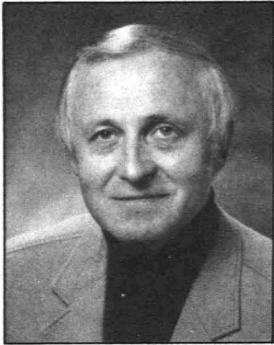




Inhalt, Ziele, Konzeptionen und Instrumente betriebswirtschaftlicher Umweltpolitik



Heinz STREBEL, o.Univ.Prof. Dr.rer.pol., Dipl.rer.pol.(techn.), Institut für Betriebswirtschaftslehre, Fachrichtung Industriebetriebslehre, Universität Oldenburg, Jahrgang 1939, Diplom und Promotion Universität Karlsruhe 1963 bzw. 1967, Habilitation 1977, 1976-1984 Professor für Industriebetriebslehre an der Freien Universität Berlin.

Umweltschutz ist ein interdisziplinäres Problem, das auch ökonomische und technische Aspekte umschließt. Es gehört schon deshalb zum Arbeitsfeld des Wirtschaftsingenieurs. Dies gilt umso mehr, als Umweltschutz inzwischen zu den unternehmerischen Aufgaben zählt. Art und Umfang von Umweltbe- und -entlastung durch Produktion sind das Ergebnis betriebswirtschaftlicher Umweltpolitik. Der folgende Artikel skizziert Ziele, Konzeptionen und Instrumente betriebswirtschaftlicher Umweltpolitik, die betriebsindividuell formuliert und eingesetzt werden müssen.

1. Wirtschaftliche Tätigkeit als Grund für Umweltbelastung

Die natürliche Umwelt bietet aus ökonomischer Sicht natürliche Ressourcen, die der Produktion oder dem menschlichen Konsum zugeführt werden (Inputs von Produktion und Konsum). Ferner absorbiert sie stoffliche und energetische Rückstände, die bei Produktion und Konsum unvermeidlich entstehen (unerwünschte, aber im Interesse der Produktzielerfüllung in Kauf genommene Outputs).

Die natürliche Umwelt ist mit wachsender Bevölkerungsdichte, zunehmender Technisierung und fortschreitender Industrialisierung in einem Übermaß zum Objekt - und zum Opfer - wirtschaftlicher Tätigkeiten geworden. Man spricht dann von Umweltbelastung. Produzenten und Konsumenten sind immer mehr gefordert, Umweltbelastung durch eine pflegliche Behandlung der natürlichen Umwelt ("Umweltschutz") zu ersetzen.

2. Umweltpolitische Konzeptionen

Unternehmenspolitik, also auch betriebswirtschaftliche Umweltpolitik, umfaßt Setzen betrieblicher Ziele (Zielsetzungsentscheidungen), Fällen von Zielerreichungsentscheidungen und Veranlassen zielerreichender Maßnahmen. Betriebswirtschaftliche Umweltpolitik ist dabei auf Be- oder Entlasten der natürlichen Umwelt durch die eigene Leistungserstellung und -verwertung und deren Folgewirkungen gerichtet. Die betriebswirtschaftliche Umweltpolitik stützt sich dabei auf gewisse Leitprogramme, von denen man regelmäßig keines durchgängig verfolgt, sondern nur partiell, d.h. jeweils auf bestimmte Produkte, Verfah-

ren sowie deren Inputs und Outputs anwendet. Jedoch wird jede ökologisch relevante Tätigkeit zumindest durch ein umweltpolitisches Leitprogramm erfaßt.

Umweltpolitische Leitprogramme des produzierenden Unternehmens sind "Umweltbelastung", "Fremdentsorgung" (Übertragen ökologischer Sachziele an Fremde) und "Umweltschutz" (relative Umweltschonung [1]). Jedes dieser Leitprogramme kann als "Bündel systematisch einander zugeordneter, erstrebter und in ihrer Realisierbarkeit ungewisser Zielvorstellungen" [2], somit als Zielsystem oder Zielkonzeption, verstanden werden. Die Zielkonzeptionen betriebswirtschaftlicher Umweltpolitik (umweltpolitische Konzeptionen) sind im folgenden skizziert (vgl. auch Abb. 1).

2.1 Umweltbelastung

Durch gesellschaftliche Umweltpolitik werden die legalen Möglichkeiten zum Raubbau an natürlichen Ressourcen, zum Einsatz sowie zur Produktion schädlicher Substanzen und zur Abgabe produktionsbedingt entstandener Rückstände an die natürliche Umwelt immer mehr eingeschränkt. Verzicht auf Umweltschutz (Umweltbelastung) als Konzeption betriebswirtschaftlicher Umweltpolitik ist daher nur noch innerhalb gesetzlich oder behördlich festgelegter Schranken erlaubt. Jedoch

bleibt "Umweltbelastung" unvermeidlich, wenn entstandene Rückstände in Umweltmedien entlassen werden müssen. Dieser Zwang besteht in gewissem Maße immer, und zwar sogar bei Rückstandsumwandlung. Versucht man nämlich, aus entstandenen Rückständen ökologisch weniger bedenkliche Substanzen zu erzeugen, so kann dies schon aus naturwissenschaftlichen Gründen nicht mit 100 %igem Wirkungsgrad geschehen [3].

Zudem sind ökonomische Aspekte zu beachten. Natürliche Umwelt bzw. Umweltqualität ist ein knappes Gut von besonders hohem Rang. Verbesserungen der Umweltqualität ("Mehr Umwelt") bedeutet - bei gegebener Technologie - in bestimmtem Umfang Verzicht auf Produktion und Konsum anderer Güter, weil diese Prozesse nicht ohne Umweltbelastung denkbar sind.

Die natürliche Umwelt ist mit fortschreitender Industrialisierung zum Opfer wirtschaftlicher Tätigkeiten geworden.

Aus gesellschaftlicher Sicht müssen dabei Umweltverbesserung und Güterverzicht nutzenmäßig gegeneinander abgewogen werden, um zu erkennen, ob eine umweltschützende Maßnahme den Güterverzicht rechtfertigt. Analog diesem Muster sollten im Unternehmen, das Umweltschutz betreiben will oder muß, stets die dafür anfallenden Aufwendungen und der daraus resultierende ökologische Nutzen gegeneinander gehalten werden. Nur dann kann man - durchaus im Sinne des ökonomischen Prinzips - mit einem bestimmten Aufwand den höchstmöglichen Beitrag zum Umwelt-

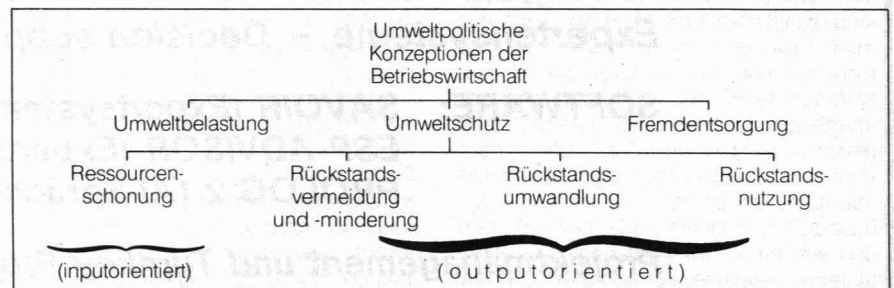


Abb. 1: Umweltpolitische Konzeptionen der Betriebswirtschaft



schutz leisten. Dabei ist wesentlich, daß man die Grenzkosten des Umweltschutzes umso höher veranschlagen muß, je geringer die noch verbliebene Umweltbelastung aus der eigenen Produktion ist [4].

2.2 Umweltschutz (relative Umweltschonung)

Die Konzeption "Umweltschutz" wird von der Absicht geleitet, die natürliche Umwelt ökologisch zu entlasten, und zwar im Vergleich zu ökologisch schlechteren Alternativen.

Für den aktuellen Umweltschutz eignen sich nur einsatzreife, umweltschützende Technologien. Dies sind solche, die angesichts des vorhandenen technischen Wissens und bestehender oder unmittelbar realisierbarer Entsorgungseinrichtungen sofort verwirklicht werden können. Jedoch verlangen zahlreiche ökologische Probleme auch intensives Bemühen um künftig verfügbare Lösungen durch gegenwärtige Forschung und Entwicklung.

Die Konzeption "Umweltschutz" umfaßt mehrere untergeordnete Konzeptionen. Innerhalb dieser kann man zunächst - nach dem gewählten Ansatzpunkt - zwischen "inputorientierten" und "outputorientierten" Konzeptionen unterscheiden.

"Inputorientiert" sind danach alle Konzeptionen, welche bei Art und Ausmaß der Inanspruchnahme natürliche Ressourcen angreifen.

Als "outputorientiert" gelten demgegenüber alle Konzeptionen, die bei Art und Ausmaß der Umweltbelastung durch Rückstände ansetzen.

Inputorientierte Konzeptionen sind danach: "Ressourcenschonung" (Einsatzvermeidung umweltschädlicher und ökologisch knapper Ressourcen, Substitution von Inputs durch umweltfreundlichere Einsatzstoffe und Energien, Sparen).

Outputorientierte Konzeptionen umfassen: "Rückstandsvermeidung" und "minderung", "Rückstandsumwandlung" sowie "Rückstandsnutzung".

"Ressourcenschonung" versucht, den Gebrauch bestimmter Stoffe und Energiearten zu reduzieren oder völlig zu vermeiden. Die Sachziele bei "Ressourcenschonung" äußern sich in geringeren Soll-Werten der Produktionskoeffizienten für die betreffenden Einsatzstoffe und -energien.

"Rückstandsvermeidung" bedeutet völliges Unterbinden des Entstehens schädlicher Rückstände bei Produktion und/oder Konsum. Rückstandsminderung ist hingegen Reduktion des Outputs an schädlichen Rückständen im Vergleich zur Ausgangslage. Die Sachziele von Rückstandsvermeidung und Rückstandsminderung äußern sich in verringerten Sollwerten von Rückstands- und Schadstoffmengen pro Einheit von Zwischen- und Endprodukten (Rückstands- bzw. Schadstoffkoeffizienten). Der Rückstandsanzahl aus Produktion und Konsum hatte bis 1980 jedoch steigende Tendenz. So hat das produzierende Gewerbe in der Bundesrepublik Deutschland (nach betriebsinterner Rückstandsumwandlung sowie eigener und fremder

Wieder- und Weiterverwendung) im Jahre 1975 114 Mio. t an festen und flüssigen Abfällen (im Sinne des AbfG) hervorgebracht, 1980 aber bereits 202,7 Mio. t (+ 80 %). Dabei ist der Index der Bruttoproduktion zwischen 1975 und 1980 bei Investitionsgütern aber nur von 98,1 auf 111,6 (+ 14 %) und bei Verbrauchsgütern von 91,5 auf 105,3 (+ 15%) gestiegen [5]. Für 1982 ermittelt das Statistische Bundesamt erstmals eine deutliche Abnahme auf 188,7 Mio. t [6] Abfällen. "Rückstandsumwandlung" setzt - im Unterschied zur Rückstandsvermeidung und -minderung - erst bei den produzierten Rückständen an. Rückstandsumwandlung ist die Transformation von Rückständen in ökologisch unschädliche Substanzen und Energien. Ein aktuelles Beispiel ist die Zerlegung der Abgase aus mit bleifreiem Benzin betriebenen Otto-Motoren in Stickstoff, Kohlendioxid und Wasser mit Hilfe von Katalysatoren. Sachziel der Umwandlung von Produktionsrückständen ist eine bestimmte Soll-Umwandlungsrate, bezogen auf die pro Einheit von Zwischen- und Endprodukt entstandenen Rückstands- oder Schadstoffmengen.

"Rückstandsnutzung" ist Rückführen von Rückständen und Schadstoffen in die Produktion (oder in den Konsum). Soweit der Rückstandseinsatz - meist nach zwischen geschalteten Aufbereitungsvorgängen - im eigenen Unternehmen geschieht (und insoweit keine Fremdentsorgung vorliegt), kommen die Sachziele des Rückstandseinsatzes in den angestrebten Wiedergewinnungsraten zum Ausdruck.

Die bisher realisierten Wiedergewinnungsraten liegen teilweise recht hoch, und es gibt noch Möglichkeiten weiterer Verbesserung.

Nur mit erheblicher Einschränkung kann man auch die Rückstandsdiffusion (geordnete Konzentration bzw. Verdünnung von Rückständen in Umweltmedien) unter die umweltpolitische Konzeption "Umweltschutz" rechnen.

Betriebswirtschaftliche Umweltpolitik ist auf Be- oder Entlasten der Umwelt durch die eigene Leistungserstellung und -verwertung gerichtet.

2.3 Fremdentsorgung

Fremdentsorgung wird hier als eigenständige umweltpolitische Konzeption verstanden, weil dabei umweltpolitische Zielsetzung und Maßnahmenwahl hinsichtlich bereits entstandener Rückstände an andere übertragen werden, die sich ihrerseits verpflichten, die Rückstandsbehandlung nach geltendem Recht zu übernehmen. Das abgebende Unternehmen wird insoweit von der Pflicht zum Umweltschutz frei.

Diese Übertragung der Entsorgungsaufgabe durch Vereinbarung oder kraft Gesetzes ist streng zu trennen vom einfach "Abwälzen" des Entsorgungsproblems auf andere, wie es z. B. oft mit Verpackungen und anderen Konsumrückständen geschieht.

Der Unterschied ist nicht nur formaler Art,

sondern zeigt sich auch in den ökologischen Auswirkungen des Vorgehens. Selbst wenn man Dominanz ökonomischer Ziele unterstellt, kann eine Vergabe der Entsorgung ökologisch motiviert sein, nämlich wenn bei gleichen Kosten für Fremd- und für Eigenentsorgung die Fremdentsorgung umweltfreundlicher ist. Dies kann sich nicht nur auf Art und Umfang der bei Fremdentsorgung gegenüber Eigenentsorgung entstehenden Emissionen beziehen, sondern auch auf Art und Ausmaß der Rückstandsnutzung.

Auch ökonomische Gesichtspunkte sprechen aus betrieblicher Sicht für Fremdentsorgung, wenn zwar auch die Alternative "Eigenentsorgung" besteht, die Fremdentsorgung aber kostengünstiger ist. Soweit es dabei um öffentliche Entsorgungseinrichtungen geht, kann man aus der Wahl der Alternative "Fremdentsorgung" möglicherweise eine unvollständige ökonomische Internalisierung negativer externer Effekte ableiten. Die öffentliche Abfallbehandlung gerät hier in die Nähe der Subventionierung von Umweltschädigern und ist daher wirtschafts- bzw. umweltpolitisch umstritten.

3. Umweltpolitische Instrumente

Umweltpolitische Instrumente der Betriebswirtschaft sind Bündel umweltpolitischer Maßnahmen, die sich zur Realisierung von Sachzielen innerhalb umweltpolitischer Konzeptionen eignen. Dabei liegt das Gewicht im folgenden auf eigenen Maßnahmen des Umweltschutzes und somit im Interesse von Rückstandsvermeidung und -minderung, Rückstandsumwandlung und -nutzung. Hierfür kommen die im folgenden erläuterten Instrumente in Betracht [7]:

3.1 Produkt- und Erzeugnisprogrammgestaltung

Spätestens seit dem Umweltprogramm der Bundesregierung von 1971 [8] ist der Begriff "umweltfreundliches" und "umweltschonendes" Erzeugnis üblich. Gemeint sind damit Erzeugnisse, die bei Produktion, Gebrauch und Beseitigung möglichst geringe ökologische Schäden verursachen. Produktgestaltung ist ein wirksames Instrument der Umweltentlastung, weil Art und Umfang der Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen, des Entstehens produktions- und produktbedingter Rückstände und die Recyclingfähigkeit dieser Rückstände durch die gewählte Produktgestalt weitgehend vorbestimmt werden.

Zum effizienten Einsatz des umweltpolitischen Instrumentes "Produktgestaltung" muß der Entscheidungsträger allerdings die ökologischen Wirkungen alternativer Produktgestaltung kennen. Dazu gehören auch die Einflüsse der eigenen Produktgestaltung auf die Verfahrenswahl und die ökologischen Konsequenzen in den Vor- und Folgestufen der eigenen Produktion. Verzichtet man auf diese Totalbetrachtung, so können insgesamt ökologisch besonders schlechte Alternativen zustandekommen [9].



Das Erzeugnisprogramm ist der Katalog aller Produkte, die ein Betrieb aufgrund seiner Ausstattung mit personellen und sachlichen Potentialen und seines technischen Wissens herstellen kann und die er auch herstellen will. Bei Betrieben mit Auftragsfertigung und entsprechender Einflußnahme der Auftraggeber auf die Produktgestalt bezeichnet das Erzeugnisprogramm das Spektrum möglicher Fertigungsaktivitäten nur in Umrissen. Dieses Programm wird traditionell nach den Gesichtspunkten der Fertigungs-, Absatz- und F & E-Verwandtschaft zusammengestellt. Inzwischen sind ökologische Aspekte hinzugekommen. Auch die Erzeugnisprogrammgestaltung wird somit zum umweltpolitischen Instrument. Hier bieten sich vor allem die Möglichkeiten, umweltfreundliche Erzeugnisse (und zugehörige Verfahren) zu entwickeln und aufgrund entsprechender Produktentwicklungen in vermehrtem Umfang Rückstände eigener oder fremder Produktion zu verarbeiten.

3.2 Produktionsmengen- und Fertigungsprogrammgestaltung

Das Erzeugnisprogramm ist nur der Katalog möglicher Produktartenziele eines Fertigungsbetriebes, Art und Ausmaß der tatsächlichen Produktion innerhalb einer Planungsperiode wird hingegen durch das Fertigungsprogramm (kurzfristiges Produktionsprogramm) bestimmt. Dieses legt fest, welche Erzeugnisse des Erzeugnisprogramms in welchen Mengen im Planungszeitraum tatsächlich hergestellt werden.

Das Ausmaß der tatsächlichen produktionsbedingten Umweltbelastung eines Fertigungsbetriebes richtet sich also nicht unmittelbar nach dem Erzeugnisprogramm, sondern nach dem Fertigungsprogramm. Damit erscheint auch das Fertigungsprogramm als umweltpolitisches Instrument.

Ein Erzeugnis bestimmter Produktgestalt (eine Produktart) hat bestimmte Rückstands- und Schadstoffkoeffizienten. Gibt es keine vollständige Rückstands- bzw. Schadstoffumwandlung oder -nutzung, so folgt daraus eine bestimmte Umweltbelastung, nämlich durch Emission der verbliebenen Rückstände bzw. Schadstoffe. Das Ausmaß dieser Belastung infolge der Produktion einer bestimmten Erzeugnisart richtet sich nach deren Produktionsmenge im Planungszeitraum. Emissionsmengen bzw. Deponiebedarf sinken, wenn man die produzierte Erzeugnismenge reduziert.

Die Emissionen aus der Produktion einzelner Erzeugnisarten und -mengen eines Fertigungsprogramms kumulieren sich auf Basis der einzelnen Rückstands-, Schadstoff-, Umwandlungs- und Wiedergewinnungskoeffizienten zur gesamten Umweltbelastung (Emission), die vom betrachteten Produzenten verursacht wird. Diese darf gesetzlich oder behördlich fixierte Obergrenzen nicht überschreiten. Liegt diese Gefahr im zunächst anvisierten Fertigungsprogramm begründet, so muß man bei der Planung versuchen, Fertigungsmengen zu

reduzieren oder zeitlich zu verlagern sowie Umwandlungs- und Wiederverwendungsraten zu erhöhen. Auch der Übergang zum Fremdbezug kann den eigenen Anteil an der Umweltbelastung vermindern. Sofern die Lieferanten umweltfreundlicher produzieren, wird dadurch die Umweltbelastung auch insgesamt geringer.

3.3 Gestaltung der Produkt-Lebensdauer

Bei gegebener Produktgestaltung wird das Ausmaß der Umweltbelastung durch Produktion auch von der Produktlebensdauer bestimmt. Produktlebensdauer ist die tatsächliche Gebrauchsdauer eines Erzeugnisses, evtl. in zweiter und dritter Hand (z.B. Gebrauchtwagen, Maschinen, Bauwerke) und in wechselnden Funktionen (z.B. Altreifen als Prallschutz in Häfen und auf Spielplätzen).

Umweltqualität ist ein knappes Gut von besonders hohem Rang.

Je langlebiger das Erzeugnis ist, desto stärker wird die mit Produktion, Gebrauch und "Beseitigung" des Erzeugnisses verbundene Umweltbelastung zeitlich verteilt. Höhere Produktlebensdauer und damit seltenes Recycling verdienen somit aus ökologischer Sicht vielfach den Vorzug. Lebensdauererweiterung wirkt aber nicht immer nur umweltlastend. So entstehen aus dem Gebrauch eines älteren Erzeugnisses oft Umweltbelastungen, auch in Form relativ hohen Energieverbrauchs, die bei einer neuen Produkttechnologie nicht auftreten. Beispiele sind ältere Kraftfahrzeuge, Gebäudeheizungen und Elektrogeräte. Die Produktlebensdauer ist offenbar nicht unabhängig von der gewählten Produktgestalt. Dies gilt auch für die **technische** Lebensdauer, denn das Erzeugnis wird ja durch die Produktgestaltung für eine bestimmte Haltbarkeitsdauer konzipiert. Dafür sind allerdings auch die Umstände der Erzeugnisnutzung von Einfluß, über die der Verwender entscheidet (sachgemäßer Umgang, Häufigkeit und Intensität der Beanspruchung, Art und Ausmaß erhaltungswirtschaftlicher Maßnahmen).

Öffentliche Abfallbehandlung gerät in die Nähe der Subventionierung von Umweltschädigern und ist daher wirtschaftlich umstritten.

3.4 Verfahrensgestaltung, Verfahrenswahl und Wahl der Einsatzstoffe

Einfluß auf die Qualität der natürlichen Umwelt nehmen Fertigungs- (einschl. Recycling-)prozesse, aber auch Verfahren der Aufbewahrung, Lagerung und des Transportes. Alle diese Verfahren sind planmäßig mit Umweltbelastung verbunden oder enthalten die Gefahr unbeabsichtigter Umweltschäden durch ungeplantes Entstehen, Ausfließen, Ausströmen, Versickern usw. umweltschädlicher Substanzen. Komplementär zu Fertigungsprozessen sind zahl-

reiche Verfahren, die unerwünschte Begleiterscheinungen der Produktion, wie Lärm, Erschütterungen, Licht- und Strahleneinwirkungen, reduzieren und unkontrolliertes Entweichen von Rückständen (z.B. Lack bei Spritzlackierung) in die Umwelt verhindern (Rückhaltetechnologien). Rückhaltetechnologien mit verbesserter Abluft- und Abwasserreinigung führen unmittelbar aber nur zu erhöhten Mengen an **festen** Rückständen mit oft erheblichem Schadstoffgehalt, die ihrerseits weitere Rückstandsbehandlung erfordern /10/.

Stoffe, die im Wege der chemischen Stoffumwandlung erzeugt werden, lassen sich oft auch mit alternativen Verfahren (dabei evtl. auch mit unterschiedlichen Einsatzstoffen) produzieren, die oft deutliche Unterschiede in der Rückstandsentsorgung aufweisen. Hier kann man dann durch Verfahrenswechsel Umweltentlastung durch Rückstandsvermeidung erreichen.

So ist das Chlorhydrin-Verfahren zur Herstellung von Äthylenoxid (Ausgangsstoff zur Produktion von Frostschutzmitteln, Polyester, Bremsflüssigkeit, Weichmacher, Gleitmittel) wegen seiner starken Abwasserbelastung durch CaCl₂-7- weitgehend durch ein Verfahren mit Direktoxidation von Äthylen abgelöst worden, das nur Co₂-7- und H₂-7-O als Rückstände hervorbringt /11/.

Die Beispiele zeigen, daß Art und Ausmaß der Umweltbelastung vielfach bereits mit der verfahrenstechnischen Projektierung und somit der Potentialbereitstellung weitgehend bestimmt werden. Dies gilt vor allem dann, wenn es sich um typische Einproduktanlagen handelt und wenn die Verfahrensbedingungen nur in engen Grenzen variiert werden können, also vor allem bei chemisch-technologischer und biologisch-technologischer industrieller Fertigung. Dann sind vielfach auch die Arten der Einsatzstoffe festgelegt. Immerhin gelingt es hier, vor allem durch neue Technologien der Prozeßsteuerung auf Basis der Mikroelektronik und kleineren konstruktiven Änderungen, die Erzeugnisstoffe besser auszunutzen und Verluste an Fertigprodukten mit nachfolgender Umweltbelastung zu unterbinden.

3.5 Recycling

Als "Abfall-" oder "Altstoffwirtschaft" hat die Rückstandsnutzung in der Betriebswirtschaftslehre eine lange Tradition, die unter dem Begriff "Recycling" lediglich neu belebt worden ist [12].

Recycling bedeutet Rückführen stofflicher und energetischer Rückstände in die Produktion im Interesse von Rückstandsnutzung und Ressourcenschonung.

Rückstandsnutzung (Erhöhen der Wiederverwendungsraten) kommt allerdings nur insoweit in Frage, als die zum Recycling erforderlichen Verfahren und Anlagen bereitstehen. Außerdem verlangt systematisches Recycling bestimmte planerische und organisatorische Vorkehrungen.

Produktgestaltung ist ein wirksames Instrument der Umweltentlastung.



Recycling verbindet vielfach ökologische mit ökonomischen Vorteilen. Aus ökologischer Sicht ist es dem Verarbeiten von Primärrohstoffen bzw. Primärwerkstoffen mit Abfallbeseitigung vorzuziehen, weil es durch Rückgriff auf Sekundärrohstoffe in einem Zuge natürliche Ressourcen schont und entstandene Rückstände von der natürlichen Umwelt fernhält. Bei der Ressourcenbeanspruchung ist auch zu bedenken, daß Recycling nicht nur den Einsatz von Primärrohstoffen reduziert, sondern damit zugleich den produktionsbedingten Energieverbrauch oft beträchtlich mindert /13/. Dies ist angesichts wachsender Energieknappheit ein weiteres Argument für mehr Recycling.

Literatur:

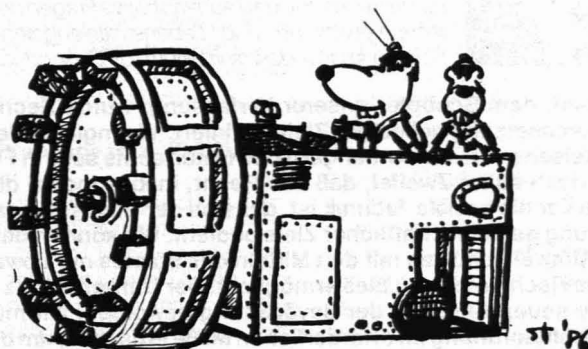
- [1] STREBEL, H.: Umwelt und Betriebswirtschaft, Berlin 1980, S. 85 ff.
- [2] SCHMIDT, R.-B.: Wirtschaftslehre der Unternehmung, Bd. 1: Grundlagen und Zielsetzung, 2. Aufl., Stuttgart 1977, S. 112.
- [3] Vgl. etwa HOPP, V.: Grundlagen der chemischen Technologie, 2. Aufl., Weinheim u.a., S. 114 ff.
ZIZ [4] Vgl. etwa Der Rat der Sachverständigen für Umweltfragen: Umweltgutachten 1974, S. 49 f., Umweltgutachten 1978, S. 113.
- [5] Vgl. Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Statistisches Jahrbuch 1983 für die Bundesrepublik Deutschland, Stuttgart, Mainz 1983, S. 187.
- [6] Vgl. Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Statistisches Jahrbuch 1985 für die Bundesre-

- publik Deutschland, Stuttgart, Mainz 1985, S. 575.
- [7] STREBEL, H.: a.a.O., S. 107 ff.
- [8] Der Bundesminister des Inneren (Hrsg.): Umweltprogramm der Bundesregierung, "betrifft" 9, Bonn o.J.
- [9] Vgl. etwa Der Rat der Sachverständigen für Umweltfragen: Umweltgutachten 1974, a.a.O., S. 235 f.
- [10] Der Bundesminister für Forschung und Technologie (Hrsg.): Umweltforschungsbe-

- richt 1982, Bonn 1982, S. 10.
- [11] WEISSERMEL, K.; ARPE, H.-J.: Industrielle organische Chemie, 2. Aufl., Weinheim, New York 1978, S. 138 f.
- [12] Vgl. etwa KLEINALTENKAMP, D.: Recycling-Strategien, Berlin 1985.
- [13] Vgl. PAUTZ, D.; PIETRZENIUK, H.-J.: Abfall und Energie, Berlin 1984.



UNTERTAGEBAU



- BIG BITE -

FUCHS
INTERNATIONAL

ELDRA

MAG

FUCHS

CNC-CENTER

...eine heimische
Unternehmensgruppe
mit weltweiter
Anerkennung

FUCHS & CO. Aktiengesellschaft
Puntigamer Straße 127
A-8055 Graz/Austria
Tel.: (0316) 29 15 45-0
Telex: 03-1217 (eldma)