

Ökologische Stoffwirtschaft - Ausgangspunkt Abfall

Berücksichtigung globaler Aspekte bei der Umweltplanung

► **Dr. Norbert
Kopytziok**

Beim Kauf von Obst und Gemüse hat es sich inzwischen durchgesetzt, dass das Herkunftsland aufgeführt wird. So erfahren wir, dass nicht nur die Bananen aus Costa Rica stammen, sondern dass auch Äpfel aus Südafrika, Zwiebeln aus Neuseeland und Nüsse aus den USA in Deutschland angeboten werden. Bei anderen Lebensmitteln ist die Herstellerfirma oft sogar mit dem Herstellungsort notiert. So können die Zutaten eines in Deutschland hergestellten Joghurts mannigfaltig sein und aus vielen Ländern der Erde stammen. Für die Herstellung und Verarbeitung bis hin zum Verkauf eines Fruchtjoghurts wird beispielsweise ein Transportweg von insgesamt über 9.000 Kilometer in Anspruch genommen.

So ähnlich verhält es sich auch mit Gebrauchsgegenständen. Auf einigen Gebrauchsgegenständen ist das Herstellungsland notiert, wie „Made in China“, „Made in Japan“, oder auch „Made in Germany“. Dennoch heißt das nicht, dass die zur Herstellung nötigen Roh- und Hilfsstoffe aus dem Herstellungsland stammen. Eine in Deutschland hergestellte Waschmaschine mit einem Materialgewicht von knapp 80 Kilogramm besteht beispielsweise etwa zur Hälfte aus Eisen, Aluminium und anderen Metallen. Diverse Kunststoffe machen fast 10 Gewichts-Prozent aus. Der Rest besteht unter anderem aus Zement, Glas und Kautschuk. Die Rohstoffe für diese Materialien können aus allen Kontinenten der Erde stammen. Während der Gewinnung und Herstellung der Roh- und Hilfsstoffe sind erheblich mehr Materialien abgebaut und verbraucht worden, als sich letztendlich im Endprodukt wiederfinden. So sind für einen Mittelklasse-PKW, der knapp eine Tonne wiegt, schon über 24 Tonnen an Rohstoffen benötigt worden, ohne dass bei dieser Berechnung der Materialverbrauch durch Energiebereitstellung, Transporte und Vermarktung berücksichtigt wurde.

Stoffströme des Abfalls

Diese hohen, mit den Produkten verbundenen Stoffströme sollen im Rahmen einer ökologischen Stoffwirtschaft reduziert werden. Als Ausgangspunkt für die Stoffstrombetrachtung dienen die Produkte oder Verfahren, die zur Erfüllung eines bestimmten Zwecks in Anspruch genommen werden. Dabei sind grundsätzlich alle Prozesse zu betrachten, die für die Bereitstellung des Produktes oder die Anwendung des Verfahrens erforderlich sind. Das sind der Rohstoffan- und -abbau, diverse Bearbeitungsschritte und Transporte sowie die Abfallbehandlung. Als ökologische Maßeinheit wird dabei häufig die benötigte Energie gewählt. Aber auch die Belastung von Wasser, Boden und Luft muß ermittelt und bewertet werden. Werden die Abfälle als Bezugspunkt gewählt, so müssen die Abfälle einer Verursachergruppe (einer Kommune, eines Landes, eines Betriebes oder einer Veranstaltung) analysiert werden. Dazu werden die Mengen der verschiedenen Abfallmaterialien ermittelt. Für eine Stoffstrombetrachtung ist die Summe der beseitigten und verwerteten Abfälle heranzuziehen. Würden nur die beseitigten Abfälle betrachtet, blieben die herstellungsbedingten Umweltbelastungen unberücksichtigt, die mit den Abfällen zur Verwertung verbunden sind.

Durch eine Analyse der beseitigten und verwerteten Abfälle von Hotelbetrieben könnte sich beispielsweise herausstellen, dass bei einigen Hotels auffällig viele Kleinverpackungen anfallen. Das könnte dann ein Hinweis auf die Art und Weise des Frühstückangebotes sein. Will man nun eine Empfehlung geben, die die globalen Auswirkungen berücksichtigt, die mit der Nahrungsmittelherstellung und -verpackung verbunden sind, ist eine Stoffstromanalyse erforderlich. Aufbauend auf der Abfallanalyse sind die Vorgänge zu bestimmen, die der Resteentstehung vorangegangen sind. So sind es Marmeladen- und Brotreste, Kaffeefiltertü-

ten, leere Kondensmilchdosen oder Butterpapiere, die in der Müll- oder Biotonne gefunden wurden, die auf den Vorgang des Frühstückens hindeuten.

Für die Analyse der mit dem Frühstück verbundenen Stoffströme ist die komplette Ermittlung aller für das Frühstück verwendeten Bestandteile nötig. Diese Zusammenstellung erfolgt am besten über den Wareneinkauf. Hat man die verschiedenen Varianten der angebotenen Frühstücke ermittelt, lässt die Stoffstromanalyse erkennen, welche Art zu frühstücken mit den geringsten Umweltbelastungen verbunden ist.

Ein Blick in die Mülltonne

Der Vorteil, den Abfall als Bezugspunkt zu nehmen liegt darin, Auswirkungen ganz unterschiedlicher Handlungen finden zu können. Wer in Stoffflussangelegenheiten geschult ist, kann schon mit einem Blick in die Mülltonne ökologisch relevante Auffälligkeiten erkennen.

Betrachtet man die beseitigten und verwerteten Siedlungsabfälle in Deutschland, so lässt sich erkennen, dass der größte Teil aus Organikabfällen besteht. Das sind Lebensmittelreste und Gartenabfälle, die zumeist aus der unmittelbaren Region stammen (MUNF 1998). Vergessen sollte man aber nicht, dass der Kaffeesatz das Abfallprodukt von kolumbianischen Kaffeebohnen sein könnte. Auch die Schalen

der Zitrusfrüchte haben einen langen Weg hinter sich und mit dem Anbau, der Behandlung und der Ernte sind Aspekte verknüpft, die für die Umweltplanung bedeutsam sind. Ähnliches gilt für die Essensreste von der Fleischbeilage einer Hauptmahlzeit. Mit ihr können Massentierhaltung mit entsprechender Güllebeseitigung, intensive Landwirtschaft für das Viehfutter und Futtertransporte um die halbe Erde verbunden sein. Nicht ganz so weit mögen die Wege für den Zellstoff, den Rohstoff für das Zeitungspapier, gewesen sein. Dennoch ist das Papier für einen nennenswerten Teil der Waldrodungen und für eine enorme Wasserverunreinigung verantwortlich. Auch die Entstehungsgeschichten von Konservendosen, Plastikbechern und Schnapsflaschen hinterlassen irgendwo auf der Erde ihre Spuren. Allein für eine normale Getränkedose zeigt die Auseinandersetzung mit den Rohstoffen ein breites Spektrum an ökologisch relevanten Aspekten:

Sie, die 0,33 Liter Getränkedose, besteht zumeist aus Weißblech und Aluminium und wiegt im leeren Zustand zirka 25 Gramm. Zur Herstellung dieser 25 Gramm Metall wurden weltweit über 150 mal so viele Rohstoffe abgebaut. Allein für die etwa 0,4 Gewichts-Prozent Zinn, mit denen der Stahl als Rostschutz beschichtet ist, sind etwa drei Kilogramm an Zinnerzen abgebaut worden - möglicherweise in Peru. 85 Gewichts-Prozent der Getränkedose sind aus Stahl, dessen Eisenerze häufig aus Brasilien stammen. Die 12 Prozent Aluminium können aus guanischem

Internationales Frühstück

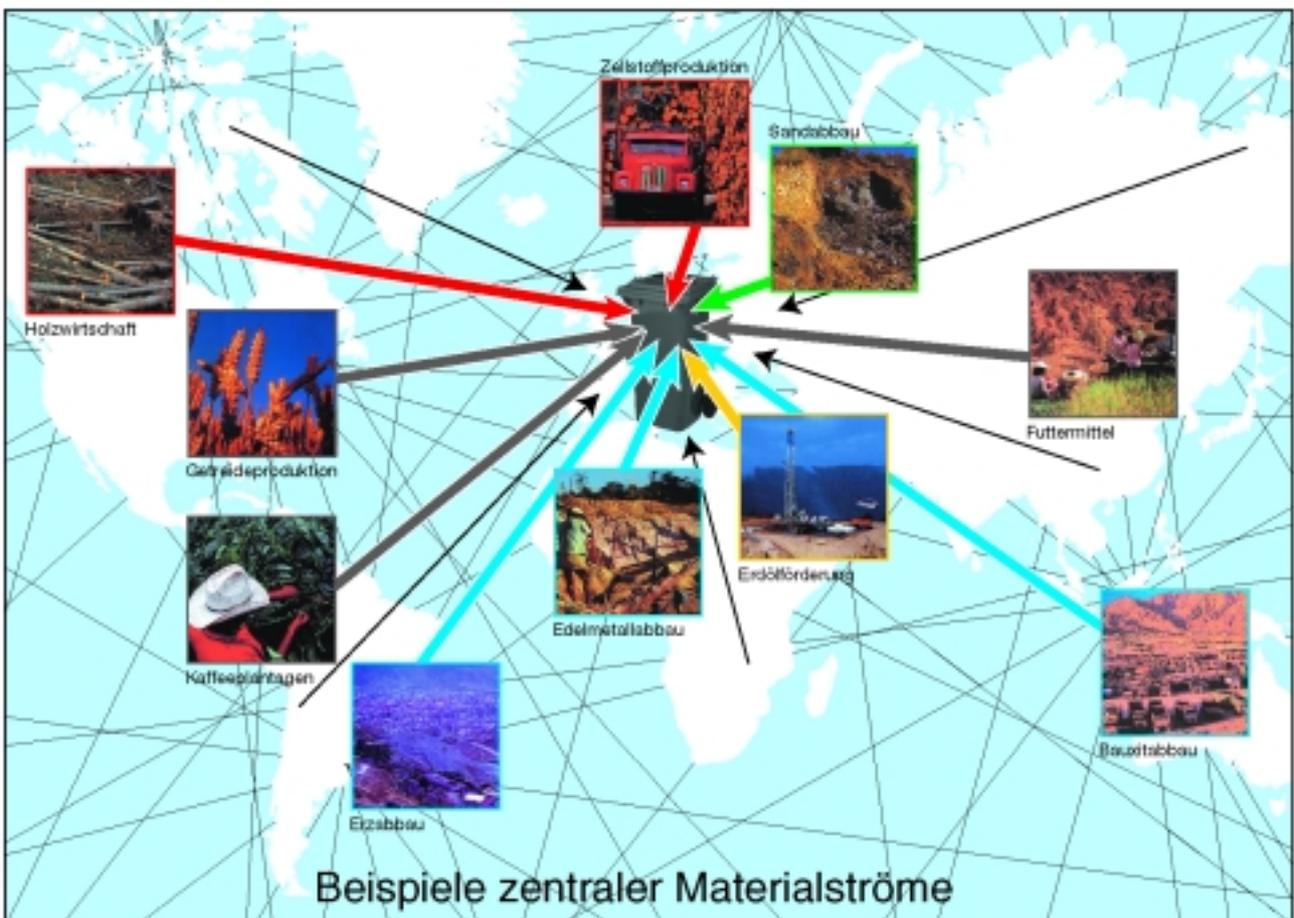


oder australischem Bauxit gewonnen sein. Das Erdöl, aus dem die zwei Gewichts-Prozent Lacke für die Farbaufdrucke hergestellt wurden, mag aus saudi-arabischem Boden gefördert sein. Hinzu kommen die vielen Hilfsmittel wie Kupfer, Mangan und Silicium als Legierungszusätze; Cadmium, Chrom, Blei und Zink als Pigmente - um nur einige zu nennen - sowie die Rohstoffe, die für die Energiebereitstellung erforderlich waren. Für die Herstellung einer einzigen Getränkedose werden Energiemengen von zirka 2000 Joule und für den Transport weitere 260 Joule benötigt. Hieran stellen sich die Fragen, wie, wo und woher die Energie gewonnen wurde und auf welche Weise sie eingesetzt wird. Wurde der Strom in Kohle-, Erdöl- oder Kernkraftwerken erzeugt? Welche Risiken sind mit der jeweiligen Energiegewinnung verbunden? Welche Maßnahmen wurden zum Immissionsschutz ergriffen? Und damit nicht genug. Die Metallherzeugung, das Dosenziehen und Bedrucken, das Füllen und Abpacken der Dose sowie die weltweiten Transporte führen zu Schadstoffemissionen in Luft, Wasser und Boden. Betrachtet und bewer-

tet man all diese Aspekte sowie Lärm, die Auswirkungen auf Flora und Fauna, die Gesundheit betroffener Menschen samt der Kinderarbeit in Entwicklungs- und Schwellenländern, wird deutlich, dass die Debatte um eine Getränkedose unendlich lang geführt werden kann.

Die Abfall-Odyssee

Am Beispiel des Papiers wird im folgenden die Odyssee dargestellt, die mit einem in weiten Kreisen als unproblematisch geltenden Abfallstoff verbunden ist. Der stoffflußbezogene Ausgangspunkt des Papiers ist der Wald. Teilweise werden im Ausland Bäume in Monokulturen angebaut, mit Insektenvernichtungsmitteln behandelt und für die Herstellung von Papier gerodet. Diese Rodung führt einerseits zu klimatischen Veränderungen: Da weniger Kohlendioxid in Sauerstoff umgewandelt wird, heizt sich aufgrund einer erhöhten Kohlendioxid-Konzentration die Erdatmosphäre auf. Andererseits wird die Erosion des Bodens beschleunigt und Wildtiere werden vertrieben. Nach der Rodung wird



Beispiele weltweiter zentraler Materialströme

das Holz in einigen Ländern mit Lindan gegen Borkenkäfer behandelt, was zu Gesundheitsschäden und Verunreinigungen von Boden und Wasser führt.

Nachdem die Holzstämme von Ästen und Rinde befreit wurden, werden sie in die nächstgelegene Zellstofffabrik transportiert, wo der Zellstoff unter Einsatz verschiedener Chemikalien wie schwefliger Säure, Magnesiumhydrogensulfid und Calcium gewonnen wird. Es ist immer noch verbreitet, dass dieser Zellstoff anschließend mit Chlor gebleicht wird, damit er eine weiße Farbe erhält.

Pro Tonne Zellstoff werden zirka 70.000 Liter Wasser mit den oben genannten Chemikalien und einer hohen organischen Abfallfraktion belastet, was in der Folge zur Verschmutzung und Vergiftung von Flüssen und Seen führt. Etwa die Hälfte des Ausgangsrohstoffes Holz wird bereits in diesem Produktionsschritt zu Abfall und verschwindet im Wasser.

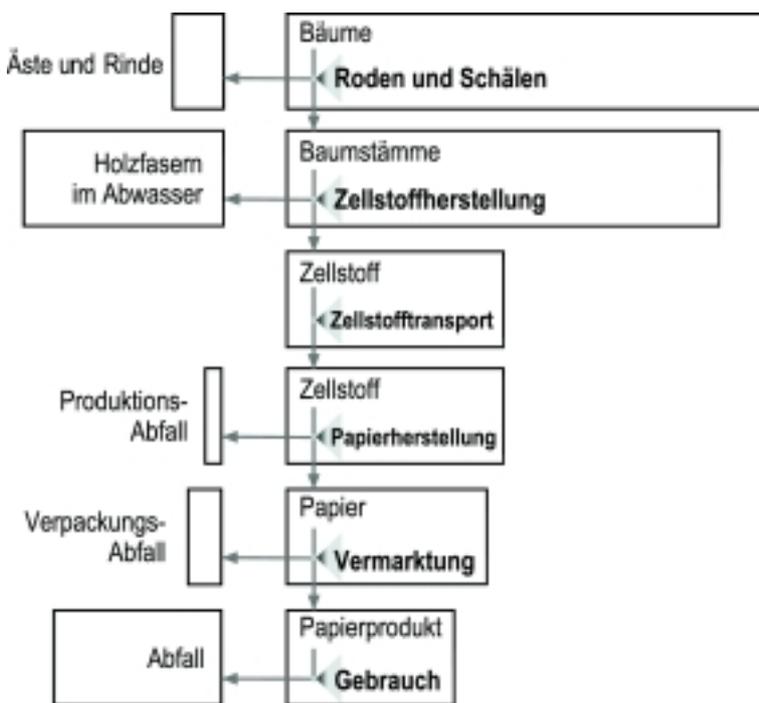
Deutschland importiert zirka 50 Prozent seines Zellstoffes aus Skandinavien, die andere Hälfte kommt im wesentlichen aus den USA und Kanada. Die Transportwege sind also einige Hundert beziehungsweise mehrere Tausend Kilometer lang. Treibstoff für den Transport des Zellstoffes ist Öl, dessen Verbrennungsrückstände wie

Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Stickoxide weitgehend ungefiltert in die Luft abgegeben werden.

Der importierte Zellstoff wird in Deutschland zu Papier verarbeitet. Dabei wird der Zellstoff in Wasser aufgelöst und mit Kaolin, Füll- und Hilfsstoffen, Leim und geringen Mengen an gewerblichen Abfällen vermischt. Hierbei werden abermals etwa 10.000 Liter Wasser pro Tonne Papier benötigt. Ein Teil des gebrauchten Wassers wird in den Papierfabriken mit Frischwasser vermischt und erneut eingesetzt. Der andere Teil des Wassers wird als stark verschmutztes Abwasser in fabrikeigenen Kläranlagen vorgereinigt, bevor es abgeleitet wird.

Der größte Teil des produzierten Papiers wird im Anschluss mit synthetischen und teilweise schwermetallhaltigen Lacken und Farben bedruckt, deren Herstellung ebenfalls bereits Umweltprobleme erzeugt hat.

Deutschland ist nach den USA und Japan der drittgrößte Papierverbraucher der Welt. 40 Prozent der zirka 13 Millionen Tonnen Papierprodukte, die zur Zeit jährlich in Deutschland verbraucht werden, sind Druck- und Pressepapiere. Eine etwa gleich große Menge machen Papier- und Pappeerzeugnisse für Verpackungszwecke aus. Hygieneprodukte (wie Taschentücher, Servietten, Toilettenpapier und Windeln) und Spezialpapiere machen jeweils knapp 10 Gewichts-Prozent aus.



Herstellungspfad Papier

Stoff- und Energieströme

So wie zuvor der Herstellungspfad des Papiers exemplarisch aufgeführt und einzelne Zusatzstoffe benannt wurden, die zur Herstellung des Papiers nötig sind, müssen auch die Herstellungspfade der anderen, für eine Stoffstromuntersuchung relevanten Abfallstoffe dargestellt werden. Für eine spätere Beurteilung der einzelnen Materialien sind außer dem hauptsächlichsten Ausgangsstoff, die Art und Menge der Hilfs- und Betriebsmittel, die Energieträger an jeder einzelnen Fertigungsstufe sowie alle Transportaufwendungen von Bedeutung.

Für eine Tonne chloorgebleichtes Schreibpapier sind das zum Beispiel zwei Tonnen Holz, 65 Kilogramm Kaolin, vier Kilogramm andere Hilfsstoffe wie Ammoniak, Quecksilber, Öle und Phenole. Als Ener-

gieträger wurden 62 Kubikmeter Erdgas, 140 Kilogramm Heizöl und 35 Kilogramm Kohle eingesetzt (BUWAL 1991). Das Wuppertal Institut ermittelt darüber hinaus auch alle weiteren Massen, die im Zusammenhang mit der Materialherstellung bewegt werden. Im sogenannten MIPS-Wert (Massenintensität pro Produkt/Service beziehungsweise Materialinput pro Serviceeinheit) sind daher auch Bodenmassen enthalten, die in Folge des Rohstoffabbaus erodierten (SCHMIDT-BLEEK 1994). Die Reflexion des Herstellungspfades verdeutlicht, wie viele Etappen und betriebliche Prozesse erforderlich waren, bis das Produkt fertiggestellt wurde. Für die Ermittlung der Umweltbelastungen entlang des Stoffstromes sind daher die Umweltdaten der jeweiligen Betriebe erforderlich. Einige Betriebe verfügen über Input-/Outputanalysen, die dem Betrieb dazu dienen, den Verbleib und die Nutzungsrate der eingekauften Rohstoffe und Energien zu erkennen. Diese Daten müssen um die Angaben über die Vorketten der Einsatzstoffe ergänzt werden. Die auf betrieblicher Ebene ermittelten Puzzelstücke sind so zu den gesamten Stoff- und Energieströmen zusammenzufügen. Das kann für ein komplexes Produkt, wie zum Beispiel einem Farbferngerät sehr aufwendig sein. Ein Farbferngerät besteht beispielsweise aus bis zu 1.500 Bauteilen, die wiederum aus diversen Werkstoffen bestehen. Für die ökologische Bewertung

sind daher die Stoffe auszuwählen, die toxisch und/oder mengenmäßig bedeutsam sind. Beim Farbferngerät sind das das Bildröhrenglas, Eisen und Kupfer sowie die Kunststoffe. In jüngerer Zeit lassen einige wenige Betriebe aus ihren In- und Output-Daten Ökoeffizienzanalysen erstellen. In diesen Fällen wurden die Umweltauswirkungen der den Betrieb vor- und nachgelagerten Stoffströme bei der Suche nach ökonomisch vertretbaren Produkten oder Dienstleistungen bereits berücksichtigt.

Das Management von Stoffströmen

Das Management von Stoffströmen betrifft das bewusste Einwirken auf die künftige Entwicklung der Stoffströme. Der kann Abfall dabei als Informationsquelle für die mit der Herstellung verbundenen Prozesse dienen. Es gilt, die Lebensgeschichten zu hinterfragen und Ziele festzulegen, die eine nachhaltige Entwicklung unterstützen. So jedenfalls will die Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages „Schutz des Menschen und der Umwelt“ das Stoffstrom-Management verstanden wissen. Sie empfiehlt daher beim Stoffstrom-Management folgendes Vorgehen (ENQUETE-KOMMISSION 1994):

Danach ist Stoffstrom-Management ein aktives, medienübergreifendes Beeinflussen der Herstellungspfade. Es ist betriebsübergreifend und an Nachhaltigkeitszielen orientiert. Damit stellt das Stoffstrom-Management, gegenüber der bisher betriebenen stoffbezogenen Umweltpolitik und dem betrieblichen Umweltmanagement, ein erweitertes Instrument der Politik- und Umweltplanung dar.

Bevor aber der Herstellungspfad optimiert oder ein anderes Produkt empfohlen wird, ist die Grundsatzfrage zu stellen: Wird das Produkt überhaupt gebraucht, oder lässt sich das ursprüngliche Ziel viel einfacher erreichen? Wenn beispielsweise neuer Wohnraum geschaffen werden soll, sind zunächst die Möglichkeiten auszuloten, den vorhandenen Baubestand zu nutzen, bevor über ökologisch vertretbare Baustoffe für einen Neubau nachgedacht wird. Erst wenn so eine Ideallösung nicht erkennbar ist, ist eine Analyse der Stoffströme erforderlich. Dabei sind in einem ersten Schritt die Ziele zu benennen, die

Schritte eines Stoffstrom-Managements

es zu erreichen gilt. Darüber hinaus sind die Herstellungspfade aller als relevant eingestuftes Materialien aufzuzeigen. Dadurch lässt sich der Untersuchungsaufwand eingrenzen. Sollen beispielsweise die mit dem Papierabfall verbundenen Umweltbelastungen reduziert werden, sind die wesentlichen Papierprodukte zu identifizieren. Sind es Zeitungen und Zeitschriften, so müssen die relevanten Stoffströme der Printmedien analysiert werden.

In einem zweiten Schritt sind die Stoff- und Energieflüsse für jede einzelne Etappe der Herstellungspfade zu ermitteln. Als drittes erfolgt die ökologische Bewertung der einzelnen Fertigungsstufen. Auf der Basis dieser Erkenntnisse werden Alternativen gesucht und bewertet. Diese Alternativen können in Maßnahmen zur Vermeidung und zur Verwertung des Materials bestehen. Möglich ist auch eine Material- oder Produktsubstitution, wie sie sich durch die Nutzung der Internet-Zeitung statt der traditionellen Papierzeitung ergeben könnte. Ein solcher Alternativvorschlag erfordert das Gegenüberstellen der ökologischen Effekte beider Produktbeziehungsweise Handlungsmöglichkeiten. Nach einer vom Institut für Papierfabrikation an der Technischen Universität Darmstadt erstellten ökobilanzierenden Sachbilanz, erzeugt die Internet-Zeitung höhere Umweltbelastungen als die Papierzeitung. Das gelte erst recht, wenn man davon ausgeht, dass ein Teil der Internet-Zeitung ausgedruckt wird (PLÄTZER et al. 1997). Es ist jedoch davon auszugehen, dass ein Institut, das den elektronischen Medien nahesteht, zu umgekehrten Ergebnissen kommt. Deshalb legt das Ministerium für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schleswig-Holstein Wert darauf, dass derartige Untersuchungen grundsätzlich neutrale Institutionen erstellen. Erst wenn auf diesem Wege die gefundene Alternative - samt der mit der Umstellung verbundenen Aufwendungen - ein positives Ergebnis aufweist, wird sie vom Umweltministerium und vom Landesamt für Natur und Umwelt (LANU) als ökologisch vertretbar empfohlen. Neben der Einführung konkreter Maßnahmen sind auch Kontrollmöglichkeiten einzurichten. Als

Kontrolldaten können beispielsweise der absolute Papierverbrauch, der relative Anteil von Recyclingmaterial und die spezifische Menge an Elektronikschrott dienen. Wichtig ist, dass anfangs eine Ist-Analyse angefertigt wurde, in deren Relation sich die Wirkung der eingeführten Maßnahmen vergleichen lässt.

Im LANU wird derzeit ein Abfallwirtschaftliches Informationssystem eingerichtet, in dem künftig auch die für eine erfolgreiche Umsetzung eines Stoffstrom-Managements erforderlichen Umweltdaten zusammengestellt werden sollen. Darüber hinaus ist das LANU bestrebt, möglichst viele Akteure konstruktiv in die Diskussion einzubinden, die am Stoffstrom beteiligt sind. Damit kommt das Land Schleswig-Holstein bei der Verwirklichung einer ökologischen Stoffwirtschaft einen entscheidenden Schritt weiter.

Literatur

BUWAL - Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft: Ökobilanz von Packstoffen. Selbstverlag, Bern 1991

ENQUETE-KOMMISSION

„Schutz des Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestages (Hrsg.): Die Industriegesellschaft gestalten. Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. Bonn 1994

MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATUR UND FORSTEN DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.):

Stoffstrom-Managementkonzept für nativorganische Rückstände. Chancen und Perspektiven für Schleswig-Holstein. Kiel 1998

PLÄTZER, EDIKT.; GÖTTSCHING, Lothar:

Printmedien im Zeitalter der Informationsgesellschaft. Wie umweltfreundlich ist die elektronische Zeitung, Institut für Papierfabrikation der TU Darmstadt, 1997

SCHMIDT-BLEEK, Friedrich:

Wieviel Umwelt braucht der Mensch? Berlin 1994