

# Ein umweltverträgliches Vermeidungs- und Entsorgungskonzept für Abfälle

Hartmut Hoffmann

**Die Vermeidung von Abfällen spielt derzeit nur eine untergeordnete Rolle. Stattdessen wird von fehlenden Entsorgungskapazitäten gesprochen, und durch den Aufbau neuer Verbrennungskapazitäten für Ersatzbrennstoffe wird die Nachfrage nach Abfall noch gesteigert. Fortschrittliche Entsorgungskonzepte beachten hingegen die Hierarchie Abfallvermeidung, Wiederverwendung, stoffliche Verwertung, Beseitigung.**

**Abfallvermeidung vermindert nicht nur das Müllaufkommen, sondern auch andere Umweltbelastungen durch die Verringerung der Produktion. Die werkstoffliche Verwertung führt zu erheblichen Einsparungen beim Energie- und Rohstoffverbrauch verglichen mit der Abfallverbrennung. Die getrennte Erfassung von Wertstoffen erleichtert die werkstoffliche Verwertung beträchtlich. Als Alternative zur Müllverbrennung hat sich inzwischen die mechanisch-biologische Abfallbehandlung (MBA) als Methode etabliert.**

*Schlüsselwörter: Abfallvermeidung, Mehrwegsysteme, stoffliche Verwertung, Energieeinsparung, getrennte Abfallsammlung, alternative Abfallbehandlung.*

## Abfallvermeidung

### Kategorien der Abfallvermeidung

Auch wenn sich die Recyclingquote in den letzten 20 Jahren erhöht hat bzw. auf Ostdeutschland bezogen wieder angestiegen ist, das gesamte Abfallaufkommen ist in Deutschland im Großen und Ganzen konstant geblieben, trotz aller Bekenntnisse, dass die Abfallvermeidung oberste Priorität hat.

Dies liegt zum Teil daran, dass es für die Abfallvermeidung kein universelles Patentrezept gibt. Derzeit kommt es sehr auf freiwilliges Verhalten an. Mit rechtlichen Instrumenten lässt sich die Vermeidung von Abfällen nur schwer durchsetzen. Ein Beispiel dafür, dass dies doch möglich ist, war die Bepfandung der Einwegflaschen für Getränke, aber die Schwierigkeiten waren

enorm. Auf staatlicher Ebene kommt es daher auch auf verhaltenssteuernde Instrumente (z.B. auf ökonomische Instrumente wie Zuschüsse und Abgabenregelungen) an. Wichtig ist auch eine konsequent auf Umweltschutz ausgerichtete Abfallberatung.

Grundsätzlich gibt es mehrere Kategorien der Abfallvermeidung:

1. „Verzicht“ auf Gegenstände, die später zu Abfall werden (z. B.: Einwegkameras, Einwegverpackungen, Ablehnung von Werbebroschüren im Briefkasten)
2. Wiederverwendung von Gegenständen (z. B.: Mehrwegflaschen; Verkaufen, Verleihen und Verschenken von gebrauchten Gegenständen)
3. Überlegtes Verhalten beim Einkaufen, um z.B. den Verderb von Lebensmitteln möglichst zu verhindern
4. Reparatur von Gegenständen
5. Nutzung langlebiger Gegenstände
6. Verringerung des Materialeinsatzes bei der Herstellung von Gebrauchsgegenständen
7. Umweltgerechte Produktgestaltung

Die ersten fünf Kategorien gelten nicht nur für private Haushalte, sondern auch für Industrie-, Gewerbe- und Dienstleistungsbetriebe.

#### Kontakt:

Dr. rer. nat. Hartmut Hoffmann  
Schlesienstr. 8  
91217 Hersbruck

**Abstract**

Prevention of waste doesn't play an important role nowadays. Instead, it is talked about a lack of capacities for the handling of waste. By establishing large capacities for incineration of refuse derived fuel (RDF) the demand for waste would even increase. Intelligent concepts, however, follow the hierarchy: Prevention, reuse, recycling and safe landfill.

Prevention of waste reduces not only the amount of waste, but also other environmental problems by the reduced production. Recycling leads to enormous reduction of consumption of energy and resources compared with incineration. The separated collection of recyclables makes recycling easier. As an alternative to waste incineration the method of mechanical-biological treatment (MBT) has meanwhile been established.

*Key words: Prevention of waste, reusable packaging, recycling, saving of energy, separated collection of waste, alternative treatment of waste*

es bei Jogurtgläsern ja bereits ein funktionierendes Mehrwegsystem. Genau so könnten nach einer gewissen Umstellungszeit alle Einwegverpackungen aus Glas durch Mehrweg-Flaschen oder Mehrweg-Gläser ersetzt werden. Denn ob Getränke in Einweg- oder Mehrwegflaschen abgefüllt werden, ist kein besonderes technologisches Problem. Auch bei Obst- und Gemüsekonserven, die derzeit noch in Einweggläsern verpackt sind, ließe sich der Übergang auf Mehrweggläser durchführen. Die entsprechende „Vielwecknorm“ (DIN-Norm 6110) gibt es bereits. Ebenso könnten die Konservendosen sowie die meisten Verbundverpackungen auf diesem Wege ersetzt werden.

Im Getränkebereich sind inzwischen auch Mehrwegflaschen aus Kunststoff eine Alternative, da sie leichter und unzerbrechlich sind. Kunststoffflaschen, egal ob Einweg oder Mehrweg, sind allerdings problematisch, weil mit ihnen ein gewisser Schadstoffeintrag in das Getränk verbunden ist (WELLE 2007).

Während die Mehrwegquote bei Bier ihren alten Stand halten konnte, vollzog sich im Bereich der Verpackungen für nicht-alkoholische Getränke in den vergangenen Jahren eine negative Entwicklung. Der Anteil an Mehrwegflaschen sank von fast 2/3 im Jahr 2000 auf etwa 30 - 35 % im Jahr 2007 (WILLE 2007). Mit dazu beigetragen hat das 2003 eingeführte Einwegpfand. Durch die Pfandregelung sind zwar Getränkedosen weitgehend aus den Regalen verschwunden; der Anteil der Einwegflaschen im Restmüll wurde deutlich reduziert und damit die Verwertungsquote erhöht. Gleichzeitig ist aber für die Verbraucher die Unterscheidung zwischen Einweg- und Mehrwegflasche schwieriger geworden, denn beide Flaschen sind mit (allerdings unterschiedlichem) Pfand belegt. Nur wenn auf der Flasche der Hinweis „Mehrwegflasche“ zu finden ist, wird die Flasche auch tatsächlich wiederbefüllt und im Kreislauf geführt.

Aufgrund von Verunreinigungen im PET-Granulat, das aus PET-Einwegflaschen gewonnen wird, kann der Kunststoff nur zu einem geringen Teil wieder für Flaschen eingesetzt werden. Das meiste findet Verwendung bei der Produktion von Polyesterfasern, wobei ein Teil des Granulats nach Übersee exportiert wird (WILLE 2007).

Öko-Bilanzen zeigen klar, dass Mehrwegflaschen gegenüber Einwegflaschen deutliche ökologische Vorteile aufweisen (SCHONERT 2002).

Auch andere Produkte als Lebensmittel lassen sich gut in Mehrweg verpacken, wie z.B. flüssige Wasch- und Reinigungsmittel. Hier haben die wiederbefüllbaren Mehrwegflaschen aus Kunststoff ebenfalls ihre ökologische Berechtigung.

Mehrwegsysteme gibt es auch bei Transportverpackungen. Allgemein bekannt sind die genormten Euro-Paletten und die Obst- und Gemüsekisten aus Kunststoff.

be und für Institutionen wie Schulen, Kindergärten, Kliniken und nicht zuletzt auch für staatliche Behörden.

Über die sieben Kategorien der Abfallvermeidung hinaus gibt es noch Abfallverminderungsmaßnahmen in Form einer innerbetrieblichen Abfallverwertung, bei der anfallende Wertstoffe vor Ort verwertet werden. Ein Beispiel dafür im Bereich der Privathaushalte: Die Eigenkompostierung von Küchen- und Gartenabfällen.

Bei der umweltgerechten Produktgestaltung hat die Wirtschaft die verantwortungsvolle Aufgabe, neben der Funktionalität der Produkte auch ihre Langlebigkeit, Reparaturfreundlichkeit, Schadstofffreiheit, Demontierbarkeit und Wiederverwertbarkeit zu berücksichtigen.

Das Vermeiden von Abfall vermindert nicht nur das Müllaufkommen. Sehr wichtig sind auch die indirekten Effekte durch die vermiedene Produktion der Gegenstände, wie die Verringerung der Luft- und Abwasserbelastungen und die Einsparungen beim Wasser-, Energie- und Rohstoffverbrauch. Grundsätzlich führt auch Recycling zu Einsparungen, die aber nicht so hoch sind wie die durch die Vermeidung von Abfall. Langlebigkeit ist also von noch größerer Bedeutung als Recycling.

Ein positives Beispiel für Abfallvermeidung in Gewerbebetrieben ist der in vielen Hotels und Pensionen zu beobachtende „Verzicht“ auf Einwegverpackungen für das morgendliche Frühstück. Abfallvermeidung kann auch zu Umweltbelastungen führen. So müssen z.B. Mehrwegflaschen gespült werden. Die Stoff- bzw. Energiebilanz ist aber in der Regel günstiger.

**Mehrwegsysteme bei Verpackungen**

Von staatlichen Stellen, aber auch von der Wirtschaft müssen Maßnahmen und Regelungen getroffen werden, die Mehrwegsysteme zumindest im Getränkebereich zu erhalten, besser noch, sie auszubauen. Über den Getränkebereich hinaus gibt

**Abfallverwertung****Werkstoffliche statt energetische Verwertung**

Für die nicht vermiedenen Abfallfraktionen sind Verwertungsstrategien notwendig. Dabei ist auch an Verwertungskaskaden zu denken, das heißt, dass bei der Verwertung Recyclingproduk-

te entstehen, die nicht mehr ganz die gleichen Werkstoffeigenschaften haben wie das ursprüngliche Material, die aber für den neuen Zweck völlig ausreichen. Ein klassisches Beispiel dafür ist Recyclingpapier.

Die stoffliche Verwertung von Abfällen leistet einen erheblichen Beitrag zum effizienten Umgang mit den begrenzten Ressourcen. Dies gilt auch im Hinblick auf die Energierohstoffe!

Denn es wird allzu oft übersehen, dass durch die werkstoffliche Verwertung von Abfällen erhebliche Mengen an Energie einzusparen sind, nämlich die zur Neuproduktion der Waren aus Primärrohstoffen. Und diese Produktionsenergie, die z.B. bei Papier, Pappe und zahlreichen Kunststoffen etwa ebenso hoch ist wie der Heizwert, geht bei der Verbrennung vollständig verloren. Im Vergleich dazu verbraucht Recycling erheblich geringere Mengen an Energie. Bei der Verbrennung wird hingegen nur ein Teil des Heizwerts zurückgewonnen.

Auch bei Abfällen wie Altpapier und Altkunststoffen hat Recycling diese Vorteile, und für metallische und mineralische Abfallfraktionen gilt dies natürlich erst recht.

Dies sei am Beispiel Papier näher erläutert:

- Der Heizwert von Papier beträgt etwa 15 MJ/kg.
- Die Produktion eines kg Papier aus Zellstoff benötigt durchschnittlich rund 15 MJ. Die Gesamtenergie, also Heizwert plus Produktionsenergie, beträgt also rund 30 MJ/kg (NEIDHARDT 1988).
- Bei der Müllverbrennung ist bei Kraft-Wärme-Kopplung mit einem durchschnittlichen Wirkungsgrad von 35 % nur rund 5,3 MJ/kg (35 % von 15 MJ/kg) Energie zu erzeugen (REIMANN 2004).
- Der Nettoverlust beträgt somit rund 24,7 MJ/kg von ursprünglich 30 MJ/kg.
- Demgegenüber ist für die Produktion von 1 kg Recyclingpapier aus Altpapier ein Energieaufwand von durchschnittlich nur 8 MJ notwendig. Der gesamte Heizwert bleibt erhalten.
- Beim Recycling von Altpapier beträgt der Nettoverlust also lediglich 8 MJ/kg statt 24,7 MJ/kg bei der Verbrennung.

Das inländische Aufkommen an Altpapier bzw. -pappe betrug im Jahr 2006 rund 15 Millionen t. Aus diesen Angaben ergibt sich rein rechnerisch eine Energieeinsparung von über 60 TWh/Jahr (an Strom und Wärme). Ähnliche Zahlen ergeben sich bei der Verbrennung bzw. der werkstofflichen Verwertung von Kunststoffabfällen. Beim werkstofflichen Recycling muss ein Energieaufwand von rund 9 MJ/kg für das Sammeln, die maschinelle Trennung, das Nachreinigen und das Einschmelzen von sortenrein erfassten Kunststoffabfällen berücksichtigt werden (NEIDHART 1988, KINDLER & NIKLES 1980), was wenig ist bei einem Produktionsenergieaufwand in der Größenordnung von rund 40 MJ/kg. Selbst bei Produkten mit so hohem Heizwert schneidet die werkstoffliche Verwertung also immer noch günstiger ab als die Verbrennung (Tab. 1). Wenn sich also Chemie- und Kunststoffindustrie bei der Einführung des Dualen Systems lange gegen eine Teilnahme gestäubt hatten und statt dessen der „Thermischen Verwertung“ den Vorzug geben wollten, so war das Irreführung. Den Industrien ging es in erster Linie darum, ihre Neuprodukte zu verkaufen. Besonders in den Anfangsjahren des Dualen Systems war die Verwertung gemischter Kunststoffabfälle

Kunststoff	Produktionsenergie (MJ/kg)	Heizwert (MJ/kg)	Energie-Äquivalent (MJ/kg)	Verhältnis von Heizwert zu Energie-Äquivalent
Polyethylen	27	43	70	0,61
Hart-PVC	35	18	53	0,34
PET	53	31	84	0,37

Tab. 1: Vergleich von Heizwerten und Energie-Äquivalenten für einige Kunststoffe (KINDLER & NIKLES 1980)

aufgrund fehlender Technologien mit vielen Schwierigkeiten verbunden, was dann auch zu einigen Skandalen führte.

KAuch hinsichtlich der Verminderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Recycling sind positive Effekte festzustellen. Berechnungen des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (EDER 2008, PFLAUM & HIEBEL 2008) ergaben für Papier/Pappe sowie für Stahl eine Verringerung des Ausstoßes an Treibhausgasen durch Recycling von jeweils 56 %, verglichen mit der Produktion der entsprechenden Materialien aus Primärrohstoffen, bei Kupfer lag das Einsparpotential bei 64 %, bei Polyethylenfolie bei rund 70 % und bei PET sogar bei fast 85 %.

Nach einer Studie des Ökopol-Instituts werden schon derzeit rund 160 Millionen t CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Jahr in den 27 EU-Ländern allein durch Recycling eingespart (SANDER 2008).

Möglich wäre eine Einsparung von weiteren 144 Millionen t CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Jahr, wenn alle EU-Länder die selbe Recyclingquote vorweisen könnten (65 %) wie Spitzenreiter Holland. Mit der Vergärung von Bio- und Restmüll könnten noch zusätzlich rund 40 Millionen t CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Jahr eingespart werden. Erreichbar wäre also ein Einsparziel von über 340 Millionen t CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Jahr verglichen mit einer Recyclingquote von 0 %.

Aus den hier dargelegten Gründen sollte der Begriff „energetische Verwertung“ in der Regel in Anführungszeichen verwendet werden.

In der **Praxis** steht die „energetische Verwertung“ genauso wie die Restmüllverbrennung in direkter Konkurrenz zur Vermeidung und Verwertung; gerade die Diskussionen um die Kunststoffverwertung und um die Mitverbrennung von Sekundärbrennstoffen haben das deutlich gezeigt.

Dass die stoffliche Verwertung von Abfällen aus der getrennten Erfassung kostengünstiger als die Verbrennung ist, gilt außer für Bioabfall, Altpapier, Altglas und Metallen inzwischen auch bei einer Reihe von Kunststoffen. Aufgrund des starken Anstiegs der Ölpreise und somit auch der Preise für Rohware in den letzten Jahren lassen sich die gängigen Kunststoffsorten wie PE (Polyethylen), PP (Polypropylen) und PET (Polyethylenterephthalat) aus dem Bereich der Verpackungen kostendeckend verwerten. Bei reinen Kunststoffabfällen, wie sie in Gewerbebetrieben anfallen können, war das übrigens schon immer der Fall.

## Getrennte Erfassung

Um Abfälle stofflich verwerten zu können, ist es am effektivsten, sie bereits an der Anfallstelle, also im Haushalt oder im Betrieb, getrennt zu sammeln und erfassen. So ist am ehesten gewährlei-

stet, Sekundärrohstoffe von hoher Qualität zu erzeugen. Werden Abfälle nicht ausreichend getrennt, wird die Aufbereitung des Abfallgemischs aufwändiger. Ein Abfall mit undefinierten Eigenschaften kann aber nicht vollständig in Produkte mit definierten Eigenschaften zerlegt werden (CHRISTIANI 2006). Bei Sortierprozessen muss nämlich stets der Wirkungsgrad beachtet werden, der stets unter 100 % liegt. Je besser die Vorsortierung, desto besser das Ergebnis des Trennverfahrens.

Es muss aber angesichts der Rohstoffknappheit künftig verstärkt versucht werden, auch aus dem Restmüll stofflich verwertbare Fraktionen abzutrennen, die zu Sekundärrohstoffen 2. und 3. Qualität aufbereitet werden können. Mit automatisierten Sortiersystemen können solche Wertstoffe aus einem Abfallstrom isoliert werden, was nicht nur bei Metallgegenständen im Abfall funktioniert. Auch die weitere Abtrennung von Wertstoffen mit Hilfe des Kryorecycling-Verfahrens gehört dazu (siehe Beitrag von Rosin in diesem Heft auf S. XX ff.).

Die gemeinsame Erfassung **aller** Abfälle in einer einzigen Tonne („Mischtonne“) mit anschließender Aussortierung von Wertstoffen mit aufwändiger Technik wird aber von den meisten Fachleuten als der falsche Weg betrachtet, denn durch den hohen Verschmutzungsgrad der gemeinsam gesammelten Abfälle lassen sich qualitativ hochwertige Wertstoffe nicht gewinnen, sondern nur solche der 2. und 3. Qualität. Die fehlenden Sekundärrohstoffe der höchsten Qualität würden dann auf dem Markt durch Neuware ersetzt.

### Hol- und Bringsysteme

Die getrennte Erfassung von Wertstoffen kann sowohl mit Hol- als auch mit Bringsystemen erfolgen. Bei Bringsystemen, bei denen die Bevölkerung ihre Wertstoffe selbst anliefert, ist die Sortenreinheit der Abfallfraktionen besser, während bei Holsystemen die erfasste Menge höher liegt.

Ein Bringsystem besonderer Art stellen die in einigen Teilen des Landes verbreiteten Recyclinghöfe oder Wertstoffhöfe dar. Dort werden Wertstoffe erfasst, für die ein eigenes Sammelsystem nicht lohnen würde, wie z.B. Kork und Styropor. Auf einigen Höfen werden auch Sperrmüllgegenstände angenommen, vor allem solche, die noch aufgearbeitet werden können.

Werden alle Wertstoffe auf Recyclinghöfen getrennt erfasst, also auch Verpackungsabfälle, ist die Sortenreinheit dieser Abfallfraktionen deutlich höher als bei den Gelben Tonnen oder Säcken. Auf diese Weise könnten ortsansässige Verwerterbetriebe mit diesem Material direkt beliefert werden. Voraussetzung ist natürlich, dass die Bevölkerung dieses System akzeptiert.

### Behandeln, Beseitigen

Seit dem Inkrafttreten der Abfallablagereungs-Verordnung am 1. Juni 2005 dürfen Siedlungsabfälle nicht mehr ohne vorherige Behandlung auf Deponien abgelagert werden (AbfAbIV). Zu den Siedlungsabfällen zählen u. a. Restmüll, Sperrmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Bauabfälle und Klärschlamm. Für behandelte Abfälle gelten sogenannte Zuordnungskriterien, die gewähr-

leisten sollen, dass nur noch solche Abfälle auf Deponien abgelagert werden, bei denen es zu keiner nennenswerten Gasbildung kommen kann. Bei belastetem Boden, Bauschutt oder Dachpappe werden allerdings Überschreitungen von Zuordnungskriterien genehmigt.

Etwa 70 % des Restmülls aus Haushalten wird in Deutschland ohne weitere Aufarbeitung verbrannt, mit allen bekannten Folgen für die Umwelt (siehe Beiträge von Rosin und Frentzel-Beyme in diesem Heft). Als Alternative zur direkten Müllverbrennung hat sich in den vergangenen 20 Jahren die mechanisch-biologische Abfallbehandlung (MBA) in der Abfallwirtschaft etabliert.

Bei diesen Verfahren wird der Abfall verschiedenen mechanischen Trennstufen unterzogen, in denen er zerkleinert, gesiebt und homogenisiert wird. Außerdem werden Eisen- und Nicht-eisenmetalle abgeschieden. Übrig bleibt ein Gemisch aus verschmutzten Wertstoffen, biologisch abbaubarem und mineralischem Material.

Die Steine und anderes mineralisches Material können ausgeschleust und ohne weitere Behandlung deponiert werden. Aus der Fraktion der verschmutzten Wertstoffe lassen sich noch verwertbare Stoffe abtrennen. In der Praxis werden die Produkte aus der Aufarbeitung aber „energetisch“ statt stofflich verwertet, also schlicht und einfach verbrannt.

Für die biologische Behandlung der organikreichen Fraktion stehen zwei grundsätzlich verschiedene Technologien zur Verfügung:

Bei den aeroben Verfahren wird der Müll über einen Zeitraum von mehreren Wochen zunächst unter Luftzufuhr intensiv gerotet und anschließend einer ebenfalls mehrwöchigen Nachrotte zugeführt. Der so behandelte Rest kann dann auf eine Deponie verbracht werden.

Bei den anaeroben Verfahren erfolgt eine Vergärung unter Sauerstoffabschluss. Das dabei erzeugte Biogas lässt sich thermisch nutzen. Der übrig bleibende Gärrest muss einer Nachrotte unterzogen werden, bevor er deponiert werden kann.

### Schlussfolgerung

In einer Öko-Bilanz verschiedener Institute konnte gezeigt werden, dass die untersuchte MBA-Variante beim Treibhauseffekt deutliche Vorteile gegenüber der MVA-Variante aufweist, d.h. die CO<sub>2</sub>-Gutschriften durch die Verwertung von Energie und abgetrennten Wertstoffen überwiegen die Lastschriften durch die Prozessemissionen (IGW 2002). Bei der MVA-Variante können hingegen die Lastschriften durch die Prozessemissionen durch die Gutschriften insbesondere durch die Energieerzeugung nicht komplett gedeckt werden.

Auch bei der Bildung von Photooxidantien (Methan und flüchtige organische Kohlenstoffverbindungen), der Eutrophierung von Öko-Systemen (NO<sub>x</sub>- und Ammoniakemissionen) sowie beim Primärenergieverbrauch schneidet die MBA-Variante deutlich günstiger ab als die entsprechende MVA-Variante.

In einer Studie des Öko-Instituts konnte nachgewiesen werden, dass sich die Ausschleusung von Wertstoffen, die werkstofflich verwertet werden können, sehr positiv auf die Ergebnisse einer

Öko-Bilanz auswirkt (DEHOUST et al. 1998). In Münster z.B. wird der Reststoff wesentlich intensiver aufgearbeitet wird als dies bei einer durchschnittlichen MBA der Fall ist.

Dies ist der richtige Weg. Nur durch die Abkehr von der Verbrennungsideologie und durch die Hinwendung zu Abfallvermeidung und zu konsequenter Abfallverwertung werden die Menschen der drohenden Rohstoffknappheit begegnen können.

#### Nachweise

CHRISTIANI, J. (2006): Möglichkeiten und Grenzen der Sortierung von Abfällen, Müll & Abfall 38(10): 532-536.

DEHOUST, G. et al (1998): Systemvergleich unterschiedlicher Verfahren der Restabfallbehandlung für die Stadt Münster, Öko-Institut Freiburg, Darmstadt, Berlin.

EDER, S. W. (2008): Recycling lohnt sich für die CO2-Bilanz, VDI nachrichten, Köln, 13.6.2008

INGENIEURGEMEINSCHAFT WITZENHAUSEN - IGW (2002): Bericht zur zukünftigen Restabfallentsorgung im Landkreis Ebersberg, in Zusammenarbeit mit dem Öko-Institut Darmstadt und dem Ingenieurbüro Haas-Kahlenberg, Witzzenhausen, 30.8.2002.

KINDLER, H., NIKLES, A. (1980): Vergleich von Energie-Äquivalenten und Heizwerten für einige Kunststoffe, Kunststoffe 70(12): 802-807.

NEIDHARDT, R. (1988): Müllverbrennung - Ein brennendes Problem für Mensch und Natur, BUNDargumente, Bonn, 1. Auflage 1988

PFLAUM, H., HIEBEL, M. (2008): Recycling für den Klimaschutz, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik, Oberhausen.

REIMANN, D. O. (2004): „Datenerhebung und Auswertung zur Energieeffizienz 2002/03 am Beispiel bisher berechneter 21 Abfallverbrennungsanlagen“. Vortrag anlässlich der 7. Mitgliederversammlung der ITAD, Mainz, 14.10.2004.

SANDER, K. (2008): Climate Protection Potentials of EU Recycling Targets, Ökopoll, Hamburg, Januar 2008.

SCHONERT, M. et al. (2002): Öko-Bilanz für Getränkeverpackungen II/Phase 2, Umweltbundesamt Berlin.

Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen und über biologische Abfallbehandlungsanlagen vom 31.1.2001 (AbfAbIV).

WELLE, F. (2007): Lebensmittelverpackungen: Alltäglich und doch unscheinbar, Chemie in unserer Zeit 41(2): 96-106.

WILLE, J. (2007): Ex und Hopp und ab nach China - Die Einwegflasche wird 50 und boomt trotz ökologischer Bedenken wie nie zuvor in ihrer Geschichte, Frankfurter Rundschau 15.9.2007.

Anzeige

**DAS grüne BRANCHENBUCH**  
Nordrhein-Westfalen

- Gesund Essen & Trinken**  
Regional und ökologisch
- Bauen & Wohnen**  
Natürlich und komfortabel
- Zukunft der Energie**  
Vorfahrt für erneuerbare Energien
- Gesundheit, Kinder, Kosmetik, Naturtextilien ...**

Mit Sonderteil Nachhaltig Wirtschaften

€ 3,00

BUCHTIPP

Die neue Ausgabe des grünen Branchenbuches für Nordrhein-Westfalen enthält mehr als 4000 Adressen, die Ihnen helfen, Ihr Leben gesund und umweltgerecht zu gestalten - für mehr Lebensqualität mit nachhaltig erzeugten Produkten und Dienstleistungen aus der Region, die die Umwelt schonen. Der Branchenteil führt Sie von A bis Z durch das Spektrum ökologischer Produkte und Dienstleistungen mit vielen zusätzlichen Infos und Tipps. Diesmal mit 62 Seiten Sonderteil „Nachhaltig Wirtschaften in Deutschland - Unternehmen sichern Zukunft“. Weitere aktuelle Regionalausgaben s.unten

176 Seiten, ISBN 3-932309-23-5, 3,00 €

**GUTSCHEIN**

Bitte gewünschte Ausgabe(n) ankreuzen, mit Ihrer Adresse und € 1,45 Porto pro Buch an uns senden.

Hamburg/Schleswig-Holstein     Berlin/Brandenburg  
 Nordrhein-Westfalen             Niedersachsen/Bremen

**Verlag Das grüne Branchenbuch**  
 Lasbeker Str. 9 • 22967 Tremsbüttel • Tel. 04532-21402  
 Fax: 04532-22077 • www.die-gruene-suchmaschine.de  
 service@die-gruene-suchmaschine.de