Technik • Wirtschaft • Umweltschutz

Herausgegeben

von

Prof.Dr.-Ing. Karl J. Thomé-Kozmiensky

Technische Universität Berlin
Institut für technischen Umweltschutz

Redaktion

Hella F. Bielefeld

Anzeigenverwaltung

Cornelia Avenarius

EF

EF-Verlag für Energie und Umwelttechnik GmbH

Technik · Wirtschaft · Umweltschutz

Karl J.Thomé-Kozmiensky
Werner Schenkel

Konzepte

in der

Abfallwirtschaft 3

Redaktion dieses Bandes

Hella F. Bielefeld

Textbearbeitung und Satz Barbara Schwarz · Zeichnungen Birgit Kehl

EF

EF-Verlag für Energie und Umwelttechnik GmbH

Technik · Wirtschaft · Umweltschutz

CIP-Titelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Konzepte in der Abfallwirtschaft. - Berlin :
EF-Verl. für Energie- und Umwelttechnik. - 22 cm
(Technik, Wirtschaft, Umweltschutz)
Erscheint unregelmässig

1 (1987) -

ISBN 3-924511-14-4

Copyright: Prof.Dr.-Ing. Karl J. Thomé-Kozmiensky
Alle Rechte vorbehalten
Verlag: EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH
Berlin 1990
Druck: E. Mühlthaler's Buch- und Kunstdruckerei GmbH, München
Buchbinderische Verarbeitung: Conzella - Urban Meister, München

Rechte, insbesondere die der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Titel dieses Buches darf ohne die Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form - durch Fotokopie, Mikrofilm oder irgendeines anderen Verfahren - reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden.

Warenzeichen: Wenn Namen, die in der Bundesrepublik Deutschland als Warenzeichen eingetragen sind, in diesem Buch ohne besondere Kennzeichnung wiedergegeben werden, so berechtigt die fehlende Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß der Name nicht geschützt ist und von jedermann verwendet werden darf.

EF

EF-Verlag für Energie und Umwelttechnik GmbH

Prof. Dr.-Ing.
Karl J. Thomé-Kozmiensky



Vorwort

Dies ist die Zeit der integrierten Abfallwirtschaftskonzepte. Integriert – dies hat sowohl einen regionalen als auch einen Aspekt der Abfallqualität. In der Praxis versteckt sich häufig hinter dem Begriff des integrierten Abfallwirtschaftskonzepts nur ein kleiner Teilaspekt der Hausmüllentsorgung, das aber ist nicht gemeint.

Die Notwendigkeit für umfassende und auch neue Konzeptionen kommt im Zitat gleich zu Beginn des ersten Beitrags zum Ausdruck: "Wir leben in einer Phase der Geschichte der Nationen, die wie keine zuvor Bedarf hat nach internationaler Kooperation und Verantwortung." Die Abfallwirtschaft – das ist nicht nur eine Frage der Behandlung des Mülls. Sie ist Teil der gemeinsamen Überlebensinteressen, insbesondere "zur Verminderung der Ressourcenverschwendung und der Umweltverschmutzung". Dies gilt für die Industrieländer ebenso wie für die Entwicklungsländer. Das Fehlen von wahrhaft integrierten Abfallwirtschaftskonzepten, die sowohl den vor- als auch den nachsorgenden Bereich umfassen müssen, macht sich immer häufiger als Hemmschuh für notwendige Entwicklungen bemerkbar. Es ist modern und richtig, die Vermeidung und Verwertung von Abfällen in den Vordergrund zu stellen. Durch diese Forderung darf aber nicht die Planung der Abfallbehandlung und der umweltgerechten Deponierung der Reststoffe ersetzt werden, wie dies manchem verantwortungslosen Politiker mit seinem an Wahlperioden orientierten Horizont heute opportun erscheint.

Hier wird eine Sammlung von Beiträgen vorgelegt, die viele Facetten der konzeptionellen Abfallwirtschaft enthält: Die ökonomischen Instrumente zur Steuerung der Abfallpolitik werden ebenso wie Probleme der betrieblichen Praxis – z. B. Betriebsformen

kommunaler Entsorgungsbetriebe und die Anforderungen an den zeitgemäßen Fuhrpark – dargestellt.

Regionale Abfallwirtschaftskonzepte werden beispielhaft für Marburg und Gera, aber auch für ein ganzes Bundesland vorgestellt.

Ein Nebenaspekt der Integration in Deutschland ist die Veränderung der Abfallzusammensetzung. Dies wird am Beispiel des Verpackungsabfalls in den neuen Bundesländern deutlich gemacht.

Grundlage für die Planung sind vernünftige Eckwerte, deren Fehlen in der Regel die gesamte Planung zum Luftschloß macht. Instrumente zur Ermittlung des Abfallaufkommens aus Gewerbe und Industrie sind die Erstellung fortschreibungsfähiger Kataster und die Erarbeitung branchenspezifischer Abfallkennziffern.

Die Problemvielfalt von integrierten Konzepten wird an den Beiträgen über die verschiedenen, bei der Planung zu berücksichtigenden Abfälle aus unterschiedlichen Gewerbe- und Industriezweigen deutlich: Abfälle aus Maler- und Lackierbetrieben, Quecksilber und FCKW-haltige Abfälle, Sonderabfälle aus medizinischen, wissenschaftlichen und graphischen Einrichtungen, Schlachtabfälle, Tierkörper und Tierkörperteile, Abfälle aus der Autoverwertung, Kabelabfälle, PVC-Abfälle und kontaminierte Böden als besonderer Abfall aus den Handlungen der Vergangenheit.

Integrierende Beiträge über die Möglichkeiten des ökologischen Wirtschaftens durch Unternehmensstrategien, über die Konzeption eines internationalen Unternehmens zur Abfallvermeidung und -verwertung und über die Sonderabfallwirtschaft in einem Bundesland runden die Informationen ab.

Das Buch gibt kein patentfähiges Abfallwirtschaftskonzept, aber eine Fülle von Informationen für diejenigen, die verantwortlich an Konzepten arbeiten.

Berlin, November 1990

Prof. Dr.-Ing. Karl J. Thomé-Kozmiensky
Institut für Technischen Umweltschutz
– Fachgebiet Abfallwirtschaft –

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung

Werner Schenkel — Ökonomische Instrumente in der Abfallwirtschaft 1

2. Konzepte für Siedlungsabfälle

Georg Fischer — Betriebsformen kommunaler Entsorgungsbetriebe 21

Bernd Winkler — Anforderungen an einen zeitgemäßen Fuhrpark 25

Bernd Bilitewski, Kristian Kijewski — Abfallbehandlung nach dem Marburger Modell 51

Andreas Müller, Jan Uwe Lieback, Harald Büsser, Fritz Liebert — Integriertes Abfallwirtschaftskonzept für die Stadt und den Landkreis Gera 63

Jürgen Herrler — Stoffliche und biologische Verwertung von Hausmüll und hausmüllähnlichen Abfällen in Bayern 75

Karl-Heinz Pitz — Ein Konzept zur Verwertung organischer Abfälle 95

Gert Wille — Verpackungsabfall in der DDR – Stand und Erfordernisse 101

Hermann Laistner — Ökonomische Abfallvermeidungs- und Verminderungsmodelle 107

3. Konzepte für Abfälle aus Industrie und Gewerbe

Erich Österle, Bernhard Braun, Ralph Mroß — Ermittlung des Abfallaufkommens aus Gewerbe durch fortschreibungsfähige Abfallkataster 115

Bernd Bilitewski, Georg Härdtle, Klaus Marek	Ermittlung des Abfallaufkommens aus Industrie und produzierendem Gewerbe durch branchenspezifische Abfallkennziffern	131
Michael Meetz, Wolfgang Kuhn,	Entsorgungskonzepte für Mal- und Lackierereien	141
Silke Lammers	Möglichkeit der Behandlung von metallhaltigen Sonderabfällen	153
Stefan Drauschke	Entsorgungskonzept für Sonderabfälle aus medizinischen und wissenschaftlichen Einrichtungen für den Großraum Berlin	163
Michaela Birkholz	Die Entsorgung von Schlachtabfällen, Tierkörpern und Tierkörperteilen	177
Jürgen Kussatz	Alt-Auto-Entsorgung	187
Eberhard Meller	Mögliche Beiträge der Industrie zur Abfallwirtschaft	205
Rolf Kreibich	Ökologisches Wirtschaften durch neue Unternehmensstrategien	211
Marina Franke	Konzeption eines Konzerns zur Abfall-vermeidung und -verwertung	223
Bernd Neukirchen	Sonderabfallkonzept in Nordrhein-Westfalen – mögliche Schlußfolgerungen für Berlin	233
Carl-Otto-Zubiller	Sonderabfallwirtschaft in Hessen – mögliche Schlußfolgerungen für Berlin	241
Joachim Eckstein	Sortenreines Kunststoff-Recycling am Beispiel PVC	251
Hans Jürgen Aust	Anlage zur Reinigung kontaminierter Böden auf physisch/chemischer Basis	257
Günter Schulz, Waltraut Dietzel	Entwicklung eines Verfahrens zur naßmechanischen Aufbereitung von Kabelrückständen	265

1. Einführung

Ökonomische Instrumente in der Abfallwirtschaftspolitik

Werner Schenkel, Manuela Jacobs-Taake

1. Einleitung 1
2. Abfallprobleme 2
3. Ziele der Abfallwirtschaft 4
4. Ökonomische Instrumente 7
4.1. Grundsätzliche Anmerkungen 7
4.2. Zertifikate 8
4.3. Abgaben und Steuern 9
4.4. Entsorgungskosten 10
4.5. Stabilisierungszahlungen für Altmaterialien 11
4.6. Der Rückkauf 12
4.7. Schwierigkeit bei der Bewertung ökonomischer Instrumente 13
4.8. Mögliche zukünftige Instrumente (ökonomische und administrative) 14
4.8.1. Weltressourcensteuer (Utopie) 14
4.8.2. Verkauf von Nutzen statt von Produkten 15
4.8.3. Produktverwertungsabgabe und Produktverantwortung 17
4.8.4. Veränderung des Gewerberechts (§ 823 BGB) 18
4.8.5. Zeitlich begrenzte Abnahmerechte 18
4.8.6. Entsorgungspflicht der chemischen Industrie 19
5. Schluß 20
6. Literatur 20

1. Einleitung

"Wir leben in einer Phase der Geschichte der Nationen, die wie keine zuvor Bedarf hat nach internationaler Kooperation und Verantwortung", so heißt es im Brundtland-Bericht ("Our Common Future"), einem globalen Aufruf zur Aktivierung gemeinsamer Überlebensinteressen, insbesondere zur Verminderung der Ressourcenverschwendung und der Umweltverschmutzung. "Das Ausmaß der Ressourcenverschwendung in den Industrieländern ist weder für diese noch für die Welt als Ganzes aufrechtzuerhalten. Die Umweltverschmutzung, zunächst nur als Problem der reichen Länder und als Nebeneffekt industriellen Wachstums verstanden, ist inzwischen zu einem Überlebensthema für viele Entwicklungsländer geworden. Viele der derzeitigen Versuche zur Sicherung und Steigerung des Lebensstandards, zur Bedürfnisbefriedigung und zur Verwirklichung menschlicher Ambitionen sind nicht durchzuhalten – weder in den reichen noch in den armen Ländern".

U.Simonis und E.U.v.Weizsäcker schreiben in ihrer Studie (2) über globale Umweltprobleme dazu weiter:

"Die weltweite Umweltdiskussion begann mit dem Sichtbarwerden der ökologischen Effekte der Ökonomie. Nun beginnt das Bewußtwerden der ökonomischen Effekte der Ökologie. Luft-, Wasser-, Boden- und Abfallprobleme haben erhebliche Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit der Ökonomie. Nachdem die Verschuldungskrise die ökonomischen Abhängigkeiten der Nationen deutlich sichtbar gemacht hat, macht die Umweltkrise deren ökologische Interdependenz bewußt".

Ökologie und Ökonomie werden immer intensiver verflochten – lokal, national und global und die Erkenntnis hierüber nimmt rasch zu. Umweltprobleme treten heute in den armen Ländern als Folgen von Überbewirtschaftungen genau so auf, wie in den reichen Ländern als Folge ihres materiellen Überflusses. Gleichzeitig läßt die Verschuldenskrise die Umweltkrise aber als unlösbar erscheinen; zumindest stehen viele Entwicklungsländer unter einem enormen ökonomischen Druck, ihre Ressourcenbasis übermäßig auszubeuten und ihre natürliche Umwelt zu belasten. Auf diese enge Verknüpfung von Wirtschaft und Umwelt aber sind die nationalen wie die internationalen Institutionen nicht oder nicht hinreichend ausgerichtet. Derzeit ist es so, daß die Akteure, deren Handeln die Umwelt schädigt, nur schwer in die Verantwortung einbezogen werden können, und im konkreten Konfliktfall mit der Wirtschaft, dem Verkehr, der Landwirtschaft und dem Militär bleibt die Umwelt sowohl national als auch international der Schwächere. Und damit sind wir beim Thema: Wirtschaftliche Instrumente in der Abfallwirtschaft.

2. Abfallprobleme

Der amerikanische Ökonom G. Roegen formulierte drastisch: "Die industrielle Ökonomie verlangt die schnelle Umformung wertvoller Ressourcen in nutzlosen Abfall". Unser derzeitiges Wirtschaftssystem erzeugt zwangsläufig und systematisch Abfall. Das mittlerweile weltweit beklagte Müllproblem ist das konsequente Ergebnis unserer effektiven Produktionsmaschinerie. Wir wissen nicht mehr, was wir mit dem Überfluß an Gütern machen sollen. Wir werfen sie weg. Unsere Gesellschaft hat sich zu einer reichen Wegwerfgesellschaft entwickelt. Die Ökonomie der Ressourcenbewirtschaftung unserer Alten ist vergessen und gilt als antiquiert. Jeder Vorstand ist stolz auf seine Produktionssteigerungen am Ende eines Geschäftsjahres und doch hat er – in erdgeschichtlichen Zeiträumen gedacht – meist nur Abfall produziert. Bei dieser Betrachtungsweise ist zugegebenerweise die Bewertung der dazwischenliegenden Güternutzung unberücksichtigt.

Die moderne Ökonomie kennt zwar die Produktionsfaktoren Arbeit, Kapital und Boden, aber sie hat bisher trotz vieler Bemühungen, noch kein adäquates Mittel zur

Internalisierung von Umweltkosten gefunden. So bleibt zum Beispiel im Falle der Abfallwirtschaft die Frage offen, was mit einem Produkt nach Nutzung oder Gebrauch zu erfolgen hat. Das Produkt wird im Hinblick auf seinen Nutzen entworfen und produziert. Die Antwort auf die Frage, was nach der Nutzung kommt, bleibt meist unbeantwortet.

Diese Frage nach der Internalisierung der Kosten war zwar auch Gegenstand volkswirtschaftlicher Theoriebildung (Physikratischer Ansatz, Property Rights Theory). Sie hat aber meines Wissens bisher keine Umsetzung in die Praxis gefunden. Früher erschienen die Ressourcen unerschöpflich, und man konnte von ungesättigten Märkten ausgehen, deren stetiger Bedarf die neuen Güter und Produkte aufnimmt, ohne die gebrauchten zu verdrängen. Später wiesen unter anderen Meadows und Forrester auf die Begrenztheit der Ressourcen hin und die Produktlebenszyklusanalyse trug der zunehmenden Marktsättigung Rechnung.

Bei niedrigen Energie- und Rohstoffpreisen vergrößerte sich der Materialstrom, und seine Geschwindigkeit von der Rohstoffgewinnung bis zum Verbraucher beschleunigte sich ständig. Die Gesellschaft entwickelte sich von einer materiellen Mangelgesellschaft zur Überfluß- und Wegwerfgesellschaft. Der zunehmende Materialstrom findet sich, wenn auch verschlüsselt, im steten Wachstum der Unternehmen wieder. Dabei wird nicht verkannt, daß das heutige Wachstum des BSP in unserem Land eng mit dem wachsenden Dienstleistungssektor zusammenhängt, der weitgehend vom materiellen Wachstum entkoppelt ist. Trotzdem gibt es bis heute keine, analog zur Geldwirtschaft ausgebildete, Energie- und Stoffbilanz der Unternehmen. Auch an diesem Mangel zeigt sich die geringe Aufmerksamkeit, die der Unternehmer diesem Gesichtspunkt beimißt. Der sparsame Umgang mir Rohstoffen ist nur wichtig, soweit er sich in Geld ausdrücken läßt. Er ist unwichtig, was seine Eigenschaft als endliche Ressource angeht.

Der liberalisierte Welthandel fördert den Import und Export von Rohstoffen und Gütern. Wen rührt es, wenn die Industrieländer Metalle in Form von Halbzeug und Fertigprodukten, Obst in Konserven, Fasern in Form von Zellstoff einführen und die Exportländer mit den damit verbundenen Umweltproblemen alleine lassen. Wer wundert sich eigentlich ernsthaft darüber, daß zum Beispiel die ständigen Einfuhren von Futtermitteln zur Viehzucht, von Metallen für hochwertige Industriegüter, von Brennstoffen zur Energiegewinnung, bei den Importländern als Stoffsenke wirken? In diesen Ländern reichern sich Produktionsrückstände in Form von Stäuben, Schlacken und Schlämmen an. Ein Teil der erzeugten Produkte verbleibt im Lande und muß als Müll entsorgt werden. Schließlich verteilen sich Stoffe diffus nach den Gesetzen der Entropie und reichern Flußsedimente, Straßenbegleitgrün, Klärschlamm und andere mit Schadstoffen an. Wen rührt es an, wenn wir Transformatoren mit Hydrauliköl gefüllt oder Behältnisse mit Pestiziden gefüllt oder Kühlaggregate mit FCKW exportieren, obwohl wir ganz genau wissen, daß die Importländern über keine oder keine ausreichende In-

frastruktur verfügen, um mit diesen Geräten und ihren Betriebsmitteln nach dem Gebrauch des Produkts fertigzuwerden? Würde man eine Rücknahme der Produkte durch die Erzeuger fordern, würde weltweit ein Sturm der Entrüstung ausbrechen. Man würde Handelshemmnisse erkennen und den internationalen Wettbewerbsdruck zitieren, um nachzuweisen, wie unsinnig diese Forderung wäre. Abfallwirtschaft zu betreiben heißt: sparsamer wirtschaften, eine Forderung, die nicht unbestritten ist. So aber sind wir mittlerweile einig, wie verwerflich der Export von Giftmüll in Länder der Dritten Welt ist. Wir brauchen uns dann über die Konsequenz eines weltweiten Handels mit Produkten, die alle Abfall werden, keine unnötigen Gedanken zu machen.

Ich glaube, dies wird auch ein Kernproblem des zukünftigen europäischen Marktes werden. Wenn man den Waren-, Kapital- und Personalaustausch fördert, in dem man nationale Beschränkungen und Begrenzungen aufhebt, dann wird auch die Charakterisierung des Abfallproblems als Stofflußproblem deutlicher. Man kann sich mit den Abfällen als Phänomen beschäftigen. Man kann ihre Sammlung, ihren Transport und ihre Entsorgung beschreiben und regeln. Dies ist aber ungenügend, wenn man eine zukünftige Wirtschaftspoliltik entwirft, wie es derzeit geschieht, deren zwangsläufige Folge die Produktion von Abfall ist. Abfallprobleme haben danach mindestens soviel mit Ressourcenpolitik, Technologieentwicklung, Produktmarketing und anderen zu tun, als mit der Frage, wie man sich ihnen entledigt, ohne daß kostspielige Spätfolgen zu berücksichtigen sind. Diese Verknüpfung spiegelt sich in der derzeitigen EG-Politik nicht wieder. Da wird Abfallwirtschaftspolitik nach meinem Geschmack viel zu sehr als Teil der Umweltpolitik gesehen, und damit werden grundsätzliche ökonomische Zusammenhänge übersehen.

Die Beobachtungen, daß es nichts gibt, was nicht gleichzeitig Abfall und Rohstoff ist, gerät dabei völlig in Vergessenheit. Abfall ist nicht naturwissenschftlich zu definieren, sondern durch die Werte, die die Besitzer der Güter und Produkte damit verbinden. Für uns sind Dinge Abfall, die in armen Ländern oder Gesellschaften noch Rohstoff sind. Wer will da sinnvolle administrative Grenzen ziehen? Die Abfallwirtschaft ist die andere Seite einer Medaille, nämlich industrieller Weltwirtschaft, und so muß sie auch gehandhabt werden.

3. Ziele der Abfallwirtschaft

Die Abfallwirtschaft ist durch drei Bereiche charakterisiert. Der erste Bereich umfaßt die Beschaffung der Rohstoffe, ihre Verarbeitung, ihren Marktwert, die Seltenheit ihres Vorkommens und den Energieaufwand zu ihrer Gewinnung. Der zweite Bereich umfaßt die Technik der umweltfreundlichen, langzeitsicheren Ablagerung. Damit verknüpft sind die Standortfragen, der Flächenbedarf, die chemisch-physikalische Vorbehandlung, die Überwachung, die Kosten und schließlich die Akzeptanz der Beteiligten. Der dritte Bereich schließlich liegt dazwischen. Er umfaßt die Konsequenzen der Technologie, mit der Produkte und Güter erzeugt werden und schließlich die Erzeugung und die Verteilung der Güter selbst.

Damit lassen sich drei Abfallarten unterscheiden. Die sogenannte produktionsspezifischen Abfälle. Sie entstehen bei der Gewinnung, beim Aufschluß von Rohstoffen und der Herstellung der Vorprodukte. Beispiel dafür sind Abfälle aus der Kohlegewinnung und Kohleverstromung, Zementindustrie, Stahlindustrie, NE-Verhüttung usw. Diese Abfallmengen gehen tendentiell zurück, weil die Vorprodukte zunehmend importiert werden und die eigentliche Gewinnung mit ihren Abfällen in den Exportländern verbleibt. Diese Strategie verlangt aber ausreichendes Kapital, um die Rohstoffe zu kaufen und ausreichend Länder, die verkaufen wollen. Sie macht die Industrieländer weitgehend abhängig von den Rohstofflieferanten. Diese Strategie führt dazu, daß die Importländer sich zu "Stoffsenken" entwickeln, mit der Folge, daß sich dort verstärkt Schadstoffe der Umwelt mitteilen. Und schließlich führt diese Strategie dazu, daß die nötige Technologie zum Recycling von Produkten und Gütern, soweit diese Technologie mit der der Gewinnung und Aufkonzentration identisch ist, nicht vorhanden ist und nicht entwickelt wird. Abfälle müssen also exportiert werden, um sie stofflich verwerten zu können. Außerdem gehen die produktionsspezifischen Abfälle zurück, weil zunehmend bessere Technologien, geschlossene Kreisläufe, Rückführmaßnahmen und andere eingesetzt werden.

Anders ist dies bei den Produkten selbst. Jedes Produkt, ob Frischhaltefolie, Getränkebüchse, TV, Auto oder Gebäude wird nach einer gewissen Lebens- und Nutzungsdauer zu Abfall. Es ist eine Frage des Werkstoffes und der Konstruktion, ob eine stoffliche Verwertung möglich ist, und es ist eine Frage der Ökonomie, ob den Kosten für Sammlung, Transport und Destruktion der gebrauchten Güter und Produkte ausreichende Erlöse aus dem Verkauf der Altstoffe gegenüberstehen. Derzeit kann man davon ausgehen, daß zwischen 30 % und 50 % der eingesetzten Materialien wieder verwertet werden. Dies trifft bei Kunststoffen nicht zu.

Sie sind der Prototyp für die derzeitige Produktentwicklung. Sie ist charakterisiert durch anwendungsspezifische Verbundwerkstoffe und Verbundkonstruktionen, durch zunehmende Veredelung mittels chemischer Hilfsstoffe und durch Miniaturisierung. Verbundkunststoffe, Glasfaser- und Keramikwerkstoffe, Hochleistungs-Legierungen und andere sind die Werkstoffe der Zukunft. Die heute recycelten Werkstoffe wie Papier, Glas, Stahl, Guß, Steine, Ziegel, Holz sind dagegen die Werkstoffe der Vergangenheit. Bei den neuen Werkstoffen ist eine stoffliche Verwertung meist gar nicht mehr möglich. Hier wird durch technische Entwicklungen ein politisches Ziel, nämlich stoffliches Recycling als abfallmindernde Maßnahme einzusetzen, möglicherweise undurchführbar gemacht.

Die stoffliche Verwertung von Rohstoffen ist in ihrer Wirkungsweise begrenzt. Die Verwertung setzt außerdem Märkte für die gewonnenen Produkte voraus, die sich bei