erfahrung zeigt, daß zu viele und unklare Recyclingsymbole (fehlende Normen, täuschende Werbung) genau das Gegenteil erreichen: die Konsumenten nehmen nicht mehr an der Getrenntsammlung teil, sodaß möglicherweise die Erfassungs- und Verwertungsquote sinkt.

Die Frage muß also lauten: Wieviel Heterogenität ist bei der Produkt- und Stoffrücknahme in Zukunft sinnvoll? Hier muß ein Kompromiß zwischen Parallelangeboten und Harmonisierung gefunden werden. Mehrwegsysteme haben den Vorteil, daß sie bereits über eine traditionelle Organisationsstruktur über den Handel verfügen. Mit der Entscheidung zur Sammlung von sogenannten "Leichtfraktionen" - also Mischfraktionen aus Kunststoffen, Verbundstoffen und Feinstblech und Aluminium - wurde der sortenreinen Sammlung eine klare Absage erteilt. Aus der Sicht des Leitbildes der Stoffreduktion sind sortenreine Sammlungen eindeutig vorzuziehen, weil sie in der Regel eine höhere Verwertungsquote und -qualität ermöglichen.

---

<sup>46</sup> Siehe dazu Hartard et al., 1995; Hartard, 1997.

<sup>47</sup> Forschungsergebnisse aus einem Projekt der Stiftung Arbeit und Umwelt der IG Chemie (1995) über die Effizienz von neuen SERO-Annahmestellen lieferte nur die halbe Wahrheit. Dabei wurde im Raum Bitterfeld (Bundesland Sachsen-Anhalt) die Effektivität von neu eingerichteten Annahmestellen gemessen (Erfassungsquote). Der sortenreine Direktabsatz der getrennt erfaßten Sorten wurde in Form von Direktverträgen auf seine mögliche Form und den sinnvollen Umfang getestet. SERO-Annahmestellen und DSD-Container standen im gleichen Wohngebiet in Erfassungskonkurrenz. Somit konnten Erfassungsquoten wohl kaum in den Vergleich gestellt werden. In der geplanten Novelle der deutschen Verpackungsverordnung ist vorgesehen, Wettbewerb in die Organisation der Verpackungsentsorgung einzubringen (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 1997).

Die ARA ist als Garantiegeber gesetzlich dazu verpflichtet, Verwertungsquoten zu erfüllen. Vermeidungs- und Wiederverwendungskonzepte haben in einem Rücknahmesystem, das mit Verwertungsquoten operiert, eine nachgeordnete Funktion. Dadurch ergibt sich ein Widerspruch zu der Priorität der Vermeidung in der Abfallwirtschaft (§ 1 AWG). Es ist hierbei die generelle Frage zu stellen, inwiefern durch den Aufbau von Rücknahmesystemen für Verpackungen nach dem System der ARA die per AWG gestellten *Abfallvermeidungsziele* gefördert oder beeinträchtigt werden.

Verwertungsquoten sind auch deshalb kritisch zu beurteilen, weil sie verhindern, ein ökonomisches und ökologisches Optimum an Stoffen zu erfassen (Spangenberg, 1993). So läßt das Interesse am weiteren Ausbau der Verpackungsentsorgung nach der Einhaltung der Quoten vor allem dann nach, wenn mit dem weiteren Ausbau starke Kostensteigerungen verbunden sind.

Im Zusammenhang mit Verpackungen könnte ein Instrumentenmix überlegt werden: Die Verwertungsquote könnte jedes Jahr etwa um 5% verringert werden, wenn gleichzeitig durch eine jährlich steigende Primärrohstoffsteuer Sekundärrohstoffe mehr Marktchancen bekommen (Spangenberg, 1993). Zeigen die beiden Instrumente die gewünschte Wirkung, so wird die Verpackungsverordnung und damit das heutige duale System der Verpackungsentsorgung auf lange Frist überflüssig.

Der Abschluß von Verwertungsverträgen innerhalb des ARA-Systems trägt dazu bei, daß ein geschäftliches Interesse an gleichmäßig hohen oder sich sogar erhöhenden Altstoffströmen besteht. Auch Recyclinganlagen müssen mit einem bestimmten "Aufkommen an Wertstoffen" ausgelastet werden. Die Verringerung von Altstoffströmen wird so systemimmanent blockiert.

Um insgesamt mehr Transparenz in die Umweltverträglichkeit der Verwertung zu bringen, sollte ein Verwerterbetrieb der ARA am Öko-Audit-Verfahren teilnehmen. Die in der Anfangszeit des DSD durchgeführten Begutachtungen durch den TÜV waren sehr stark technisch orientiert, die Umweltverträglichkeit spielte hier nur eine Nebenrolle (Spangenberg, 1993). Die mit dem Öko-Audit verbundene Umwelterklärung ermöglicht die Offenlegung von Teilstoffströmen, d.h. auch der Material-, Energie- und Abfallintensität der Anlage. Verwertungsanlagen sollten nach ihrem Stoffoutput bilanziert werden (Spangenberg, 1993, BMU, 1997). Das heißt, ihre Effektivität ist letztlich an den Umfang der insgesamt als Sekundärrohstoff die Anlage verlassenden Stoffe zu messen und zu bezahlen. Dadurch ergibt sich ein Anreiz zum abfallarmen Recycling bzw. einer hohen Sortierquote. Die großen Mengen an Sortierabfällen und

---

hohe Rate an Störstoffen in den Leichtverpackungstonnen (bis 50% nicht erwünschter Restmüll) hatten in der Vergangenheit immer wieder Kritik am Dualen System zur Folge. Aus Sicht der Dematerialisierung ist ein Getrenntsammlungssystem vor allem daran zu messen, wieviel Sekundärrohstoffe es letztendlich der Rohstoffwirtschaft wieder zur Verfügung stellen kann und unter welchem Material- und Energieaufwand dies geschieht.

Systeme wie die ARA laufen von ihrer Struktur her Gefahr, ein größeres Transportaufkommen für die zu den Sortier- und Recyclinganlagen zu bringenden Altstoffe zu erfordern. Die Recyclinganlagen<sup>48</sup> werden in der Regel durch größere Unternehmen betrieben und haben möglicherweise einen großen Einzugsbereich. Die Energieeffizienz derartiger Recyclingstrukturen ist infolge der notwendigen Transporte zum weiter entfernten Anlagenstandort damit von Beginn an schlechter als bei einer Verwertung vor Ort. Dies trifft auch dann zu, wenn nach demselben Verfahren recycelt wird.

Produktrücknahmesysteme laufen *nicht ausreichend mit dem Ziel der Produktverantwortung konform*. Unternehmen übertragen dabei die Verantwortung für die Erfassung und Verwertung für Verpackungen an die ARA. Sie zahlen Lizenzgebühren und bekommen damit die Garantie für die Rücknahme ihrer Verpackungen. Eine Rückgabepflicht besteht laut VerpackungsVO nicht, denn die Rücknahmegarantie bietet im Gegenteil die Sicherheit, daß die Entsorgung der Verpackung gewährleistet ist. Der Anreiz für die Entwicklung von langlebigen Produkten bzw. für Mehrwegprodukte schwindet. Diese sind aber gerade aus der Sicht der Dematerialisierung interessant.

Ein Beispiel zeigt, wie die deutsche Verpackungsverordnung zu einem erhöhten Angebot an Einwegverpackungen beitrug. In der Brauereibranche ergänzten plötzlich einige Unternehmen ihr Mehrwegflaschensortiment um Einweg-Dosenbier. Die genannten Brauereibetriebe versprachen sich hierdurch neue Marktanteile für die nun mit dem "Grünen Punkt" gekennzeichneten Dosen. Noch vor dem Erlaß der VerpackungsVO hatten solche Einwegverpackungen ein schlechtes Image. Heute sind sie vom Dualen System rücknehmbar und damit scheinbar auch von größerer Akzeptanz<sup>49</sup>. Die Integration von Mehrwegverpackungen in das System - wie durch die Verpackungsverordnung in Österreich geschehen - scheint das Problem zu mildern aber nicht ganz aus der Welt zu räumen.

---

<sup>48</sup> Das sind die Vertragspartner von ARA bzw. AGR, ARO, ARGEV.

<sup>49</sup> WDR-Film: "Wie grün ist der Grüne Punkt ?" 1992.

Abschließend ist anzumerken, daß mit dem Erlaß der ersten Verpackungsverordnungen nicht ausreichend berücksichtigt worden ist, wie deren *Effektivitätskontrolle* vorzunehmen ist. Die bisher jährlich vorzulegenden Mengenbilanzen<sup>50</sup> haben nicht ausreichend Transparenz über die Verpackungsströme geschaffen. Aus Sicht des Leitbildes ist eine ausführliche Material-, Energie- und Finanzflußanalyse auf allen Ebenen einzufordern. Das betrifft gleichermaßen die ARA als Dachgesellschaft, Branchen-Recyclinggesellschaften und alle in das System vertraglich eingebundene Entsorger und Verwerter. Ausführliche Material- und Finanzflußanalysen sind zukünftig vertraglich von allen Unteraufnehmern einzufordern.

### 3.3.3 Erfassung nicht um jeden Preis

Altstofferfassung ist in verschiedenen Varianten möglich, aber nicht zu jedem Preis sinnvoll. Die Erfassung kann durch private Unternehmen oder die öffentliche Hand vorgenommen werden. In der Vergangenheit haben sich verschiedene Strukturen der Altstofferfassung entwickelt:

- Straßenhändler - Beispiel Textilsammlungen
- Mehrwegflaschen an den Einzelhandel - Beispiel Bierflasche
- Altstoffe an einen Recyclinghof - Beispiel Altholz
- Altprodukte an eine karitative Einrichtung - Beispiel Altmöbel
- Altstoffe in Straßen- und Hauscontainer - Beispiel Container des ARA-Systems
- Altproduktabgabe an den Einzelhandel bei Neuproduktkauf - Beispiel Altöl, Altreifen, Altbatterie
- Abgabe an eine Annahmestelle - Beispiel SERO-Annahmestelle der DDR.

Bis heute bezieht sich die Berichterstattung zur Effizienz von Erfassungssystemen in der Regel auf betriebswirtschaftliche Kriterien und die Erfüllung gesetzlicher Vorgaben (DSD, 1997). Übergreifende volkswirtschaftliche Kriterien werden in der Regel nicht berücksichtigt.

Die folgenden Kriterien sind neben der wirtschaftlichen Effizienz (Kosten und Nutzen) eines Erfassungssystems unter ökologischen Gesichtspunkten von Bedeutung:

---

<sup>50</sup> Zum Beispiel die Mengenbilanz, die jedes Jahr von DSD den einzelnen Bundesländern vorgelegt wird. Die im Bundesanzeiger veröffentlichten Daten über Mehrwegquoten und den Verpackungsverbrauch.

- die Materialeffizienz: Erfassungsquote, Verwertungsquote, Output des Systems = Sortier- und Produktionsabfälle bei der Verwertung
- die Transporteffizienz: mit dem Erfassungs-, Sortier- und Verwertungsprozeß notwendig werdende Transporte
- die Energieeffizienz: der Gesamtenergieverbrauch für die einzelnen Stadien der Erfassung und Verwertung.

Erst mit der Schaffung von Vergleichsparametern wird es möglich, Entscheidungen zugunsten eines "stoff- und energieeffizienten" Systems zu fällen. Die Entscheidung zugunsten eines bestimmten Erfassungssystems ist mit der Wahrnehmung der Produktverantwortung durch die Wirtschaft selber zu fällen. Das birgt aber die Gefahr, daß sich Unternehmen für eine bestimmte Form der Altstoffrücknahme auch zukünftig rein betriebswirtschaftlich entscheiden. Es sind also zusätzliche Bewertungskriterien erforderlich.

Zur Zeit bestehen in Österreich Vereinbarungen zur freiwilligen Rücknahme von Altprodukten, zum Beispiel für Altkraftfahrzeuge, Altreifen und PVC-Fenster-/Rohre (BAWP, 1995). Die genannten Effizienzkriterien, d.h. letztendlich die Forderung zur Nachhaltigkeit solcher Systeme sind unter Berücksichtigung des Dematerialisierungsleitbildes stärker durch den Gesetzgeber zu normen. Die Erfahrungen und Kritik an der ARA zeigt, daß Untersuchungen zu deren Gesamteffizienz nötig werden.

### 3.3.4 Ressourcenschonende Verwertungsverfahren - Energie- und Materialeffizienzen

Das Recycling von Produkten und Altstoffen ist organisatorisch und technisch in verschiedenen Varianten möglich. Zu unterscheiden sind zunächst Wiederverwendungs- und Verwertungssysteme. Bei der Wiederverwendung werden die Altprodukte als solche nach einer Reparatur bzw. sonstigen Aufbereitung in gleicher oder ähnlicher Funktion genutzt. Aus der Sicht des Leitbildes ist es grundsätzlich sinnvoll, "jeweils die kürzesten Wege, das heißt die naheliegendste Lösung zu suchen, weil mit Entfernung von der ursprünglichen Produktgestalt auch der Bearbeitungsaufwand und damit der Einsatz an Material und Energie zunimmt. Einer stofflichen Verwertung, also einer Änderung der Produktgestalt, ist die Wiederverwendung der unveränderten Produkte vorzuziehen, da sie kaum zusätzliche Materialien und Energie benötigt und dennoch dem Produkt einen vollen zweiten, dritten, vierten... Gebrauchszyklus

beschert" (Schmidt-Bleek - Tischner, 1995B, S. 111). Stahel spricht sich in diesem Zusammenhang für "kleine Recyclingschleifen" aus - und das aus ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten (Stahel, 1991).

Die heute niedrigen Rohstoffpreise haben Reparaturkreisläufe für traditionell langlebige Güter vom Markt weitgehend verdrängt. Ein klassisches Beispiel hierfür ist die Uhr. Die Herstellung "nicht reparierbarer" Uhren fördert deren ständige Neuanschaffung. Die mit der Uhrproduktion verbundenen "Umweltverbräuche" (Rohstoffverbrauch, Verbrauch an Deponievolumen) sind wirtschaftlich unterbewertet. Die zur Zeit niedrigen Preise für "Billighuhren" können demzufolge nicht mit den nötigen Reparaturkosten konkurrieren. Der Uhrbesitzer wird u.U. aber mit der Anschaffung von drei Einweguhren in 10 Jahren stärker zur Kasse gebeten, als er vorher für seine 10-Jahre nutzbare Uhr bezahlt hat. Zusätzlich muß er die Müllgebühren zur Entsorgung der drei von ihnen in die Mülltonne geworfenen Einweguhren tragen. Das beschriebene Preisverhältnis Einweguhr/reparierbare Uhr würde sich bei erhöhten Energie- und Materialpreisen (ökologische Steuerreform) wieder zugunsten der reparierbaren Uhr verschieben (wir kommen darauf in Kapitel 6 zurück).

Kommt es zu keiner Wiederverwendung von Altstoffen, ist die Verwertung stofflich<sup>51</sup> oder thermisch<sup>52</sup> möglich. Eine in Wuppertal vorgenommene Abschätzung der Material- und Energieströme nach dem MIPS-Konzept, die mit der Herstellung, dem Gebrauch und der werk- bzw. rohstofflichen Verwertung von Kunststoffen wie Polyvinylchlorid (PVC) und Polyethylen (PE) verbunden sind kam zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 3.6):

"Die Produktion von PVC verbraucht mehr Material und Energie als die Herstellung von PE. In der Gebrauchsphase sinken beide MIPS-Kurven bis zum Ende der Nutzung ab. Wenn dann ein Recycling vorgenommen wird, sind werkstoffliche Verwertungsverfahren (kleinere Recyclingschleifen) ökoeffizienter als die rohstoffliche Verwertung (große Recyclingschleifen z.B. Ölgewinnung aus Kunststoffabfällen), die sogar mehr Ressourcen verbrauchen als die Primärproduktion der Kunststoffe. Die rohstoffliche Verwertung von PVC setzt die meisten Material- und Energieströme in Bewegung. Während der Material-Input zur Produktion einer Tonne synthetischen Rohöls aus Kunststoffhydrierung 6 t beträgt, steht dem bei primär gewonnenem

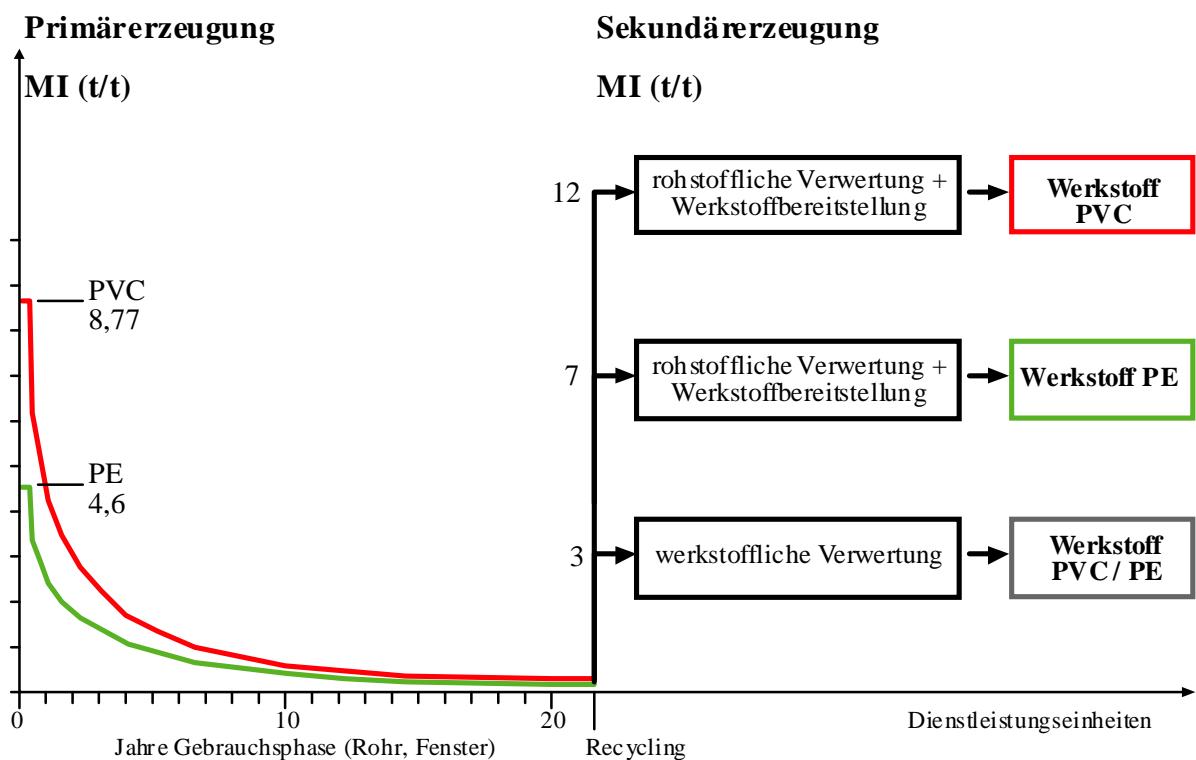
<sup>51</sup> Stoffliche Verwertung = werkstoffliche und, Umschmelzen gemischter Kunststoffabfälle  
rohstoffliche Verwertung = Pyrolyse, Hydrierung, Vergasung  
werkstoffliche Verwertung = Rückführung sortenreiner Kunststoffabfälle, Hochofenprozeß.

<sup>52</sup> Thermische Behandlungsverfahren sind zum Beispiel die Müllverbrennung, Thermoselect-Verfahren, Schmelz-Brenn-Verfahren.

Rohöl ein Materialeinsatz von 1 t pro Öl gegenüber. Im Bereich dieser Kunststoffe heißt das also, daß die werkstoffliche Verwertung auf hohem Niveau den rohstofflichen Verfahren vorgezogen werden sollte. Ist das aufgrund starker Verschmutzung, Vermischung oder zu kurzen Kohlenwasserstoffketten nicht möglich, scheint eine energetische Verwertung sinnvoll, die im Kunststoff enthaltene Energie nutzt, um z.B. Strom zu erzeugen" (Liedtke - Schmidt-Bleek, 1995, S. 121). Dieses Ergebnis hängt entscheidend vom Energiemix ab, zeigt aber deutlich die Möglichkeit öko-ineffizienten Recyclings.

Abbildung 3.6

**Die MIPS-Kurve für PVC und PE inklusive Recycling  
(ohne Wasser und Luft)**



Q: Liedtke - Kuhndt - Manstein - Schmidt-Bleek, 1994.

Die Materialintensität von Recyclingverfahren kann auch anhand des Stoffverbrauches der einzelnen Verfahren verglichen werden. Hierzu liegen erste Untersuchungen vor, die anhand des MIPS-Konzeptes vorgenommen wurden. Der Vergleich bezieht sich auf die Ressourcenintensität von rohstofflichen und energetischen Verwertungsverfahren (Kuhndt, 1995). Eine andere Möglichkeit der vergleichenden Betrachtung wurde auf der Basis Rohölherstellung und

Syncrudegewinnung bei der Hydrierung vorgenommen. Die Gegenüberstellung der Materialintensitäten beider Prozesse zeigt, daß die Hydrierung mehr Primärmaterialien verbraucht als die Primärproduktion. Sie ist somit als ressourcenschonendes Verfahren vergleichsweise uninteressant und trägt nicht zur Ressourcenschonung bei.

In einem weiteren Schritt wurden die energetischen Verfahren auf der Basis der Prozeßschritte "Sammlung" und "Energetische Behandlung" verglichen. Zur Berechnung der Materialintensitäten wurden der Materialinput und der Wasserbedarf in Bezug gesetzt zur Erzeugung von 1 MWh Nettostrom (t/MWh Nettostromerzeugung). Das Thermoselect-Verfahren zeigt insgesamt den höchsten Material- und Wasserbedarf (vgl. Übersicht 3.3). Betrachtet man den Aufwand für die Erzeugung von einer MWh Nettostrom, so schneiden die energetischen Behandlungsverfahren sämtlich besser ab als das öffentliche Netz. Der hohe Wasserbedarf für das öffentliche Netz ist durch ein hohes Maß an erforderlichem Kühlwasser bedingt. Das Thermoselect-Verfahren benötigt im Vergleich zur herkömmlichen Müllverbrennung (Rostfeuerung) und der Schwel-Brennanlagentechnik den höchsten Material- und Wasserinput.

### Übersicht 3.3

#### Vergleich der Materialintensitäten von Abfallbehandlungsverfahren

Behandlungsverfahren	Mi (abiotisch) (inkl. Energiemodul)	Mi (Wasser) In t/MWh
Rostfeuerungsanlage (herkömmliche Müllverbrennung)	0,07	0,03
Thermoselect-Anlage	0,20	3,61
Schwel-Brenn-Anlage	0,09	0,03
öffentliches Netz	4,6	83,00

Q: Kuhndt, 1995.

Die in Übersicht 3.3 gezeigten Berechnungen zeigen einen input-orientierten Ansatz der Bewertung von Recyclingverfahren. Damit unterscheiden sie sich von bestehenden Bewertungsansätzen in der Gesetzgebung, die vor allem Energiegehalte und die Umweltverträglichkeit der Verfahrenstechnik in die Bewertung einbeziehen. Anhand des Kriteriums Ressourcenpro-

---

duktivität wird hier vor allem der Output des Verfahrens geprüft. Sie beziehen sich also weniger auf den Input<sup>53</sup>.

Mit dem Entwurf der "Verordnung über die Vermeidung und Verwertung von Verpackungssabfällen" der Bundesrepublik Deutschland<sup>54</sup> wird von seiten des Gesetzgebers erstmals Stellung zur Umweltverträglichkeit einzelner Recyclingverfahren bezogen. Diese orientieren sich an Energiegehalten von Abfällen bzw. Ergebnisse der Forschungen auf dem Sektor der Ökobilanz. Ökobilanzen können Stoffverbrauchskriterien berücksichtigen. Das MIPS-Konzept versteht sich in diesem Sinne als ein wichtiger Teil einer Ökobilanz. Der in der BRD und EU-weit laufende Normungsprozeß für Ökobilanzen hat jedoch MIPS-Daten bisher nicht ausreichend berücksichtigt.

Die Entscheidung für die Form des Stoffrecyclings wurde in der Vergangenheit überwiegend von technischen und betriebswirtschaftlichen Parametern abhängig gemacht. Sie muß in Zukunft an eine Material- und Energieintensitätsprüfung des gesamten Prozesses gekoppelt werden. Hierbei reicht es nicht aus, den alleinigen Verarbeitungsprozeß zu betrachten. Wenn für die Rückführung und Wiederaufarbeitung von Rohstoffen mehr Material und Energie aufgewendet werden muß als für die primäre Gewinnung von Rohstoffen aus der Natur, dann ist das Recycling nicht nur ökonomisch, sondern auch ökologisch unsinnig. Ebenso wird ein Recyclingverfahren materialökonomisch schlecht zu beurteilen sein, wenn beim Verwertungsprozeß<sup>55</sup> ein hoher Anteil von Abfallstoffen anfällt.

Der Vergleich von Recyclingverfahren wird heute ansonsten in der Regel auf der Basis des "Stand der Technik" vollzogen. Aus Sicht des Leitbildes einer Dematerialisierung ist diese stark verfahrenstechnische Betrachtungsweise durch neue Bewertungskriterien zu ergänzen. Es sind Planungsdaten zum Energie-, Material-, Wasser- und Luftverbrauch; der Abfallintensität und dem Flächenverbrauch dieser Anlagen einzufordern.

---

<sup>53</sup> Der Stoffverbrauch der Anlage wurde bei dieser Betrachtungsweise in der Regel außer Acht gelassen. Das KrW-/AbfG der BRD sagt zum Abwägungsprozeß stoffliche und energetische Verwertung folgendes im § 6 KrW-/AbfG: Durch Rechtsverordnung ist die "besser umweltverträgliche Verwertungsart" zu bestimmen. Zur Umweltverträglichkeit gehören unter diesem Aspekt auch "Gesichtspunkte der Ressourcenschonung" (Von Kölle, 1995). Die energetische Verwertung ist unter gewissen Voraussetzungen) ohne Prüfung möglich (§ 6 Abs. 2 KrW-/AbfG). Das heißt, daß hochkalorische Abfälle ohne Prüfung energetisch verwertet werden dürfen. Das österreichische Abfallgesetz sieht eine ähnliche Regelung im § 1 Abs. 2 Satz 2 AWG vor: "Abfälle sind stofflich oder thermisch zu verwerten, soweit dies ökologisch vorteilhaft und technisch möglich ist,...".

<sup>54</sup> Hierbei wird Bezug auf den Entwurf vom 12.05.1997 genommen. Der Novellierungsprozeß zur Verpackungsverordnung ist in der BRD nicht abgeschlossen, d.h. bestehende Entwürfe haben bisher im Bundesrat keine Mehrheit gefunden.

<sup>55</sup> Hier ist der Sortier- und Verwertungsprozeß angesprochen.

### 3.3.5 Verbrannt ist nicht vergessen - Abfallbehandlungssysteme bewerten

In Österreich wurden 1995 in 29 thermischen Behandlungsanlagen Abfälle verbrannt (BAWP, 1995). Im Zusammenhang mit dem Inkrafttreten der DeponieVO<sup>56</sup> und veränderten Anforderungen an die Stoffqualität der abzulagernden Stoffe ist die Errichtung einer Reihe weiterer Verbrennungsanlagen zu erwarten (Hiesberger, 1997). Die per Gesetz "in die Wege geleitete" Präferenz einer Stoffverbrennung vor der Deponie ist nicht unumstritten.

Die Verbrennung von Stoffen führt zwar zu einer Reduktion im Volumen von Abfällen, ist aber ein irreversibler Prozeß. Ein Teil des Anlagenoutputs der MVA geht als gasförmige Komponente in die Atmosphäre und ist damit rein stoffwirtschaftlich betrachtet verloren. Die Verbrennungsanlagen führen zu einem Output an "selektiven Fraktionen", die nur zum Teil verwertbar sind und ggf. hohe Konzentrationen an Schadstoffen beinhalten (Spangenberg, 1996A).

Aus Sicht des Leitbildes einer Dematerialisierung sind vor einer möglichen Verbrennung alle Kriterien einer möglichen Wiedernutzung der Stoffe zu berücksichtigen. Die Deponierung heute nicht benutzbarer und verwertbarer Stoffe hat gegenüber der Verbrennung den Vorteil, daß eine spätere Nutzung der abgelagerten Stoffe möglich bleibt.

Verbrennungsanlagen stehen sehr häufig in direkter Konkurrenz zu Recyclingverfahren, sind also dem Ausbau des stofflichen oder werkstofflichen Recyclings potentiell hinderlich. Ein Beispiel sind die für den Verbrennungsprozeß erwünschten hochkalorischen Kunststoffabfälle. Im sogenannten "Wiener Modell" (ARGEV, 1997) ist die "probeweise" Verbrennung der über ARA gesammelten Leichtfraktion vorgesehen. Aus Sicht des Leitbildes sind Vergleichsuntersuchungen über Verfahren der Behandlung einzelner Altstoffe anzustreben. Somit müssen stoffspezifische Kennzahlen entstehen, die stoffliche, rohstoffliche und thermische Behandlungen in den Vergleich stellen. Aus Sicht der Ressourcenproduktivität sind Verfahren zu bevorzugen, die das Produkt, das Material, den Stoff auf einer möglichst hohen Verarbeitungsstufe belassen (vgl. oben 3.3.4).

Die Errichtung von Verbrennungsanlagen führt zur Notwendigkeit, diese auch mit einem kontinuierlichen Abfallstrom zu beschicken, d.h. ihre Kapazität auszulasten. Schon allein aus

---

<sup>56</sup> BGBl. Nr. 164/ 1996, in Kraft getreten am 1. Jänner 1997.

Rentabilitätsgründen ist eine ständig gleich große Stoffzufuhr in die Verbrennungsanlage erforderlich. Aus technischen Gründen sollten die Abfälle nach Möglichkeit auch einen konstanten kalorischen Gehalt haben. Diese Grundsätze stehen in einem gewissen Widerspruch zu den Grundsätzen einer Vermeidung und stofflichen Verwertung von Altprodukten gemäß der §§ 1 und 2 AWG. Verbrennungskapazitäten sollen aus Sicht des Leitbildes, sofern sie überhaupt notwendig werden, nach den folgenden Grundsätzen geplant werden:

- Minimalprinzip so klein wie möglich:  
Kapazitätsplanung auf der Grundlage des Faktor 10-Zieles
- Baukastenprinzip so viele Einzelmodule mit möglich:  
Möglichkeiten zur Kapazitätsverringerung und -erweiterung in kleinen Schritten (als Reaktion auf sich verringende Stoffmassen)
- Vorsichtsprinzip so umweltverträglich und so klein wie möglich:  
maximale Umweltverträglichkeit der Anlage sichern, geringstmögliche Kapazität aus Gründen der Kostenintensität (Investitionsrisiko, Gebührengerechtigkeit)
- Subsidiaritätsprinzip so dezentral wie möglich.

Die Masse des abzulagernden oder zu behandelnden Hausmülls ist in Österreich von 1989 bis 1994 kontinuierlich zurückgegangen (BAWP, 1995). Der Rückgang des Abfallaufkommens ist auf Umstellungen in der Abfallentsorgungslogistik<sup>57</sup> und den Ausbau des Recyclings<sup>58</sup>, vor allem des Verpackungsrecyclings zurückzuführen. Weitere Reduktionspotentiale sind zu erwarten,<sup>59</sup> aber nicht präzise zu prognostizieren.

Auch für die Planung zukünftiger Deponien und sonstiger Restabfallbehandlungskapazitäten<sup>60</sup> gilt aus der Sicht des Leitbildes das Vorsichtsprinzip. Das Investitionsrisiko und der potentielle Umweltschaden durch eine zu groß geplante Deponie ist wesentlich geringer als für eine thermische Behandlungsanlage. Kommt es zu einem unerwartet hohen Rückgang des Abfallaufkommens, lassen sich geplante Deponien bei rechtzeitigem Handeln leichter aus der Planung zurücknehmen. Deponien werden in der Regel in Abschnitten verfüllt. Solange die

<sup>57</sup> Sammlungen per Chipsystem, kleinere Tonnen, Sammlung per Abruf, größeres Angebot zur Wertstoffentsorgung.

<sup>58</sup> Bioabfallsammlung, Verpackungsabfallsammlung, Sammlung von Elektronikschrött, Problemstoffsammlung.

<sup>59</sup> Sie ergeben sich aus den Zielen zur Abfallvermeidung bzw. Dematerialisierung.

<sup>60</sup> Der Begriff Restabfall wird im allgemeinen Sprachgebrauch verwendet für den laut KrW-/AbfG definierten "Abfall zur Beseitigung". Er kann verbrannt und/oder deponiert werden.

Basisabdichtung nicht vorgenommen worden ist, können für die Deponie vorgesehene Flächen wieder der Natur übergeben werden. Es ist also bei einem "Stoffausfall" keine Gesamtanlage "rückzubauen" bzw. weiterzubetreiben. Die Deponie kann sukzessive geschlossen werden. Das damit verbundene Investitionsrisiko wird im Vergleich zur Müllverbrennung als geringer eingeschätzt.

Noch vor wenigen Jahren war in ganz Deutschland von einem "Deponienotstand" die Rede. Die Lage hat sich in Deutschland innerhalb weniger Jahre gekehrt. Heute wird in der Landesplanung zum Teil über freie Deponiekapazitäten und neuerdings auch über unausgelastete Verbrennungskapazitäten diskutiert. "Einem großen Teil der 472 Deponien und 52 Müllverbrennungsanlagen in der BRD geht inzwischen das Material aus. Städte, Gemeinden und Landkreise werben um Abfall, den sie in ihren Müllverbrennungsanlagen thermisch entsorgen oder in ihre Deponien lagern wollen. Zu den Folgen zählen Sonderangebote von den Müllverbrennungsanlagen und Deponiebetreibern" (DSD, 1997). Aus der Sicht des Leitbildes halten wir es für notwendig, für die Deponieplanung die gleichen Prinzipien wie für Verbrennungsanlagen anzuwenden: das Minimalprinzip, das Baukastenprinzip und das Vorsichtsprinzip.

Das folgende Beispiel zeigt, daß wir im Grunde viel zu wenig über die Wirkungen von umweltpolitischen/abfallpolitischen Instrumenten wissen, wenn wir sie anwenden: Deponien stehen heute aus rein betriebswirtschaftlichen Gründen häufig in Konkurrenz zu Recyclinganlagen, Verbrennungsanlagen oder anderen Deponien. Die Betreiber haben zum Beispiel ein Interesse daran, Altanlagen möglichst schnell zu verfüllen, bevor die neuen technische Anforderungen (TASie<sup>61</sup>, DeponieVO) sie zu einer Schließung zwingen. Die für die Deponieabdeckung und -verfüllung gewünschten Baurestmassen werden in diesem Fall dem stofflichen Recycling entzogen. Recycling steht also in unmittelbarer Konkurrenz zur Deponie.

Aus Sicht der Dematerialisierung müssen vor jedem Einsatz umweltwirksamer Steuerungsinstrumente deren mögliche Wirkungen auf die Stoffströme abgeschätzt werden. Im vorliegenden Fall wäre rechtzeitig dafür zu sorgen, das stoffliche Baurestmassenrecycling durch eine ergänzende gesetzliche Regelung zu sichern. Bereits bestehende Gesetze und Verordnungen

---

<sup>61</sup> Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz: TA-Siedlungsabfall vom 14. Mai 1993. Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen. (TASie).

---

sind grundsätzlich auf ihre Wirksamkeit im Hinblick auf eine Stoffreduktion<sup>62</sup> zu bewerten. In diesem Zusammenhang sind Bewertungskriterien<sup>63</sup> für Instrumente des Stoffstrommanagements zu definieren.

Die aktuellen technischen Anforderungen an zu deponierende Reststoffe verwandeln ihre Funktion von einer ehemals in Reaktion befindlichen Deponie "großer Stoffmassen" zu einem Lager für inerte und spezifische Stoffe (DeponieVO<sup>64</sup> in Österreich, TASie in der BRD). Diese gesetzlichen Veränderungen werden erhebliche Rückwirkungen auf die zukünftigen Stoff- und Abfallströme haben. Das heißt in der Praxis: Die durch die DeponieVO geforderten veränderten Stoffqualitäten für die Deponie erfordern in der Regel eine "Vorbehandlung" von Haushalts- und Produktionsabfällen vor der Deponierung. Der Diskussionsprozeß zur "umweltverträglichsten" Form der Restabfallbehandlung vor der Deponie ist noch nicht abgeschlossen. Aus Sicht des Leitbildes sind Kriterien der Materialintensität von Behandlungsverfahren in diesem Diskussionsprozeß zu berücksichtigen. Die in Diskussion befindlichen Verfahren der "kalten Vorbehandlung" vor der Deponie bzw. thermischen Behandlung müssen damit nach dem genannten Bewertungsschema auf ihre Energie- und Materialintensität überprüft werden, bevor sie in den Vergleich gestellt werden dürfen.

---

<sup>62</sup> Zum Beispiel die Erhöhung des Angebotes an langlebigen Produkten, ein verringertes Abfallaufkommen, der Anstieg von Erfassungsquoten für bestimmte Stoffe oder Produkte und/oder eine Erhöhung der Recyclingquote.

<sup>63</sup> Wie zum Beispiel die Auswirkung einer Rohstoffsteuer auf die Einsatzquote von Sekundärrohstoffen.

<sup>64</sup> Deponieverordnung - DeponieV BGBl Nr. 164/1996, in Kraft getreten am 1. Jänner 1997.

## 4 Vergleich des Leitbildes der Dematerialisierung mit bestehenden österreichischen Leitbildern

Nach der Vorstellung der Dematerialisierung als Leitbild erfolgt nun eine Analyse bestehender österreichischer Leitbilder im Hinblick auf die gestellten Dematerialisierungsziele. Entsprechend der Gliederung von Kapitel 3 unterscheiden wir Ziele für die Produktion (Stichwort "Ressourcenproduktivität" 4.1), die Konsumenten (Stichwort "stoffbewußter Konsum" 4.2) und die Abfallwirtschaft im besonderen ("von der Abfallwirtschaft zur Stoffwirtschaft" 4.3). Untersucht wurden jeweils der Nationale Umweltplan Österreichs 1996, die Bundes-Abfallwirtschaftspläne von 1995 und 1992 und abschließend die Leitlinien zur Abfallwirtschaft von 1988.

### 4.1 Ressourcenproduktivität

#### 4.1.1 Ziele der Ressourcenproduktivität im Nationalen Umweltplan

Das eingangs dargestellte Leitbild der Dematerialisierung, umsetzbar durch das MIPS-Konzept, bezieht sich auf jedes Unternehmen und jeden Verbraucher, der mit Stoffen, Materialien oder Produkten umgeht. Es ist stoff- und inputorientiert. Das Bekenntnis zu einem input-orientierten Ansatz ist im Nationalen Umweltplan nicht so deutlich hervorgehoben worden, aber an vielen Stellen indirekt erwähnt. Übergreifend sollen *input-orientierte Maßnahmen* vor den *output-orientierten Maßnahmen* bevorzugt werden (NUP, S. 24).

Im Leitbild wurde das Vorsichtsprinzip vorgestellt. Vorsicht wird deshalb für notwendig gehalten, weil die weitgehende Unkenntnis der Form und des Umfanges natürlicher Stoffströme kein vorschnelles Urteil über zu ergreifende Maßnahmen der Stoffreduktion erlaubt. Der nationale Umweltplan sieht neben dem Verursacher- und Kooperationsprinzip und dem Prinzip der ganzheitlichen Betrachtungsweise das Vorsorgeprinzip vor (NUP, S. 47). Der durch die menschliche Tätigkeit verursachte Stoffumsatz soll innerhalb der Schwankungsbreite natürlicher Stoffströme bleiben (NUP, S. 163). Stoffstromanalysen sind also in den Vergleich zu Stoffkreisläufen der Natur zu stellen. Hierbei ist sorgfältig abzuwägen, welche Form und welcher Umfang an Stoffbewegung als "natürlich" bewertet wird.

Das Leitbild räumt damit der Abfallwirtschaft einen geringen Stellenwert im Stoffstrommanagement ein. Quantitativ gesehen ist also in Zukunft nicht zu rechtfertigen, bei einer Stoffstromwirtschaft nur an die Abfallseite zu denken. Das gemeinsame *Lösen von Ressourcen- und Abfallproblemen* (NUP, S. 66) kann also nur aus der Warte begrüßt werden, daß Abfallwirtschaft letztendlich einen wichtigen Beitrag zum Sekundärrohstoffaufkommen leistet. Weite und wichtige Bereiche des Ressourcenmanagement sind ihr aber vorgelagert.

Seit Beginn dieses Jahrhunderts haben sich der weltweite Verbrauch fossiler Energieträger um den Faktor 30 und die industrielle Produktion um den Faktor 50 erhöht (NUP, S. 19). Deshalb werden Maßnahmen zur *Stoff- und Energiestromreduktion* für notwendig gehalten (NUP, S. 27, 84, 163, 171). Der Umfang einer für notwendig gehaltenen Stoffreduktion wird im NUP mit dem *Faktor 10 in den nächsten Dekaden* benannt (NUP, S. 171; Studie "Grundlagen einer integrativen Umsetzung des Nationalen Umweltplanes für Österreich" UNUP, ÖIN, 1996, S. 31). Dabei soll der Einsatz nicht erneuerbarer Rohstoffe jährlich um 2% (25% bis zum Jahr 2005) zurückgeschraubt werden. Die Nutzungsrate für Stoffe ist an ihrer Regenerierungsrate auszurichten (NUP, S. 29; UNUP, S. 32), sofern es sich überhaupt um einen regenerierbaren Stoff handelt. Ziel ist ein *revolutionärer Sprung zur Verringerung des Materialdurchsatzes* (NUP, S. 26). Die *Reduktion der Stoffströme* ist in der *Industrie und im Gewerbe* umzusetzen (NUP, S. 163).

In der Studie des ÖIN (1996) werden insgesamt vier Maßnahmengruppen zur Dematerialisierung unterschieden:

1. Reduktion der Materialflüsse um den *Faktor 10*
2. Umweltgerechte Nutzung von Rohstoffen
3. Umweltgerechte Ressourcensubstitution
4. Umweltgerechte Rückführung von Rohstoffen.

#### 4.1.2 Ziele der Ressourcenproduktivität in den Leitlinien zur Abfallwirtschaft

Die in Österreich bereits 1988 erarbeiteten Leitlinien zur Abfallwirtschaft unterscheiden sich von den Bundes-Abfallwirtschaftsplänen 1995 und 1992 vor allem im Hinblick auf ihre umfassende komplexe Betrachtungsweise der "Abfallwirtschaft". Sie enthalten aus Sicht der De-

materialisierung umfassendere Aussagen als die in den Folgejahren per Gesetz regelmäßig entstehenden Bundes-Abfallwirtschaftspläne bzw. Bundesabfallberichte.

Die *langfristige Verfügbarkeit der Rohstoffe* ist durch ihre *pflegliche Nutzung für zukünftige Generationen zu sichern*. Dies soll durch eine *Orientierung an ökologischen Systemgrenzen*, d.h. der *weitestgehend und komplexen Kreislaufführung von Stoffen* geschehen (Leitlinien, 1988, S. 19). Diese grundsätzlichen Aussagen entsprechen weitestgehend dem Ansatz einer sparsamen Ressourcennutzung, auch wenn noch kein klares Bekenntnis zu einer ressourcensparenden Wirtschaftsweise ausgesprochen wird.

Die *Minimierung der Gesamtbelastung* ist für jedes gegebene Konsumniveau im Zusammenhang mit den entstehenden Kosten zu prüfen (Leitlinien, 1988, S. 19). Auch Minimierungs-konzepte müssen auf ihre Kostenintensität geprüft werden. Mit dieser Zielsetzung wurde in den Leitlinien zur Abfallwirtschaft bereits 1988 ein gedanklicher Ansatz verfolgt, der im Grundsatz dem oben dargestellten Leitbild der Dematerialisierung entspricht.

Die Bilanz von Umweltbelastungen hat- wie das MIPS-Konzept - *grenzüberschreitende Flüsse von Stoffen, Energien und Umweltbelastungen zu berücksichtigen* (Leitlinien, 1988, S. 20). Die im Nationalen Umweltplan abgebildeten Materialflüsse wie z.B. der "Stofffluß mineralische Massenrohstoffe Österreich 1990" (NUP, 1996, S. 43) und weitere Statistiken<sup>65</sup> stellen eine umfassende Stoffstrombilanz auf. Die Massebilanzierung von ökologischen Rucksäcken ist bisher nicht vorgenommen worden.

Die Wahl der Produktionsrohstoffe hat unter Berücksichtigung einer "*geringen Inanspruchnahme von nicht erneuerbaren Rohstoffen und Energien*" für ein gegebenes Produktionsniveau zu erfolgen (Leitlinien, 1988, S. 4, 19). Die Forderung nach der *Internalisierung der Umweltkosten* einer "Minderung der Rohstoffbasis und der Gesamtbelastung durch Abfälle" in die Preisgestaltung (Leitlinien, 1988, S. 21) entspricht der eingangs beschriebenen ökologischen Wahrheit der Preise. Kritisch anzumerken wäre, daß hier nicht eine absolute Reduktion der Stoffströme gefordert wird (nur diese ist ökologisch relevant), sondern nur eine Entkopplung von Ressourcen- und Produktionswachstum, also eine Steigerung der Ressourcenproduktivität.

---

<sup>65</sup> BAWP 1995/1992, Materialfluß Österreich 1990, Materialflußrechnung Österreich 1996.

#### 4.1.3 Ziele der Ressourcenproduktivität im Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1995/1992

Die gesetzliche Verpflichtung zur Erstellung des *Bundes-Abfallwirtschaftsplanes 1995* (BAWP, 1995) inklusive Bundesabfallbericht ergibt sich aus § 5 Abs. 1 Abfallwirtschaftsgesetz BGBI 325/1990 i.d.g.F. Da sich die Planung der Abfallwirtschaft traditionell an abfallwirtschaftlichen Fragen orientiert, finden sich dort erfahrungsgemäß keine unmittelbaren Aussagen zur Dematerialisierung. Der Plan enthält Ziele zur Mengen- und Schadstoffreduktion auf der Outputseite (Abfälle), Verwertungsnachweise und Ergebnisse der Kontrolle von Entsorgungsanlagen. Das im Abfallwirtschaftsgesetz unter § 1 Abs. 1 Satz 2 formulierte Ziel einer "Schonung der Rohstoff- und Energiereserven" (BAWP, 1995, S. 1) gibt aber den Gesamtrahmen der Abfallwirtschaft vor. Stoffreduktionsziele werden in der Bundes-Abfallwirtschaftsplanung jedoch nicht präziser benannt.

Bereits 1992 wird im BAWP das Rohstoffpotential des Abfalls hervorgehoben. Abfallverwertung dient damit nicht mehr "einer Entledigung", sondern auch einer *Substitution von Roh- und Hilfsstoffen* (BAWP, 1992, S. 40, BAWP, 1995, S.43). Dieses Ziel ist in der klassischen Abfallwirtschaft bisher unausgesprochen geblieben. Zunehmend interessant werden die im Abfall enthaltenen Sekundärrohstoffe. Aus Sicht der Dematerialisierung lässt sich durch gezielten Sekundärrohstoffeinsatz der Primärrohstoffverbrauch deutlich reduzieren. Recycling ist jedoch nicht mit Materialextensität und Materialproduktivität gleichzusetzen.

Die umweltschutzorientierte Abfallwirtschaft sieht ihr Selbstverständnis im *Schutz vor Stoffen* (BAWP, 1995, S. 45). Diese Funktion bleibt auch im Rahmen einer Dematerialisierung weiter von Bedeutung, und zwar im Sinne einer zusätzlichen und besonderen Gefahrenabwehr (Vorsichts- und Vorsorgeprinzip) insbesondere für den gefährlichen Abfall. Ihre Bedeutung wäre im Rahmen einer Dematerialisierungsstrategie aber geringer. Stoff- und Abfallwirtschaft im Sinne des Leitbildes ist jedoch in einem umfassenden Sinne ein "nachhaltiger Umgang mit Stoffen", also ein aktiver und bewusster Umgang mit der Materie. Gefahrstoffströme bilden einen wichtigen Teilaспект.

Die Forderung nach einer standardisierten Erhebung von Stoffdaten (BAWP, 1995, S. 46) im Bundes-Abfallwirtschaftsplan umfasst die gesamte Abfallstatistik. Gleichzeitig wird eine gesetzliche Verpflichtung zur *Stoffbilanz im Gewerbe* (BAWP, 1995, S. 3) eingefordert, um die bestehende Planungsgrundlage der Abfallwirtschaft zu verbessern. Der einzige landesweite gesetzliche Datenverbund besteht aber bislang nur für die gefährlichen Abfälle. Hier gilt es zu

bedenken, daß das unternehmerische Interesse an Stoffdaten in der Regel nur gegeben ist, wenn gleichzeitig unternehmenseigene Ziele damit unterstützt werden. Dazu gehört auch die Möglichkeit, ökologieorientiertes Verhalten zu dokumentieren. Aus der Sicht des Leitbildes ist daher sorgfältig zu überlegen, in welchem Umfang und an welcher Stelle freiwillige oder verordnete statistische Erhebungen zukünftig Sinn machen. Im Sinne des Dematerialisierungsleitbilds wäre eine Gesamtbilanz der Ver- und Entsorgung (inputs und outputs) einzufordern.

Der BAWP (1995) fordert neben einer Vorstudie zur *Stoffbuchhaltung* (BAWP, 1995, S. 45, 46) die Entwicklung eines Bewertungsmodells für Stoffdaten. Mit der Machbarkeitsstudie für die Stoffbuchhaltung Österreich liegen dem Umweltbundesamt seit 1995 Ergebnisse für die Form und Gestaltung von Stoffflußanalysen bzw. Stoffbuchhaltungen vor, aus der an dieser Stelle einige Punkte vorgestellt werden (Brunner et al., 1995, S. 64, 65):

- Stoffbuchhaltungen sind auf allen Ebenen nötig: national (BAWP, NUP), regional (Wirtschaftsförderung, Raumplanung), betriebs- und branchenbezogen.
- Kriterien für die Erstellung von Stoffbuchhaltungen sind vor allem die Anwendungsmenge eines Stoffes in der Produktion, die Verteilungscharakteristik eines Stoffes in der Umwelt, die Toxizität eines Stoffes und das "Verhältnis des anthropogenen Fluxes zum geogenen Flux".
- Unternehmen sind auf die Verfügbarkeit von standardisierten Primärstoffdaten angewiesen, die sie in der Regel nicht selbst erheben können. Die statistischen Landes- und Bundesämter können in dieser Hinsicht neue Aufgabenfelder übernehmen.
- Die Stoffbuchhaltung ersetzt keine Wirkungsanalyse. Sie stellt nur eine notwendige Grundlage für weitergehende Bewertungsmodelle (Öko-Bilanz eines Produktes, einer Region; Umweltverträglichkeitsprüfung eines Verfahrens oder eines Standortes) dar.

Das Leitbild hält derartige Stoffbuchhaltungen für sinnvoll und notwendig. Es muß an dieser Stelle sorgfältig zwischen Stoffflußanalysen (SFA) und Materialflußanalysen (MFA) unterschieden werden. Während sich die eben genannten Stoffflußanalysen auf die Untersuchung von Einzelementen wie etwa Zink konzentrieren, beschreiben Materialflußanalysen in der Regel den In- und Output bestimmter Materialgruppen (biotische, mineralische; fest/flüssig, gasförmig) in die Anthroposphäre. Beide Vorgehensweisen, die SFA und MFA stellen hierbei notwendige sich ergänzende Maßnahmen dar, Stoffströme zu analysieren, um sie im Anschluß bewerten zu können.

Der Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1992 ist wie auch der BAWP 1995 auf der Grundlage des Abfallwirtschaftsgesetzes entstanden, also mit dem gleichen Ziel einer Berichterstattung und Planung. Zunächst einige Anmerkungen zum Vergleich beider Pläne auf ihre Zielsetzungen zur Stoffreduktion. Interessant ist der Vergleich beider Bundesabfallwirtschaftspläne im Hinblick auf ihren Gehalt an Stoffreduktionszielen:

- Die Forderung nach dem *Schutz der Reserven von Rohstoffen und Energie* besteht 1992 und 1995 unverändert, ohne nähere Unterziele zu benennen.
- Der Begriff *Abfallvermeidung* wird 1995 viel umfassender als vorher ausgelegt. Unter dem Begriff weitere *Abfallvermeidung* werden jetzt auch Produktnutzungssysteme wie die Mehrfachverwendung, Lebensdauer und Produktgestaltung gefaßt (BAWP, 1995, S. 42). Im BAWP 1992 ist lediglich die qualitative und quantitative *Abfallvermeidung* benannt, ohne eine Präferenz auszusprechen, welche Form von beiden für wichtiger gehalten wird.
- Das Ziel der *Stoffbuchhaltung* wird erst 1995 deutlich formuliert.
- Die zukünftige Bewertung der Effektivität einer Vermeidungsmaßnahme und Interpretation vorliegender Stoffbilanzen benötigt neue Beurteilungskriterien.

Die *Vermeidung von Abfall zur Sicherung der Rohstoff- und Energiereserven* wird 1992 als oberstes Ziel der Abfallpolitik Österreichs benannt (BAWP, 1992, S. 3) und wurde bereits diskutiert. Verbunden hiermit ist gleichzeitig das Ziel, *mit geringerem Materialeinsatz bzw. durch Verminderung der Schadstoffgehalte die gleiche Funktion zu erzielen* (BAWP, 1992, S. 58). Der Ansatz des MIPS-Konzepts ist hier in groben Ansätzen erkennbar.

Im BAWP (1992) wird der *produktbezogenen Abfallvermeidung* (1992) ein großer Stellenwert eingeräumt. Die Vergabe des österreichischen Umweltzeichens ist an produktbezogene Aussagen über den Rohstoff- und Energieverbrauch sowie über Abfälle und Emissionen (bei Herstellung und Gebrauch) gebunden. Hierbei ist der *Einsatz natürlicher und/oder nachwachsender Rohstoffe* voranzutreiben (BAWP, 1992, S. 77).

Im BAWP wird die *Produktverantwortlichkeit der Hersteller für bestimmte Waren zu deren bestimmungsgemäßer Verwendung* (BAWP, 1992, S. 85) benannt. Sie ist jedoch bis heute nicht juristisch untermauert worden, d.h. auch nicht als Zielstellung im österreichischen Abfallgesetz enthalten. In diesem Zusammenhang wird im BAWP 1992 aber die Schließung der Produktverantwortungskette (BAWP, 1995, S. 55) gefordert. Es sind keine Zielstellungen erkennbar, mit welchen Mitteln dieses geschehen und wer dafür verantwortlich sein soll. Es fehlt auch

an einer Aussage, ob das Ziel der Produktverantwortung mit einem Stoffreduktionsziel zu verknüpfen ist.

Im Vergleich hierzu nimmt das KrW-/AbfG der BRD im § 22 die Produktverantwortung (vgl. Übersicht 4.1) erstmalig als Ziel in die Abfallgesetzgebung auf. Das Ministerium behält sich in puncto Produktverantwortung vor, Rechtsverordnungen zu erlassen. Der Aspekt eines materialarm und -schonend hergestellten Produktes wird im § 22 KrW-/AbfG nur indirekt angesprochen. Relativ deutlich wird aber das Ziel formuliert, langlebige, mehrfach verwendbare Güter zu produzieren.

## Übersicht 4.1

### Produktverantwortung

#### Auszug aus dem KrW-/AbfG der BRD

##### § 22 Produktverantwortung

- (1) Wer Erzeugnisse entwickelt, herstellt, be- und verarbeitet oder vertreibt, trägt zur Erfüllung der Ziele der Kreislaufwirtschaft die Produktverantwortung. Zur Erfüllung der Produktverantwortung sind Erzeugnisse möglichst so zu gestalten, daß bei deren Herstellung und Gebrauch das Entstehen von Abfällen vermindert wird und die umweltverträgliche Verwertung und Beseitigung der nach deren Gebrauch entstandenen Abfälle sichergestellt ist.
- (2) Die Produktverantwortung umfaßt insbesondere
  1. Die Entwicklung, Herstellung und das Inverkehrbringen von Erzeugnissen, die mehrfach verwendbar, technisch langlebig und nach Gebrauch zur ordnungsgemäßen und schadlosen Verwertung und umweltverträglichen Beseitigung geeignet sind.
  2. Den vorrangigen Einsatz von verwertbaren Abfällen oder sekundären Rohstoffen bei der Herstellung von Erzeugnissen,
  3. Die Kennzeichnung von schadstoffhaltigen Erzeugnissen, um die umweltverträgliche Verwertung oder Beseitigung der nach Gebrauch verbleibenden Abfälle sicherzustellen,
  4. Den Hinweis auf Rückgabe-, Wiederverwendungs- und Verwertungsmöglichkeiten oder -pflichten und Pfandregelungen durch Kennzeichnung der Erzeugnisse und
  5. Die Rücknahme der Erzeugnisse und der nach Gebrauch der Erzeugnisse verbleibenden Abfälle sowie deren nachfolgende Verwertung oder Beseitigung.
- (3) Im Rahmen der Produktverantwortung nach den Absätzen 1 und 2 sind neben der Verhältnismäßigkeit der Anforderungen entsprechend § 5 Abs. 4, die sich aus anderen Rechtsvorschriften ergebenden Regelungen zur Produktverantwortung und zum Schutz der Umwelt sowie die Festlegungen des Gemeinschaftsrechts über den freien Warenverkehr zu berücksichtigen.
- (4) Die Bundesregierung bestimmt durch Rechtsverordnungen aufgrund der §§ 23 und 24, welche Verpflichteten die Produktverantwortung nach den Absätzen 1 und 2 zu erfüllen haben. Sie liegt zugleich fest, für welche Erzeugnisse und in welcher Art und Weise die Produktverantwortung wahrzunehmen ist.

Q: § 22 KrW-/AbfG (Auszug).

Aus dem oben dargestellten Dematerialisierungskonzept ergibt sich darüberhinaus eine "Rohstoffverantwortlichkeit" für den Hersteller. Nicht mehr das einzelne Produkt, sondern der Rohstoffinput steht im Mittelpunkt der Betrachtungen, indem der Gesamtrosstoffverbrauch ins Kalkül zu ziehen ist. Der Produktnutzen und nicht das Produkt selber ist damit wichtig. Eine Rohstoffverantwortung kann aber nur wahrgenommen werden, wenn ein Bewertungsmodell für den schonenden Umgang mit Rohstoffen zu Grunde liegt.

## 4.2 Stoffbewußter Konsum

### 4.2.1 Ziele eines stoffbewußten Konsums im Nationalen Umweltplan

Konsum spielt im Nationalen Umweltplan eine wichtige Rolle. Erst mit einem gewissen Informationsangebot kann der Bürger als "mündiger Konsument" (NUP, 1996, S. 83) zielgerecht handeln. Dabei sei "nachhaltiger Konsum" nur in *Einzelfällen* mit einem Konsumverzicht verbunden (NUP, 1996, S. 84), es geht vielmehr um neue *umweltgerechte Konsummuster* (NUP, S. 26). Lebensqualität und Elemente eines nachhaltigen Lebensstils sind neu zu definieren. Gesetzliche, wirtschaftliche und soziale Rahmenbedingungen können für den Konsumenten Anreize für ein ökologischeres Kauf- und Nutzungsverhalten setzen.

Auch aus der Sicht des Leitbildes der Dematerialisierung geht es nicht um Konsumverzicht, wohl aber in bestimmten Fällen um Eigentumsverzicht. Die Bürger werden verstärkt Dienstleistungen nachfragen anstatt physischer Produkte, d.h. sie sind letztendlich am Service interessiert, das ihnen die Produkte bieten. Der gewünschte ökologische Strukturwandel würde dann zu einem Angebot neuartiger immaterieller Waren führen. Verzicht auf die Dienstleistung ist also nicht notwendig.

Der NUP sieht mehrere Wege zur *umfassenden Produktinformation* vor (NUP, S. 87, ÖIN, 1996, S. 37). Produktkennzeichnung ist freiwillig oder mit gesetzlicher Vorschrift möglich. Die gesetzliche Deklarationsvorschrift wird im NUP für bestimmte Zwecke vorgeschlagen:

- Deklaration über Wartung und Wiederverwendbarkeit (NUP, S. 172) bzw.
- Kennzeichnungspflicht für Werkstoffe eines Produktes (NUP, S. 87)
- Berücksichtigung der Material- und Energieverbräuche je Dienstleistungseinheit bei der Vergabe der Umweltzeichen<sup>66</sup> (NUP, S. 172)

<sup>66</sup> Z.B. österreichisches Umweltzeichen, EU Eco-Label, "Blauer Engel" aus Deutschland.

- Berücksichtigung von *Langlebigkeit und Adaptierbarkeit* für Neuentwicklungen in Richtlinien z.B. für das Umweltzeichen (NUP, S. 84, 171)
- Weiterentwicklung des Instrumentes der Öko-Bilanz (NUP, S. 87) und ggf. Kennzeichnung mit Ökobilanz-Ergebnissen.

Die *Produktdeklaration* ist *laufend an wissenschaftliche Erkenntnisse zu adaptieren* (NUP, S. 83). Hierbei sind EU-weite Normungen für Produkte und Sammelsysteme anzustreben (NUP, S. 88). *Einfache und transparente Produktkennzeichnungen* (NUP, S. 83) sollen dem Bürger die Wahl und Orientierung beim Einkauf erleichtern.

Hier ergibt sich ein gewisser Widerspruch, nämlich zwischen der Forderung nach umfassender Verbraucherinformation und der gleichzeitigen Bewahrung der Einfachheit und Transparenz von Produktkennzeichen. Aus Sicht des Leitbildes werden einheitliche Stoffschlüssel für die Ver- und Entsorgung benötigt. Jeder Kennzeichnung hat ein sorgfältiger Normungsprozeß vorauszugehen, bei dem auch der Umfang und die Art zukünftiger "Öko-Zeichen" sorgfältig abzuwegen sind.

#### 4.2.2 Ziele eines stoffbewußten Konsums in den Leitlinien zur Abfallwirtschaft

Die alleinige *Motivation* (Leitlinien, 1988, S. 36) zu einem stoffbewußtem Konsum reicht nicht aus. Die Gesetzgebung und Verwaltung muß Rahmenbedingungen schaffen, die ein umweltbewußtes Verbraucherverhalten fördern. Dies ist zum Beispiel über Abfallgebühren<sup>67</sup> möglich (Leitlinien, 1988, S. 28), die in jedem Haushalt Abfallvermeidung fördern können.

Das Ziel einer getrennten *Sammlung einzelner Stoffgruppen* (biogene Abfälle, Altstoffe, Problemstoffe) (Leitlinien, 1988, S. 42, 43) darf nicht dazu führen, daß in Zukunft Getrenntsammlung stärker belohnt wird als die eigentliche Vermeidung bzw. sogar Getrenntsammelungsmaßnahmen dazu führen, daß im Endeffekt die Entsorgungsgebühren für den Bürger ansteigen. Ein Beispiel dazu aus Deutschland: Die Müllgebühren haben sich in Deutschland in den letzten Jahren vielerorts gegenläufig zum Hausmüllaufkommen entwickelt. Diese Entwicklung ist für den umweltbewußten Konsumenten unverständlich, der ja für sein Verständnis durch Abfallvermeidung auch Kosten sparen müßte. Erklärbar ist diese Tatsache durch stei-

---

<sup>67</sup> Z.B. verursachergerechte Hausmüllgebühren (Chipkarten, Wiegesysteme, Sacksysteme).

gende Kosten der öffentlich rechtlichen Körperschaften für die Wertstoffentsorgung<sup>68</sup>. Um dem Dilemma zu entkommen, sind neue Gebührenmodelle gefragt. Dabei ist das Grundprinzip zu sichern, daß der "stoffsparsam haushaltende Bürger" auch finanziell entlastet bzw. sogar extra belohnt wird.

#### **4.2.3 Ziele eines stoffbewußten Konsums im Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1995/1992**

Die Abfallwirtschaftspläne 1995 und 1992 enthalten erwartungsgemäß wenige Zielformulierungen zu einem stoffbewußten Konsum. Das Potential einer *Hausmüllvermeidung* wird bei gegebenen Ver- und Entsorgungsstrukturen auf insgesamt 13 Gewichtsprozent eingeschätzt (BAWP, 1995, S. 55, BAWP, 1992, S. 58). Der Hausmüll ist in Hinblick auf das Gesamtreduktionspotential also von sehr geringer Bedeutung (vgl. Kapitel 1.1 und 1.3.2.1). Dies zeigt noch einmal sehr deutlich, daß die Schwerpunkte der Stoffreduktion auf der Inputseite zu suchen sind.

### **4.3 Von der Abfallwirtschaft zur Stoffstromwirtschaft**

#### **4.3.1 Ziele der Abfall-/Stoffstromwirtschaft im Nationalen Umweltplan**

Das im AWG gesetzlich formulierte Ziel der Abfallvermeidung (§ 1 AWG) ist bis heute ein weitgehend theoretisches "Ziel" geblieben. Es gibt bisher kaum Bewertungskriterien für das Vermeidungspotential bestimmter wirtschaftlicher Handlungen. In diesem Zusammenhang schlägt der NUP eine *Verschärfung und Vereinheitlichung des Anlagenrechtes im Hinblick auf Material- und Energieverbräuche* vor (NUP, S. 171, UNUP, S. 32).

*Ausgeschiedene Produkte und Stoffe sind kostenminimierend wenn möglich an der Stelle des Anfalls zu trennen* (NUP, S. 81). Die *Sammel- und Entsorgungsstrukturen sind gleichsam in der Nähe des Konsumenten aufzubauen* (NUP, S. 81). *Erfassungs- und Verwertungssysteme in der Abfallwirtschaft sind einer Erfolgs- und Qualitätskontrolle (Kosten-, Massen-, Volumenflüsse) zu unterziehen*. Diese ist bis zum Jahr 2000 einzuführen (NUP, S. 67). In diesem Zusammenhang sind *Stoff- und Energiebilanzen für Recyclingverfahren aufzustellen* (NUP, S. 81). Die ge-

---

<sup>68</sup> Z.B. zusätzliche Gebühren für die Kühlzentralkühlung und Bioabfallentsorgung und steigende Beseitigungskosten durch erhöhte technische Anforderungen an den Deponien.

nannten Ziele gehen mit dem Leitbild der Dematerialisierung konform. Es ist allerdings zu beachten, daß Verfahrensvergleiche neue Bewertungsfaktoren wie das MIPS-Konzept einbeziehen sollten. Thermische Behandlungsverfahren sind in die Vergleiche grundsätzlich einzubeziehen.

Ziel ist es, die *nicht verwertbaren Abfälle bis zum Jahr 2010 um 50% zu verringern* (NUP, S. 172). Dies bedeutet, daß letztendlich auf den Produktionsprozeß Einfluß genommen werden muß. Denkbar sind zum Beispiel spezifische Verbote oder Besteuerungen von jenen Stoffen, die nicht oder nicht umweltverträglich verwertet werden können.

Im NUP wird die *Errichtung von zusätzlichen Behandlungsanlagen* (thermisch, physikalisch-chemisch) gefordert, um letztendlich den Deponieraum zu schonen (NUP, S. 67, 69, UNUP, S. 33). Mit der Reduktion der Stoffströme um den Faktor 10 müssen sich auch die zu behandelnden Abfallströme deutlich verringern. Die Notwendigkeit einer erweiterten Anlagenkapazität ist von daher noch einmal grundsätzlich zu überprüfen.

Generell besteht die Forderung, den *Anteil an dissipativen (irreversiblen) Prozessen in der Wirtschaft zu minimieren* (NUP, S. 84). Das Leitbild sieht aus dieser Warte ein Minimierungsgebot für Verbrennungsprozesse vor, die einen Teil des Stoffinputs irreversibel und ungenutzt in die Umwelt entlassen.

#### **4.3.2 Ziele der Abfall-/Stoffstromwirtschaft in den Leitlinien zur Abfallwirtschaft**

Die Abfallvermeidung steht laut "Leitlinien zur Abfallwirtschaft" an erster Stelle vor der Abfallverwertung und -beseitigung. Vor allem die quantitative Abfallvermeidung wird Dematerialisierungszielen gerecht, wenn sie konsequent umgesetzt wird. Schon heute bewegen betriebswirtschaftliche Aspekte Unternehmer zum *teilweisen oder gänzlichen Verzicht auf Stoffe oder Verfahren, die zu Abfällen führen* (Leitlinien, 1988, S. 3, 13).

Das *Einsammeln und Transportieren von Abfällen ist einfach und unter Wahrung ökologischer Randbedingungen vorzunehmen* (Leitlinien, S. 40). Wissenschaft und Technik sollen in diesem Zusammenhang *umweltverträgliche Entsorgungssysteme* bestimmen (Leitlinien, 1988, S. 25, 27). Aus der Sicht unseres Leitbildes sind vor allem Erfassungs- und Verwertungssysteme wie die ARA in ihrer Gesamtstruktur auf ihre Materialintensität zu testen. Die in den Leitlinien ge-

---

forderte Verwertung von Energieinhalten einzelner Stoffe (Leitlinien, S. 5) kann dann eine sinnvolle Alternative darstellen, wenn sie die Materialintensität reduziert.

Abfallverwertung soll gemäß den Leitlinien nur unter Berücksichtigung "gesamtwirtschaftlicher Aspekte" erfolgen (Leitlinien, 1988, S. 29). Die gesamtwirtschaftliche Prüfung von Stoffverwertungsmaßnahmen erfordert eine Analyse der Kosten- und Materialintensität. Die Bewertung von Recyclingverfahren wurde bisher häufig sehr eng auf die damit verbundene Technologie (Stand der Technik) und die hergestellten Recyclingprodukte (Absatzpotentiale, Schadstofffreiheit) bezogen. Aus Sicht des Leitbildes der Dematerialisierung müssen die bestehenden Erfassungssysteme und Recyclingverfahren vor allem auf ihre Energie- und Materialintensität aber auch auf die Erfassungs- und Verwertungsintensität geprüft werden.

Die *biologische Abfallbehandlung* ist als naturnahes Verfahren zu fördern (Leitlinien, 1988, S. 43). Zusätzlich wäre auch hier grundsätzlich eine Bestimmung der Materialintensität biotechnischer Verwertungsverfahren aus Vergleichsgründen zu empfehlen.

Die Sammlung und der Transport von Abfällen soll unter *Wahrung ökologischer Randbedingungen* erfolgen (Leitlinien, 1988, S. 40). Es muß erst noch genormt werden, was unter der Wahrung ökologischer Randbedingungen zu verstehen ist. Die Transporte eines gesamten Erfassungssystems sind aus volkswirtschaftlicher Sicht zu prüfen. In der Vergangenheit wurde der Fehler gemacht, daß in einem sehr engen Blickwinkel bilanziert wurde. Die Folgekosten hoher Transporte fallen letztendlich aber auf alle zurück.

Der Grundsatz der *Stoffentsorgung auf regionaler Ebene*, d.h. in diesem Falle innerhalb Österreichs, ist bereits in das Abfallrecht integriert worden (Leitlinien, 1988, S. 22). Allerdings bezieht sich die Zielsetzung bislang nur auf die Stoffdeponie (Endlagerung), nicht aber auf Verwertungsaspekte. Die absolute Ausgeglichenheit der Ver- und Entsorgungsstoffströme einer Region erscheint nicht praktikabel. Regionale Ver- und Entsorgungssysteme stoßen im Industriezeitalter auf technische Grenzen, die durch eine gewisse Spezialisierung und Arbeitsteilung in der Wirtschaft bedingt sind. Untersuchungen zu einer regionalen Kreislaufwirtschaft fehlen bisher. Aus Sicht des Dematerialisierungs-Leitbildes sind Regionalstrukturen jedoch zu stärken. Regionale Entsorgungssysteme werden ganz automatisch gestärkt, wenn sich Transportkosten wesentlich verteuern.

### 4.3.3 Ziele der Abfall-/Stoffstromwirtschaft im Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1995 und 1992

Der Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1995 führt ausführliche Definitionen von Formen der Abfallvermeidung<sup>69</sup> auf. Abfallvermeidung wird hierbei wesentlich umfassender als in der bisherigen Planungs- und Definitionspraxis beschrieben:

- quantitative (Verzicht auf Stoffe oder Verfahren, die zu Abfällen führen)
- qualitative (Substitution von umweltgefährdenden Stoffen)
- anlagenbezogene (abfallarme Prozeßführung, innerbetriebliche Verwertung)
- produktbezogene (Mehrfachverwendung, Langlebigkeit, Gestaltung)
- weitere Abfallvermeidung (Wiederverwendung, Weiterverwendung)

Unter *Abfallvermeidung* werden *Maßnahmen* verstanden, die ein Entstehen von Abfällen beim Abfallproduzenten verhindern (BAWP, 1995, S. 42). Das Leitbild der Dematerialisierung setzt aber schon früher an. Die Möglichkeiten der Stoffreduktion durch Vermeidung sind vielfältig und wurden bereits in Kapitel 3 erläutert. Die Abfallvermeidung wurde bisher immer zur Sache des umweltbewußten Konsumenten erklärt. Die Beispiele zeigen eine wichtige Schnittstelle vom nachfragenden Konsument zum anbietenden Produzenten. Durch ein entsprechendes Produktangebot kann das Unternehmen wesentlich zum Vermeidungserfolg beitragen.

Jeder Verwertungsmaßnahme ist die *quantitative und qualitative Abfallvermeidung* (BAWP, 1992, S. 4) vorzuziehen. Im BAWP wird keine Präferenz ausgesprochen, daß eine der beiden Vermeidungsformen zu bevorzugen ist. Stoffreduktion kann wohl am effektivsten durch die quantitative Vermeidung erreicht werden. Formen der qualitativen Abfallvermeidung sind hierbei aber nicht außer acht zu lassen. Der Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1992 sieht in diesem Sinne eine *Entfrachtung des Hausmülls*<sup>70</sup> von Problemstoffen vor (BAWP, 1992, S. 7).

*Mehrstoffsammlungen* führen zu Qualitätsverminderungen... und verringern die Einsatzmöglichkeiten der einzelnen Stoffkomponenten (BAWP, 1992, S. 60). Mehrstoffsammlungen wie der "Gelbe Sack" oder auch kommunale Mehrstoffsammlungen müssen in Folge auf ihren Einfluß auf die Verwertungsquote geprüft werden.

<sup>69</sup> Vermeidungsgrundsatz gemäß § 1 Abs. 2 AWG.

<sup>70</sup> Z.B. durch die Sondersammlungen für kleine Mengen an Problemstoffen aus Haushaltungen und Betrieben.

Abfälle sind nur insoweit zu verwerten, als dies ökologisch vorteilhaft ist (BAWP, 1992, S. 3). Hierbei sind auch Kosten- und Marktaspekte ins Kalkül zu ziehen (BAWP, 1992, S. 3). Aus Sicht des Leitbildes sind in Zukunft die folgenden Aspekte bei der Prüfung von Verwertungsverfahren zu berücksichtigen:

- Materialintensität (inklusive notwendiger Materialtransporte und Energieintensität der Verwertung)
- Erfassungsintensität der Verwertung (Sortenreinheit der Stoffe)
- Abfallintensität der Verwertung (quantitative und qualitative Bedeutung)
- Energieintensität der Verwertung

Die Forderung nach *Internalisierung von externen Verwertungs- und Entsorgungskosten* (BAWP, 1992, S. 85) läuft mit dem Dematerialisierungskonzept konform. Dies sollte aus Sicht des Leitbildes sowohl auf der Ebene der Produktpreise als auch auf der Ebene der Entsorgungsgebühren geschehen. Kosten wären so auszuweisen, daß sie Einzelprozessen wie Erfassung und Sortierung zugeordnet werden können. Mischkalkulationen der öffentlich rechtlichen Entsorgungsträger - z.B. zum Verhältnis Deponie- Sammel- und Verwertungskosten - sollten dem gebührenpflichtigen Konsumenten offengelegt werden.

Die Abfallwirtschaft zielt auf die Verwertung großer Massenströme. Die Forderung nach einer *Halbierung des Hausmüllaufkommens bis 1996* (BAWP, 1992, S. 7) und einer Verwertung von 40% der Baurestmassen bis 1993 wurden im Sinne des Stoffreduktionsziels aufgestellt (BAWP, 1992, S. 8). Es müssen neue Informationsebenen geschaffen werden, wo das Erreichen oder Nichteinreichen von Stoffreduktionszielen auf den einzelnen Ebenen dokumentiert bzw. bei Bedarf kontrolliert wird. In der vorliegenden Abfallberichterstattung von 1995 ist jedoch gerade der Nachweis des Erreichens bestehender Reduktionsziele nicht deutlich vollzogen worden.

Die Maßnahmen zur Verwertung von Baurestmassen sind aus rein quantitativer Sicht von erheblich größerer Wichtigkeit als die Hausmüllreduktion<sup>71</sup>. Die Entscheidung zum Einsatz von Instrumenten des Stoffstrommanagements soll die Steuerung großer Stoffmassen bevorzugen bzw. nötigenfalls gesetzlich vorschreiben.

---

<sup>71</sup> 1993 betrug das Baurestmassenaufkommen in Österreich 22 Mill. t im Vergleich zu 2,5 Mill. t Hausmüll (BAWP, 1995).

In Österreich besteht nach dem Abfallwirtschaftsgesetz die gesetzliche Verpflichtung zur Erstellung eines Abfallwirtschaftskonzeptes ab einer bestimmten Betriebsgröße (BAWP, 1992, S. 9). Die Abfallwirtschaftskonzepte stehen im Zusammenhang mit der Anlagengenehmigung (AWG, § 9, Abs. 1) bzw. einer allgemeinen Aufzeichnungspflicht von Gewerbebetrieben (AWG, § 14). Dies soll vor allem zu einem "gezielten Rohstoffeinsatz" führen (BAWP, 1992, S. 84). Die hiermit verbundenen Stoffflußanalysen haben den Nachteil, daß sie sich auf den Anlagenoutput bestehender Anlagen beziehen. Es sind weitestgehend Abfallvermeidungs-, Abfallverwertungs- und -entsorgungskonzepte. Kriterien eines gezielten Rohstoffinputs werden hierbei vernachlässigt. Stoffreduktionsziele werden nicht deutlich genug formuliert und damit auch nicht auf die einzelnen Ebenen in der Produktlebenskette (Rohstoffinput - Produktion - Output - Rücknahme) bezogen.

Ergänzend werden *stoff- und branchenspezifische Abfallwirtschaftskonzepte* gefordert (BAWP, 1992, S. 42, 43). Aus Sicht der Dematerialisierung sind in Zukunft Konzepte und Maßzahlen für die gesamte Stoffwirtschaft einer branchenbezogenen Betrachtung voranzustellen. Branchen-Abfallwirtschaftskonzepte stießen in der Vergangenheit unabhängig von der betroffenen Branche immer wieder an dieselben Grenzen. Ziele waren wegen fehlender übergreifender Regulierungen nicht zu verwirklichen. Die folgenden Inhalte sind aus Sicht unseres Leitbildes für ein Branchenkonzept einzufordern:

- Tips zur innerbetrieblichen Stoffbuchhaltung
- Aspekte des Rohstoffeinkaufes:  
Rohstoffe aus der Region, Primär- oder Sekundärrohstoffe, Herstellungsprofil unter Nutzung erneuerbarer Rohstoffe, sparsam zu verwendende Stoffe
- Rohstoffmarketing: Produktkennzeichnung mit Recycling- oder MIPS-Symbol
- Partner für die Kreislaufführung: z.B. zur Mehrfachnutzung von Produkten
- Verwertungspartner für Altprodukte und Altstoffe
- Rücknahmesysteme für Altprodukte und Altstoffe
- Stand der Technik zu input-armen Verfahren
- Stand der Technik zu Verfahren mit wenig Produktionsabfall

Der Trend zu einer alleinigen Zulassung der *Ablagerung von endlagerfähigen Stoffen* (BAWP, 1992, S. 62) ist aus der Warte einer den Naturprinzipien angeglichenen Stoffwirtschaft kritisch zu beurteilen. Deponie kann letztendlich nur die letzte Lösung sein. Potentiale der kurz- und langfristigen Stofflagerung und deren Rückgewinnung sind wenig untersucht. Wir wissen

insgesamt sehr wenig über Lagerprozesse und ihren Grad an Natürlichkeit. Erste Zahlen liegen zur Masse der anthropogen verursachten Stofflager - z.B. des jährlichen Lagerzuwachses in Form von Gebäuden etc. einer Stadt - vor (Brunner, 1996).

## 5 Fallstudien zum neuen Leitbild für die österreichische Abfallwirtschaft

Der erste Abschnitt dieser Untersuchung gibt ein Bild der Ausgangssituation in Österreich in Form einer Stoffstrombilanz und einer Charakterisierung der Abfallströme. Auf diese Situation wurde das Leitbild einer integrierten Stoffstromwirtschaft angewendet: Das Leitbild der Dematerialisierung soll eine Orientierung in Richtung größerer Ressourcenproduktivität und stoffbewußterem Konsum geben. Die Reduzierung von Stoffströmen anstelle des gegenwärtigen Ansatzes einer reinen Abfallwirtschaft soll jene Weichenstellungen bewirken, die die Aufmerksamkeit der wirtschaftlichen Akteure weg von der reinen Entsorgung zu einem gezielten Management und einer gezielten Reduktion von Stoff- und Energieströmen lenken.

Wie entwickelt sich die österreichische Wirtschaft unter diesen Aspekten? Wie entwickeln sich Ressourcenverbrauch und Abfälle? Wie weit sind wir von dem Ziel einer Dematerialisierung, einer Verringerung von Stoff- und Energieflüssen entfernt? Welche Entwicklungen hat die österreichische Umweltgesetzgebung der letzten Jahre ausgelöst?

Eine Antwort auf diese Fragen kann auf verschiedenen Ebenen versucht werden: Auf der Makroebene zeigen uns die Zahlen des Bundes-Abfallwirtschaftsplans eine vordergründige Verringerung der Abfallmengen. Die genauere Analyse im Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1995 hat jedoch gezeigt, daß in Österreich von einer leichten Steigerung der Abfallmenge auszugehen ist. Allerdings erschweren geänderte Definitionen von Abfällen, die unterschiedliche Erfassungsqualität sowie unterschiedliche gesetzliche Grundlagen den Vergleich der aus den letzten Jahren vorliegenden Daten und damit auch eine Prognose.

### 5.1 Konzeption der Fallstudien und Möglichkeiten der Hochrechnung

Dieses Kapitel versucht eine Analyse der Entwicklung von Stoff- und Energieflüssen von zehn einzelnen Betrieben anhand ihrer Abfallwirtschaftskonzepte.

Uns sind bisher keine empirischen Untersuchungen bekannt, in denen systematisch die Entwicklung des Einsatzes von Vorprodukten und des Abfallanfalls von konkreten Betrieben un-

---

tersucht wurde, um so von der Mikroebene "bottom-up" ausgehend eine Analyse der Entwicklungen in Bezug auf das Leitbild der Dematerialisierung zu versuchen.

Die Erhebung der notwendigen Daten für die Fallstudien erfolgte anhand von vorliegenden betrieblichen Abfallwirtschaftskonzepten. Das Instrument des Abfallwirtschaftskonzeptes sollte auf betrieblicher Ebene einen geeigneten Zugang zu Daten über den direkten Einsatz von Stoffen und den Abfallanfall bieten. Ein Abfallwirtschaftskonzept beinhaltet in Österreich eine Darstellung der betrieblichen Abfallströme, eine Charakterisierung der betrieblichen Tätigkeiten, bei denen Abfälle entstehen und eine Aufstellung der eingesetzten Vorprodukte. Eine Aufstellung der behördlichen Bewilligung und der durchgeführten und geplanten Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung der Abfallmengen vervollständigen ein Abfallwirtschaftskonzept. Dieses Konzept ist von Betrieben mit mehr als 100 Mitarbeitern der Behörde vorzulegen. Im Zuge von Genehmigungsverfahren oder auf Anordnung der Behörde müssen jedoch auch Betriebe mit weniger als 100 Mitarbeitern ein Abfallwirtschaftskonzept vorlegen. Aufgrund seiner Definition müßten die in diesen Konzepten enthaltenen Daten gut geeignet sein, einen Überblick über die Entwicklung des Einsatzes von Vorprodukten und des Aufkommens von nicht gefährlichen und gefährlichen Abfällen zu geben.

Die eingangs gestellten Fragen sollten also anhand der Daten über Stoffeinsatz und Abfallmengen aus den Abfallwirtschaftskonzepten und durch Befragungen von zehn exemplarisch ausgewählten Unternehmen für diese Betriebe beantwortet werden. Anhand der Analyse von Daten aus den vorliegenden Abfallwirtschaftskonzepten sollte festgestellt werden, wie sich die österreichischen Umweltgesetze auf die Material- und Energiewirtschaft dieser Betriebe ausgewirkt haben.

Dem neuen Leitbild für die Abfallwirtschaft entsprechend sollten die österreichischen Umweltgesetze generell eine Verminderung der Materialströme bewirken. Das würde bedeuten, daß

- weniger biotische und abiotische Rohstoffe eingesetzt werden
- weniger Wasser und Luft eingesetzt wird
- weniger Energie verbraucht wird
- weniger Erdmassen bewegt werden
- weniger Abfälle anfallen

um den gleichen Umsatz zu erzielen.

Dieses Kapitel soll nun aufzeigen, inwiefern die österreichischen Umweltgesetze nach Einschätzung der befragten Betriebe eine derartige Entwicklung eingeleitet oder unterstützt haben.

### 5.1.1 Auswahl der Betriebe

Für die Fallstudien wurden zehn Betriebe ausgewählt. Von Anfang an war die Bereitschaft der Betriebe zur Mitarbeit von zentraler Bedeutung. Sie mußten bereit sein, Daten zur Verfügung zu stellen und darüber hinaus Zeit für ein Interview und für Rückfragen aufzubringen, da im Rahmen des Projektes keine Mittel zur Abgeltung der betrieblichen Mitarbeit vorgesehen waren.

Es wurden in Absprache mit dem Auftraggeber zwei Gruppen von Betrieben zur Untersuchung ausgewählt. Die erste bestand aus sechs bereits vor dieser Studie im Rahmen eines Projektes zur Abfall- und Emissionsvermeidung<sup>72</sup> (Ökoprofit<sup>73</sup> oder Prepare<sup>74</sup>) beratenen und damit den Autoren bekannten Unternehmen. Die zweite Gruppe bestand aus vier noch nicht im Hinblick auf Abfall- und Emissionsvermeidung beratenen Firmen.

Die Bildung von zwei Gruppen zielte auch darauf ab, die Bedeutung von Beratung zur Umsetzung von geltenden Gesetzen zu illustrieren.

Die Firmen wurden aus den Branchen "holzverarbeitende Industrie" (mit dem Schwerpunkt Möbelherstellung und Bautischlerei) und "metallverarbeitende Industrie" (mit dem Schwerpunkt Herstellung von Automobilen, Zulieferung für die Automobilindustrie und Reparatur von Automobilen) ausgewählt und in Bezug auf die Änderung ihrer Stoffströme an ihren Betriebsgrenzen (Materialinput und -output) in den letzten Jahren untersucht.

---

<sup>72</sup> Baumhakl, 1997, Fresner, 1995, Prepare, 1994, Scheck, 1997, Schnitzer, 1995.

<sup>73</sup> „Ökoprofit“ ist ein Projekt zum betrieblichen integrierten Umweltschutz. Es wurde seit 1991 in Graz entwickelt und mittlerweile auch in anderen österreichischen Städten (Dornbirn, Klagenfurt) und im Bundesland Niederösterreich erfolgreich durchgeführt. Es beruht auf dem Prinzip „Hilfe zur Selbsthilfe“. Sein Kern ist eine Reihe von Workshops, in denen jeweils 12 bis 15 Betriebe die Grundlagen von Abfallvermeidung erlernen und anschließend, unterstützt durch Berater, in die betriebliche Praxis umsetzen.

<sup>74</sup> „Prepare“ als Initiative des österreichischen Umwelt- und des Wissenschaftsministeriums verfolgte seit 1991 die selben Zielsetzungen wie Ökoprofit. Im Gegensatz zu Ökoprofit war Prepare als reines Beratungsprojekt zum betrieblichen Umweltschutz konzipiert. In Einzelberatungsprojekten wurden ca. 50 Betriebe in Österreich auf ihr Potential zur Vermeidung von Abfällen und Emissionen untersucht.

### 5.1.2 Betriebe mit und ohne Beratung

In Betrieben, die den Autoren von Beratungen bekannt waren, wurden die Stoffströme vor dem Beratungsprojekt (vor ein bis drei Jahren, anhand von Daten, die aus dem Projekt vorhanden waren) mit den heutigen aus einer aktuellen Referenzerhebung verglichen. Als Datengrundlage werden die vorliegenden Abfallwirtschaftskonzepte in einer älteren und einer aktuellen Form verwendet.

Zur Beschreibung der Stoffströme an den Betriebsgrenzen wurden die Materialinputs<sup>75</sup> sowie die anfallenden Abfallmengen<sup>76</sup> und die Energieströme (Summe massengebundene Energieträger und elektrische Energie) erhoben. Zur qualitativen Charakterisierung der Stoffströme wurden darüber hinaus

- der Anfall von gefährlichem Abfall zur Kennzeichnung der potentiellen Risiken durch die eingesetzten und entsorgten Stoffe,
- der Altstoffanteil am Abfall zur Kennzeichnung der Kreislaufführung von Abfällen
- die Entwicklung des Einsatzes von chlorierten Lösungsmitteln als Beispiel einer bekanntermaßen problematischen und daher gesetzlich regulierten Stoffgruppe sowie
- die Entwicklung des Einsatzes von Verpackungsmaterial erhoben.

Aus der Gegenüberstellung der Veränderung dieser Stoffstromzahlen mit der Umsatzentwicklung der Unternehmen wurden Kennzahlen abgeleitet, die Aussagen über die Zu- oder Abnahme der Materialintensität ermöglichen.

Zur Befragung der Betriebe wurde ein Fragebogen entwickelt<sup>77</sup>. In diesen Fragebogen wurden qualitative Kriterien miteingearbeitet, die über den reinen Material- und Energiefluß hinaus Substitutionseffekte zwischen eingesetzten Materialien und Energie sowie die Toxikologie der verwendeten Stoffe berücksichtigen. Mit dem Fragebogen wurden auch Informationen gesammelt, ob sich die Betriebe durch die aktuellen Umweltgesetze betroffen fühlen. Außer-

<sup>75</sup> „Materialinput“ umfaßt für diese Analyse alle biotischen und abiotischen Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, nicht aber Energieträger, Wasser und Luft. Diese Daten wurden extra abgefragt. Sie sind in vielen Abfallwirtschaftskonzepten nicht enthalten.

<sup>76</sup> „Abfall“ wird in „gefährlichen“ und „nicht gefährlichen“ Abfall untergliedert und umfaßt alle Stoffströme aus dem Betrieb, die nicht Produkt, Abwasser oder Abgas sind. „Nicht gefährlicher Abfall“ beinhaltet auch „Altstoffe“, das sind alle Stoffe, die getrennt erfaßt und einem außerbetrieblichen Recycling zugeführt werden.

<sup>77</sup> Das Muster eines solchen Fragebogens ist im Anhang 2 zu diesem Bericht enthalten.

dem wurde erfaßt, in welcher Weise die Erstellung eines Abfallwirtschaftskonzeptes für den Betrieb einen Nutzen gebracht hat.

Zur Analyse jener Betriebe, die vor dieser Studie noch nicht zum integrierten Umweltschutz oder zur Abfallvermeidung beraten worden waren, wurde derselbe Fragebogen als Interviewvorlage verwendet. Es war bei diesen Firmen jedoch damit zu rechnen, daß zu ihren Stoffströmen Vergleichsdaten aus den letzten Jahren nur in geringem Umfang zur Verfügung stehen würden.

### **5.1.3 Hochrechnung und Verallgemeinerung**

Natürlich kann keine Hochrechnung der Daten von 10 ausgewählten Betrieben zur Abschätzung der gesamtösterreichischen Entwicklung der Abfallmengen und des Ressourceneinsatzes erfolgen. Die ausgewählte Stichprobe ist verschwindend klein, sodaß aus den Ergebnissen der Fallbeispiele keine verallgemeinerbaren Aussagen abgeleitet werden können. Die Betriebe wurden durch persönlichen Kontakt und über Empfehlung von anderen Betrieben angesprochen, sie sind daher nicht unbedingt repräsentativ in einem statistischen Sinne.

Es muß jedoch angemerkt werden, daß die aus der Analyse der Abfallwirtschaftskonzepte gewonnenen Daten jeweils die konkrete Entwicklung eines wirklichen Betriebes widerspiegelt. Damit sollten sich Gemeinsamkeiten und Trends sehr wohl erkennen und diskutieren lassen. Diese Trends zu extrapolieren wäre nur möglich, wenn man die Betriebe bezüglich ihrer wirtschaftlichen Entwicklung, ihrem Produkt, ihren Produktionsmethoden und ihrer Preispolitik in einer Branche einordnen könnte. Qualitativ lassen sich die gefundenen Ergebnisse aber verallgemeinern.

Bei der Diskussion der Ergebnisse ist davon auszugehen, daß sich besonders innovative Betriebe zur Teilnahme an den Interviews bereit erklärt haben. Bei diesen Betrieben sollten Effizienzsteigerung und die Einhaltung von gesetzlichen Rahmenbedingungen besonders ausgeprägt zu beobachten sein.

Anhand dieser Analyse sollen im weiteren erfolgversprechende Möglichkeiten aufgezeigt werden, mit Gesetzen in Richtung einer Dematerialisierung zu wirken. Ebenfalls sollen bestehende Defizite aufgezeigt und hinterfragt werden.

### 5.1.4 Beschreibung des Fragebogens

Betriebe, die bereits ein durch Beratung unterstütztes Abfallvermeidungsprojekt (Ökoprofit oder Prepare) durchgeführt hatten, wurden nach dem ausschlaggebenden Ereignis zur Teilnahme an diesem Vermeidungsprojekt, nach der Funktion der Schlüsselperson, die das Projekt durchgeführt hatte, und nach der persönlichen Motivation der Schlüsselperson gefragt. Die Organisation des betrieblichen Umweltschutzes und der Abfallwirtschaft wurde anhand folgender Fragen untersucht:

1. Existenz und Befugnisse von Umweltteam und Umwelt- und Abfallbeauftragtem
2. Aktivitäten
3. Freiwilligkeit der Übernahme der Verantwortung
4. Motivation zur Erstellung eines Abfallwirtschaftskonzeptes (AWK)
5. Durchführung im Rahmen eines Förderungsprojektes
6. Art, Kosten der Erstellung
7. Einforderung und Rückmeldungen zum AWK
8. Aktualisierung und Verwendung des Abfallwirtschaftskonzeptes als internes Steuerungskonzept.

Die Zahlen zu den In- und Outputs des Betriebes wurden soweit als möglich vorliegenden Abfallwirtschaftskonzepten bzw. anderen vorliegenden Unterlagen entnommen.

Anhand einer eingearbeiteten Checkliste wurden dann Veränderungen bei eingesetzten Rohstoffen, bei der eingesetzten Energie und bei den Abfällen erarbeitet. Einsparungen, interne und externe Recyclingmaßnahmen und Substitutionen wurden so herausgearbeitet. Es wurde auch nach der Durchführung einer internen Stoffbewertung und der Arbeitsplatzevaluierung gefragt.

Im Abschnitt "Angaben zu den Auswirkungen der österreichischen und europäischen Gesetze auf Ihren Betrieb" wurden die Interviewpartner gebeten, auf einer Liste mit Gesetzen (Wasserrechtsgesetz, branchenspezifische Verordnungen, Abfallwirtschaftsgesetz, Verordnungen zum Abfallwirtschaftsgesetz, Verpackungsverordnung, Chemikaliengesetz, Giftverordnung, Lösungsmittelverordnung, Lackieranlagenverordnung, Dampfkesselemissionsgesetz, IPPC-Richtlinie der EU, EMAS-Verordnung) anzumerken, ob sich das jeweilige Gesetz oder die

Verordnung auf die Betriebstätigkeit ausgewirkt hat. War die Antwort positiv, wurde gebeten, die Auswirkung anhand eines Beispiels zu illustrieren.

Abschließend wurde gefragt, ob das Abfallwirtschaftskonzept dem Betrieb

- Kosteneinsparungen
- Materialeinsparungen
- Transparenz
- Mitarbeitermotivation
- Risikominimierung
- Materialsubstitutionen
- eine Erhöhung des Arbeitsaufwandes

gebracht hat.

Der Punkt "ökologische Rucksäcke"<sup>78</sup> wurde im Rahmen dieser Fragerunde kaum behandelt, da die Bearbeitung der übrigen Fragen sich als wesentlich zeitintensiver als geplant herausstellte. Außerdem hatten die Betriebe kaum Informationen zur Herkunft ihrer Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe.

### 5.1.5 Firmensample

Insgesamt wurden 10 Betriebe befragt, jeweils fünf aus der metallverarbeitenden Branche und fünf aus der holzverarbeitenden Branche. Bei den metallverarbeitenden Betrieben handelt es sich um ein Automobilmontagewerk, zwei Zulieferer und zwei Reparatur- und Kfz-Handelsbetriebe (Übersicht 5.1). Die holzverarbeitenden Betriebe kommen aus der Möbelbranche (Übersicht 5.2).

---

<sup>78</sup> Zur Beschreibung des Konzeptes des „ökologischen Rucksäcke“ siehe Kapitel 3.1.

**Übersicht 5.1****Betriebe aus der metallverarbeitenden Industrie**

- Betrieb A Dieses Unternehmen montiert Automobile. Der Betrieb beschäftigte 1996 1.600 Mitarbeiter und erzielte einen Umsatz von ca. 10 Mrd. S. Der Absatz der Produkte erfolgt zu mehr als 95% im Ausland. Eine eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilung existiert nicht. Mit einem Durchschnittsalter von 30 Jahren sind die Mitarbeiter relativ jung. Die Bedeutung des Umweltschutzes wird vom befragten Umweltbeauftragten mit "hoch", nämlich als gleichrangig mit Qualität, Kosten und sozialen Faktoren angegeben.
- Betrieb B Der Handel mit Kraftfahrzeugen und ihre Reparatur stellen die Unternehmensaktivität dar. Der Betrieb beschäftigte 1996 280 Mitarbeiter und erzielte 1.200 Mill. S Umsatz. 25% des Umsatzes resultieren aus dem Reparaturbereich. Der Betrieb ist vorwiegend im Inland tätig. Ein kleiner Teil der verkauften Ersatzteile gehen ins benachbarte Ausland. Das Durchschnittsalter der Mitarbeiter beträgt 36 Jahre. Eigene Forschung und Entwicklung wurde 1996 nicht betrieben. Der Stellenwert des betrieblichen Umweltschutzes wird mit sehr hoch angegeben.
- Betrieb C Auch dieser Betrieb beschäftigt sich mit dem Handel und der Reparatur von Kraftfahrzeugen. Der Betrieb ist nur in Österreich tätig und erzielte 1996 mit 46 Mitarbeitern einen Umsatz von 39 Mill. S. Das Durchschnittsalter der Mitarbeiter beträgt 36 Jahre. Ausgaben für Forschung und Entwicklung fielen 1996 nicht an. Umweltschutz wird als eine wichtige Säule des Unternehmens bezeichnet.
- Betrieb D Dieser Automobilzulieferbetrieb beschäftigte 1996 150 Mitarbeiter mit einem Durchschnittsalter von 42 Jahren. Der Umsatz betrug 160 Mill. S. Der Forschungs- und Entwicklungsanteil belief sich - gemessen am Umsatz - auf 2%. 40% der Produktion werden exportiert.
- Betrieb E Dieser Automobilzulieferbetrieb erzielte 1996 mit 850 Mitarbeitern einen Umsatz von fast 1,5 Mrd S. Am Standort wird keine Forschung betrieben. 95% der Produktion werden exportiert. Der Betrieb befindet sich in einer Expansionsphase. Zur Zeit wird eine völlig neue Produktlinie aufgebaut.

## Übersicht 5.2

### Betriebe aus der holzverarbeitenden Industrie

- Betrieb F Der Betrieb stellt Polstermöbel her und erzielte 1996 mit 860 Mitarbeitern (Durchschnittsalter 33 Jahre) 900 Mill. S Umsatz. 14% des Produktionswertes wurden exportiert. Der Stellenwert des Umweltschutzes ist "hoch".
- Betrieb G Diese Tischlerei beschäftigte 1996 15 Mitarbeiter mit einem Durchschnittsalter von 30 Jahren. Sie erzielte einen Umsatz von 12 Mill. S mit der Herstellung von hochqualitativen Designmöbeln. Die Möbel wurden ausschließlich für den Inlandsmarkt hergestellt. Die Entwicklungsausgaben beliefen sich auf 0,8% gemessen am Umsatz. Der Stellenwert des Umweltschutzes ist "hoch".
- Betrieb H Diese Tischlerei erzeugt Möbel und Bautischlereiarbeiten. 12 Mitarbeiter erwirtschafteten 1996 einen Umsatz von 8 Mill. S auf dem regionalen Markt. Der Entwicklunganteil am Umsatz wird mit 0,7% angegeben. Der Stellenwert des Umweltschutzes ist "hoch".
- Betrieb I Diese ebenfalls Tischlerei erzeugt hochwertige Möbel. Der Betrieb beschäftigte 1996 36 Mitarbeiter (Durchschnittsalter 37). Der Umsatz betrug 26 Mill. S. Der Stellenwert des Umweltschutzes wird mit "hoch" bezeichnet. Im eigenen Betrieb wird an der Umsetzung gearbeitet. In die Marketingstrategie wurde das Thema Umweltschutz noch nicht integriert.
- Betrieb K Bei diesem Betrieb handelt es sich um eine Möbeltischlerei mit 25 Mitarbeitern. Mit 28 Jahren haben ihre Mitarbeiter ein eher niedriges Durchschnittsalter. Der Betrieb erzielte 1996 einen Umsatz von 22 Mill. S. Der Stellenwert des Umweltschutzes wird mit "gut" angegeben. Das Unternehmen wird in der Branche als sehr innovativ eingeschätzt.

Übersicht 5.3 faßt die betrieblichen Eckzahlen zusammen:

## Übersicht 5.3

### Betriebliche Eckdaten der befragten Firmen

Betrieb	Beratung	Mit- arbeiter	Umsatz In Mill. S	F&E- Anteil	Export- anteil	MA- Alter	Umsatz pro Mitarbeiter
				In %	In %	In a	In Mill. S
A	ja	1.600	10.300	0	96	30	6,4
B	ja	280	1.200	0	2	36	4,3
C	ja	46	39	0	0	36	0,8
D	nein	150	160	2	40	42	1,1
E	nein	850	1.486	0	95	n. b.	1,7
F	ja	860	900	n.b.	14	33	1,0
G	ja	15	12	1	0	30	0,8
H	ja	12	8	1	0	27	0,6
I	nein	36	26	0	0	37	0,7
K	nein	25	22	1	0	28	0,9

n. b.: nicht bekannt

Die Übersicht 5.4 faßt die Angaben zur Eigentumsform und zum bekundeten Stellenwert des betrieblichen Umweltschutzes im Unternehmen zusammen.<sup>79</sup>

#### Übersicht 5.4

### Eigentumsform und Stellenwert des betrieblichen Umweltschutzes im jeweiligen Unternehmen

Betrieb	UWS-Stellenwert	Eigentumsform	Branche
A	hoch	50% inkl. - 50% ausl. Anteil	Automobilhersteller
B	hoch	Aktiengesellschaft	Automobil
C	hoch	Mehrheitlich in österr. Eigentum	Automobil
D	gering	Mehrheitlich in österr. Eigentum	Metallverarbeitender Betrieb
E	gering	Ausländischer Eigentümer	Metallverarbeitender Betrieb
		Aktiengesellschaft in 100% österr.	
F	hoch	Eigentum	Holzverarbeitende Industrie
G	hoch	Rechtlich selbständiger Einzelbetrieb	Tischlerei, Möbelhandel
H	hoch	Rechtlich selbständiger Einzelbetrieb	Tischlerei
I	hoch	Rechtlich selbständiger Einzelbetrieb	Tischlerei
K	gut	Rechtlich selbständiger Einzelbetrieb	Tischlerei

## 5.2 Ergebnisse der Firmeninterviews

### 5.2.1 Veränderungen der Stoffströme

Die Auswertung der Abfallwirtschaftskonzepte der befragten Betriebe umfaßt folgende Schritte:

Zunächst wurden die Zahlen über den Einsatz von Energie- und Vorprodukten sowie Abfall- und Emissionsanfall des Vergleichsjahres und des Jahres 1996 in Form einer Input/Outputanalyse<sup>80</sup> gegenübergestellt und auf ihre Plausibilität und Konsistenz geprüft.

<sup>79</sup> Diese Angaben wurden von den Betrieben zur Verfügung gestellt.

<sup>80</sup> Der Begriff „Input/Outputanalyse“ wird hier ausschließlich auf den einzelnen Betrieb bezogen. Er bedeutet im Rahmen dieser Arbeit immer die Gegenüberstellung der Roh-, Hilfs-, Betriebsstoffe, des Wassereinsatzes, des Energieeinsatzes auf der Inputseite und der Produkte, Abfälle und Emissionen als Output in Masseneinheiten, von elektrischem Strom und Wärme in kWh.

Gegebenenfalls wurden Rückfragen angestellt. Diverse Einheiten wie Stück, Liter oder Kubikmeter wurden in Kilogramm umgerechnet.

Aus den so zusammengestellten Input/Outputanalysen wurden, sofern die entsprechenden Daten vorhanden waren, folgende Kennzahlen berechnet:

- Einsatz von Vorprodukten<sup>81</sup> absolut
- Einsatz von Vorprodukten pro Umsatzeinheit
- Energieeinsatz<sup>82</sup> pro Umsatzeinheit
- Stromverbrauch pro Umsatzeinheit
- Nicht gefährlicher Abfall<sup>83</sup> pro Umsatzeinheit
- Gefährlicher Abfall pro Umsatzeinheit
- Altstoffanteil<sup>84</sup> am Abfallaufkommen
- Summe Abfälle pro Einsatz von Vorprodukten
- Wassereinsatz pro Umsatzeinheit
- Anteil biotischer Materialien

Durch den Bezug auf den Umsatz sollen Effekte aufgrund der Produktionsmenge ausgeglichen werden. Nicht berücksichtigt werden können Effekte durch Preisveränderungen, Verschiebungen im Produktsortiment oder die Einführung von neuen Produkten.

Um unterschiedliche Zeiträume zwischen dem Vergleichsjahr und 1996 berücksichtigen zu können, wurde folgender Ansatz gewählt: Die prozentuelle Veränderung zwischen den Kennzahlen wurde als Produkt gleicher jährlicher Änderungen betrachtet. Damit ergibt sich die Änderung bei Vorliegen von Daten mit dem Abstand von zwei Jahren als Quadratwurzel, beim Abstand von drei Jahren als Kubikwurzel aus dem Quotienten der Kennzahlen. Die so gewonnenen Entwicklungskennzahlen wurden grafisch ausgewertet und in Bezug auf ihre

<sup>81</sup> „Einsatz von Vorprodukten“ beinhaltet hier alle vom Betrieb bezogenen Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe außer Wasser. Luft wird ebenfalls nicht berücksichtigt. Ebenso wenig werden die „ökologischen Rucksäcke“ berücksichtigt.

<sup>82</sup> „Energieeinsatz“ bezeichnet alle festen, flüssigen oder gasförmigen Energieträger. Elektrischer Strom als masseloser Energieträger wird hier nicht miterfaßt, sondern getrennt ausgewiesen.

<sup>83</sup> „Nicht gefährlicher Abfall“ bezeichnet alle festen und flüssigen nicht gefährlichen Abfälle inklusive der Altstoffe. „Gefährliche Abfälle“ sind „Gefährliche Abfälle“ im Sinne des geltenden Abfallwirtschaftsgesetzes.

<sup>84</sup> „Altstoffe“ sind Fraktionen der nicht gefährlichen Abfälle, die getrennt gesammelt und einer außerbetrieblichen Verwertung (Recycling) zugeführt werden oder (im Falle der holzverarbeitenden Betriebe) innerbetrieblich thermisch genutzt werden.

Einflußgrößen diskutiert. Durch dieses Modell werden die Veränderungen quasikontinuierlich ausgedrückt, was die Realität natürlich nicht richtig widergibt, da Umstellungen und Veränderungen im Betrieb in der Regel diskontinuierliche Ereignisse sind.

Bei der Analyse der Abfallwirtschaftskonzepte zeigte sich bald, daß die Auswertung durch

- uneinheitliche Datenstruktur
- unterschiedliche Einheiten
- unterschiedliche Umrechnungen, Schätzungen und Abgrenzungen
- fehlende Daten über Wasserverbräuche und Energieeinsatz

schwierig ist.

Die geographische Herkunft der Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe ist meist nicht bekannt, sodaß eine Abschätzung der "ökologischen Rucksäcke" aus den Firmenbefragungen nicht möglich ist. Eine Materialintensitätsanalyse im Sinne von MAIA (siehe Kapitel 2 und 3) ist so unmöglich.

Abbildung 5.1

### Einsatz von Vorprodukten in den befragten Betrieben 1996

Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe ohne Luft und Wasser  
in Relation zum jährlichen Umsatz

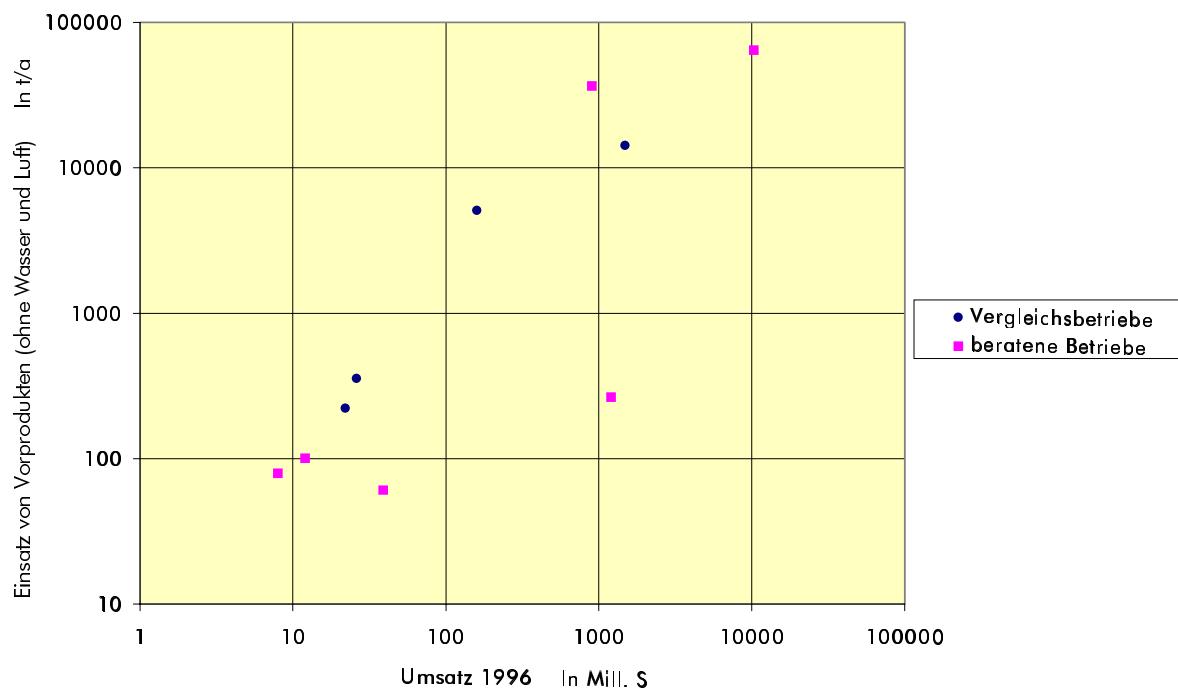


Abbildung 5.1 zeigt den Einsatz von Vorprodukten der befragten Betriebe in absoluten Mengen, Abbildung 5.2 und Abbildung 5.3 beschreiben die Vorproduktintensität pro Einheit Umsatz im Jahre 1996 gegenübergestellt dem Umsatz 1996.

Die Analyse des Einsatzes von Energie und Wasser ist besonders aufgrund der für die vergangenen Jahre fehlenden Aufzeichnungen schwierig, da diese Daten oft nicht im Abfallwirtschaftskonzept vorhanden sind und anderen Aufzeichnungen entnommen werden mußten. Daten über biotische Rohstoffe wurden in keinem Abfallwirtschaftskonzept explizit ausgewiesen, sondern mußten getrennt erfragt werden.

Abbildung 5.2

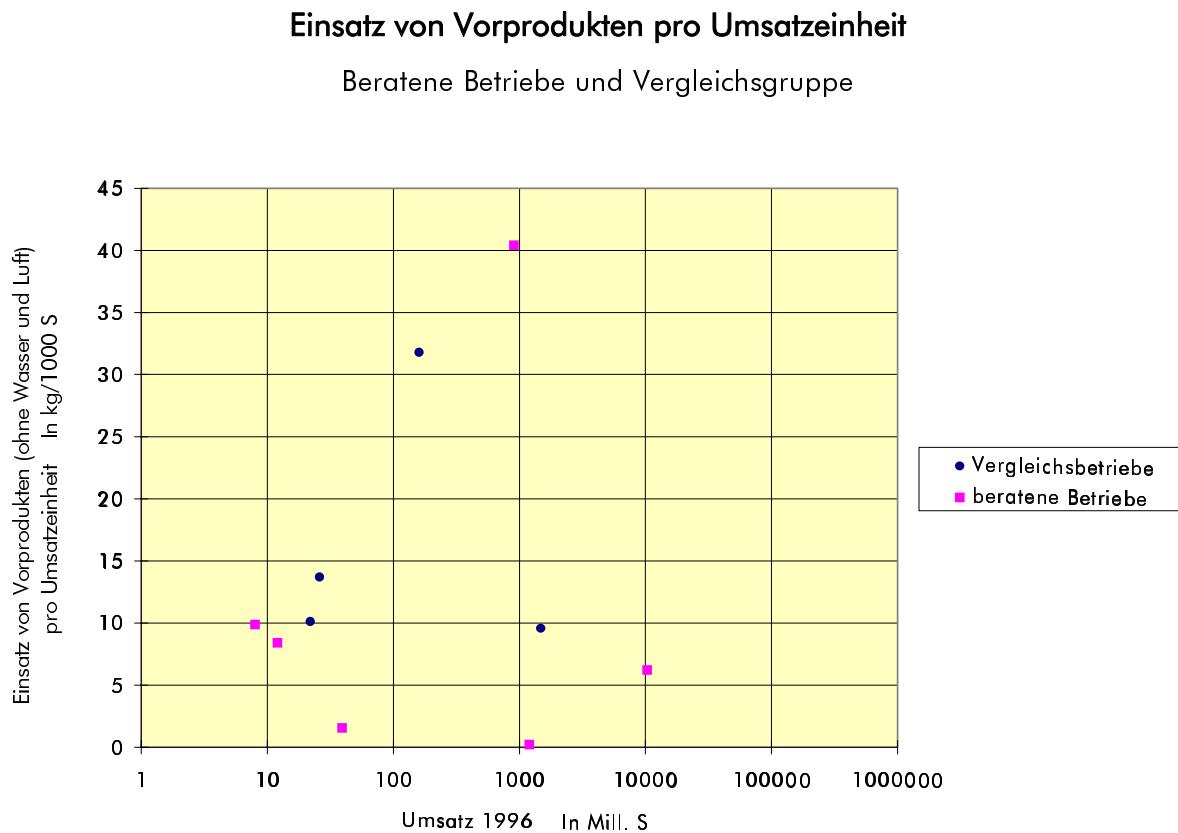
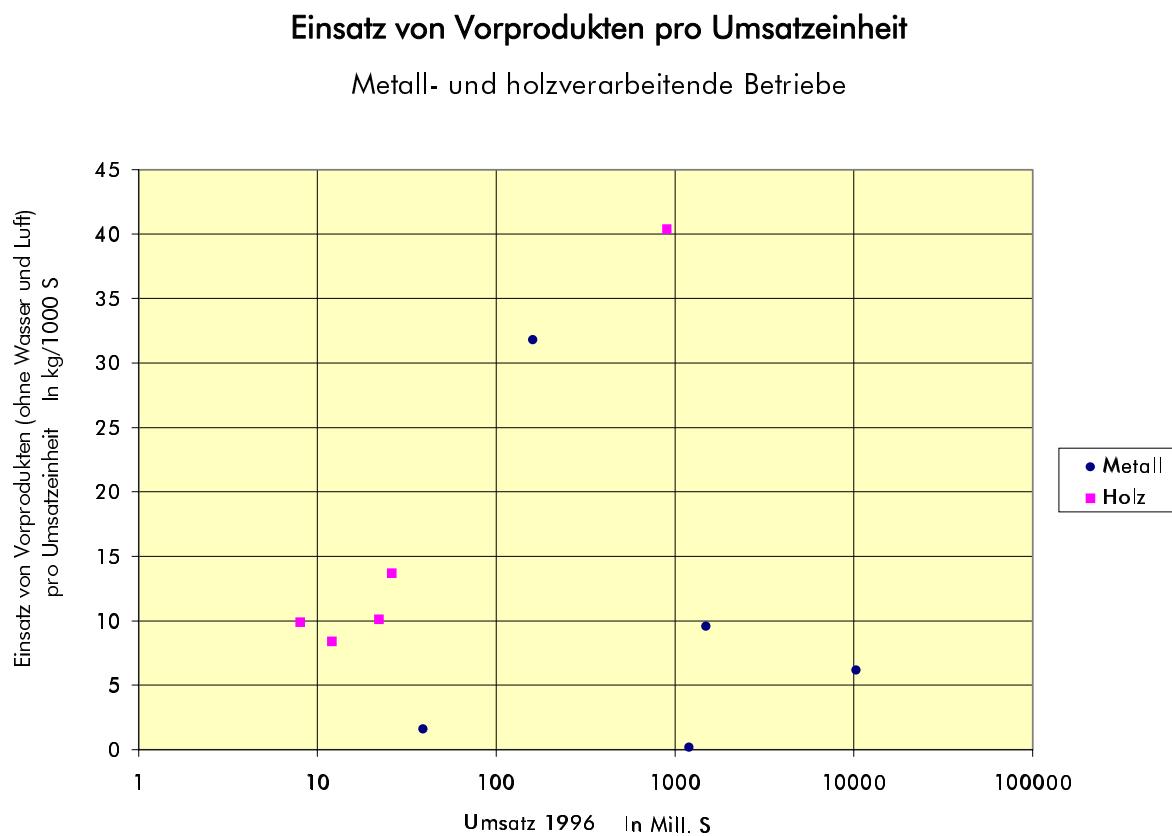


Abbildung 5.3



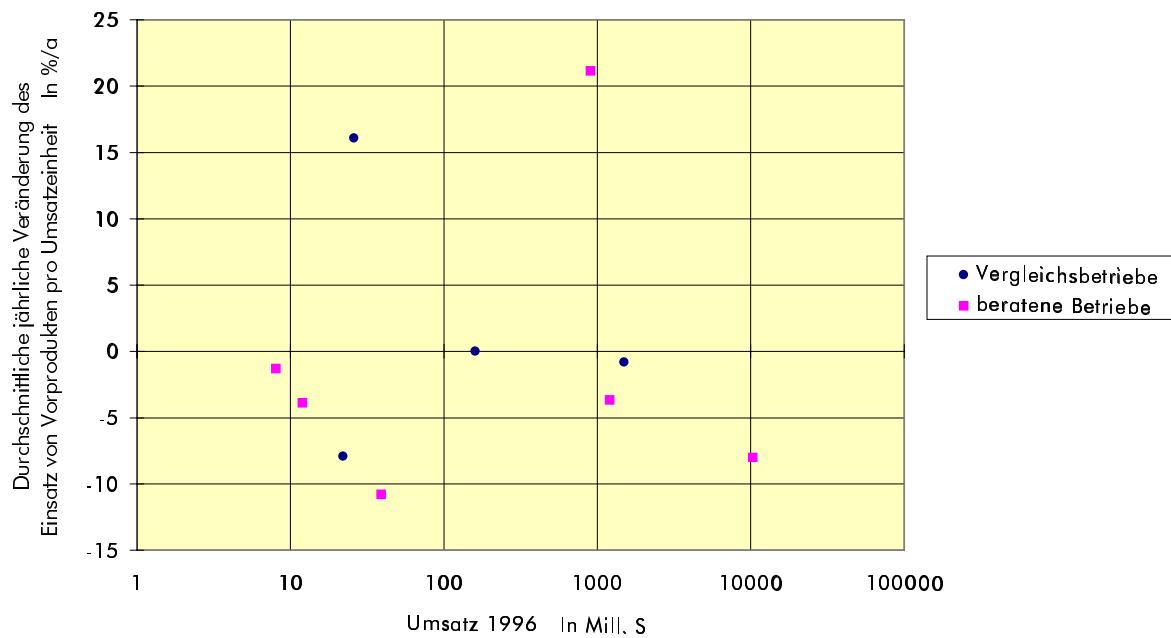
Der Einsatz von Vorprodukten je Umsatzeinheit steigt mit der Größe der Betriebe (gemessen am Umsatz). Auffällig ist der höhere Einsatz von Vorprodukten pro Umsatzeinheit der holzverarbeitenden Betriebe in Relation zu den metallbearbeitenden Betrieben aus der Automobil- und Automobilzuliefererindustrie<sup>85</sup>. Die beiden Betriebe mit dem niedrigsten spezifischen Einsatz von Vorprodukten sind Betriebe, die Autos handeln und reparieren.

Abbildung 5.4 zeigt die Entwicklung des spezifischen Einsatzes von Vorprodukten in Relation zum Jahresumsatz. Bei sieben Betrieben kann eine Reduktion des Einsatzes von Vorprodukten pro Umsatzeinheit festgestellt werden. Bei dem Betrieb ohne Veränderung fehlen die Vergleichszahlen aus einer früheren Periode. Nur bei zwei Betrieben kam es zu einer Erhöhung des Einsatzes von Vorprodukten pro Umsatzeinheit. Beide kommen aus der holzverarbeitenden Industrie. Einer der beiden hat an einem Beratungsprojekt teilgenommen.

<sup>85</sup> Allerdings ist zu berücksichtigen, daß die Darstellung ohne ökologische Rucksäcke erfolgt.

Abbildung 5.4

## Entwicklung des Einsatzes von Vorprodukten pro Umsatzeinheit



Übersicht 5.5

Kennzahlen zur Entwicklung des Einsatzes von  
Vorprodukten und des Umsatzes

Betrieb	Branche	Umsatz 1996 in Mill. S	Beratung	Veränderung des umsatzbezogenen Einsatzes von Vorprodukten
				In %/a
A	Metall	10.300	ja	-8.0
B	Metall	1.200	ja	-3.7
C	Metall	39	ja	-10.8
D	Metall	160	nein	keine Vergleichsdaten
E	Metall	1.486	nein	-0.8
F	Holz	900	ja	21.1
G	Holz	12	ja	-3.9
H	Holz	8	ja	-1.3
I	Holz	26	nein	16.1
K	Holz	22	nein	-7.9

Es fällt auf, daß die Gruppe der beratenen Betriebe deutlich höhere jährliche Reduktionsraten aufweist als die Gruppe der Vergleichsbetriebe. Der Ausreißer bei einem beratenem Betrieb röhrt von Versuchen mit einem neuen Verpackungsmaterial und vom Umsatrückgang des Betriebes her.

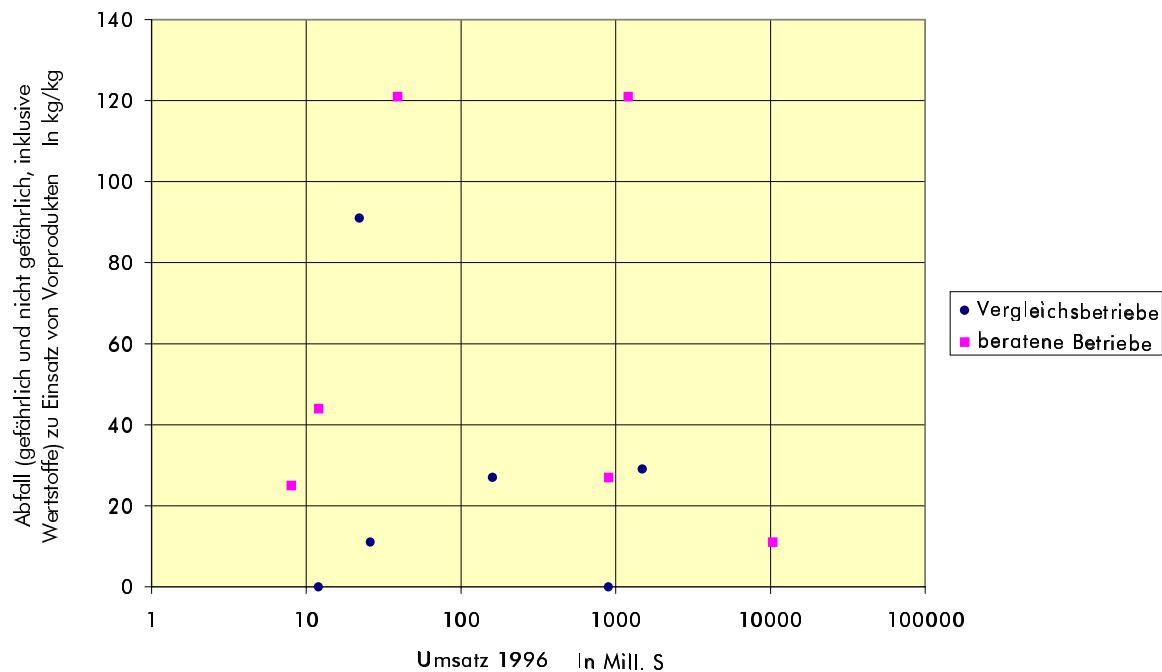
Der durchschnittliche Anteil biotischer Rohstoffe beträgt bei den holzverarbeitenden Betrieben zwischen 67% und 97%. Bei den metallverarbeitenden Betrieben liegt dieser Anteil beinahe bei Null. Eine Ausnahme bildet ein Anteil von Gewindeschneid- und Hydraulikölen auf Pflanzenölbasis, die bei einem Betrieb eingesetzt werden.

Der Einsatz von Wasser streut stark. Er beträgt bei den untersuchten metallverarbeitenden Betrieben zwischen 25% und 95% des Gesamtstoffinputs (Summe aus Materialinput, Energieträgern und Wasser) und bei den holzverarbeitenden Betrieben bis zu 20%.

Die Auswertung der Energiedaten ist schwierig, da nur 4 der befragten Betriebe Referenzdaten für den Energieeinsatz vorliegen.

Abbildung 5.5

### Anteil der Abfälle am Einsatz von Vorprodukten



Die Abfälle als Anteil an den eingesetzten Vorprodukten werden in Abbildung 5.5 analysiert. Die beiden Prozentsätze über 100% ergeben sich aus dem hohen Anteil an Ölabscheiderinhalten, die auch einen hohen Wasseranteil beinhalten, der mit den eingesetzten Vorprodukten nicht miterfaßt ist. Es liegt die Vermutung nahe, daß in diesen Betrieben durch die Beratung die Aufmerksamkeit auf die korrekte Wartung der Ölabscheider und eine ordnungsgemäße Entsorgung der Inhalte gelenkt wurde.

Abbildung 5.6

### Entwicklung der Abfälle inklusive der Altstoffe

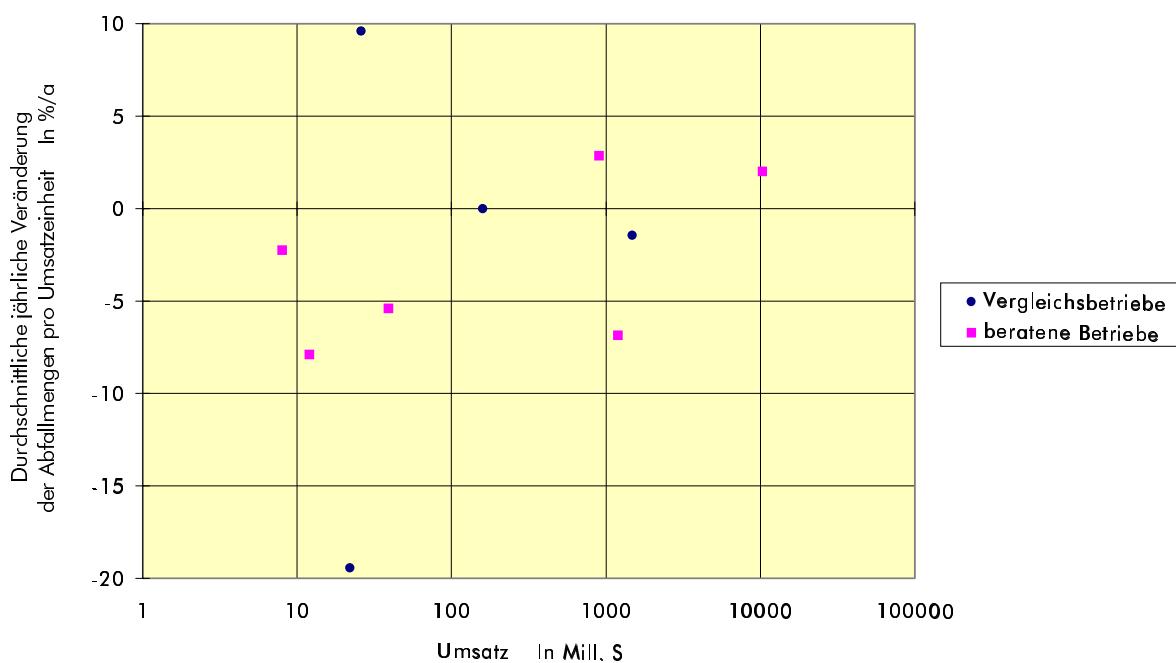


Abbildung 5.6 zeigt die Entwicklung der Abfälle inklusive der Altstoffe, wie sie aus dem Vergleich der vorliegenden Kennzahlen für 1996 und das Referenzjahr errechnet wurden. In den beratenen Betrieben haben sich die Mengen durchwegs vermindert, die beiden Steigerungen erklären sich durch Versuche zur Minimierung des Verpackungsmaterialeinsatzes in einem Unternehmen und wahrscheinlich durch die systematischere und genauere Datenerfassung, die in einem zweiten Betrieb seit der erstmaligen Erstellung eines Abfallwirtschaftskonzeptes eingeführt worden ist. Außerdem dürften Effekte durch die Änderung der Produktpaletten in beiden Betrieben zu berücksichtigen sein. Beim Betrieb ohne Veränderung fehlen die Vergleichszahlen. Die Extrema bezüglich der Verminderung (fast 20%) und der Steigerung (10%)

der Abfallmenge pro Umsatzeinheit nehmen nicht beratene Betriebe ein. Der Betrieb mit 20%iger Verminderung ist in der Region als besonders innovativ bekannt.

Der durchschnittliche Altstoffanteil am Abfall betrug 1996 in den holzverarbeitenden Betrieben zwischen 71% und 98%, in den metallverarbeitenden Betrieben zwischen 35% und 88%.

Den Trenngrad können wir Abbildung 5.7 entnehmen. Dieser wird bei den metallverarbeitenden Betrieben wesentlich durch die große Menge an Ölabscheiderhalten beeinflußt. Die 10%ige Steigerung des Abfallanteils am Einsatz von Vorprodukten des einen Betriebes läßt sich dadurch erklären, daß seine Abfallmenge absolut gesehen im analysierten Zeitraum ähnlich groß geblieben ist, während sein Materialinput deutlich abgesenkt wurde.

Abbildung 5.7

### Trenngrad in Abhängigkeit von der Entwicklung der Abfallmengen

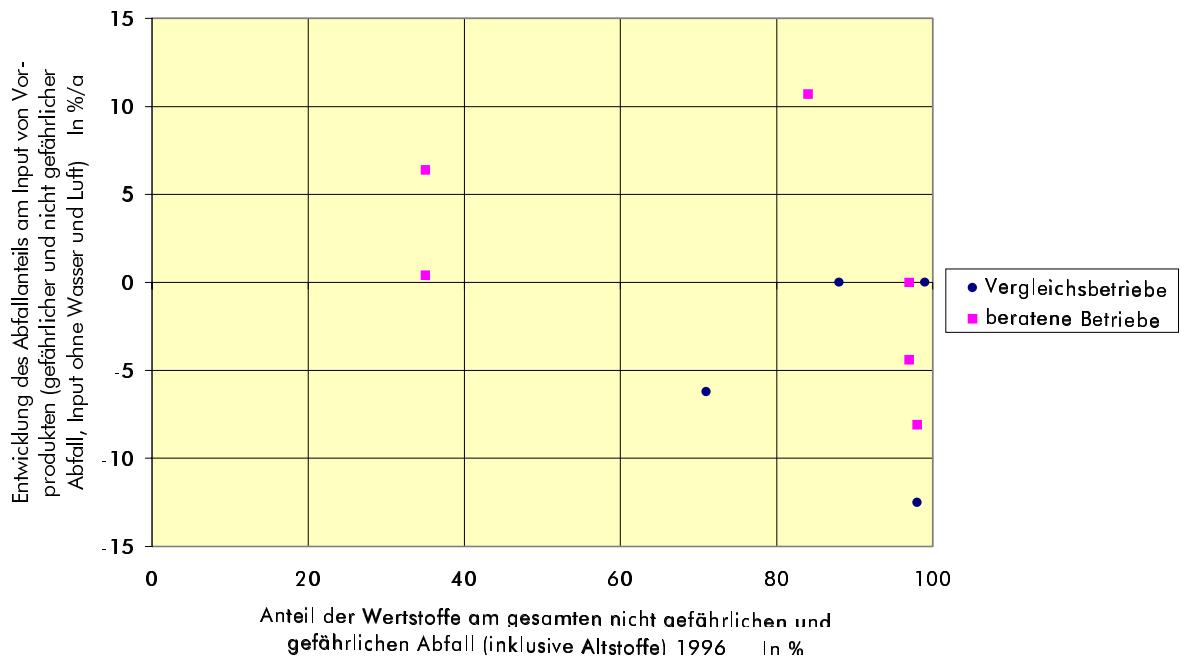
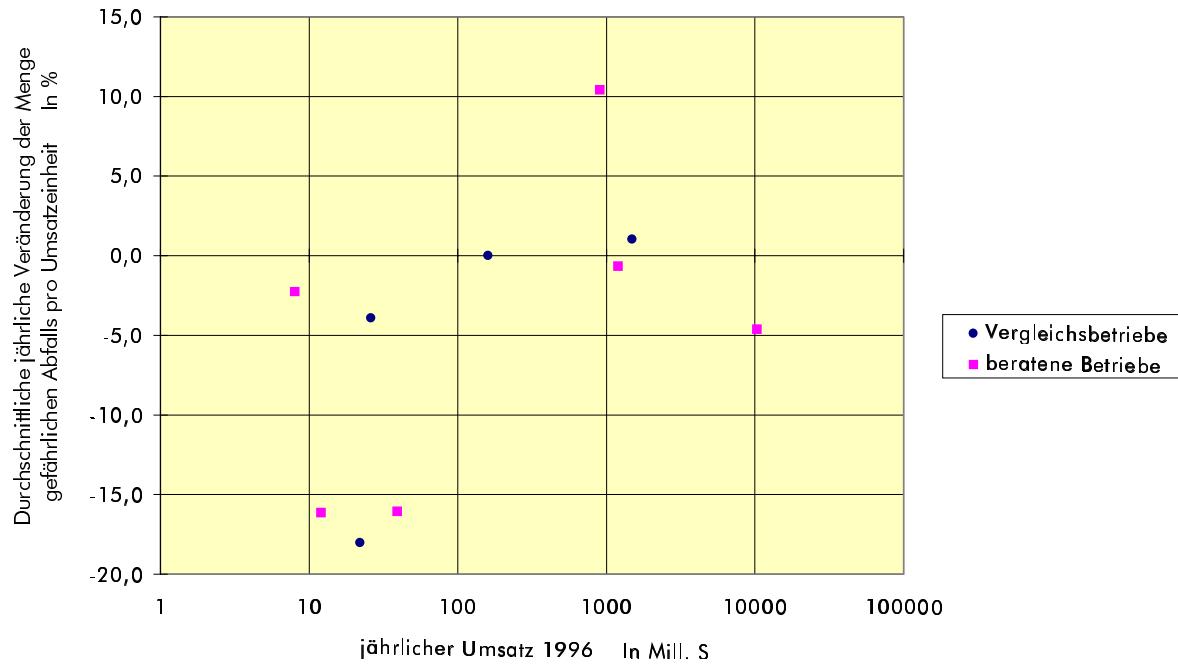


Abbildung 5.8

## Entwicklung der gefährlichen Abfälle



Die Entwicklung der Mengen der gefährlichen Abfälle (Abbildung 5.8) zeigt eine allgemeine, leichte Verminderungstendenz. Die einzige nennenswerte Steigerung ist in einem holzverarbeitenden Betrieb vermutlich durch ausgedehnte Versuche mit neuen Lacken und Reinigungsmitteln entstanden.

Insgesamt kann man in gewissen Betrieben und Bereichen eine Verringerung des Einsatzes von Vorprodukten und eine Verringerung der Mengen an gefährlichen und nicht gefährlichen Abfälle beobachten.

Die folgende Übersicht 5.6 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die verschiedenen in diesem Abschnitt angesprochenen Kennzahlen.

## Übersicht 5.6

## Kennzahlen zur Entwicklung von Abfall und Umsatz

Betrieb	Branche	Umsatz 1996	Beratung	Veränderung des umsatzbezogenen Anfalls nicht ge- fährlichen Abfalls	Veränderung des umsatzbezogenen Anfalls gefährlicher Abfälle
				In %/a	In %/a
A	Metall	10.300	ja	2.0	-4.6
B	Metall	1.200	ja	-6.8	-0.7
C	Metall	39	ja	-5.4	-16.0
D	Metall	160	nein	keine Vergleichsdaten	keine Vergleichsdaten
E	Metall	1.486	nein	-1.5	1.0
F	Holz	900	ja	2.9	10.4
G	Holz	12	ja	-7.9	-16.1
H	Holz	8	ja	-2.3	-2.3
I	Holz	26	nein	9.6	-3.9
K	Holz	22	nein	-19.6	-18.0

## 5.2.2 Auswirkung der österreichischen Umweltgesetze auf die befragten Unternehmen

Die Mehrheit der befragten Betriebe sieht eine Auswirkung der österreichischen Umweltgesetze auf die betrieblichen Abfälle (Übersicht 5.7). Besonders das Abfallwirtschaftsgesetz mit der Begleitscheinpflicht und den Abfallnachweispflichten, die Lösungsmittelverordnung und die Lackieranlagenverordnung werden als wirksam empfunden. Dann folgen das Wasserrechtsgesetz und die branchenspezifischen Verordnungen (besonders für die metallverarbeitenden Betriebe) und die EMAS-Verordnung. Von einigen Betrieben wurde außerdem die Gewerbeordnung besonders bezüglich der Lagerung von Chemikalien als wichtig benannt.

## Übersicht 5.7

## Wirksamkeit der österreichischen Umweltgesetze

Betrieb	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
Wasserrechtsgesetz	X	X	X	X	X					
branchenspezifische Verordnung	X	X	X	X	X				X	
Abfallwirtschaftsgesetz (inkl. Verordnungen)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Verpackungsverordnung	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chemikaliengesetz und Verordnungen	X	X								
Lösungsmittelverordnung und Lackieranlagenverordnung	X	X		X	X	X	X	X	X	X
Dampfkesselemissionsgesetz								X		X
EMAS-VO	X	X			X				X	
Gewerbeordnung (Lagerung von Stoffen)	X	X								

Die Substitution von chlorhaltigen Lösungsmitteln ist erfolgt und kann anhand der Daten für zwei metallverarbeitende Betriebe nachvollzogen werden (67% bzw. 100% Verminderung des Einsatzes). Der Einsatz von Pulver- bzw. Wasserlacken greift ebenfalls rasch um sich. Durch die Umstellung auf Pulverlackierung wurde bei einem Automobilbetrieb der Lösungsmittelanteil in den letzten drei Jahren um 0,53 kg/Karosse (ca. -70%) gesenkt. Auch der Verpackungsmittel-einsatz konnte bei einem Betrieb deutlich gesenkt werden: In den letzten drei Jahren um über 20%.

Den Ersatz von Stoffen muß man jedoch differenzierter betrachten: Bei einem nicht beratenen Betrieb konnte beobachtet werden, daß mit dem Ersatz von chlorierten Lösungsmitteln durch eine wäßrige Entfettung eine deutliche Erhöhung der Materialintensität verbunden war: Statt 0,01 l chlorierte Lösungsmittel pro 1000 S Umsatz werden heute ca. 7 l Wasser pro 1000 S Umsatz benötigt. Bei den holzverarbeitenden Betrieben wurde eine weitgehende Umstellung auf E1-Spanplatten erzielt.

### 5.2.3 Nutzen des Abfallwirtschaftskonzeptes für die befragten Unternehmen

Übersicht 5.8 zeigt die Einschätzung der Befragten bezüglich des Nutzens eines betrieblichen Abfallwirtschaftskonzeptes: Alle Betriebe haben durch die Erstellung des Abfallwirtschaftskonzeptes zu Kosteneinsparungen gefunden. Als weiterer Nutzen wurden Materialeinsparungen, Transparenz und Risikominimierung genannt.

## Übersicht 5.8

### Einschätzung der Auswirkungen eines Abfallwirtschaftskonzeptes auf den Betrieb

Betrieb	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
Materialeinsparung	X	X	X	X	X	X	X			X
Kosteneinsparung	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Transparenz	X	X	X	X	X	X	X		X	X
Mitarbeitermotivation	X	X	X		X		X	X		X
Risikominimierung	X	X	X		X	X			X	X
Materialsubstitution	X	X	X		X	X	X			
Erhöhung des Arbeitsaufwandes	X	X	X	X	X				X	X
Beratungsprojektteilnahme	X	X	X			X	X	X		

Eine interessante Information birgt die Analyse des Arbeitsaufwandes für die Erstellung des Abfallwirtschaftskonzeptes. Für die beratenen holzverarbeitenden Betriebe wurde es im Rahmen des Beratungsprojektes vom Berater erstellt. Damit wurde der betriebsinterne Arbeitsaufwand auch nicht als groß empfunden.

Die metallverarbeitenden Betriebe, die das Konzept im Rahmen eines anderen Beratungsprojektes selbst erstellen mußten sowie die nicht beratenen Betriebe empfanden den damit verbundenen Arbeitsaufwand hingegen als groß.

Von zwei Betrieben liegen folgende grobe Schätzungen zum internen und externen Aufwand für die Erstellung vor (Übersicht 5.9):

## Übersicht 5.9

### Zeitaufwand für die Erstellung eines Abfallwirtschaftskonzepts

- |            |   |
|------------|---|
| Betrieb A: | Ersterstellung extern 1 Personenmonat, intern 1 Woche |
|            | Zweiterstellung 2 Wochen extern, intern 1 Monat       |
| Betrieb B: | extern 1 Woche, intern drei Wochen                    |

In den anderen Betrieben wurde der interne Aufwand zur Erstellung des Abfallwirtschaftskonzeptes nicht erfaßt.

### 5.3 Schlußfolgerungen aus der Unternehmensbefragung

Als wichtige Resultate aus den Fallstudien läßt sich zusammenfassen, daß

- der Einsatz von Vorprodukten je Umsatzeinheit gesunken ist,
- die Mengen an nicht-gefährlichen Abfällen und
- die Mengen an gefährlichen Abfällen zurückgegangen sind.

Erkennbare Unterschiede zwischen beratenen und nicht beratenen Betrieben bestehen bezüglich der Entwicklung der Abfallmengen. Bei den Betrieben, die im Zuge eines Abfallvermeidungsprojektes beraten wurden, nehmen die anfallenden Abfallmengen pro Umsatz im Mittel stärker ab als bei den nicht beratenen.

Der Erfassungsgrad von Altstoffen ist generell sehr hoch. Er liegt bei sieben der betrachteten Betriebe über 80%.

Die Abfallmenge kann durch eine Beratung auch steigen, wenn z.B. durch die Beratung das Augenmerk auf die Erfüllung von gesetzlichen Auflagen gelenkt wird. Wenn Betriebe z. B. ihre Ölabscheider nun in kürzeren Intervallen reinigen, steigen die Mengen an gefährlichem Abfall scheinbar und der Trenngrad sinkt.

Generell ist der Eindruck entstanden, daß die Diffusion von Gesetzen durch eine Beratung stark gefördert wird. Das wurde von mehreren **Interviewpartnern** explizit so festgehalten. Keinesfalls kann davon ausgegangen werden, daß die Kundmachung eines Gesetzes ausreicht, kurzfristig entsprechende Handlungen zur Erfüllung zu setzen.

Die "klassischen" Umweltgesetze wie

- Abfallwirtschaftsgesetz
- Wasserrechtsgesetz
- Chemikaliengesetz
- Dampfkesselemissionsverordnung
- werden als wirksam eingeschätzt. Es erscheint jedoch wichtig, die Betriebe zu einer eigenverantwortlichen Einhaltung der Gesetze zu motivieren.

Ein geeignetes Instrument dazu stellen **EMAS-Verordnung** und ISO 14.001 dar. Durch den Aufbau eines Umweltmanagementsystems sollen Betriebe in die Lage versetzt werden, geltende Bestimmungen einzuhalten, neue Bestimmungen laufend zu erfassen und sich selbstständig Ziele zur Verbesserung der Umweltauswirkungen zu setzen. Jedoch scheint auch hier wichtig, daß durch entsprechende Förderungen die Akzeptanzschwelle für die Einführung dieser Instrumente möglichst niedrig gehalten wird.

Wichtig wäre für die Betriebe vermutlich ein konzentriertes gewerberechtliches Bewilligungsverfahren, das alle Umweltmedien berücksichtigt und somit alle anderen Pflichten aus Umweltgesetzen (beispielsweise aus dem Wasserrechtsgesetz) mitabdeckt. Ansätze dazu sind aus Vorarlberg bekannt (Birkel, 1997).

**Einzelstoffverbote** scheinen zu wirken. Ein dokumentiertes Beispiel zeigt jedoch, daß bei Substitutionen ein Beratungsbedarf bestehen dürfte, um neue Technologien auch optimal einzusetzen.

Durch die mehrstufige Verarbeitung von Rohstoffen zu Produkten wirkt sich natürlich eine Effizienzsteigerung in jeder Stufe durch die gegenseitige Vernetzung verstärkt aus. Nimmt man an, daß sich die jährliche Reduktion des Abfalleinsatzes und des Einsatzes von Vorprodukten der ausgewählten Betriebe aus dem vorigen Abschnitt innerhalb eines mehrstufigen Produktionssystems vervielfachen und zusätzlich noch in die Zukunft extrapoliieren läßt, zeigt sich ein deutliches Dematerialisierungspotential.

Die Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" hat den Begriff des Stoffstrommanagements geprägt, das sich als iterativer Prozeß in fünf Schritten vollzieht:

1. **Zielfestlegung:** Welche Stoffströme sollen erfaßt bzw. welche Ziele sollen erreicht werden?
2. **Stoffstromanalyse:** Identifizierung der Stoffströme, Prozesse und Akteure, Quantifizierung der Stoffströme
3. **Stoffstrombewertung:** Dazu müssen geeignete Indikatoren gefunden und eingesetzt werden, um einen Soll/Ist-Vergleich durchführen zu können.
4. **Entwicklung von Strategien:** Welche Maßnahmen sind am besten geeignet, um die Stoffströme in Richtung der definierten Ziele zu beeinflussen?

---

**5. Durchführung der Kontrolle:** Welche Wirkungen wurden z.B. durch Investitionen oder Substitutionen bzw. durch die Gesetzgebung erreicht? Sind Änderungen notwendig?

Stoffstrommanagement hat seinen Schwerpunkt in der Beeinflussung von Entscheidungen über Stoffströme. Daher ist man auf die Verfügbarkeit und den Austausch von Informationen zwischen den einzelnen Akteuren angewiesen. Eine unverzichtbare Voraussetzung ist daher eine umfassende betriebliche Stoffbuchhaltung für Problemstoffe.

Das wirkungsvollste Mittel zur Vermeidung von Abfällen und zur Reduktion des Ressourceneinsatzes ist sicherlich die Gestaltung von Produkten und Produktionsverfahren. Das bei allen gewerberechtlichen Verfahren vorgelegte Abfallwirtschaftskonzept könnte eine geeignete Unterlage für ein Stoffstrommanagement liefern, wenn es eine Verknüpfung der Abfälle und Emissionen mit den Materialinputs enthielte.

Das Abfallwirtschaftskonzept<sup>86</sup> stellt grundsätzlich ein Instrument zum betrieblichen Stoffstrom-controlling dar und kann dazu beitragen, Kosten zu senken. Das setzt voraus, daß konsequent Daten über den Stoffinput, den Energieinput und den Wasserinput in die betrieblichen Konzepte aufgenommen werden. Die prinzipielle Eignung wurde von den im Rahmen dieser Studie befragten Betrieben bestätigt. Wo mit einer Reduktion von Stoffströmen Kostensenkungen einhergehen, konvergieren die betrieblichen Ziele mit dem Leitbild der Dematerialisierung.

Über die der Behörde abgegebenen Abfallwirtschaftskonzepte gibt es nach den vorliegenden Informationen keine Auswertungen oder Analysen, die den Betrieben als Feedback gegeben werden. Dieses Feedback wäre aber notwendig, um zu demonstrieren, daß auch seitens der Behörde mit dem Instrument "Abfallwirtschaftskonzept" gearbeitet wird.

Eine solche Auswertung würde erleichtert, wenn folgende Punkte erfüllt wären:

- Vorgegebene Struktur des Abfallwirtschaftskonzeptes<sup>87</sup> mit Konventionen betreffend die Berücksichtigung von Energie, Wasser und die Gliederung bzw. Zuordnung von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen (z. B. durch die Schaffung eines "Kontenrahmens")

---

<sup>86</sup> Aus symbolischen Gründen sollte es wohl besser „Stoffstromkonzept“ benannt werden.

<sup>87</sup> Im Zuge des Grazer Ökoprofitprojektes wurde eine Vorlage für ein betriebliches Abfallwirtschaftskonzept, die grundsätzlich diesen Anforderungen entspricht, erarbeitet und mit den zuständigen Behörden abgestimmt. Weitere Anhaltspunkte für Strukturen können den Arbeiten von Apfalter (1997) und dem Fragebogen des Wuppertal Instituts zum Projekt „Mit Ökologie zum Erfolg“, Wuppertal Institut (1997) entnommen werden.

- Standardisierungen analog zum Schlüsselnummernkatalog für die gefährlichen Abfälle
- Schaffung von Vorlagen für verschiedene Branchen
- Schulung der betrieblichen Abfallbeauftragten und der Amtsachverständigen in diesen Konventionen unter Herausarbeitung der Ziele eines nationalen Stoffstrommanagements
- EDV-gestützte Auswertung der Daten und Verknüpfung der Input- und Outputdaten auf kommunaler und nationaler Ebene (Erstellung von regionalen und nationalen Abfallwirtschaftskonzepten<sup>88</sup>).

Eine geeignete Struktur müßte sich an üblichen Datenerfassungsmodellen im Betrieb orientieren (vgl. betriebliche Input/Outputanalyse auf Basis der Betriebsbuchhaltung), um den Arbeitsaufwand für die Datenerhebung möglichst niedrig zu halten.

Aufgrund der Unternehmensbefragung ist davon auszugehen, daß eine "Dematerialisierung" nur in relativ begrenztem Rahmen stattgefunden hat. Dabei dürften Kosteneinsparungen neben einer Beratung die Hauptmotivation gewesen sein. Die Unternehmensbefragung legt also den Schluß nahe, daß aus den derzeit erstellten Abfallwirtschaftskonzepten keine eindeutigen Rückschlüsse auf Dematerialisierungserfolge im Sinne des oben genannten Leitbildes abgeleitet werden können. Da darüberhinaus die Kontrolle fehlt ist auch anzunehmen, daß eine echte Dematerialisierung höchstens "zufällig" stattgefunden hat.

Zur Definition von Zielen sollte ausgearbeitet werden, was die Ziele des Nationalen Umweltplans für Branchen oder Regionen bedeuten. Entsprechende Branchenziele (oder Regionalziele) sollten erarbeitet und publiziert werden, um eine Identifizierung der Betriebe mit diesen Zielen zu erreichen.

---

<sup>88</sup> Diese Konzepte sollte man dann wohl besser „Stoffstromkonzepte“ nennen.

## 6 Ökologische Wirtschaftspolitik<sup>89</sup> für eine integrierte Stoffstromwirtschaft - Instrumente einer Stoffstrompolitik

Das in der vorliegenden Studie ausführlich diskutierte Leitbild der Dematerialisierung erfordert eine weitgehende Umorientierung in der Umweltpolitik, die über abfallpolitische Überlegungen hinausgeht. Die dafür erforderlichen umweltpolitischen Maßnahmen müssen in einem stärkeren Ausmaß als bisher die ökonomischen Handlungen der Akteure im Wirtschaftsgeschehen beeinflussen. Dies ist notwendig im Produktionssektor, aber in einem ebenso bedeutenden Ausmaß im Konsumbereich. Das Leitbild einer Stoffstromwirtschaft spricht in diesem Sinne die Umweltpolitik in einem umfassenderen Kontext an als es in der Vergangenheit der Fall war und verstärkt die nicht zuletzt von der OECD geäußerte Forderung einer Integration der Umweltpolitik in andere Politikbereiche wie z.B. die Steuer-, Wirtschafts- und Technologiepolitik.

Die Verbreitung, Akzeptanz und Umsetzung eines ökologischen Leitbildes wie jenes der Dematerialisierung erfordert einen prozeßhaften Zugang, der schließlich in einer gesamtgesellschaftlichen Strategie einer Erhöhung der Ressourcenproduktivität und einer Reduktion des Stoffverbrauchs mündet. Die politische Aufgabe liegt darin, aus einer Mischung von umweltpolitischen und wirtschaftspolitischen Instrumenten, Informationen, Beispielwirkungen etc. das Leitbild der Stoffreduktion allen Akteuren in einer Weise zu vermitteln, daß die Verhaltens- und Handlungsweisen, die zur Unterstützung des Dematerialisierungsansatzes beitragen, den einzelnen Akteuren verständlich und nachvollziehbar sind und das Ziel einer Stoffstromreduktion schließlich zu einem gemeinsamen Ziel wird.

Bisher wurde in der Umweltpolitik hauptsächlich Ordnungsrecht eingesetzt. Dieses ist vor allem auf einzelne Emissionen ausgerichtet und schreibt in der Regel die Einhaltung vorgeschriebener Grenzwerte, oder die Anwendung bestimmter Technologien vor bzw. verbietet gewisse toxische Stoffe. Bisher wurde auf ordnungsrechtliche Maßnahmen vor allem mit nachgelagerten Umweltschutzmaßnahmen reagiert, die häufig mit zusätzlichen Kosten im Produktionsbetrieb verbunden sind und dementsprechend häufig als Wettbewerbsnachteile des Unternehmenssektors empfunden werden. Ordnungsrechtliche Maßnahmen führen nur in eingeschränktem Umfang zu integrierten Umweltschutzlösungen und enthalten kaum einen

---

<sup>89</sup> Zur ökologischen Wirtschaftspolitik siehe auch Hinterberger - Luks - Stewen (1996).

Anreiz für die im Leitbild angesprochenen Stoffstromreduktionen. Sie werden weiterhin dort ihre Berechtigung beibehalten, wo es um ein Verbot oder eine Begrenzung bekannter Schadstoffe geht, werden aber im Vergleich zu anreizorientierten Politikmaßnahmen insbesondere dort, wo es um eine allgemeine Stoffstromreduktion geht, an Bedeutung verlieren.

Eine effiziente Stoffstrompolitik setzt die klare Formulierung der Zielrichtung der Umweltpolitik voraus und erfordert die Setzung von Rahmenbedingungen, die das Verhalten der wirtschaftlichen Akteure so lenken, daß eine Dematerialisierung der Wirtschaft erreicht wird. Voraussetzung für die Formulierung umweltpolitischer Ziele im Sinne einer Stoffstrompolitik sind neue Informationsgrundlagen, die als Steuerungsgrundlage für eine umweltpolitische und -rechtliche Rahmensetzung gelten. Die daraus ableitbaren Instrumente für eine ökologische Wirtschaftspolitik umfassen das bereits angesprochene Ordnungsrecht, ökonomische (anreizorientierte) Instrumente, die im wesentlichen der Umweltnutzung einen Preis zuweisen, und das breite Spektrum freiwilliger Maßnahmen. In Zusammenhang mit dem Leitbild der Dematerialisierung kommt dem Informationserfordernis eine herausragende Bedeutung zu.

Im folgenden werden verschiedene Instrumente der Umweltpolitik<sup>90</sup> besprochen und auf ihr Potential in Hinblick auf einen Beitrag zur Dematerialisierung der Wirtschaft diskutiert. Die Besprechung der Instrumente bezieht sich einerseits auf eine allgemeine Diskussion von Instrumentengruppen wie z.B. Ordnungsrecht oder ökonomische Instrumente, betrifft andererseits aber auch spezifische umweltpolitische Maßnahmen mit konkreten Verbesserungsvorschlägen wie z.B. im Bereich des Stoffstrommanagements oder Öko-Audit.

## 6.1 Ordnungsrechtliche Maßnahmen als Instrumente einer Stoffstrompolitik

Wie bereits oben angeführt sind ordnungsrechtliche Maßnahmen<sup>91</sup> auf Verbote oder Gebote ausgerichtet und begrenzen auf diese Weise den Handlungsspielraum der wirtschaftlichen Akteure. Ordnungsrechtliche Maßnahmen zeichnen sich dadurch aus, daß die Umweltwirkung der gesetzten Ge- und Verbote bestimmt ist, daß die Kosten ihrer Einhaltung im Vergleich zu Umweltsteuern jedoch unsicher sind. Darüberhinaus sind der Vollzug und die Überprüfung der ordnungsrechtlichen Instrumente häufig sehr aufwendig. In der Exekutierung der

<sup>90</sup> Konkrete Handlungspotentiale werden teilweise schon themenbezogen in den vorhergehenden Kapiteln besprochen.

<sup>91</sup> Zur Diskussion ordnungsrechtlicher Maßnahmen als Instrumente einer Stoffstrompolitik siehe auch Cropper, Oates (1992).

ordnungsrechtlichen Maßnahmen treten daher immer wieder Lücken auf. Im Sinne einer kosteneffizienten Umweltgesetzgebung sind sie den ökonomischen Instrumenten unterlegen. Auch in Hinblick auf ihre Anreizwirkung, Umweltbelastungen über das gesetzte Umweltziel hinausgehend zu vermeiden, sind ordnungsrechtliche Maßnahmen nicht geeignet und bieten daher in Hinblick auf eine Stoffstromreduktion ein nur geringes Potential.

Das Ordnungsrecht ist in seinem Wesen ein reagierendes Instrument der Umweltpolitik, d.h. es ist ausgerichtet auf bekannte Umweltschädigungen und soll dazu beitragen, Gefährdungen und Schädigungen der Gesundheit und der Umwelt zu begrenzen. Im Zusammenhang mit dem Leitbild der Dematerialisierung steht jedoch die zukunftsorientierte Umweltpolitik im Vordergrund.

## 6.2 Ökonomische oder anreizkompatible Instrumente

Die grundlegende Zielrichtung von ökonomischen Instrumenten<sup>92</sup> ist es, der Umweltnutzung bzw. öffentlichen Gütern, einen Preis zuzuweisen. Durch die Bepreisung der Nutzung von Umwelt sollen Anreize für Verhaltensänderungen geschaffen werden, die schließlich in einer geringeren Umweltnutzung und damit einhergehend geringerer Umweltverschmutzung münden. Die in der ökonomischen Literatur am häufigsten diskutierten anreizkompatiblen Instrumente sind die Gruppe der Ökosteuern und die Gruppe der handelbaren Emissionsrechte. In nachfolgender Übersicht sind Charakteristika von Ökosteuern und handelbaren Emissionsrechten einander gegenübergestellt.

Die nachfolgende Aufstellung gibt einen Überblick über die Anreizwirkung ökonomischer Instrumente in der Umweltpolitik, ohne noch Rückschlüsse für eine Stoffstromwirtschaft oder die Auswirkungen auf Abfallströme aufzuzeigen.

---

<sup>92</sup> Für einen Überblick über anreizorientierte Instrumente siehe auch Köppl - Pichl (1995B). Zur De-Regulierung in der Umweltgesetzgebung siehe OECD (1997C).

## Übersicht 6.1

### Charakteristika von handelbaren Verschmutzungsrechten und Umweltsteuern

	Handelbare Verschmutzungsrechte	Umweltsteuern
<b>Anwendbarkeit</b>	Grundsätzlich einfach	Grundsätzlich einfach
<b>Abschätzung des Ergebnisses</b>		
Menge der Verschmutzung	Bekannt	unbekannt, erfordert Experimente
Grenzkosten der Vermeidung	Unbekannt	Bekannt
Erreichung von Standards auf kosteneffiziente Weise	Ja	Ja
<b>Generiert Einnahmen</b>	Ja, wenn Verschmutzungsrechte via Auktion vergeben werden	Ja, Budgetwirksamkeit hängt von Mittelverwendung ab
<b>Automatische Anpassung an veränderte Rahmenbedingungen</b> Wachstum, Inflation	Festgesetztes Verschmutzungs- Niveau bleibt in allen Fällen gleich	Steuersätze müssen angepaßt werden, wenn bestimmtes Emissionsniveau erwünscht ist
<b>Anreize für technologische Innovationen</b>	Ja, wegen der Opportunitätskosten der Verschmutzungsrechte	Ja, wegen der laufenden Steuerzahlungen
<b>Akzeptanz durch existierende Verschmutzer</b>	Ja, wenn Verschmutzungsrechte via "grandfathering" vergeben werden  Nein, wenn Verschmutzungsrechte via Auktion vergeben werden	Nein, es sei denn, es gibt entsprechende Kompensationen
<b>Erschwert Zugang neuer Firmen</b>	Ja, wenn Verschmutzungsrechte via "grandfathering" vergeben werden, oder wenn es nicht-kompetitive Wettbewerbsstrukturen gibt	Nein
<b>Sonstige Gründe für Ineffizienzen</b>	Nicht-kompetitive Märkte für Verschmutzungsrechte	Verwendung der Steuermittel nur für end-of-pipe Technologien  Häufige, nicht angekündigte Änderung der Steuersätze führt zu nicht-optimalen Investitionen

Q: WIFO, nach Howe, 1994.

Instrumente einer ökologischen Wirtschaftspolitik, die sich auf ökonomische Anreize stützen, aber die explizite Aktivität zur Vermeidung von Umweltbelastungen den einzelnen Akteuren

offen lassen, zeichnen sich durch Kosteneffizienz und in der Regel geringeren administrativen Aufwand aus (z.B. Goodstein, 1995).

Während das Ordnungsrecht jedem Emittenten einen Grenzwert oder sogar eine bestimmte Technologie vorschreibt, unabhängig davon, wie hoch die individuellen Grenzkosten der Reduktion der Emissionen sind, versehen anreizkompatible Instrumente wie Steuern oder handelbare Emissionsrechte die Umweltbelastung mit einem 'Preis' und überlassen die Verteilung der Emissionsreduktion dem Marktprozeß. Jene Wirtschaftsakteure, die geringe Grenzkosten der Vermeidung der Emission haben, werden im Zuge dieses marktmäßigen Anpassungsprozesses an die 'internalisierten Umweltkosten' solange Emissionen reduzieren, bis ihre Grenzkosten der Vermeidung den Steuern oder Zertifikatspreisen entsprechen; jene Wirtschaftsakteure, die höhere Grenzkosten der Vermeidung haben, werden ihre Emissionen weniger reduzieren. Dieser Marktprozeß sichert die kurzfristige Kosteneffizienz, da sich die Grenzkosten der Vermeidung angleichen.

Anreizkompatible Instrumente bewirken überdies längerfristig dynamische Anreize zu weiterer Kosteneinsparung und haben zudem weitere ökologisch positive Effekte durch die Induzierung umweltfreundlichen technischen Fortschritts: Sowohl Steuern als auch Verschmutzungszertifikate versehen auch die Restverschmutzung, die nach der kurzfristigen Anpassung übrigbleibt, mit einem Preis. Einmal ist die Steuer auf die Restverschmutzung dieser Preis, das andere Mal sind es die Opportunitätskosten der Verschmutzung, da weniger Verschmutzung den Verkauf von Zertifikaten ermöglichen würde. In beiden Fällen haben die Wirtschaftsakteure einen Anreiz, neue Wege zur weiteren Verringerung der Umweltbelastungen zu suchen.

Ein weiterer Vorteil von anreizkompatiblen Instrumenten im Vergleich zum Ordnungsrecht ergibt sich durch die tendenziell geringeren Administrationskosten (insbesondere bei Produktsteuern, weniger bei direkten, sogenannten 'gemessenen' Emissionssteuern, die jedoch kaum in Diskussion sind). Schließlich sind die regulierenden Behörden mit unvollständiger Information über die Emissionsreduktionspotentiale und deren Kosten konfrontiert, sodaß auch diesbezüglich die Effizienz der Regulierung höher ist, wenn die Wirtschaftsakteure, die über diese Informationen verfügen, ihre Anpassungsstrategien selbst wählen können, was ihnen durch eine anreizkompatible Regulierung ermöglicht wird.

Da es im Dematerialisierungsleitbild gerade um globale Umweltveränderungen geht, eignen sich anreizkompatible Instrumente zur Zielerreichung besonders gut.

Als Schwäche anreizorientierter Instrumente ist anzuführen, daß bei starker lokaler/regionaler Konzentration einer bestimmten Umweltbelastung die Steuer oder die Zertifikatslösung idealerweise unterschiedliche 'Preise' für eine spezifische Emission bewirken müßten, je nachdem ob diese in einer Gegend mit hoher oder in einer mit niedriger Konzentration auftritt. Eine solche Differenzierung würde einen der Vorteile von anreizkompatiblen Instrumenten, nämlich ihre administrative Einfachheit, schwächen. Für anreizorientierte Instrumente, die direkt Emissionen messen und besteuern bzw. handelbar machen (sog. 'measured emission tax' sowie die handelbaren Emissionsrechte), gilt außerdem, daß die Kosten der Überwachung und der Vollziehung höher sein können als im Falle einer direkten Regulierung. Eine weitere Schwäche betrifft nur das Instrument der Umweltsteuern: Diese erhöhen die Preise, während die Mengenreaktion und damit der Umfang der nach erfolgter Verhaltensänderung verbleibenden umweltbelastenden Aktivitäten nicht vorhersehbar sind. Die Steuersätze müßten in einem stufenweisen Vorgehen so adaptiert werden, daß die erwünschten Mengen- und damit Umwelteffekte realisiert werden. Handelbare Nutzungsrechte wiederum haben andere Schwachstellen, die vor allem mit der Struktur des geschaffenen Marktes zusammenhängen (Marktmacht, Eintrittsbarrieren, dünne Märkte, unvollständige Information).

Sowohl Umweltabgaben als auch handelbare Nutzungsrechte (in einem eingeschränkten Maße Subventionen) eignen sich dazu, eine Dematerialisierung der Ökonomie ohne einhergehendem Wohlfahrtsverlust zu unterstützen. Beide Instrumente richten durch eine Verteuerung der Ressourcen (durch eine direkte Ressourcensteuer oder indirekt über Emissions- oder Immissionssteuern)<sup>93</sup> das Augenmerk auf Einsparpotentiale und eine Steigerung der Ressourcenproduktivität, Zertifikate erfordern darüberhinaus eine Mengenfestlegung. In der Umsetzung und unter Berücksichtigung der administrativen Kosten werden diese Instrumente dann die größte Wirkungseffizienz aufweisen, wenn (mengenmäßig) relativ bedeutende Ressourcenströme oder Emissionen angesprochen werden. Als illustrierendes Beispiel kann hier die breit diskutierte Energiesteuer angesprochen werden, da Energie (auch wenn es eine Reihe von offenen Fragen in Hinblick auf die Ausgestaltung einer solchen Steuer gibt) in allen Bereichen einer Ökonomie eingesetzt wird und somit eine relativ breite Besteuerungsgrundlage darstellt. Zielgruppe bezüglich der Lenkungseffekte einer Energiesteuer sind damit alle wirtschaftlichen Akteure. Der administrative Aufwand tritt im Vergleich zum Reduktionspotential/Dematerialisierungspotential in den Hintergrund. Inputsteuern auf einzelne Ressourcen, die nur für wenige Wirtschaftsbereiche von Relevanz sind oder die geringe Mengen anspre-

<sup>93</sup> Im Falle einer Ressourcensteuer geht der Anreiz zur Gänze in Richtung Verringerung des Ressourceneinsatzes, im Falle einer Emissions- oder Immissionssteuer in Richtung Verringerung der Emission bzw. Immission, wobei diese Reduktionen nicht ausschließlich durch eine Stoffstromreduktion zu erreichen sind.

chen, können hingegen in der Administration tendenziell mit höheren Kosten verbunden sein<sup>94</sup>. Ähnliches gilt auch für Zertifikate, wo auch das Marktpotential eine Rolle spielt. Eine allgemeine Ressourcen- oder Stoffbesteuerung setzt eine Erfassung der Massenströme in den Betrieben voraus. Hier gibt es Anknüpfungspunkte zu den Instrumenten der Stoffbuchhaltung und des Stoffstrommanagements.

Eine weitreichende Anwendung anreizorientierter Instrumente, die am Input ansetzen, mit dem Ziel einer Dematerialisierung der Wirtschaft erfordert in einem ersten Schritt eine sorgfältige Auswahl der einzubehandelnden Stoffe. Aus mehreren Gründen konzentriert sich die Diskussion über die Einführung anreizorientierter Instrumente seit geraumer Zeit auf eine Besteuerung (oder Zertifizierung) von Energie<sup>95</sup>: Zahlreiche Umweltprobleme stehen direkt oder indirekt in Verbindung mit dem Abbau, der Umwandlung oder der Verwendung von Energie - vom CO<sub>2</sub>-Problem über SO<sub>x</sub>-, NO<sub>x</sub>-, Methan- oder HC-Emissionen bis zu radioaktiven Belastungen. Energie stellt darüberhinaus wie erwähnt eine relativ homogene, sehr breite Steuerbemessungsgrundlage dar. Da alle wirtschaftlichen Aktivitäten vereinfacht als Umwandlung von Stoffen mithilfe von Energie gesehen werden können, stellt Energie einen möglichen Ansatzpunkt auch für eine allgemeine Stoffstromreduktion dar. Eine Energiesteuer induziert durch ihre Schlüsselrolle bei der Materialumwandlung sowohl die generelle Materialeinsparung als auch die Substitution von energieintensiven durch weniger energieintensive Materialien. In einem ersten Schritt kann eine Steuer auf Energie daher als robuste und wirksame Steuerbasis gesehen werden, die aufgrund ihrer zentralen Rolle im Gesamtsystem zahlreiche Stoffströme und zahlreiche Umweltprobleme zugleich verringert. Da es weniger (zu besteuern) Energieträger gibt als Stoffe, die als Inputs verwendet werden, erscheint eine Energiesteuer auch leichter administrierbar als z.B. eine Stoffsteuer. Die hier für eine Steuer auf Energie angeführten Argumente gelten analog auch für Zertifikate.

Ausgeblendet bleibt bei einer Energiesteuer natürlich die Stoffintensität der verschiedenen verwendeten Energieträger - so werden z.B. zur Herstellung einer kWh Strom aus Braunkohle rund 45mal so viele abiotische Materialien (ohne Wasser und Luft) bewegt wie zur Herstellung der gleichen Menge Strom aus dem Energieträger Erdgas. In einem zweiten Schritt in Richtung einer am Leitbild der Stoffstromreduktion orientierten ökologischen Steuerreform wäre daher zu überlegen, wie jene Stoffe verringert werden können, die von einer Energiesteuer nicht in ausreichendem Maße betroffen sind. Es bieten sich zwei Ansätze an - ein integraler oder ein

---

<sup>94</sup> Empirische Evidenz für diese These findet sich in Fullerton (1996).

<sup>95</sup> Zur ökologischen Steuerreform siehe O'Riordan (1997), Roodman (1997), Köhn - Welfens (1996), OECD (1997D).

ausgewählter: Ein generelles und integrales Konzept einer stoffstromreduzierenden Steuer stellt die sogenannte MIT dar:<sup>96</sup> Auf jeder Produktionsstufe wird dabei der zusätzliche Input an Primärmaterialien, der neu dem Produktionsprozeß zugefügt wird, besteuert. Auf Zertifikatsebene entspricht dieser Ansatz einem MIC (material-input-certificate). Da nur wenige Branchen direkt Material bewegen (abgesehen von Luft und Wasser bewegen hauptsächlich Bergbau und Bauwirtschaft direkt Stoffe), wären die meisten Wirtschaftsakteure nur indirekt über Preissteigerungen betroffen. Folgende materialintensive Branchen hätten im Zuge der Materialinputbesteuerung vermutlich kaum Möglichkeiten, der Besteuerung auszuweichen: Energieträger, Steine und Erden, NE-Metalle und -verarbeitung, Bauleistungen sowie Eisen und Stahl. Im Gegensatz zur Energiesteuer, deren volkswirtschaftliche Auswirkungen (auf Wachstum, Beschäftigung, Preisniveau, Verteilung) umfangreich untersucht wurden (Köppel et al., 1995A), gibt es über die volkswirtschaftlichen Effekte einer allgemeinen Materialsteuer noch keine Abschätzungen.

Eine allgemeine Energiesteuer und eine allgemeine Stoffsteuer sind beide mit dem Problem des Grenzausgleichs konfrontiert, solange wichtige Handelspartner nicht mitziehen. Da - nicht zuletzt aufgrund der bereits geführten Diskussionen in den letzten Jahren - eine internationale Harmonisierung für eine Energiesteuer eher wahrscheinlich ist als für eine allgemeine Stoffsteuer, scheint eine Energiesteuer in einem Vorreiterland leichter und früher realisierbar als eine allgemeine Stoffsteuer, weil die Harmonisierung erwartet wird. Alternativ zu einer allgemeinen Stoffsteuer könnten in einem zweiten Schritt nach der Einführung einer Energiesteuer weitere Steuern auf ausgewählte Stoffe, die durch eine Energiesteuer noch zuwenig bzw. nicht erfaßt wurden, eingehoben werden. Hier wären eine Abgabe auf Wasser, eventuell auch auf Flächenverbrauch und mineralische Rohstoffe zu evaluieren, oder eine Ergänzung der Energiesteuer durch Zertifikate für bestimmte Stoffe<sup>97</sup>.

Die Rolle der Subventionen (OECD, 1996) als Unterstützung für eine Stoffstromreduktion liegt in erster Linie in der Subventionierung von Technologien und Produkten, die eine Dematerialisierung vorantreiben. Darunter sind auch neue Konzepte der Dienstleistungsbereitstellung zu verstehen. Neue Technologien oder Dienstleistungskonzepte stehen in der Entwicklungs- und Markteinführungsphase häufig vor Markteintrittsbarrieren, die mit Subventionen zumindest teilweise überwunden werden können.

<sup>96</sup> Vgl. Stewen, M., „Materialinputsteuer zur Reduzierung anthropogener Stoffströme?“, in Köhn, J., Welfens, M.J. (Hrsg.), Neue Ansätze in der Umweltökonomie, Metropolis, Marburg, 1996: Denkbar ist eine MIT neben einer allgemeinen Energiesteuer oder ein Einbeziehen von Energieträgern in eine MIT.

<sup>97</sup> Lemmer (1996) diskutiert allgemeine Materialinputzertifikate.

Umgekehrt können Subventionen jedoch auch unökologische Wirkungen haben bzw. tendenziell stoffstromerhöhend wirken - dies kann bei Subventionen oder Steuervergünstigungen, die andere als Umweltziele verfolgen, der Fall sein (Landwirtschaft, Bergbau...). Ebenso wichtig wie eine Internalisierung negativer externer Effekte durch Steuern ist im Sinne des Leitbildes einer Dematerialisierung ein Abbau von Subventionen, die negative externe Effekte auf die Umwelt haben oder einer Stoffstromreduktion entgegenwirken (Hinterberger - Welfens, 1994).

Weitere konkrete anreizorientierte Instrumente zur Stoffstromreduktion, die stärker auf die Outputseite und letztlich auch auf die Abfallströme ausgerichtet sind, betreffen Produktsteuern, Pfandsysteme, Recyclingsubventionen, gestaffelte Entsorgungs- und Deponiegebühren etc.

Eine Studie des Instituts "Resources for the Future" (Palmer - Walls, 1994), untersucht die Kosten, die durch verschiedene Politikmaßnahmen zur Reduzierung von kommunalen Abfällen und durch Erhöhung des Recyclings entstehen. Es geht um eine Beurteilung der kosteneffizientesten Strategie zur Reduzierung kommunaler Abfälle. Berechnet werden die Kosten je Tonne verringerten Abfall für eine 10%ige Abfallreduktion.

In die empirische Analyse miteinbezogen wurden:

- Pfandsystem
- Subventionierung von Recycling
- vorgezogene Abfallgebühr, darunter versteht man Produktsteuern die den Kauf nicht-recyclierbarer Produkte entmutigen sollen.

Die empirische Analyse konzentriert sich aufgrund der Datenverfügbarkeit auf die Materialien Glas, Papier und Pappe, Aluminium, Eisenmetalle und Plastik. Für diese fünf Abfallströme gibt es Recyclingmärkte und die Abfallmengen summieren sich auf 56% der kommunalen Abfallströme. Unter den Einschränkungen des Modells (z.B. ob es Substitutionsprozesse gibt) erweisen sich Pfandsysteme als kosteneffizienter als Recyclingsubventionen oder vorgezogene Abfallgebühren. Von den drei betrachteten Politikmaßnahmen schneiden Recyclingsubventionen in Hinblick auf Kosteneffizienz am schlechtesten ab. Ein weiteres wichtiges Resultat liegt darin, daß der "Least-cost"-Ansatz jener ist, der eine allgemeine Abfallreduktion postuliert und nicht eine gleichmäßige 10%-ige Reduktion aller Abfälle. Hier kommt zum Ausdruck, daß eine

Abfallverringerung nach Stoffen und Materialien unterschiedlich teuer ist. Zusätzlich zu den Kosten der Abfallvermeidung müssen auch die eingesparten Kosten der Abfallbehandlung in Rechnung gestellt werden: Die Abfallvermeidung erspart Deponiekosten oder verringert das Kapazitätserfordernis bei Abfallverbrennungsanlagen oder anderen Abfallbehandlungsmethoden.

### 6.3 Freiwillige Vereinbarungen

Freiwillige Vereinbarungen (OECD, 1997C) in der Umweltpolitik beziehen sich auf Vereinbarungen zwischen einem politischen Entscheidungsträger und einer Industrie oder Gruppe von Unternehmen, in denen Reduktionsziele für bestimmte Umweltprobleme festgelegt sind. Die Detailliertheit dieser Vereinbarungen kann variieren, sodaß die unternehmerische Handlungsfreiheit in unterschiedlichem Maße beeinflußt wird:

- Am unverbindlichsten ist eine informelle Vereinbarung zwischen politischen Entscheidungsträgern und Unternehmensgruppen, bei der der Unternehmenssektor die Zielsetzung und die Überprüfung der Zielerreichung selbst übernimmt.
- Eine stärkere Verpflichtung ist gegeben, wenn Regierung und Unternehmen einen Vertrag über Zielsetzung und Zeitplan verabschieden.

Freiwillige Vereinbarungen stellen in der Regel eine Ergänzung zu anderen umweltpolitischen Maßnahmen dar. Die Selbstverpflichtungen des Unternehmenssektors müssen so formuliert sein, daß es im Eigeninteresse der Kooperationspartner liegt, die vereinbarten Umweltziele zu erreichen. Um die Verbindlichkeit freiwilliger Vereinbarungen zu erhöhen, ist es sinnvoll, regulatorische Maßnahmen im Falle der Nichterreichung des Umweltziels bereits in die Vereinbarung miteinzubinden. Als Vorteil freiwilliger Maßnahmen wird angeführt, daß es den Akteuren freigestellt ist, wie sie ein bestimmtes Umweltziel erreichen. Dieses Argument trifft jedoch auch auf andere Instrumente der Umweltpolitik, wie Umweltsteuern oder Zertifikate zu.

Freiwillige Instrumente als Maßnahmen der Umweltpolitik werden auch im Rahmen von Regulierungsreformen diskutiert. Die starke Konzentration der Umweltpolitik auf ordnungsrechtliche Maßnahmen führt von seiten des Unternehmenssektors zur Kritik, daß die Gesetzesmaterie von den Betroffenen häufig schwer zu durchschauen ist und es gerade bei Klein- und Mittelbetrieben manchmal zu Diffusionsproblemen kommt.

Von freiwilligen Vereinbarungen erwartet man eine stärkere Verbindlichkeit im Verhalten der Unternehmen bzw. ein proaktives Verhalten im Umweltschutz. Das heißt, daß die Aktivitäten zum Umweltschutz bereits ansetzen sollen, bevor ein konkretes Umweltproblem auftritt. Umweltschutz soll als wichtiges Unternehmensziel in die Unternehmensaktivitäten integriert sein. Ist das Leitbild der Dematerialisierung als gesellschaftliches Ziel akzeptiert und findet es sich auch in den Strategien einzelner Unternehmen wieder, können freiwillige Vereinbarungen ein wichtiger Beitrag zur Erreichung dieses Ziels darstellen. Mit den Veränderungen in der umweltpolitischen Regulierung ist diesen freiwilligen Instrumenten jedenfalls Aufmerksamkeit zu schenken. Sie gewinnen als umweltpolitisches Instrument und als Ergänzung zu gesetzlichen Bestimmungen dort an Gewicht, wo langwierige politische Abstimmungsprozesse umweltpolitischer Regulierungen rasche Anpassungen verhindern (Müller, 1997).

## 6.4 Produktkennzeichnungen - Eco-Labelling

Wie bereits an anderen Stellen angeführt, kommt dem Informationserfordernis und der Informationsbereitstellung eine zentrale Rolle in der Umsetzung der Stoffstromreduktion zu. Eco-Labelling ist ein Instrument der Informationsdiffusion zwischen Produzenten und Konsumenten und kann entweder als freiwillige oder als verpflichtende Maßnahme gesetzt werden. Die Ziele einer Produktkennzeichnung<sup>98</sup> sind im wesentlichen:

- das Sichtbarmachen von Produkteigenschaften, die im Vergleich zu anderen Produkten geringere negative Umwelteffekte aufweisen
- eine Entscheidungsgrundlage für ein umweltbewußtes Konsumverhalten
- die Bündelung von Informationen in einer verständlichen Form.

Die bisherigen Erfahrungen mit Umweltkennzeichen zeigen jedoch, daß eine Messung des Effektes von Umweltzeichen auf Kaufentscheidungen schwierig ist, und daß die Entwicklung von Kriterien für spezifische Produkte und Produktgruppen sich sehr aufwendig gestaltet, da die gesamte Komplexität und Umweltwirkung eines Produktes (von der Wiege bis zur Bahre) häufig schwer zu beurteilen ist.

Um Produktkennzeichnungen im Sinne des Dematerialisierungsansatzes zu einer relevanten Entscheidungsgrundlage für Konsum- und Kaufentscheidungen zu machen, wäre es notwen-

---

<sup>98</sup> Siehe auch Spangenberg, Verheyen (1996C), Enquete-Kommission (1994).

dig, eine (internationale) Standardisierung vorzunehmen, die eine einfach zu interpretierende Grundlage für Vergleiche bietet. In vernetzten Wirtschaften ist diese Standardisierung von besonderer Bedeutung, wenn Produktkennzeichen oder Öko-Labels eine Lenkungsfunktion in Richtung Stoffstromreduktion entfalten sollen. Produktkennzeichnungen, die den Materialverbrauch bzw. Materialinput einschließlich der ökologischen Rücksäcke ausweisen, können eine Entscheidungshilfe für einen stoffbewußten Konsum sein (Schmidt - Bleek, 1994).

## 6.5 Umweltinformationen

In engem Zusammenhang mit Produktkennzeichnung stehen Maßnahmen, die die Öffentlichkeit mit Informationen<sup>99</sup> über das Umweltverhalten bestimmter Materialien, Produkte und Prozesse versorgen. Diese Informationen können wiederum aufgrund freiwilliger Vereinbarungen oder ordnungsrechtlicher Bestimmungen bereitgestellt werden. Die Verpflichtung zur Bereitstellung von Umweltinformationen soll Unternehmen ermutigen, ihre Umweltbelastungen zu reduzieren. Porter - van der Linde (1995) stellen die Hypothese auf, daß die Information der Öffentlichkeit auch das unternehmerische Bewußtsein in Hinblick auf Umweltprobleme erhöht und in der Folge Innovationen weniger umweltbelastender Prozesse und Produkte fördert. Umweltinformationen sind auch ein Mittel zur besseren Durchsetzbarkeit bestehender Umweltgesetze.

Umweltinformationen werden nicht nur auf Unternehmensebene bereitgestellt, sondern finden sich auch in Berichten von Umweltbehörden und Ministerien und dienen als Grundlage für die Umweltbildung, die Sensibilisierung für Umweltprobleme etc.

## 6.6 Stoffdaten, -bilanzen, -buchhaltung, -strommanagement

Orientiert man die Umweltpolitik stärker am Leitbild der Dematerialisierung, so ist die Entwicklung von Instrumenten des Stoffstrommanagements sowohl auf betrieblicher als auch auf politischer Ebene notwendig. Voraussetzung dafür ist auf jeden Fall eine bessere statistische Erfassung jener Stoffdaten, die man steuern möchte.

---

<sup>99</sup> Z.B. OECD, 1997C, Enquête-Kommission, 1994.

Ansätze in diese Richtung werden ebenso wie Ansätze zum Leitbild der Dematerialisierung auch bereits in den neueren abfallwirtschaftlichen Berichten und Gesetzen erwähnt (siehe dazu Kapitel 4). So widmet z.B. der Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1995 ein eigenes Kapitel der Frage der Stoffbilanzen - die dort noch dominierende Betrachtung von Schadstoffen müßte generell auf Stoffe erweitert werden. Inzwischen gibt es auch eine Machbarkeitsstudie zu einer allgemeinen Stoffbuchhaltung (ebd.).

Im folgenden werden diverse Ansatzpunkte zur Erfassung und zur Steuerung von Stoffströmen dargestellt. Sie sind nicht als fertiges Paket zu verstehen, sondern als Ideensammlung, aus der erst ein konsistentes Paket im erwünschten Umfang und in der erwünschten Detailliertheit zu schnüren wäre.

- Stoffbuchhaltungen sind auf allen Ebenen wichtig:
  - national
  - regional
  - branchenweise
  - innerbetrieblich
- Stoffstrommanagement auf betrieblicher Ebene ist als Teil eines allgemeinen Umweltmanagementsystems zu sehen. Auch im Rahmen von Öko-Audits könnten standardisierte Stoffstromanalysen ein wichtiges Instrument sein. Da öko-auditierte Firmen häufig auch von ihren Zulieferern Öko-Audits verlangen, wäre dies ein wirkungsvoller Hebel zur Verbreitung auch von Stoffstromanalysen.
- Es empfiehlt sich, Ver- und Entsorgungsdaten in einer gemeinsamen Stoffbilanz zu erfassen und darzustellen. Derartige Stoffbilanzmodelle müssen noch weiterentwickelt werden.
- Die Funktionen der erwünschten Stoffbilanzkennzahlen müssen definiert werden (Kontrolle, Planung....). Solche Stoffbilanzkennzahlen wären nicht zuletzt als Voraussetzung für die Planung und die Erfolgskontrolle umweltpolitischer Maßnahmen, die auf Stoffstromreduktion zielen, von Bedeutung.
- Ausgangspunkt einer österreichweiten Dematerialisierungsstrategie sollten Zielvorgaben für einzelne Stoffe oder für Stoffgruppen (z.B. die 5 Stoffgruppen aus Übersicht 3.1) etwa in Form von Reduktionszielen im Nationalen Umweltplan sein (NEPP enthält solche Ziele, NUP).

- Um die Machbarkeit einer Stoffbuchhaltung zu sichern, müßte die gesetzliche Verpflichtung zur Stoff- und Abfallbilanzierung der Betriebe ebenso wie der öffentlichen Administration auf ausgewählte Parameter beschränkt werden.
- Auswahlkriterien für Stoffe im Rahmen einer Stoffbuchhaltung könnten sein (Vgl. Brunner et al., 1995):
  - die Anwendungsmenge eines Stoffes in der Produktion (Massemfaktor),
  - die Verteilungscharakteristik eines Stoffes in der Umwelt (Migrationsfaktor),
  - die Toxizität eines Stoffes (Gesundheitsfaktor) und
  - das Verhältnis des anthropogenen Fluxes zum geogenen Flux (Stoffwechselfaktor).
- Die Stoffbuchhaltung müßte laufend angelegt sein und so zu einer dynamischen Bilanzierung führen (dynamische Kästner). Gerade auch dieses Erfordernis macht eine Beschränkung auf mengenmäßig wichtige Stoffe notwendig.
- Die Stoffbuchhaltung ersetzt keine Wirkungsanalyse - sie ist deren Voraussetzung. Auf der Stoffbuchhaltung aufbauend könnten genormte Wirkungsanalysen und Bewertungsverfahren als Grundlage für ein Stoffstrommanagement durchgeführt werden.
- Betriebliche Kostenfaktoren der Stoffwirtschaft: Eine Verbindung von der stofflichen zur wertmäßigen Ebene (Preise) ist notwendig, da Kosten-Nutzenüberlegungen neben rein stofflichen Zielen bedeutend bleiben. Sowohl Versorgung als auch Entsorgung müssen stofflich und kostenmäßig erfaßt werden, um wirklich eine ökologisch-ökonomische Entscheidungsgrundlage darzustellen.
- Bezugsgrößen von Stoff- ebenso wie von Abfalldaten müßten definiert werden: Sollen die Inputs und die Abfälle pro Produkt(nutzen), pro Dienstleistungseinheit, pro Betrieb, pro Arbeitskraft erfaßt werden?
- Datenverbund und Stoffinformationssysteme: Die Rolle der Landes-, Bezirks- und Gemeindeverwaltungen in einer Stoffbuchhaltung wäre ebenso zu definieren wie mögliche Kooperationsmodelle zwischen Verwaltung und Betrieben - wer erhebt, wer vernetzt, wer verwaltet die Daten?
- Es erscheint sinnvoll, auf der Ebene des Umweltbundesamtes bzw. des Österreichischen Statistischen Bundesamtes eine (Roh)Stoffdatenbank einzurichten, die in Primär- und Sekundärrohstoffe differenziert. Ver- und Entsorgungsdaten müßten in einer gemeinsamen Datenbank darstellbar sein.
- Die Möglichkeit der Bilanzierung von 'ökologischen Rucksäcken' muß geklärt werden.

## 6.7 Instrumentenmix<sup>100</sup>

Die besprochenen Instrumente einer ökologischen Wirtschaftspolitik zeigen bereits den breiten Rahmen wirtschaftspolitischer Einflußmöglichkeiten zur Unterstützung einer Dematerialisierung der Wirtschaft. Die Beschreibung der einzelnen Instrumente hebt jeweils die Besonderheiten und konkreten Wirkungskanäle heraus, sodaß aus der Aufstellung und Beschreibung bereits hervorgeht, daß eine einfache Substitution zwischen Instrumenten bzw. die Konzentration auf ein einziges Instrument für die Zielsetzung einer ökologischen Wirtschaftspolitik nicht zielführend ist. Für die unterschiedlichen umweltpolitischen Probleme und Zielvorgaben ist jenes Instrument auszuwählen, welches die Zielerreichung am effizientesten gestaltet. Als allgemeine Grundüberlegung sollte jedoch immer die Anreizkompatibilität mitberücksichtigt werden. Das heißt, die Ausgestaltung einer ökologischen Wirtschaftspolitik mit dem Leitbild einer Reduktion von Stoffströmen soll - wo möglich - in ihren Instrumenten die Nutzen- und Profitmaximierung der Akteure ansprechen. Nicht immer sind die anreizorientierten Instrumente ausreichend, sondern es wird weiterhin Raum für ordnungsrechtliche oder freiwillige Maßnahmen bestehen. Eine ökologische Wirtschaftspolitik wird daher ein Mix an Instrumenten<sup>101</sup> sein, wobei die Herausforderung darin bestehen wird, das dem Umweltziel adäquateste Instrument zu finden.

---

<sup>100</sup> Gawel (1992).

<sup>101</sup> Zum Instrumentenmix im Zusammenhang mit Verpackungen siehe Kapitel 3.3.2.

## Literaturhinweise

- Adriaanse et al., Resource flows: The material basis of industrial economies, April 1997.
- Apfalter, St., Auswertung von Demonstrationsprojekten, internes UNIDO-Papier, 1997.
- ARGEV Verpackungsverwertungsgesellschaft, Leistungsbericht, 1996.
- Aubauer, H-P, Das Verbrauchswachstum der Menschheit. In: Riedel, Rubert und Delpo, Manuela (Hrsg.): Die Ursachen des Wachstums - Unsere Chancen zur Umkehr. Verlag Kremayr & Scheirau, Wien, 1996
- Ayres, R.U., Simonis, U.E. (Hrsg.), Industrial metabolism, Tokyo (UNU Press), 1994.
- Barbiroli, G., A new method to evaluate the specific and global advantage of a technology. *Technovation*, 1990, 10,2,73.
- Barbiroli, G., Towards a definition and a dynamic measure of strategic technology. *Technovation*, 1992, 12,5,285,.
- Barbiroli, G., Direct and indirect indicators of sustainable development. International Conference on Environmental Pollution, Sitges, Barcelona, September 1993A, 468.
- Barbiroli, G., Fiorini, M., Mazzaracchio, P., Raggi, A., Eco-compatible technologies: criteria for their assessment as strategic patterns, International Conference on Environmental Pollution, Sitges, Barcelona, September 1993B, 489.
- Barbiroli, G., Measuring technological dynamics and structural change, their interrelationships and their effects. *Structural Change and Economic Dynamics*, 1995, 6,377.
- Baumhakl, M., D. List, B. Mooshammer, J. Sage, K. Schauer, Ökoprofit, Umweltamt der Stadt Graz, 1997.
- Beckenbach, F.; Diefenbacher, H. (Hrsg.), Zwischen Entropie und Selbstorganisation. Perspektiven einer ökologischen Ökonomie. Marburg, 1994.
- Bilitewski, B.; Weltin, D. (Hrsg.), 6 Jahre Verpackungsverordnung - eine Zwischenbilanz. Technische Universität Dresden. Beiträge zur Abfallwirtschaft. Band 6. Tagungsband der Fachtagung vom 5./6. Juni 1997.
- Binswanger, M., Information und Entropie - Ökologische Perspektiven des Übergangs zu einer Informationsgesellschaft. Frankfurt/Main, 1992.
- Birkel, St., persönliche Mitteilung, 1997.
- Brinzeu, S., Von der Abfallwirtschaft zur Stoffstromwirtschaft. Schriftenreihe des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes, Heft 103, Sonderdruck, Österreichische Abfallwirtschaftstagung Klagenfurt, 1996.
- Brüggemann, U.; Lehmann, H., "Computer aided material flow analysis "CAMA"" , in *Fresenius Envir. Bull.*, 1993, Vol. 2, Nr. 8, S 473-478.
- Brunner, P. H., Daxbeck, H., Obernosterer, R., Schachermayer, E., Machbarkeitsstudie Stoffbuchhaltung Österreich, Bericht des Umweltbundesamtes Wien, 1995.
- BUND, Misereor (Hrsg.), Zukunftsfähiges Deutschland. Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung, Studie des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie GmbH, Birkhäuser Verlag Basel, Boston, Berlin, 4. überarbeitete und erweiterte Auflage März 1997.
- Bundesgesetz vom 6. Juni 1990 über die Vermeidung und Behandlung von Abfällen (Abfallwirtschaftsgesetz (AWG) - BGBl. 434/1996).
- Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (BMUJF): Leitlinien zur Abfallwirtschaft. 1988.
- Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (BMUJF), Bundes-Abfallwirtschaftsplan und Materialien zum Bundes-Abfallwirtschaftsplan, Bände 1-5, 1992.
- Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (BMUJF), Bundes-Abfallwirtschaftsplan und Materialien zum Bundes-Abfallwirtschaftsplan, Bände 1-6, 1995A.
- Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (BMUJF), Nationaler Umweltpolitik (NUP), Wien, April 1995B.
- Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (BMUJF) (Hrsg.), Materialflußrechnung Österreich. Gesellschaftlicher Stoffwechsel und nachhaltige Entwicklung, Schriftenreihe des BMUJF. Institut für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung der Universitäten Innsbruck, Klagenfurt und Wien, Abteilung Soziale Ökologie, Band 1, 1996A.
- Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (Hrsg.), Materialflußrechnung Österreich. Gesellschaftlicher Stoffwechsel und nachhaltige Entwicklung. Zusammenfassung. Schriftenreihe des BMUJF, Institut für interdisziplinäre

- Forschung und Fortbildung der Universitäten Innsbruck, Klagenfurt und Wien, Abteilung Soziale Ökologie, Band 2, 1996B.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Referat WA II 4 - 30 114-3/1 - Entwurf einer Verordnung über die Vermeidung und Verwertung von Verpackungsabfällen (Verpackungsverordnung - Verpack V, Stand: 12.05.1997A.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Referat WA II 4 - 30114-3/1 - Verordnung über die Vermeidung von Verpackungsabfällen, Begründung zur geplanten Novelle. Stand: 12.05.1997B.
- Cropper, M. L., Oates, W. E., "Environmental Economics: A Survey", *Journal of Economic Literature*, 1992, 30 (June), S. 675-740.
- Daly, H.E., *Steady-state Economics*, 2<sup>nd</sup> Edition with New Essays, Washington D.C. (Island), 1991.
- Deponieverordnung: DeponieVO (BGBl. Nr. 164, 1996)
- Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz: TA-Siedlungsabfall vom 14. Mai 1993. Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen. (TASie).
- DSD - Duales System Deutschland, Gesellschaft für Abfallvermeidung und Sekundärrohstoffgewinnung mbH, Verpackungsrecycling international. Daten und Fakten zum Grünen Punkt, 1995.
- DSD - Duales System Deutschland, Gesellschaft für Abfallvermeidung und Sekundärrohstoffgewinnung, Geschäftsbuch 1996, Hrsg. im Mai 1997.
- Elkington, J., Hailes, J., Lye, G., *Who Needs It? - Market Implications of Sustainable Lifestyles. A SustainAbility Business Guide*, London, 1995.
- Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" des Deutschen Bundestages, Verantwortung für die Zukunft, Wege zum nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen, Bonn, 1993.
- Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" des Deutschen Bundestages, Die Industriegesellschaft gestalten, Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen, Bonn, 1994.
- Factor 10 Club, Carnoules Declaration, Wuppertal Institute, 1994.
- Factor 10 Club, The International Factor 10 Club's Statement to Government and Business Leaders, A ten-fold leap in energy and resource efficiency, 1997.
- Femia, A., Material flows from Nature to the Economy: an Input-output Analysis of the Italian Case. Dynamics, IDSE-CNR, 1997, in Vorbereitung.
- Fischer-Kowalski, M., Haberl, H., Strategien zur Verringerung des Stoffdurchsatzes, in: Informationen zur Umweltpolitik, Von der Abfallwirtschaft zum Stoffstrommanagement, Eisenriegler, S.; Glatz, H. (Hrsg.), Reihe Ak für Sie Nr. 109, Bundeskammer für Arbeiter und Angestellte für Wien, 1995.
- Fresner, J., Kellerman, J., Sebesta, B., Schnitzer, H., Ecoprofit-Styria-Prepare, 2<sup>nd</sup> European Roundtable on Cleaner Production Programs, Rotterdam, 1995.
- Friends of the Earth Europe (Hrsg.), Towards Sustainable Europe. The study. Brüssel, 1995.
- Fullerton, D., "Why Have Separate Environmental Taxes?", National Bureau of Economic Research, Working Paper Series 5380, Cambridge, December 1995.
- Fussler, C., Driving Eco-Innovation. Pitman Publishing, London, 1996.
- Gawel, E., Die mischinstrumentelle Strategie in der Umweltpolitik: Ökonomische Betrachtungen zu einem neuen Politikmuster, in: Jahrbuch für Sozialwissenschaft, Vol. 43, 1992, S. 267-286.
- Georgescu-Roegen, N., The entropy law and the Economic Process, Cambridge/Mass, 1971.
- Gesetz zur Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen vom 27. September 1994 (BGBl. I S. 2705) Artikel 1: Gesetz zu Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen - Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (Krw-/AbfG).
- Goodstein, E.S., Economics and the Environment, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1995.
- Hartard, S., Huhn, M.: Strukturanalyse des SERO-Systems der DDR im Hinblick auf Effizienz und Eignung unter marktwirtschaftlichen Bedingungen, Ergebnisse des F + E Vorhabens 1480687 der Universität Kassel, Bundesministerium für Forschung und Technologie. Projektträger: Umweltbundesamt, 1992.
- Hartard, S., Huhn, M., Eisenblätter, R., Wuttke, J., Das SERO-System der DDR. Eine Alternative zum DSD ? in: Hösel, G., Schenkel, W., Schnurer, H. (Hrsg.), Müll-Handbuch MuA Lfg. 9/1995, Kennziffer 2862, S. 1-18, Erich Schmidt Verlag, Berlin, 1995.

- Hartard, S., Das SERO-System - eine Erfassungsvariante für Wertstoffe. Beitrag für den Verein für Kommunalwissenschaften e.V./Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin, im Rahmen einer Studie: Materialienband Getrennte Sammlung und Recycling für Bulgarien, Arbeitshilfen für den kommunalen Umweltschutz in den Ländern Mittel- und Osteuropas, 1997.
- Hiesberger, K., Rechtliche Rahmenbedingungen in Österreich, Niederösterreich, Weg des Landes Niederösterreich zur Abfallverbrennung unter Berücksichtigung der rechtlichen Rahmenbedingungen, Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Abteilung Umweltrecht und Umweltkoordination, Tagungsbeitrag zur Abfalltagung am 07.03.1997.
- Hinterberger, F., Welfens, M.J., Stoffpolitik und ökologischer Strukturwandel, in Wirtschaftsdienst 8, 1994, S. 403-408.
- Hinterberger, F., Luks, F., Stewen, M., Ökologische Wirtschaftspolitik. Zwischen Ökodiktatur und Umweltkatastrophe, Wuppertal Paperbacks, Birkhäuser Verlag, Berlin, Basel, Boston, 1996.
- Hinterberger, F., Femia, A., Luks, F., Some thoughts on sustainable consumption. Prepared as a background paper for the International Human Dimension Programme on Global Change. Working Group on Industrial Transformation. Workshop at vrije Universität, Amsterdam 20 February, 1997A.
- Hinterberger, F., Hartard, S., Tagungsbeitrag zur Tagung, Ziel Müllvermeidung - Irrweg Müllverbrennung ? Technische Universität Wien, Tagung am 7.3.1997, in: Institut für Verfahrens-, Brennstoff- und Umwelttechnik der Technischen Universität Wien, Die Grünen Niederösterreich (Hrsg.), Grüne Bildungswerkstatt, 1997B, in Vorbereitung.
- Hinterberger, F., Yavuz, N., Femia, A., Some Thoughts on Sustainable Consumption. A Background Paper. IHDP-IT No. 7., 1997C.
- Hinterberger, F. Stahel, W. (Hrsg.): Eco-Efficient Services. Kluwer Academic Publishers, 1998.
- Howe, W. Ch., "Taxes Versus Tradable Discharge Permits: A Review in the Light of the U.S. and European Experience", Environmental & Resource Economics, Vol.4, N° 2, Dordrecht, April, 1994.
- Hüttler, W., Payer, H., Schandl, H., Materialfluss Österreich 1990, Schriftenreihe Soziale Ökologie. Institut für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung der Universitäten Innsbruck, Klagenfurt und Wien, Iff- Abteilung Soziale Ökologie, Band 44, 1990.
- Hüttler, W., Payer, H., Schandl, H., Materialflussrechnung Österreich, Gesellschaftlicher Stoffwechsel und nachhaltige Entwicklung, Schriftenreihe des BMUJF, Band 1, Wien, Oktober 1993.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPPC), Climate Change. The IPCC Scientific Assessment, New York et al., 1991.
- Jänicke, M.: Ökologische Modernisierung - Optionen und Restriktionen präventiver Umweltpolitik, in: Udo Ernst Simonis (Hrsg.): Präventive Umweltpolitik, Frankfurt/Main und New York, 1988, S. 13-26.
- Klemmer, P., Ressourcen- und Umweltschutz um jeden Preis ? in: Voss, G., Sustainable development - Leitziel auf dem Weg ins 21. Jahrhundert, Köln, 1994.
- Köhn, J., Welfens, M. J., (Hrsg.) "Neue Ansätze in der Umweltökonomie", Ökologie und Wirtschaftsforschung, Band 22, Marburg, 1996.
- Köppl, A., Kratena, K., Pichl, C., Schebeck, F., Schleicher, St., Wüger, M., Makroökonomische und sektorale Auswirkungen einer umweltorientierten Energiebesteuerung in Österreich, WIFO, Wien, 1995A.
- Köppl, A., Pichl, C., "Anreizorientierte Instrumente der Umweltpolitik", WIFO-Monatsbericht, 1995B, 68(11), S. 697-707.
- Kuhndt, M., Vergleichende Untersuchung von Verfahren zur thermischen Verwertung der Kunststoffabfälle unter Anwendungen des MIPS-Konzeptes, Studienarbeit an der Universität Dortmund, Fachbereich Chemietechnik, Lehrstuhl für thermische Verfahrenstechnik, 1995.
- Lampert, C. et al., Der anthropogene Stoffhaushalt der Stadt Wien. Studie an der TU Wien. Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft Abt. Abfallwirtschaft. Projekt Pilot, im Auftrag der COMPRESS Verlagsgesellschaft m.b.H. & Co KG und der Wiener Internationalen Zukunftskonferenz.
- Lemmer, A., Material-Input-Zertifikate als Instrument zur Reduktion des Materialverbrauchs einer Volkswirtschaft, Wuppertal Papers 58, Wuppertal, Juni 1996.
- Liedtke, C., Manstein, C., Bellendorf, H., Kranendonk, S., Öko-Audit und Ressourcenmanagement: Erste Schritte in Richtung eines EU-weit harmonisierungsfähigen Umweltmanagementsystems. Wuppertal Paper Nr. 18, Wuppertal, 1994.
- Liedtke, C., Schmidt-Bleek, F., "Kunststoffe. Ökologische Werkstoffe der Zukunft ?" Vortragsmanuskript zum Symposium KUNST STOFF, Frankfurt/Main, 1995.

- Liedtke, C., Orbach, T., Rohn, H., Betriebliche Kosten- und Massenrechnung. Ein neuer Ansatz der ökologieorientierten Kostenrechnung, 23 S., Manuskript, 1996.
- Liedtke, C., Hinterberger, F.: "Was hat Ressourceneffizienz mit der Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmes zu tun ? Von der betrieblichen Massen-/Kostenrechnung zu einem zukunftsähigen Managementkonzept", erscheint in: Kaluza, B. (Hrsg.), Betriebliches Umweltmanagement in der Kreislaufwirtschaft", s&w - Verlag, Hamburg, 1997A.
- Liedtke, C., Ökologische Rucksäcke von Produkten. Neue Wege in der Produktgestaltung, uwf Umwelt Wirtschaftsforum, Brennpunkt: Umweltmanagementsysteme, Entwicklungsstand und -tendenzen in der Praxis, 5. Jg., Heft 1/97, S. 68-76, 1997B.
- Loske, R. et al., Klimapolitik im Spannungsfeld von Kurzzeitinteressen und Langzeiterfordernissen,. Metropolis Verlag, Marburg, 1996.
- Manstein, C., Das Elektrizitätsmodul im MIPS-Konzept. Wuppertal Institut. Wuppertal Papers Nr. 51, Februar 1996.
- Meadows, D., Die Grenzen des Wachstums, Stuttgart, 1972.
- Müller, E., Der Handwerkskasten der Umweltpolitik, Wuppertal Papers 76, Wuppertal, Juni 1997.
- OECD, Subsidies and Environment, Exploring the Linkages, OECD Documents, Paris, 1996.
- OECD, Group on Pollution Prevention and Control, ECO-Efficiency: Decoupling Economic Growth from Environmental Damage?, Paris, November 1997A.
- OECD, Group on Pollution Prevention and Control, Project 1 Report: Survey on the Status of Waste Minimisation in OECD Member Countries, Paris, November 1997B.
- OECD, Reforming Environmental Regulation in OECD Countries, Paris, 1997C.
- OECD, Environmental Taxes and Green Tax Reform, Paris, 1997D.
- O'Riordan, T., Ecotaxation, London, 1997.
- Österreichische Bundesregierung (Hrsg.), Nationaler Umweltplan 1996 (NUP).
- Österreichisches Institut für nachhaltige Entwicklung (ÖIN), Grundlagen einer integrativen Umsetzung des Nationalen Umweltplanes für Österreich, 1996.
- Palmer, K., Walls, M., "Material Use and Solid Waste Disposal: An Evaluation of Policies", Resources for the Future, Discussion Paper 95-02, Washington, October 1994.
- Palmer, K., Sigman, H., Walls, M., Harrison, K., Puller, St., "The Cost of Reducing Municipal Solid Waste: Comparing Deposit-Refunds, Advance Disposal Fees, Recycling Subsidies, and Recycling Rate Standards", Resources for the Future, Discussion Paper 95-33, Washington, July 1995.
- Porter, M. E., Van der Linde, C., "Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship", The Journal of Economic Perspectives, 1995, 9 (4), S. 97-118.
- Prepare Österreich, Initiative für innovatives und umweltbewußtes Wirtschaften, Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung und Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Wien, 1994.
- Roodmann, D. M., Getting the Signals Right: Tax Reform to Protect the Environment and the Economy, World Watch Paper 134, Washington, May 1997.
- Scheck, P., Auswertung von 13 Prepare-Fallstudien in der Steiermark, Diplomarbeit, Montanuniversität Leoben, 1997.
- Schmidt-Bleek, F., MIPS - A universal ecological measure ? Revolution in Resource Productivity for a sustainable Economy. A new Research Agenda, Fresenius Environmental Bulletin 2, 1993, S. 306-311.
- Schmidt-Bleek, F., Liedtke, C., Kunststoffe - ökologische Werkstoffe der Zukunft? in: Symposium Kunststoff, Dokumentation, Frankfurt, 1995A.
- Schmidt-Bleek, F., Tischner, U., Produktentwicklung. Nutzen gestalten - Natur schonen, Schriftenreihe des Wirtschaftsförderungsinstitutes Nr. 270, WIFI Österreich, Wirtschaftskammer, 1995B.
- Schmidt-Bleek, F., Wieviel Umwelt braucht der Mensch ? MIPS - Das Maß für ökologisches Wirtschaften, Birkhäuser Verlag Basel, Boston und Berlin, 1994, (München, 1996 im dtv-Verlag).
- Schmidt-Bleek et al., MAIA, Einführung in die Material Intensitäts-Analyse nach dem MIPS-Konzept. Wuppertal Texte, Birkhäuser Verlag 1997.
- Schnitzer, H., Jasch, Ch., Ferner, H., Fresner, J., Regatschnigg, H., Haberfellner, T., Prepare Toolkit, Stenum, Graz, 1995.
- Schütz, H.; Sikor, T., Towards a leaner Vietnam ? A Discussion Note on Material Intensity Analysis in Vietnam and its Descriptive, Normative and Prescriptive Aspects, 1997.

- SERO Pfandsysteme GmbH, Übersicht zum Konzept "Pfand auf Einweg schützt Mehrweg", Manuskript, 1995.
- Spangenberg, J. H., Verbesserungsvorschläge und Handlungsoptionen für die DSD [II], Verbesserungsvorschläge für den Rechtsrahmen [III], Was wäre ohne die DSD ? [IV], Eine Bestandsaufnahme der öffentlichen Debatte, Manuskript, Wuppertal, 1993.
- Spangenberg, J. H., Ein zukunftsfähiges Europa. Towards Sustainable Europe, Zusammenfassung einer Studie aus dem Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie im Auftrag von Friends of the Earth Europe, Wuppertal Papers Nr. 42, 3. Aufkl., 1995.
- Spangenberg, J. H., Klimawirksamkeit abfallwirtschaftlicher Maßnahmen. Ein Diskurs über Umwelt, klima, Stoffströme und Abfallwirtschaft. Vortrag auf dem 8. Kasseler Abfallforum, 1996A.
- Spangenberg, J. H., Kuhndt, M. Zur Ökobilanz für Geschirrsysteme im Cateringbereich. Eine Stellungnahme des Wuppertal Instituts. Wuppertal, 1996B.
- Spangenberg, J. H., Verheyen, R., Von der Abfallwirtschaft zum Stoffstrom-Management, Gutachten, Schriftenreihe "Ökologische Marktwirtschaft", Friedrich Ebert Stiftung, Bonn, 1996C.
- Stahel, W.R., Langlebigkeit und Materialrecycling, Strategien zur Vermeidung von Abfällen im Bereich der Produkte, Essen, 1991.
- Stahel, W. R., Handbuch Abfall. Allgemeine Kreislauf- und Rückstandswirtschaft, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.), Band 1 und 2, Karlsruhe, 1995.
- Stahmer, C., Kuhn, M., Braun, N., Physical input-output tables. German experiences, London Group meeting on environmental accounting, Stockholm, Sweden, 28 - 31 May 1996.
- Stewen, M., "Eine Materialinputsteuer zur Reduzierung anthropogener Stoffströme? - Erste Überlegungen", in: Köhn, Welfens, Neue Ansätze in der Umweltökonomie, Marburg, 1996.
- Stiftung Arbeit und Umwelt der IG Chemie-Papier-Keramik, SERO 2000 Wertstofftransfer mit Schwerpunkt Kunststoffrecycling. Integrierte Sammel- und Sortierlogistik für optimale Verwertung. Modellversuch in Sachsen-Anhalt, Ergebnisberichte.
- Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (Hrsg.), Gewerbeabfallkataster Thüringen, Kurzfassung, Heft 9, 1994.
- Thüringer Landesanstalt für Umwelt, Informationsveranstaltung zu "Abfallwirtschaftliche Datenerhebung (Konzepte, Bilanzen) als Planungsinstrument einer vermeidungsorientierten Kreislaufwirtschaft", Veranstaltung in der Thüringer Landesanstalt für Umwelt am 26. März 1997.
- Umweltbundesamt (UBA), Gefährliche Abfälle in Österreich 1992-1996 - Auswertungen aus dem Abfalldatenverbund (UBA-BE-011), Datenstand (7. Auflage): 1. April 1997.
- Umweltbundesamt (UBA), <http://www.ubavie.gv.at/info/abfall/be011/einleitg.htm>.
- Vereinigung für Ökologische Ökonomie, AG Stoffströme, Stoffströme: Erkenntnisinteresse, Erfassungsmöglichkeiten und Anwendungsfelder in sozio-ökonomischen Systemen. Positionspapier von Günter Strassert, Friedrich Hinterberger, Fred Luks, Frank Messner, Stephan Moll, Andreas Mündl, Carsten Stahmer und Marcus Stewen anlässlich der Tagung in Heidelberg am 28.05.1997.
- Von Kölle, H., Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, Textausgabe mit Erläuterungen, Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis, Bd. 77, Erich Schmidt Verlag, Berlin, 1995.
- Voss, G., Sustainable development - Leitziel auf dem Weg ins 21. Jahrhundert, Köln, 1994.
- WDR-Film: Wie grün ist der grüne Punkt ? 1992.
- Weizsäcker, E.U. von, Lovins, A.B., Lovins, H., Faktor 4 - Doppelter Wohlstand - halbierter Naturverbrauch, Droemer-Knaur-Verlag, München, 1995.
- Weterings, R.A.P.M., Opschoor, J. B., The Ecocapacity as a challenge to Technological Development, Advisory Council for Research on Nature and Environment, Publication RMNO Nr. 74a, Rijswijk, 1992.
- Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Präsentationsbogen "Mit Ökologie zum Erfolg", 1997.

## Anhang 1: Dokumentenanalyse zum Leitbild der Dematerialisierung

Analyse des NUP, der Abfallwirtschaftspläne 1995 und 1992 und der Leitlinien zur Abfallwirtschaft im Hinblick auf das Leitbild der Dematerialisierung.

### A.1 Nationaler Umweltplan Österreichs - 1996

Legende: Die Seitenzahlen beziehen sich auf den nationalen Umweltplan Österreichs 1996 (NUP)

Alle weiteren mit "U" gekennzeichneten Seitenhinweise beziehen sich auf die Studie "Grundlagen einer integrativen Umsetzung des Nationalen Umweltplanes für Österreich" (ÖIN, 1995), im Text auch als UNUP abgekürzt.

Die Akteure zur Umsetzung der genannten Ziele im UNUP sind folgendermaßen gekennzeichnet: B = Bund, L = Länder, G = Gemeinden, S = Sonstige

#### A.1.1 Ressourcenproduktivität

Vorsorgeprinzip: Der durch die menschliche Tätigkeit verursachte Stoffumsatz soll innerhalb der Schwankungsbreiten natürlicher Stoffströme bleiben.	163
Reduktion des Einsatzes nicht erneuerbarer Rohstoffe (B, L)	24, 26, 29, 171, 32-U
Reduzierung von Stoff- und Energieströmen, Reduktion des Primärrohstoff-Verbrauches	27, 84, 163
Abkehr von fossilen Brennstoffen	27
Quantifizierung der externen Kosten	27
Reduktion des Verbrauchs an knappen Ressourcen	29, 27
Erhalt der Regenerationsfähigkeit an erneuerbaren Ressourcen, Sicherung der Versorgung zukünftiger Generationen mit regenerierbaren Ressourcen (z.B. Wind, Solarenergie, biotische Rohstoffe)	29, 164
Sicherung ausreichender Vorräte an nicht-regenierbaren Ressourcen	167
Vollständige Erfassung der heimischen Ressourcen	55
Verbesserung der Rohstoffausnutzung	57
Bundesweiter Ressourcenplan	57
Ganzheitliche Raum- und Umweltplanung	57
Reduktion der Materialflüsse um den Faktor 10 (B,L,G,S)	31-U
Kleinräumige Schließung von Materialkreisläufen (B,L)	57, 32-U
Ersatz von knappen durch reichlich verfügbare Rohstoffe (B, L, G, S)	147, 163, 32-U
Minimierung des inländischen Verbrauchs an Rohstoffen (B, L, G, S)	55, 33-U

Ersatz importierter Rohstoffe durch inländische (B)	56, 33-U
Berücksichtigung des regionalen Stoffhaushaltes in der Raum- und Umweltplanung (B, L, G, S)	69, 33-U
Langfristige Rohstoffvorsorge durch Bedarfs- und Krisenmanagement (B, L)	56/57, 33-U
Erschließung neuer Holzabsatzmärkte (B)	253, 3-U
Gemeinsames Ressourcenmanagement Rohstoff/Abfall	66
Optimierung der Art der Ressourcenbewirtschaftung	66
Besteuerung der Ressourcennutzung (z.B. Energiebesteuerung)	27
Grundlagenerfassung heimischer Ressourcenvorräte	57
Nutzung nachwachsender Rohstoffe, Produktion nachwachsender Rohstoffe unter umweltverträglichen Bedingungen	147, 164
Nutzung von Sekundärrohstoffen (durch Kreislaufschließungen und Wertstoffrückgewinnungen)	147, 164
Nutzung lokaler und regionaler Ressourcen	147
Bevorzugung input-orientierter Maßnahmen vor den output-orientierten Maßnahmen	24
Produktqualität statt Quantität	24
Energiesparen	24, 26
Längere Nutzzeit von Substanzen im ökonomischen Kreislauf	24
Entwicklung umweltgerechter Produkte	26
Verringerung des Materialdurchsatzes um einen revolutionären Sprung	26
Schließung von Stoff- und Produktionskreisläufen	27, 24
Neue Einkaufs- und Förderstrategie für Güter- und Dienstleistungen von Bund, Ländern und Kommune	68
Cleaner Produktion (= umweltverträgliche Produktion)	163, 31-U
Förderung der Entwicklung materialsparender Technologien zur Bereitstellung von Dienstleistungen (B,L)	171, 32-U
Entwicklung wenig materialintensiver Tourismusangebote (L,G,S)	282, 32-U
Umweltgerechte sektorale Beschaffungspolitik (Fremdenverkehr) (B)	290, 32-U
Umweltgerechte regionale Beschaffungspolitik (S)	295, 32-U
Bewerbung heimischer Produkte zur Transportreduzierung	225, 35-U
Erhöhung der Nachfrage nach langfristig umweltverträglichen Produkten im öffentlichen Bereich (B, L, G)	69, 37-U
Erhöhung der Fertigungstiefe (S)	221, 37-U
Aufbau regionaler Versorgungsstrukturen (B, L, G)	245, 37-U
Forschung für neue Werkstoffe (B, L, S)	54, 38-U
Ökologische Produktgestaltung (B, S)	69, 38-U
Recycling und Substitution von Massenrohstoffen (B, L)	59/60, 38-U
Stufenweise Verteuerung von nicht erneuerbaren Rohstoffen (B)	171, 40-U
Produktgestaltung nach Prinzipien der multiplen Wiederverwendung und Ökologie	67, 68
Reduktion der Stoffströme in Industrie und Gewerbe	147
Nicht-materielle Lösungen (Effizienz- oder Informationsalternativen)	147, 164
Nutzungsrate für Stoffe an Regenerierungsrate ausrichten (B, L)	29, 32-U
qualitatives Wachstum	162

Gewährleistung der Umweltverträglichkeit aller Stoffbewegungen, sowie Berücksichtigung der Bedürfnisse des Menschen dabei	164
---	-----

### A.1.2 Stoffbewußter Konsum

Konsumverzicht in Einzelfällen	84
Umweltgerechte Konsummuster	26
Aufbau lokaler Produktions- und Vertriebsstrukturen (B, L)	174, 37-U
Information, Beratung und Bildung zur Abfallvermeidung	290, 32-U
Umfassende Produktinformation (B, S)	87, 36-U
Verpflichtende Deklaration über Wartung und Wiederverwertbarkeit von Produkten (B)	172, 36-U
Zielgruppenspezifische Aufklärung über Umweltaspekte von Produkten (B, L, S)	87, 37-U
Stärkung der Institutionen für Konsumenteninformation (B, S)	87, 38-U
Stärkung des regionalen Selbstbewußtseins (S)	295, 39-U
Intensivierung von Dienstleistungen in einzelnen Konsumbereichen (B, S)	84, 87, 37-U
Verwendung wiederverwertbarer und abfallarmer Produkte (B, L, G)	291, 37-U
Aufwertung von Langlebigkeit und Adaptierbarkeit in den Richtlinien für Umweltzeichen, Eco-Design usw. (B, S), Öko-Design	84, 171, 36-U
Weiterentwicklung des Instrumentes der Ökobilanz (B, S)	87, 36-U
Einfache und transparente Produktkennzeichnungen	83
EU-weite Normung der Kennzeichnung für Produkte und Sammelsysteme bei Verbrauchsgütern (B, S)	88, 37-U
Förderung einer Kennzeichnungspflicht fürs Werkstoffe eines Produktes (B, S)	87, 37-U
Laufende Adaptierung der Produktdeklaration an wissenschaftliche Erkenntnisse (B, S)	83, 37-U
Berücksichtigung der Material- und Energieverbräuche je Dienstleistungseinheit beim Umweltzeichen (B, L)	172, 40-U
Verbesserung der öffentlichen Information	25, 84
Erziehung, Ausbildung	25
Integration der Verwertungs- und Entsorgungskosten in den Kaufpreis des Produktes	82, 83
Verknüpfung Ersatzkauf mit Entsorgungsangeboten	82

### A.1.3 Von der Abfallwirtschaft zur Stoffstromwirtschaft

Erhöhung der Nutzungsdauer von Produkten (B, S)	80, 36-U
Erhöhung der Wiederverwendbarkeit von Produkten bzw. deren Bestandteilen (S)	80, 36-U

Erhöhung der Innovationsgeschwindigkeit von umweltrelevanten Produkten, Dienstleistungen und Verfahren (S)	87, 36-U
Verstärkte Förderung von Forschung und Entwicklung für standortangepaßte Technologien (B, L, G)	174, 38-U
Verschärfung der Umwelthaftung (B)	172, 40-U
Vermeidung beziehungsweise Minimierung des Anteils von dissipativen (irreversiblen) Prozessen	84
Erstellung von regionalen und interregionalen Umweltplänen	29
Stoffbuchhaltung auf nationaler, regionaler und betrieblicher Ebene als Grundlage der Stoffflußsteuerung	29, 66
Regionale Rohstoffbilanzen	57, 60
Einführung innerbetrieblicher Stoffbuchhaltung (B,L,S)	171, 32-U
Schließen von Produktionskreisläufen (aus Rohmaterial, Produkten, Abfällen, Emissionen)	24
Verfahrens- und Produktinnovationen	26
Schaffung eines einheitlichen Anlagenrechts mit Standards für den Material- und Energieverbrauch (B, L)	171, 32-U
Ausrichtung der Genehmigungsverfahren auf integrierte Immissions- und Abfallvermeidung (B,L, G)	167, 32-U
Einschränkung von Verfahren mit umweltgefährdenden Stoffen (B)	172, 33-U
Vermeidung von Schadstoffen in organischen Reststoffen (B, L)	240, 33-U
Verpflichtende Übernahme der Produktverantwortung über den gesamten Lebenszyklus (B, L, S)	172, 251, 36-U
Ausrichtung der Abfallwirtschaft an stofflichen Kriterien	66
Untersuchungen zu urbanen Stoffwechseln	67
Einbeziehung von Kriterien des regionalen Stoffhaushaltes in die Umwelt- und Raumplanung	68
Erstellung eines nationales Ausbildungskonzeptes für Raumplanung und Umweltschutz (B, L)	54, 39-U
Einführung von Umweltmanagement und Öko-Auditing (S)	167, 40-U
Schließung von Stoffkreisläufen	27
Verringerung der nicht verwertbaren Abfälle um 50% bis 2010 (B,L,S)	172, 31-U
Aufbau von branchenspezifischen Sekundärrohstoffzentren (B,L,S)	88, 32-U
Vorgabe von branchenspezifischen Richtlinien für die Quantifizierung des Entsorgungskostenanteils durch gezielte Rückgabeanreize (B)	88, 32-U
Entwicklung dezentraler Verwertungsstrukturen (B, L, G, S)	88, 32-U
Aufbau von produkt- und branchenspezifischen Demontage- und Verwertungszentren	88, 32-U
Standardisierte Planung der regionalen und interregionalen Ver- und Entsorgung	53, 32-U
Reduktion der Transporterfordernisse (B, L, G, S), Minimierung des abfallinduzierten Verkehrs (S)	201, 35-U, 290, 35-U
Umstellung der Transportlogistik auf kombiniertes Ver- und Entsorgen	87, 35-U
Weiterentwicklung sowohl der kommunalen als auch der industriell-gewerblichen Sammel- und Verwertungsinfrastruktur, nach Möglichkeit mit dezentralem Charakter	81
Abfalltrennung durch den Konsumenten	81

---

Separate Erfassung und Behandlung einheitlicher Stoffgruppen, keine Vermischung von Abfällen	67
Kostenminimierte Trennung von ausgeschiedenen Produkten und Stoffen - wenn möglich - an der Stelle des Anfalls	81
Erfolgs- und Qualitätskontrolle in der Abfallwirtschaft bis zum Jahr 2000 einführen (Kosten-, Massen-, Volumenflüsse)	67
Sammel- und Entsorgungsstrukturen sind in der Nähe des Konsumenten aufzubauen	81
Stoff- und Energiebilanzen für Recyclingverfahren	81
Getrenntsammlung von Baurestmassen, Biomasseabfällen und Papierabfällen (große Materialströme)	67
Selektiver Rückbau von Gebäuden anstelle der Baurestmassensorтировung	67
Schonung von Deponievolumen (Ziel im AWG verankert)	66
Umwandlung von Deponien zu Monodeponien bzw. zu Wertstoffdepots	84
Nachsorgefreie Deponie (Endlager) gemäß AWG	66
Definition "Endlagerqualität", Errichtung von Abfall-Endlagern (B, L)	67, 69, 33-U
Reaktionsarme Ablagerung von Abfällen	42
"Umweltkonformes Behandeln" (Entsorgen von Produkten)	84
Errichtung von mehr thermischen und physikalisch-chemischen Abfallbehandlungsanlagen (L, G, S)	67, 69, 33-U
Reparaturtechniken entwickeln	81

## A.2 Bundes-Abfallwirtschaftsplan Österreichs - 1995

### A.2.1 Ressourcenproduktivität

Schonung der Rohstoff- und Energiereserven	1
Veränderung der Infrastruktur der Produktions- und Versorgungseinrichtungen	55
Abfallverwertung zur Substitution von Roh- und Hilfsstoffen	43
Umweltschutz ist Schutz vor Stoffen	45
Standardisierte Erhebung von Stoffdaten	46

### A.2.2 Stoffbewußter Konsum

Produktbezogene Abfallvermeidung (Mehrfachverwendung, Lebensdauer, Produktgestaltung)	42
Weitere Abfallvermeidung: Wiederverwendung, Weiterverwendung	43
Vorbild öffentliche Hand	64, 66
Abfallvermeidung in Haushalten bei bestehenden Ver- und Entsorgungsstrukturen um 13 Gew.% steigern	55

### A.2.3 Von der Abfallwirtschaft zur Stoffstromwirtschaft

Schließung der Produktverantwortungskette	55
Gesetzliche Verpflichtungen zur Stoffbilanz im Gewerbe (Abfallwirtschaft), um die Planungsgrundlage zu verbessern	3
Bewertungsmodell für die Stoffbuchhaltung	46
Abfallvermeidung gem. § 1 (2) AWG	1, 42
Priorität Vermeidung > Verwertung > Entsorgung (AWG)	66
Kriterien zur Bemessung des Abfallvermeidungspotentials benennen	67
Quantitative Abfallvermeidung	1, 42
Qualitative Abfallvermeidung	1, 42
Anlagenbezogene Abfallvermeidung	43
Produktbezogene Abfallvermeidung und -verwertung: Zielverordnungen nach § 8 AWG oder § 7 AWG, Abfallvermeidung durch Produktgestaltung	64, 68
Abfallverwertung durch Umstellung auf neue abfallarme Technologien	43
Abfalldatenverbund aus Begleitscheinen (Stoffbilanz zu gefährlichen Abfällen)	2
Geringe Schadstoffgehalte im Abfall	1, 42
Verbesserung der qualitativen Abfallvermeidung durch das Chemikaliengesetz - § 14	65

---

Kurzfristige Stoffflußanalysen (zu chem. Elementen, Verbindungen, Material)	45
Langfristig: Stoffbuchhaltung (Vorstudie: Stoffbuchhaltung Österreich)	45, 46
System zur Erfassung von Daten über nicht gefährliche Abfälle	95
Betriebliche Interessengemeinschaften	43
Randbedingungen für die Abfallverwertung: ökologisch vorteilhaft, technisch möglich, Verhältnismäßigkeit der Kosten, ...Markt geschaffen werden kann.	1, 42
Formen der Abfallbehandlung: biologisch, thermisch, chemisch-physikalisch	42
Abfallverwertung durch weitestgehende Schließung von Stoffkreisläufen	43
Schonung von Deponievolumen (laut AWG)	1
Vorsorgeprinzip bei der Abfallab Lagerung bezüglich des Gefährdungspotentials	1
Feste Abfälle sind reaktionsarm, konditioniert abzulagern (§ 1 AWG)	1, 86
Die ökologische Sinnhaftigkeit des Einsatzes von Industrieanlagen zur Abfallbehandlung ist jeweils im Einzelfall zu prüfen.	91

## A.3 Bundes-Abfallwirtschaftsplan Österreichs - 1992

### A.3.1 Ressourcenproduktivität

Vermeidung (beim Produzenten)	40
Substitution von Roh- und Hilfsstoffen	40
Umstellung auf neue abfallarme Technologien	40
Betriebliche Abfallverringerung	43
Vermeidung von Baurestmassen	65
Schonung der Reserven an Rohstoffen und Energie	6
Verursacherprinzip, Produktverantwortung (Rücknahmepflichten)	7
Verhinderung des Entstehens von Abfall zur Sicherung der Rohstoff- und Energiereserven (= oberstes Ziel der Abfallpolitik Österreichs)	3
Verringerung der Abfallmenge führt zu Material- und Kosteneinsparungen	43
Bei der Abfallvermeidung steht der Gedanke im Vordergrund, mit geringerem Materialeinsatz bzw. durch Verminderung der Schadstoffgehalte die gleiche Funktion zu erzielen. Derart reduzierte Stoffmassen sind durch Verwertungsmaßnahmen wieder Nutzungsprozessen zuzuführen.	58
Verstärkter Einsatz von Mehrwegsystemen	58
Anlagengenehmigung mittels Abfallwirtschaftskonzept (= betriebliche Vorkehrungen zur Vermeidung, Verwertung und Entsorgung von Abfällen) (§ 9 AWG)	74
Produktbezogene Abfallvermeidung (österreichisches Umweltzeichen) - beinhaltet Aussagen zu Rohstoffen und Energieverbrauch bei Herstellung und Gebrauch, Abfälle und Emissionen (bei Herstellung und Gebrauch), die Entsorgung und/oder die Verwertung: Einsatz natürlicher und/oder nachwachsender Rohstoffe	76, 77
Abfallwirtschaftskonzepte (AWK) in Betrieben - sollen zu gezieltem Rohstoffeinsatz führen	84
Die Gewerbeordnung sieht ebenfalls ein AWK vor.	74
Internalisierung von externen Verwertungs- und Entsorgungskosten	85
Produktverantwortlichkeit der Hersteller für bestimmte Waren zu deren bestimmungsgemäßer Verwendung	85
Produktbezogene Abfallvermeidung	85
Qualitative Abfallvermeidung (Chemikaliengesetz)	94

### A.3.2 Stoffbewußter Konsum

Vermeidungspotential der Haushalte wird auf 13 Gew.% geschätzt	58
Entfrachtung des Hausmülls von Problemstoffen (Steigerung auf 80% bis 1995)	7
Verringerung des Hausmülls um mehr als 50% bis 1996	7
Getrennsammlung von großen Massenanteilen im Hausmüll (Vegetabilien, Verpackungen)	7

### A.3.3 Von der Abfallwirtschaft zur Stoffstromwirtschaft

Schließung von Stoffkreisläufen	40
1. Vermeidung > 2. Stoffliche Verwertung > 3. Reststoffe einer Behandlung unterziehen	41
Bevorzugung der quantitativen und qualitativen Abfallvermeidung (laut Abfallwirtschaftsgesetz)	4
In Abfallwirtschaftskonzepten sind betriebliche Maßnahmen zur Abfallvermeidung, -verwertung und -entsorgung sowie die zugrunde liegenden Verfahrensbeschreibungen anhand von Stoffflußanalysen darzustellen	9
Erstellung von stoffspezifischen und/oder branchenspezifischen Abfallverringungskonzepten (z.B. über Kunststoffabfälle, Baurestmassen) (z.B. in der Lederindustrie, Bauindustrie)	42, 43
Studie zur Vermeidung, Verwertung und Behandlung von Baurestmassen	43
Qualitative Abfallvermeidung (getrennte Sammlung und Substitution, Abfallverringerung durch Verwertung von Stoffen mit einem hohen Gefährdungspotential)	6
Branchenkonzepte zur Vermeidung und Verwertung gefährlicher Abfälle (als Grundlage für Fördermaßnahmen)	46, 81
Pflicht zur Erstellung von Abfallwirtschaftskonzepten durch bestimmte Betriebe (> 100 AK, genehmigungspflichtige Betriebe)	9
Abfallvermeidung = Nicht-Entstehen und interne Verwertung	46
Kontrolle von Abfalldaten	9
Erfassung von 25% der gebrauchten Kunststoffprodukte aus Haushalten, Industrie und Gewerbe und anschließende Verwertung	69
Mehrstoffsammlungen führen zu Qualitätsverminderungen ... und verringern die Einsatzmöglichkeiten, Getrenntsammlung aus Gründen des vorbeugenden Umweltschutzes	60, 30
Information zur Getrenntsammlung	9
Vermischungsverbot (Verwertungsgebot)	41
Massenreduktion durch Verwertung (= Abfallverringerung)	40
Verwertung vom biogenen und sonstigen Sekundärrohstoffen (bei Nichtvermeidbarkeit)	41
Verwertung von: Biomüll, Papier, Karton, Glas, Metall, Kunststoffen, Textilien	60
Verwertung von Energieinhalten	41
Verwertung von Baurestmassen	64
Rücknahmeverpflichtung (Kühlaggregate)	56
Qualitätskriterien und Normen zur Verwertung bestimmen	9
Informationssystem über Daten betreffend recycelter, deponierter bzw. verwerteter Altstoffe bzw. Abfälle aus dem Baubereich	66
Verwertung von 40% der Baurestmassen bis 1991	8
Abfälle verwerten, soweit dies ökologisch vorteilhaft ist (Kosten, Markt)	3, 7
Innerbetriebliche Verwertung von Abfällen	41
Geordnete Behandlung / Verbrennung nicht verwertbarer Abfälle	50, 3
Thermische Behandlung	61
Möglichst geringer Verbrauch an Deponievolumen	6
Ablagerung von ungefährlichen Stoffen	6

---

Verlängerung der Deponienutzungsdauer	61
Ablagerung nur von endlagerfähigen Stoffen	62

## A.4 Leitlinien zur Abfallwirtschaft - 1988

### A.4.1 Ressourcenproduktivität

Geringe Inanspruchnahme von nicht erneuerbaren Rohstoffen und Energien für ein gegebenes Produktionsniveau	4, 19
Geringe Gesamtbelastung / Risiko für die Umwelt durch Gestaltung wirtschaftlicher Prozesse	4, 19
Quantitative Vermeidung	5, 13
Substitution gefährlicher durch verträgliche Substanzen	4
Strukturwandel in Richtung umweltschonender Produktion und Erzeugung umweltschonender Produkte	7, 24
Durchsetzung abfallvermeidender Strategien in Produktion, Distribution und Konsum durch Information und Innovation	6
Produktgestaltung nach dem Stand der Technik; Dauerhaftigkeit, Reparaturfreundlichkeit, Materialien, umweltverträglich entsorgbar, ungiftig	36-37
Produktgestaltungen und Verpackungen an Vermeidungskriterien ausrichten (vor allem aus Sicht des Schädlichkeitsspektes)	13
Gebot der Minimierung der Umweltbelastungen durch Sonderabfälle: § 5 Sonderabfallgesetz	16
Berücksichtigung der sozialen Kosten der wirtschaftlichen Nutzung	18
"Die langfristige Verfügbarkeit der Rohstoffe soll durch ihre pflegliche Nutzung für zukünftige Generationen gesichert werden	19
Orientierung an ökologischen Systemgrenzen = weitgehende und komplexe Kreislaufführungen von Stoffen	19
Minimierung der Gesamtbelastung für jedes gegebene Konsumniveau	19
Berücksichtigung von grenzüberschreitenden Flüssen von Stoffen, Energien und Umweltbelastungen	20
Internalisierung der zukünftigen Kosten der Minderung der Rohstoffbasis und der Gesamtbelastung der Umwelt durch Abfälle in die Preisgestaltung	21
Regionalentsorgung (als EU-Pflicht)	22
Integration abfallwirtschaftlicher Belange in die Raum- und Wasserwirtschaftsplanning, Flächenwidmungsplanung (vor allem als Standortfrage für Anlagen)	27
Verursachergerechte Kostenzuordnung zielt auf Abfallvermeidung	28
Das Verursacherprinzip ist ein Finanzierungsprinzip. Die Kosten zur Vermeidung, zur Beseitigung und zum Ausgleich der Umweltbelastungen sollen dem Verursacher zugerechnet werden. Gemeinlasten (im weiteren Sinne) Kosten, die von niemanden in Geld abgegolten werden (ästhetische Umweltschäden, Erbgutschädigung) werden hierdurch reduziert.	33
Abfallordnung im Einvernehmen mit den Zielsetzungen der Raumordnung und der Wasserwirtschaft	41

### A.4.2 Stoffbewußter Konsum

Internalisierung der externen Kosten	28
Umweltgerechtes Verbraucherverhalten zur Unterstützung des Strukturwandels	7, 25
Motivation	36

### A.4.3 Von der Abfallwirtschaft zur Stoffstromwirtschaft

Orientierung von abfallwirtschaftlichen Konzepten an marktwirtschaftlichen Prinzipien	22
Vermeidungsziele aufstellen, die bei Nichterreichung hoheitliche Maßnahmen nach sich ziehen	35
Abfallvermeidung an erster Stelle durch qualitative und quantitative Abfallvermeidung	4, 33
Qualitative Abfallvermeidung	4
Vermeidungsanreize durch Abfallgebühren	28
Gesamtwirtschaftliche kosten- und risikogerechte Ausrichtung von Abfallgebühren	28
Hoher Stellenwert der getrennten Erfassung von Abfällen (zur umweltgerechten Entsorgung) Voraussetzung ist allerdings ein Abfallartenkatalog.	42
Getrennte Sammlung einzelner Stoffgruppen (biogene Abfälle, Altstoffe, Problemstoffe)	42, 43
Einsammeln und Transportieren von Abfällen einfach und unter Wahrung ökologischer Randbedingungen (Erfassung in der Nähe des Anfallorts)	40
Getrennte Erfassung von verwertbaren Altstoffen: Altpapier, Altglas, Alttextilien, biogene Abfälle	6, 13, 46
Wissenschaft & Technik sollen umweltverträgliche Verwertungsverfahren bzw. Entsorgungssysteme bestimmen	25, 27
Abfallverwertung unter gesamtwirtschaftlichen Aspekten	29
Abfallverwertung an zweiter Stelle	34
Verwertung biogener Abfallstoffe	5
Verwertung von Energieinhalten	5
Deklarationspflichten für Abfälle	47
Keine Subvention von Abfallbehandlungsanlagen durch die öffentliche Hand	28
Abfallbehandlung in verwertbare oder ablagerungsfähige Stoffe	41
Anfall von umweltverträglichen Stoffen in erdkrustenähnlicher oder bodenähnlicher Form und Ablagerung derselben	5
Stoffendlagerung nur, wenn Stoffströme in die Umwelt für diese verträglich sind (Grenzwerte) und nicht mehr behandelt werden müssen	28
Zuweisbarkeit von Abfällen zu Behandlungsanlagen	40
Biologische Abfallbehandlung als naturnahes Verfahren fördern	43
Inertisierung, Immobilisierung und Deponierung von Reststoffen = "gleichwertige" Formen einer umweltverträglichen Entsorgung	5, 34
Umweltverträgliche Entsorgung = Inertisierung, Immobilisierung, Deponierung	
Deponie nach Gefährdungspotential definieren - Ablagerungsparameter für Stoffe (nicht mehr Herkunft der Stoffe ist entscheidend)	45
Keine Ablagerung von reaktionsfähigen Abfällen in "Hochsicherheitsdeponien"	46

---

Beschreibung von Stoffqualitäten von Abfallablagerungsgut (mehrere Parameter)	47
Deponiebetrieb muß versicherungsfähig werden	48
Betrieb von drei Deponietypen: 1. Endlager für erdkrustenähnliche Abfälle 2. Monodeponie (kein Zwischenlageraspekt) 3. Reaktordeponie	48
Deponie betreiben als "Zwischenlager ohne direkte Verbindung zur Biosphäre"	48

## Anhang 2: Fragebogenmuster zu Kapitel 5

### Interview-Leitfaden für die Fallstudien zum Leitbild für die österreichische Abfallwirtschaft<sup>102</sup>

#### Als Interviewvorbereitung:

Als Vorbereitung: Bitte legen Sie sich Ihr Abfallwirtschaftskonzept zurecht (und eventuell die alten Versionen, die Sie haben)

Teil 3 des Fragebogens als Vorbereitung zuschicken

Alle Daten werden anonymisiert und nur in ausgewerteter Form veröffentlicht.

#### Angaben zum Interview/Vorstellung

Unternehmen:

Datum: Beginn: Ende:

Gesprächspartner:

Zuständigkeit:

#### Intervieweröffnung:

Ziel und Inhalt der Untersuchung:

Nachhaltige Entwicklung der Industrie ist Leitlinie der Europäischen Union

Die Reduktion der Stoffströme als Leitbild

Was ist in unseren Betrieben in den letzten fünf Jahren geschehen?

Was haben die österreichischen Gesetze dazu beigetragen?

Zusammenarbeit mit Wifo und Wuppertal Institut

#### Zum Ablauf des Interviews:

Wir werden uns auf qualitative und - soweit Ihnen das möglich ist - quantitative Angaben zu den Material- und Energieflüssen beschränken. Das Interview dient demnach nicht dem Ankreuzen eines Multiple-choice Fragebogens, sondern wird als Gespräch durchgeführt.

Die Fragen betreffen folgende Themenbereiche:

1. Unternehmensbeschreibung
2. Angaben zur Organisation der Abfallwirtschaft
3. Angaben zu den Stoffflüssen und den Energieströmen und deren Änderung
4. Angaben zu den Auswirkungen der österreichischen und europäischen Gesetze auf Ihren Betrieb
5. Zusammenfassende Ergebnisse und Empfehlungen

## Unternehmensbeschreibung

Zunächst ein paar allgemeine Fragen zum Unternehmen:

---

<sup>102</sup> Erstellt von Stenum unter Verwendung des Interviewleitfadens „Ressourcenmanagement im Unternehmen“ des Wuppertalinstituts.

- Größe des Unternehmens?
    - Anzahl der Mitarbeiter
    - Umsatz
    - Ausgaben für Forschung und Entwicklung
    - Exportanteil
  - Durchschnittsalter der MitarbeiterInnen?
    - Qualifikation der MitarbeiterInnen?
  - Zugehörigkeit zu anderen Unternehmen?
    - Rechtlich selbständiger Einzelbetrieb, Gesellschaft mit Tochterbetrieb, Tochterbetrieb?
      - mehrheitlich in österreichischem oder ausländischem Eigentum?
      - Privater oder öffentlicher Eigentümer?
  - Produktpalette?
  - Branchenzuordnung nach NACE-Liste? Nach Betriebssystematik (BS 68)?
  - Kundenstruktur?
    - Zwischenhändler, Gewerbe, Endverbraucher
  - Sind Sie Kostenführer oder Qualitätsführer?
  - Absatzmarkt? (Transportradius: Region, Österreich, Europa, Weltmarkt)

## Welchen Stellenwert hat der Umweltschutz im Unternehmen?

- Bisheriges Engagement im Umweltschutz? (Highlights, Aktivitäten, Presse)?
  - Stellenwert des betrieblichen Umweltschutzes in der Marketingstrategie? Öffentliche Ansprechgruppen oder Konflikte mit Anrainern (Bürgerinitiativen, Nachbarn, ...)?
  - Mitgliedschaft bei umweltengagierten Unternehmerverbänden (GUT, BAUM, ...)?

Bei den Betrieben, die ein Vermeidungsprojekt (Ökoprofit, Prepare) durchgeführt haben:

- Ausschlaggebendes Ereignis zur Teilnahme an einem Vermeidungsprojekt?
  - Funktion der Schlüsselperson, die das Projekt durchgeführt hat?
  - Persönliche Motivation der Schlüsselperson?

## Angaben zur Organisation des betrieblichen Umweltschutzes und der Abfallwirtschaft

Nun einige Fragen zur Entstehung und Erstellung des Abfallwirtschaftskonzeptes:

- Gibt es ein Umweltteam?
  - Entscheidungsbefugnis des Umweltteams
  - Gibt es im Betrieb einen Umweltbeauftragten?  
Was sind seine hierarchische Position, Verantwortung, Weisungsrecht?  
Wie aktiv ist er/sie?
  - Gibt es im Betrieb einen Abfallbeauftragten?<sup>103</sup>  
Was sind seine hierarchische Position, Verantwortung, Weisungsrecht?

<sup>103</sup> Zu dieser und einigen anderen Fragen (Rechtsmaterien) wird ein Infoblatt vorbereitet, um über gesetzliche Anforderungen etc. Auskunft geben zu können.

Wie aktiv ist er/sie?

Erfolgte die Übernahme der Verantwortung freiwillig oder durch Bestimmung?

- Woher kam die Motivation zur Erstellung des Abfallwirtschaftskonzeptes?  
(Gesetzliche Erfordernis, Vorschreibung der Behörde, Instrument zur Kostensenkung, Transparenz)
- Welche Ziele soll ein Abfallwirtschaftskonzept Ihrer Meinung nach verfolgen?
- Zertifizierung nach ISO 9001 und/oder ISO 14001 geplant/schon realisiert?  
Wenn ja, was war Ihre Motivation zur Teilnahme?

Konkret zum Abfallwirtschaftskonzept:

- Durchführung im Rahmen eines Förderungsprogrammes?
- Wie wurde das Konzept erstellt (Vorerfahrungen, Beratung, Einbeziehung von Mitarbeitern, Anpassung an das Unternehmen)?
- Wie hoch waren die Kosten und der Arbeitsaufwand für die Erstellung?
- Erfolgte eine Betreuung durch eine externe Beratungsgesellschaft? (Wenn ja, wie kam der Kontakt zustande, wie hoch waren der interne und der externe Arbeitsaufwand?)
- Wurde das AWK schon von der Behörde eingefordert?
- Gibt es Rückmeldungen seitens der Behörde zum AWK?
- Wie ist es zu der vorliegenden AWK-Struktur gekommen?
- Wird das AWK als internes Steuerungsinstrument verwendet?
- Wird das AWK aktualisiert? Von wem, wie oft?

## Angaben zu den Stoffflüssen und den Energieströmen

Analyse der Zahlen für 1996 (so vorhanden) und 1995 (oder 1995 und 1994) in kg, oder wo nicht anders vorhanden, in öS<sup>104</sup>:

(Übersichten einfügen je nach Input/Outputanalyse des Betriebs)

### Input

- Einsatz von Rohstoffen  
(erneuerbar/nicht erneuerbar, Anteil an Sekundärrohstoffen)
- Einsatz von Hilfsstoffen
- Einsatz von Betriebsstoffen
- Einsatz von Verpackungsmaterial
- Einsatz von Wasser
- Einsatz von Energieträgern (erneuerbar/nicht erneuerbar), auch Treibstoffen
- Einsatz von elektrischem Strom
- Einsatz von Luft (wenn bekannt)

### Output

- Erzeugte Produktmenge
- Anfall von festem Abfall
- Anfall von gefährlichem Abfall

<sup>104</sup> In dieser Tabelle soll jeweils eine Detaillierung der Untergruppen von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen vorgenommen werden (z. B. Stahl, Holz, Öle, Lacke, Lösungsmittel, wobei hier von Stenum eine Struktur vorgeschlagen wird). Die Detaillierung wird sich an den vorhandenen und im Rahmen dieses Interviews zugänglichen Daten orientieren, gegebenenfalls werden Schätzungen vorgenommen. Diese werden gesondert gekennzeichnet.

- Anfall von Altöl
- Anfall von Altstoffen
- Anfall von gasförmigen Emissionen
- Anfall von flüssigen Emissionen
- Woher kamen die Rohstoffe geografisch (Österreich, Europa, Übersee, weiß nicht)?
- Wohin gingen die Abfälle (Österreich, Europa, Übersee, weiß nicht)?
- Wie hoch ist der Exportanteil der Produkte?

Berechnen wir gemeinsam überschlägig die Stoffintensität ihrer Produkte ohne "ökologische Rucksäcke" und vergleichen wir die alten und die neuen Zahlen!

Vergleichen Sie bitte den Zustand vor der Erstellung eines Abfallwirtschaftskonzeptes mit dem Zustand danach.

- Veränderungen bei:  
Eingesetzten Rohstoffen:  
Eingesetzter Energie:  
Angefallenen Abfällen:
- Wodurch wurden diese Änderungen bewirkt (Gesetz, Motivation der Mitarbeiter, Voraussicht des Managements, ...)
- Ziel und Erwartungen an die Analyse von Stoff- und Energieströmen (Kundeninformation, Erfüllung der rechtlichen Rahmenbedingungen), Aufdecken von Einsparpotentialen, Risikominde-  
rung, Verringerung der Umweltauswirkungen, Arbeitsschutz, usw.)
- Wenn Einsparpotentiale gefunden wurden, welche waren das?
- Betreiben Sie heute mehr Recycling (intern/extern)?
- Hat es Substitutionen von Rohstoffen und/oder Energieträgern gegeben?
- In welchen Bereichen haben sich die Einsatzstoffe in den letzten Jahren verändert (Rohstoffe, Reinigungsmittel, Lösungsmittel, Beschichtungsstoffe,...)?
- Sind heute mehr/weniger giftige Substanzen als vor nn Jahren im Einsatz?
- Haben Sie heute mehr/weniger gefährliche Abfälle als vor nn Jahren?
- Haben Sie Sicherheitsdatenblätter für Ihre Stoffe im Hause (zu wieviel Prozent)?
- Bewerten Sie, z. B. gemeinsam mit dem Betriebsarzt, Ihre eingesetzten Stoffe?
- Bewerten wir gemeinsam die toxikologischen Eigenschaften Ihrer Stoffe: Was hat sich hier in den letzten Jahren geändert?
- Haben Sie eine Arbeitsplatzevaluierung durchgeführt?  
Aufgrund gesetzlicher Bestimmungen oder freiwillig?

## Angaben zu den Auswirkungen der österreichischen und europäischen Gesetze auf Ihren Betrieb

Welche Gesetze haben sich auf die Stoff- und Energieflüsse in Ihrem Betrieb ausgewirkt und wie?  
Bitte jeweils um Angabe der Verminderung oder Vermehrung der eingesetzten Massen.

	Nein	ja	Beispiel der Auswirkung <sup>105</sup>
Wasserrechtsgesetz			
branchenspezifische VO			
Abfallwirtschaftsgesetz			
mit Nachweisverordnung, AWK-Pflicht, BioabfallVO, Trennpflicht, ...			
Verpackungsverordnung (Trennpflicht)			
Chemikaliengesetz und VO			
Giftverordnung			
Lösungsmittelverordnung			
Lackieranlagenverordnung			
Dampfkesselemissionsgesetz			
IPPC-Richtlinie der EU			
EMAS-VO			
....			

## Ergebnisse und Empfehlungen

Aus heutiger Sicht hat das AWK dem Unternehmen gebracht:

	Nein	Ja	Beispiel der Auswirkung
Materialeinsparung			
Kosteneinsparung			
Transparenz			
Mitarbeitermotivation			
Risikominimierung (Prämienreduktion)			
Materialsubstitution			
Erhöhung des Arbeitsaufwandes			
...			

Weitere Empfehlungen und Verbesserungsvorschläge:

- Was könnte verbessert werden?
- Was sollte ihrer Meinung nach unternommen werden, um die Materialintensität unserer Wirtschaft zu erniedrigen (Alternative Konzepte zur Produktnutzung, Langlebigkeit, Produktwahl, -verantwortung, ...)?
- Berücksichtigen Sie ökologische Kriterien beim Produktdesign (Konstruktion, Materialwahl, Wieder- und Weiterverwendbarkeit, Zerlegbarkeit, Reparierbarkeit)

Herzlichen Dank für das Gespräch!

Die Auswertung bekommen Sie natürlich, ... inklusive der Interpretation und den Empfehlungen an die Bundesregierung. Wir sind auch gerne bereit, weitere Anregungen Ihrerseits in den Bericht einzubinden.

<sup>105</sup> Auswirkungen können quantifizierbar sein (z. B. Reduktion des Verpackungsmaterialeinsatzes durch die Verpackungs-VO um 20%) oder qualifizierbar sein (z. B. Transparenz über Abfallmengen durch das Abfallwirtschaftskonzept, ...).