Strategie
Planung
Umweltrecht

Band 7

herausgegeben von

Karl J. Thomé-Kozmiensky

Andrea Versteyl

TK

Strategie
Planung
Umweltrecht

Band 7

herausgegeben von

Karl J. Thomé-Kozmiensky

Andrea Versteyl



Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Strategie Planung Umweltrecht – Band 7
Karl J. Thomé-Kozmiensky, Andrea Versteyl.
– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2013
ISBN 978-3-935317-93-1

ISBN 978-3-935317-93-1 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2013
Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,
Dr.-Ing. Stephanie Thiel, Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc.
Erfassung und Layout: Petra Dittmann, Sandra Peters,
Martina Ringgenberg, Ginette Teske, Ulrike Engelmann, LL. M., Ina Böhme
Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Perspektiven – Strategie – Recht

Technik als Form der Freiheit
– Überlegungen zur menschlichen Kultur –
Birgit Recki 3

Abfallverbrennung
– Ein energetisches und stoffliches Verwertungsverfahren –
Karl J. Thomé-Kozmiensky 15

Energetische Verwertung nach dem neuen Kreislaufwirtschaftsgesetz
Walter Frenz 37

Änderung des BImSchG und der 13. und 17. BImSchV
Andrea Versteyl 49

Kommende Revision der BVT-Merkblätter im Licht der Richtlinie über Industrieemissionen
Edmund Fleck 61

Der Rechtsrahmen für die energetische Nutzung von Klärgas
Christian Buchmüller und Jörn Schnutenhaus 71

80 Jahre Großanlagenbau im internationalen Umfeld – same same but different?
Seiji Shimoda 79

Abfallverbrennung im 21. Jahrhundert:
Energieeffiziente und klimafreundliche Recyclinganlage und Schadstoffsenke
Johannes J. E. Martin 85

Zukunft der thermischen Abfallwirtschaft
Carsten Stäblein und Monika Lidmila 107

Strategische Ausrichtung der Abfallverbrennung in einem schwierigen Marktumfeld
– Erste Erfahrungen in der Praxis bestätigen effiziente Energieerzeugung mit Mittelkalorik –
Torsten Köhne 127

Perspektiven der Verwertung von Ersatzbrennstoffen in Zementwerken
Renato Sarc, Roland Pomberger und Karl E. Lorber 139

Ressourceneffizienz

Überkapazität in der Abfallwirtschaft – Krise oder Chance?
Martin Brunner 165

Ist eine Null-Abfall-Gesellschaft erstrebenswert?
Heinz-Ulrich Bertram 171

Die Beziehung zwischen Betreiber und Servicedienstleister
Frank Schumacher 209

Kommunale Sammlung von Bioabfällen
Holger Thärichen und Ruth Schäfer 223

Klärschlammentsorgung unter Berücksichtigung des Ressourcen- und Immissionsschutzes
Benjamin Wiechmann 233

Dank 255

Autorenverzeichnis 259

Inserentenverzeichnis 268

Schlagwortverzeichnis 275

Abfallverbrennung
– Ein energetisches und stoffliches Verwertungsverfahren –

Karl J. Thomé-Kozmiensky

1. Abfallaufkommen und kommunale Zuständigkeit 16
2. Offizielle und tatsächliche Siedlungsabfall-Recyclingmengen 17
3. Notwendigkeit der Schadstoffsenke bei der Abfallentsorgung 18
4. Die verschiedenen Verwertungsbegriffe 18
5. Aufbereitung gemischter Abfälle aus Haushalten und Gewerbe 20
6. Mechanisch-biologische Abfallbehandlung 21
7. Abfallverbrennung als Recyclingprozess 21
8. Fazit zur Behandlung von Hausmüll und hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen 24
9. Reformbedarf für die Verpackungsverordnung 24
10. Klärschlammverwertung 30
11. Konsequenzen für Recyclingprozesse 35
12. Literatur 35

Gesetzlich geregelt ist die Abfallwirtschaft in Deutschland seit nunmehr gut vierzig Jahren. Bis dahin basierte die Entsorgung im Wesentlichen nach der örtlichen Situation, meist auf niedrigem Niveau und zwar auf der Basis von Ablagerungen ohne Maßnahmen zum Schutz von Boden, Grundwasser, Oberflächengewässern und Atmosphäre. Mit der Industrialisierung und der Erkenntnis der vor allem in Ballungsräumen auftretenden Hygieneprobleme wurden erste Versuche zur technischen Abfallbehandlung unternommen.

Mit dem *Gesetz über die Beseitigung von Abfallstoffen* (AbfG) vom 7. Juni 1972 wurde das Entsorgungsgeschehen in Deutschland erstmalig rechtlich geregelt. Das Gesetz wurde in den folgenden Jahren mehrfach novelliert und vom Abfallbeseitigungsgesetz zum *Abfallwirtschaftsgesetz* (AbfG) vom 27.08.1986 entwickelt. Mit der Novellierung vom

27. September 1994 erhielt das Gesetz die Bezeichnung *Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz* (KrW-/AbfG), wodurch die Verantwortung der Hersteller und Inverkehrbringer von Produkten dokumentiert werden sollte.

Am 1. Juni 2012 ist das *Kreislaufwirtschaftsgesetz* (KrWG) für Deutschland in Kraft getreten, mit dem die EU-Abfallrahmenrichtlinie vom 19. November 2008 in nationales Recht umgesetzt wurde. Mit der Streichung des Abfallbegriffs aus dem Namen des deutschen Gesetzes soll offensichtlich der Eindruck vermittelt werden, dass der früher geltende Anspruch des umweltschonenden und hygienischen Umgangs mit Abfällen zu Gunsten der vollständigen Abfallvermeidung und -verwertung – Stichwort: *Null-Abfallgesellschaft* – in den Hintergrund getreten ist. Dieser Anspruch geht ebenso an der Realität vorbei wie die Annahme, dass der mit dem neuen Namen des Gesetzes formulierte Ansatz für die primäre Aufgabe der Abfallentsorgung zielführend sein könnte. Im Vordergrund der Abfallentsorgung muss die Daseinsvorsorge stehen, also der langfristige Umwelt- und der Gesundheitsschutz. Im 72 Paragraphen umfassenden Gesetzestext kommt das Wort *Kreislaufwirtschaft* nur in elf Paragraphen vor (1, 3, 7, 10, 11, 12, 17, 23, 25, 26 und 56). Die meisten Bestimmungen beziehen sich auf den Umgang mit Abfällen. Der Name des Gesetzes gibt also den Inhalt nur zum geringen Teil wieder; im weitaus größten Teil des Gesetzes werden abfallrechtliche Aspekte behandelt. Daher ist der Name des Gesetzes irreführend; er weist zudem den Mangel auf, dass eine politische Willensbekundung formuliert und nicht der Inhalt des Gesetzes beschrieben wird. Richtiger wäre die Bezeichnung *Abfallwirtschaftsgesetz*, wie auch durch die *EU-Abfallrahmenrichtlinie* vorgegeben. Der Zusatz *Kreislaufwirtschaft* könnte die angestrebte politische Richtung verdeutlichen. Es handelt sich jedoch weiterhin um ein Abfallgesetz. Warum aber wird der Hauptzweck hinter dem den Inhalt des Gesetzes nur unzulänglich beschreibenden Begriff *Kreislaufwirtschaft* versteckt?

Auch wegen der unabdingbaren Notwendigkeit der Behandlung und anschließenden Beseitigung der Abfälle, die für das Recycling oder die anderweitige Verwertung nicht geeignet sind, führt die Bezeichnung *Kreislaufwirtschaft* für die Beschreibung des Entsorgungsgeschehens zumindest den unbefangenen Bürger zu einer Fehleinschätzung der technischen, ökologischen und ökonomischen Möglichkeiten der Abfallentsorgung.

1. Abfallaufkommen und kommunale Zuständigkeit

Es handelt sich bei den Siedlungsabfällen, für die die öffentlich-rechtlichen Entsorgungspflichtigen, also die Kommunen, in erster Linie die Verantwortung tragen, nur um einen geringen Anteil am Gesamtabfallaufkommen. In Deutschland betrug das Abfallaufkommen im Jahr 2009 etwa 322 Millionen Tonnen. Der größte Teil des Abfallaufkommens wird von der Wirtschaft in eigener Verantwortung, d.h. privatwirtschaftlich entsorgt, in erster Linie verwertet. Vom Gesamtaufkommen waren etwa 48 Millionen Tonnen Siedlungsabfälle; das sind ungefähr fünfzehn Prozent, wofür zum großen Teil aus gutem Grund in erster Linie die Kommunen – öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger – zuständig sind. Die Kommunen übernehmen diese Aufgabe selbst oder vergeben sie unter Beibehaltung ihrer Verantwortung nach öffentlicher Ausschreibung an private Unternehmen oder an Public-Privat-Partnership-Unternehmen.

Die Entsorgung der Siedlungsabfälle ist ein wesentlicher Teil der öffentlichen Daseinsvorsorge. Dank der Zuständigkeit der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger haben wir in Deutschland – auch im internationalen Vergleich – eine Siedlungsabfallentsorgung auf hohem technischen und organisatorischen Niveau, das gleichermaßen hygienische und ökologische, aber auch soziale Aspekte berücksichtigt und dennoch für die Bürger bezahlbar bleibt. Einen Eindruck über das Niveau der Abfallentsorgung in Deutschland vermittelt die Aufstellung der Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland (Tabelle 1).

Tabelle 1: Behandlung von Siedlungsabfällen in Deutschland

•	~ 1.000	Sortieranlagen
•	277	Bioabfallkompostierungsanlagen
•	672	Grünabfallkompostierungsanlagen
•	800 bis 900	Vergärungsanlagen mit Genehmigung für Bioabfall
•	61	mechanisch(-biologisch)e Abfallbehandlungsanlagen
•	67	Abfallverbrennungsanlagen mit strengen Emissionsgrenzwerten
•	1	Pyrolyseanlage
•	36	Ersatzbrennstoffkraftwerke in Betrieb (Stand 12/2012)
•	346	Deponien waren es vor dem 1. Juni 2005, dem Inkrafttreten der Abfallablagerungsverordnung
•	196	Deponien der Klasse II seit 2006, die nur noch für vorbehandelte Abfälle zugelassen waren
•	166	Deponien der Klasse II waren Ende 2010 in Betrieb (vorläufige Angabe)

2. Offizielle und tatsächliche Siedlungsabfall-Recyclingmengen

Nach Angaben des Statistischen Bundesamts wurden in 2009 etwa 78 Prozent der Abfälle verwertet und etwa 21 Prozent beseitigt. Danach teilen sich die verwerteten Abfälle in 74 Prozent zur stofflichen Verwertung und vier Prozent zur energetischen Verwertung auf.

Diese offiziellen Angaben der Abfallstatistik zur Menge des recycelten Abfalls beziehen sich jedoch auf den Input in die ersten Stufen der Behandlung. Für das Recycling sind dies in der Regel Sortieranlagen, also Anlagen, in denen der Abfall für die Verwertung vorbehandelt, jedoch nicht verwertet wird. Wirklich recycelt, also stofflich verwertet, wird jedoch nur der Anteil des Abfalls, der nach Abtrennung der stofflich nicht verwertbaren Anteile tatsächlich in den Stoffkreislauf zurückgeführt wird, jedoch nicht der gesammelte Abfall, der – aus welchen Gründen auch immer – einer als *Recyclinganlage* bezeichneten Entsorgungsanlage zugeführt wird.

Das nicht stofflich verwertete Material wird entweder als Restabfall in Abfallverbrennungsanlagen oder als Ersatzbrennstoff in Ersatzbrennstoff- oder Kohlekraftwerken, auch in Zementwerken verwertet und – falls nicht brennbar – auf Deponien abgelagert.

Daher sind die Angaben über die recycelten Abfallanteile in der amtlichen Statistik irreführend; hier wird Brutto mit Netto verwechselt. Für die korrekte Angabe über das Recycling, also über die in den Stoffkreislauf rückgeführten Abfälle, muss das nicht stofflich verwertete Material, das zu Verbrennungsanlagen oder zu Deponien gebracht

wird, von der offiziellen Angabe über das Recycling – die stoffliche Verwertung – abgezogen werden. In einer der Wahrheit verpflichteten amtlichen Statistik dürfte nur das wirklich stofflich verwertete Material der Rubrik *Recycling* zugeordnet werden. Der die Sortieranlage verlassende energetisch verwertete und der zu Deponien verbrachte Abfall muss den entsprechenden Kategorien zugeordnet werden, also der *sonstigen Verwertung* oder *Beseitigung*.

3. Notwendigkeit der Schadstoffsenke bei der Abfallentsorgung

Die vollständige Kreislaufführung der Abfälle würde zur katastrophalen Anreicherung von Schadstoffen in der Umwelt führen. Sie ist daher weder wünschenswert noch technisch realisierbar.

Jeder Rohstoff wird schon bei seiner Gewinnung aus der Lagerstätte und während der Aufbereitung zu Werkstoffen, der Herstellung von Produkten aus unterschiedlichen Stoffen, des Konsums und des Entsorgungsgeschehens mit anderen Materialien und Stoffen mehr oder minder intensiv und vielfach ge- und vermischt. Fast alle zu Abfall gewordenen Produkte liegen nicht in weitgehend homogenen Formen vor. Vielmehr werden die aus unterschiedlichen Ausgangsstoffen hergestellten Produkte während ihres Lebenszyklus durch Zusätze und, nachdem sie zu Abfall geworden sind, während der Abfallsammlung und des Transports durch andere Abfälle kontaminiert. Störstoffe sowie gesundheits- und umweltgefährdende Stoffe müssen vor einer möglichen Rückführung in den Stoffkreislauf durch Behandlung abgetrennt werden. Dafür werden in die Behandlungsprozesse Schadstoffsenken integriert.

Senken sind für organische Schadstoffe im günstigen Fall Abfallverbrennungsanlagen, in denen organische Stoffe zerstört werden. Anorganische Schadstoffe werden durch die Abgasbehandlung von Abfallverbrennungsanlagen konzentriert und in übertägigen und untertägigen Deponien für gefährliche Abfälle abgeschlossen von der Biosphäre abgelagert. Nicht für das Recycling geeignete, nicht brennbare Abfälle werden – in Abhängigkeit von ihrem Schadstoffgehalt nach einer Vorbehandlung – deponiert.

Deponien haben zwei für eine funktionsfähige Abfallwirtschaft unabdingbare Funktionen: Nicht gefährliche Abfälle, für die es keine Verwertungsmöglichkeiten gibt, werden auf vom Gefährdungspotential der Abfälle abhängig ausgestatteten Deponien unterschiedlicher Klassen abgelagert. In gesonderten Deponien werden gefährliche Abfälle gelagert, deren Gefährdungspotential durch Behandlung nicht so weit reduziert werden kann, dass sie unbesorgt auf Deponien für nicht gefährliche Abfälle abgelagert werden können.

4. Die verschiedenen Verwertungsbegriffe

Anstelle der bis 31. Mai 2012 in Deutschland geltenden dreistufigen **Abfallhierarchie** wird im Einklang mit der EU-Abfallrahmenrichtlinie in § 6 Absatz 1 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes die Rangfolge der Abfallbewirtschaftung festgelegt. Eine nun fünfstufige Hierarchie wird als Leitlinie für die Abfallwirtschaft eingeführt:

- Vermeidung,
- Vorbereitung zur Wiederverwendung,
- Recycling, das heißt stoffliche Verwertung,
- sonstige Verwertung, z.B. energetische Verwertung und Verfüllung von Abgrabungen,
- Beseitigung.

Neu ist die differenzierte Prioritätenfolge des Verwertungsgeschehens. Mit eigenständigen Begriffen werden die *Vorbereitung zur Wiederverwendung*, das *Recycling*, also die stoffliche Verwertung und die *sonstige Verwertung*, also die energetische Verwertung und Verfüllung von Abgrabungen definiert. Damit hat die energetische Verwertung – d.h. hauptsächlich die Abfallverbrennung – einen geringeren Stellenwert als die stoffliche Verwertung. Durch die Hintertür – Heizwert 11.000 kJ/kg – kann die energetische Verwertung allerdings gleichrangig mit der stofflichen Verwertung werden.

Im Unterschied zur *Vorbereitung zur Wiederverwendung* werden unter *Recycling* intensive Verwertungsmaßnahmen verstanden, mit denen der Abfall nach Durchlaufen von Behandlungsverfahren dem ursprünglichen oder einem neuen Verwendungszweck zugeführt wird. Beim *Recycling* handelt sich ausschließlich um werk- und rohstoffliche Verwertung, also nicht um Verwertungsverfahren, mit denen Abfall zur Verwendung als Brennstoff – energetische Verwertung – oder für den Einsatz als Versatzmaterial – Verfüllung – aufbereitet wird. Auch die Anlagen zur Herstellung von Ersatzbrennstoffen fallen unter die vierte Hierarchiestufe. Dies führt bei der Einstufung von Sortieranlagen zu Problemen, wenn neben den Fraktionen zur stofflichen Verwertung auch Ersatzbrennstoffe hergestellt werden; noch problematischer ist die Situation, wenn *hauptsächlich* Materialien hergestellt werden, die für die Verwendung als Brennstoff bestimmt sind. Beispielsweise werden mit Anlagen zur Aufbereitung der Verpackungs-Leichtfraktionen etwa zwei Drittel des Inputs zu Ersatzbrennstoffen verarbeitet (Kapitel 9). Daher ist die Frage berechtigt, ob diese Aufbereitungsanlagen nicht rechtskonform als Anlagen zur sonstigen Verwertung – energetischen Verwertung – einzuordnen sind. Eine gesetzliche Quotenregel für die Zuordnung in der Abfallhierarchie würde die Rechtssicherheit verbessern und die Glaubwürdigkeit der amtlichen Statistik herstellen.

In der Praxis sind im begründeten Einzelfall Abweichungen von der Prioritätenfolge unter definierten technischen, ökologischen und ökonomischen Aspekten möglich. Es soll *diejenige Maßnahme Vorrang haben, die den Schutz von Mensch und Umwelt bei der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen unter Berücksichtigung des Vorsorge- und Nachhaltigkeitsprinzips am besten gewährleistet.*

Als die Interessengemeinschaft der Thermischen Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland (ITAD) den Begriff *thermisches Recycling* prägte, ging ein Sturm der Entrüstung durch den Blätterwald, vor allem angefacht von den Interessenvertretern der privaten Entsorgungswirtschaft. Auch bei Berücksichtigung, dass diese Verbände in erster Linie Unternehmen vertreten, die über keine Abfallverbrennungsanlagen verfügen und ihre Erregung wohl weniger dem Umweltschutz als viel mehr den wirtschaftlichen Interessen

ihrer Mitglieder geschuldet ist, gibt ihre Reaktion Anlass für Überlegungen über den Stellenwert unterschiedlicher Verfahren in Recyclingprozessen.

Werden mit der Verbrennung wirklich – wie von einigen Verbänden behauptet – wertvolle Ressourcen vernichtet? Ist es nicht vielmehr so, dass thermische Verfahren – und dazu gehört auch die Abfallverbrennung – nicht nur zur Gewinnung von Wärme und elektrischem Strom dienen, sondern auch – und zunehmend – notwendige Bausteine zahlreicher Recyclingprozesse sind?

Für die Eignung der verschiedenen Verfahrenstechniken für die Rückgewinnung von Rohstoffen aus Abfällen hilft ein Blick auf die primäre Rohstoffwirtschaft: Zum Beispiel werden aus Erzen mit einer Kombination von mechanischen, chemischen und thermischen Verfahren Metalle gewonnen. Im Prinzip vergleichbar sind Recyclingprozesse für unterschiedliche Abfälle, z.B. für die Schrotte, aus denen auch neben Schlacken Metalle gewonnen werden.

Zunächst muss festgestellt werden, dass es zahllose Rohstoffe gibt, aus denen nahezu unendlich viele Produkte hergestellt werden, die fast alle irgendwann zu Abfällen werden, die fast immer mit anderen Abfällen vermischt werden. Ziel von Recyclingprozessen ist die Gewinnung von Rohstoffen und/oder von wiederverwendbaren oder verwertbaren Produkten. Für die Verwertung dieser unterschiedlichen Abfälle müssen schon wegen ihrer vielfältigen Beschaffenheiten unterschiedliche Recyclingverfahren und -verfahrenskombinationen angewandt werden. Besonders kompliziert werden zwangsläufig Verfahrenskombinationen für die Rückgewinnung einzelner Sekundärrohstoffe aus Abfallgemischen, wie dies z.B. bei Restabfällen aus Haushalten und Gewerbe, bei getrennt erfassten Verpackungsabfällen, bei Klärschlämmen, bei der Mehrzahl der Industrieabfälle, aber auch bei auf den ersten Blick scheinbar homogenen Abfällen der Fall ist; letzteres trifft z.B. auf biogene Abfälle, Kunststoffabfälle und Metallschrotte zu. Einige dieser Abfälle und Abfallbestandteile eignen sich schon aus Qualitätsgründen nicht für die Verwertung mit dem Ziel, die Ausgangsstoffe in reiner Form zurückzugewinnen.

5. Aufbereitung gemischter Abfälle aus Haushalten und Gewerbe

Erinnert sei an die frühe Zeit des Hausmüllrecyclings zum Ende der siebziger und Beginn der achtziger Jahre. Damals wurde mit erheblichem aufbereitungstechnischen Aufwand versucht, die einzelnen Bestandteile der aus Haushalten stammenden Abfälle rückzugewinnen, um daraus konkurrenzfähige Sekundärrohstoffe und Produkte herzustellen. Für dieses Vorhaben wurden in vielen Ländern, z.B. in England, Schweden, in den Niederlanden, in Deutschland, in Japan und in den USA zahlreiche Anlagen in unterschiedlichen Maßstäben errichtet, die ausnahmslos gescheitert sind, wobei hohe Verluste erwirtschaftet wurden.

Ein herausragendes, aber durchaus charakteristisches Beispiel war die grandios gescheiterte, für 500.000 Tonnen Abfall pro Jahr konzipierte Anlage in Wien, die unter dem Namen *Rinter-Zelt* bekannt wurde. Die Fehler dieser Anlage wurden ausführlich

analysiert, wobei der Versuch eines Sanierungskonzepts unternommen wurde, das schlussendlich doch nicht zielführend war [3, 6].

Hergestellt werden sollten Eisenschrott, Fasern zur Herstellung von Platten, eine Kompostfraktion, Rohstoff zur Produktion von Papier und diverse Kunststofffraktionen. Der geplante Durchsatz von zwanzig Tonnen pro Stunde wurde ebenso wenig erreicht wie irgendeine verkaufsfähige Fraktion aus dieser Anlage. Es sei in diesem Zusammenhang auf den Beitrag von Kraus hingewiesen [3], in dem die zahlreichen Probleme sorgfältig zusammengestellt wurden, in dem jedoch noch die Illusion der Sanierfähigkeit der Anlage erörtert wurde. Trotz weiterer Investitionen konnten Erfolge nicht vorgewiesen werden, weil der Ansatz prinzipiell falsch war.

Auch heute – rund dreißig Jahre nach dem Scheitern der Anlage und trotz inzwischen erzielten beachtlichen Erfolgen der Aufbereitungstechnik – können Restabfälle nicht vollständig zu stofflich verwertbaren Produkten aufbereitet werden.

6. Mechanisch-biologische Abfallbehandlung

Mit den zwischenzeitlich entwickelten mechanisch-biologischen Verfahren können Schrottfraktionen und Ersatzbrennstoffe hergestellt werden. Problematisch bleibt die sogenannte *Biofraktion*, die vor ihrer Ablagerung gerottet oder vergoren werden muss, wobei allerdings Abgase emittiert werden, die aufwendig mit regenerativer thermischer Oxidation (RTO) gereinigt werden müssen.

Die Vergärung hat gegenüber der Rotte den Vorteil, dass aus der *Biofraktion* energetisch verwertbares Biogas erzeugt werden kann. Die verbleibenden Reststoffe sind dennoch problematisch, weil die Vorgaben der Deponieverordnung, wie sie für die Aschen/Schlacken aus der Abfallverbrennung gelten, nicht erreicht werden.

Etwas besser sind die Stabilisierungsverfahren und die mechanisch-physikalischen Verfahren zu beurteilen, mit denen unter weitgehender Vermeidung einer reaktionsfähigen Deponiefraktion neben Metallschrott hauptsächlich Ersatzbrennstoffe hergestellt werden. Hier sei aber die Frage erlaubt, warum dieser Aufwand betrieben wird, wenn doch der Hauptteil des Abfalls letztlich verbrannt wird.

7. Abfallverbrennung als Recyclingprozess

Die Abfallverbrennung weist eine mehr als hundertjährige Geschichte auf, sie ist mit mehr als vierhundert Anlagen in Europa das höchstentwickelte Abfallbehandlungsverfahren. Die Abfallverbrennung mit Schlackenaufbereitung ist als erste Konzentrationsverfahrenskombination für die Rückgewinnung einzelner Metalle aus den Schrotten anzusehen. Ergebnisse des Abfallverbrennungsprozesses sind außer der Wandlung des Energieinhalts der brennbaren Bestandteile der Abfälle in Wärme und elektrischen Strom, der Zerstörung der organischen Schadstoffe, der Ausschleusung anorganischer Schadstoffe durch die zum Verbrennungsprozess gehörige Abgasbehandlung

die Gewinnung von Eisen- und Nichteisenmetallfraktionen durch den prinzipiell zur Verbrennung zugehörigen Aufbereitungsprozess.

In den Aschen/Schlacken sind die unterschiedlichen Schrotte konzentriert. In der Schlackeaufbereitung werden außer den nach Korngrößen klassierten Schlacken für unterschiedliche Verwendungen in der Bauwirtschaft auch Fe- und NE-Metallfraktionen gewonnen. Diese Metallschrotte können zwar noch nicht direkt als Metalle verarbeitet werden, doch liegen sie sehr viel sortenreiner vor als die aus der mechanischen Sortierung von Rest- oder Verpackungsabfällen. An den Metallen noch anhaftende Schlackepartikel können einfach entfernt werden.

Kann es *thermisches Recycling* geben?

Stoffliches Recycling und energetische Verwertung sind keine Gegensätze, beide Verfahrensprinzipien ergänzen sich. Auch scheint die Trennung in stoffliche und energetische Verwertung im Sinne der Naturwissenschaften nicht zielführend. Zunächst ist festzustellen, dass für stoffliches Recycling mechanische, physikalisch-chemische und thermische Verfahren angewandt werden. Thermische Recyclingverfahren sind z.B. alle Verfahren zur Rückgewinnung von Metallen aus Schrott. Ein Beispiel für physikalisch-chemisches Recycling ist die Gewinnung von Schmieröl aus Altöl.

Auch mit energetischen Abfallverwertungsverfahren kann stoffliches Recycling eng verbunden sein. Daher kann die Abfallverbrennung nicht ausschließlich nach dem Kernverfahren – mit den Hauptkomponenten Feuerraum, Dampferzeuger, Turbine und Generator sowie Abgasbehandlung – beurteilt werden. Das System der Abfallverbrennung muss auch unter Berücksichtigung der vor- und nachgeschalteten Sortierverfahren eingestuft werden (Bild 1). Mit vorgeschalteten Sortierverfahren können Metallschrott und Fraktionen unterschiedlicher Heizwerte abgetrennt werden.

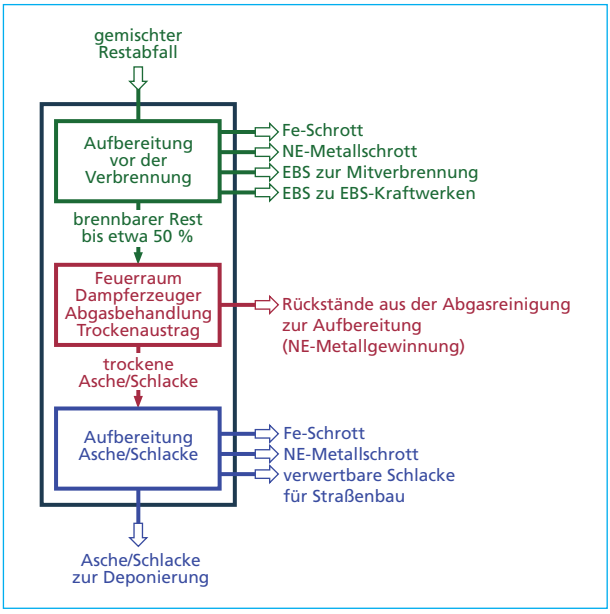


Bild 1:

Entwicklung von Abfallverbrennungsanlagen zu integrierten Recyclinganlagen

Diese Verfahrenskombination weist jedoch ähnliche Nachteile wie die mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsverfahren auf. Mit nachgeschalteten Sortierverfahren werden aus den festen Rückständen des Verbrennungsprozesses Schlacken, Eisen- und Nichteisenmetallschrott gewonnen. Die Asche/Schlacke aus der Abfallverbrennung wird in Abhängigkeit von den durch Klassierung hergestellten Korngrößenbereichen und von ihren Schadstoffgehalten stofflich verwertet.

Die Teilprozesse der stofflichen Verwertung der Metalle und Schlacken sind wiederum Recycling im engeren Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes. Es ist jedoch nicht sachgemäß und damit unredlich, den Verbrennungsprozess und die damit verbundene, zwangsläufig anschließende Aufbereitung der Asche/Schlacken als getrennte Verfahren zu betrachten und damit unterschiedlichen Verwertungskategorien zuzuordnen. Es handelt sich vielmehr um ein integriertes Verfahren, das zumindest in Deutschland unabdingbar eine Einheit bildet, auch wenn Teilprozesse an unterschiedlichen Orten stattfinden.

Die Gewinnung von Eisen- und NE-Metallschrotten aus Aschen/Schlacken aus dem Abfallverbrennungsteilprozess hat ein hohes Niveau erreicht und wird durch die Trockenentaschung weiterentwickelt. Untersucht wird weiterhin die Rückgewinnung von Metallen aus Rückständen der Abgasbehandlung von Abfallbehandlungsanlagen. Hierfür gibt es schon Prozesse, z.B. Frey [2], die sich jedoch bei der derzeitigen Marktsituation für Metalle noch nicht wirtschaftlich darstellen. Es ist nur eine Frage der Zeit, dass bei weiter steigenden Rohstoffpreisen diese Verfahren ökonomisch interessant werden, weil die Rückstände aus der Staubabscheidung aus den Abgasen deutlich höhere Metallgehalte als die meisten primären Metalllagerstätten aufweisen. Die derzeit hauptsächlich praktizierten trockenen und halbtrockenen Abgasbehandlungsverfahren haben jedoch den Nachteil, dass die metallhaltigen Stäube mit den Additiven – z.B. Kalk – in der Abgasbehandlungsanlage verdünnt werden. Sollen die Metalle aus diesen Stäuben rückgewonnen werden, müssen die Abgasbehandlungsanlagen so modifiziert werden, dass die metallreichen Stäube vor den metallarmen Stäuben aus dem Abgasstrom abgetrennt werden.

Hier wird nochmals deutlich, dass die Trennung in stoffliche und energetische Verwertungsverfahren künstlich und naturwissenschaftlich nicht nachvollziehbar ist.

Metallrückgewinnung aus der Abfallverbrennung und der mechanischen Aufbereitung

Der Metallschrott aus Abfallverbrennungsanlagen ist weitaus hochwertiger als derjenige aus Anlagen zur Sortierung von gemischten Abfällen wie Restabfälle oder Leichtverpackungen. Diese Aussage kann aus den erzielbaren Preisen verifiziert werden; zurzeit wird Fe-Schrott aus Abfallverbrennungsanlagen mit etwa 300 EUR pro Tonne honoriert; für Fe-Schrott aus Sortieranlagen für Restabfälle und Leichtverpackungen werden nur 50 bis 60 EUR pro Tonne bezahlt. Zu berücksichtigen ist bei diesen Zahlen, dass für Schrott Tagespreise gelten, so dass die genannten Zahlen keine Absolutwerte darstellen, aber die Relation veranschaulichen. Zudem ist das Metallausbringen durch die Abfallverbrennung mit etwa neunzig Prozent deutlich höher als durch mechanische Sortierung.

8. Fazit zur Behandlung von Hausmüll und hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen

Die Beurteilung der mechanischen Sortierung von gemischten Abfällen bezieht sich auf den derzeitigen Stand der Technik, sie ist nicht endgültig. Die Verfahren und Verfahrenskombinationen aller Verfahren zur Abfallentsorgung – einschließlich des Recyclings – haben in den vergangenen Jahren stürmische Entwicklungen erfahren, dennoch sind die meisten von ihnen – mit Ausnahme der Abfallverbrennung – im Vergleich zu den primären Produktionsverfahren noch recht banal. Mit fortschreitender Entwicklung werden stets neue Verfahren hinzukommen, wodurch sowohl die Zahl der rückgewinnbaren Stoffe als auch deren Qualität zunehmen wird. Der Entwicklungsstand der heute für gemischten Restmüll angewandten Verfahren ist durchaus unterschiedlich. Thermische Verfahren – insbesondere die Verbrennung – sind dank ihrer mehr als hundertjährigen Entwicklungsgeschichte in der Regel technisch reifer und damit auch umweltverträglicher als die mechanischen Aufbereitungsverfahren.

Für gemischte Abfälle aus Haushalten und Gewerbe werden für die erste Stufe von Entsorgungs- und Recyclingprozessen zurzeit zwei grundsätzlich unterschiedliche Verfahren angewandt:

Mit mechanischer Aufbereitung können nach einer Zerkleinerungsstufe einzelne Fraktionen, z.B. eisenhaltige und nichteisenmetallhaltige Schrotte sowie Ersatzbrennstoffe, die ggf. in Abhängigkeit vom Verwertungsprozess konfektioniert werden, aus den Restabfällen abgetrennt werden. Die Metallfraktionen aus diesen Verfahren werden von Schrotthändlern nicht oder nicht gerne übernommen, weil die anhaftenden Fremdstoffe – insbesondere Kunststoffe, Papier und Pappen sowie Verbundmaterialien – in einem weiteren Sortierprozess abgetrennt werden müssen; dafür sind Schrotthändler in der Regel nicht ausgestattet.

Als Ergebnis für die Rückgewinnung von Metallen ist festzustellen, dass thermische Verfahren, also in der Regel die Abfallverbrennung, als erster Schritt in Recyclingprozessen sowohl hinsichtlich der Qualität als auch des Ausbringens der mechanischen Sortierung deutlich überlegen sind.

9. Reformbedarf für die Verpackungsverordnung

Die Verpackungsabfälle wurden unter dem Eindruck des seinerzeitigen *Müllnotstands* mit der Verpackungsverordnung von 1991 aus der Entsorgungspflicht der Kommunen herausgenommen. Als Folge dieser Verordnung wurden die Verpackungsabfälle in die Verantwortung des Dualen System gegeben, das hauptsächlich private, aber auch öffentlich-rechtliche Unternehmen mit dem operativen Geschäft beauftragt.

Aus der Leichtverpackungsfraktion – und zukünftig aus der *Wertstofftonne* –, die außer Metallen u.a. erhebliche Mengen Papier, Kunststoffe und Verbundverpackungen enthalten, sollen hochwertige Sekundärrohstoffe gewonnen werden.

Schlagwortverzeichnis

A

Abfallaufkommen 109, 111
Abfallbehandlung
  mechanisch-biologische 21
Abfälle
  gefährliche 39
Abfallhierarchie 18, 229
Abfallmitverbrennungsanlagen 52
Abfallverbrennung
  als Recyclingprozess 21
  als Schadstoffsenke 103
  im 21. Jahrhundert 85
Abfallverbrennungsanlagen 38, 43, 52, 171
Abfallvermischungen
  nachträgliche 40
Abfallverwertung 171
  thermische 43, 107, 116
Abfallwirtschaftsmanagement 112
Anlagenassessment 166
Anlagenbauer 214
Argentinien 110
Aufgabenerledigung 48
Auftragsvergabe 48

B

BATAOEL 65
Beauftragungsvarianten 214
Beseitigung 45
Bestandsanlagen 51
best available technology associated
    operational emission level 65
beste verfügbare Technik BVT 61
BImSchG, 13. und 17. BImSchV
  Änderung 49
Bioabfälle
  Behandlung 223
  Optimierung der Sammlung 223
Brasilien 110
Brennstoff 38
BVT-Merkblätter
  Revision 61
BVT-Schlussfolgerungen 58, 65

C

China 110
Chlorproblematik 157

D

Daseinsvorsorge 16
Deponien 171
Dialektik der Freiheit 9
Dioxin-Emissionen
    aus Industrieanlagen 104
Duales System 24

E

EBS-Kraftwerk Bremen 131, 220
EEG-Einspeisevergütung 75
Effizienzsteigerung 129
Energieeffizienz 93, 137
  -formel 39, 128
  -kriterium 43
Energien
  erneuerbare 108
Energiesubstitution 39
Energiewende 216
Entsorgungshierarchie 199
Entsorgungsträger
  öffentlich-rechtliche 45
Entsorgung von Abfällen 197
Entwicklungsländer 110
Ersatzbrennstoffe
  aus Landfill Mining 160
  biogener Kohlenstoff 160
  Qualitätssicherung 159
  Verwertung in Zementwerken 139
ESWET 69
Europa 236
Europarechtskonformität 47
European Suppliers
    of Waste to Energy Technology 69

F

Förderung
  nach dem EEG 2012 74
  nach dem KWKG 71
Fortschritt 4
Full-Service Dienstleister 214
Fuzzy-Feuerungsregelung 90

G

Gesamtenergieerzeugung 39
Großanlagenbau 79
Großfeuerungsanlagen 50

H

Hausmüll
  energetische Verwertung
    in Produktionsanlagen 43
Heizwert 44
Hotdisc-System 153

I

IED-Richtlinie 49, 61, 248
Indien 110
Industrieemissions-Richtlinie 49, 61, 248
Industrienationen 110
Infrared Combustion Control 90
Interessen
  überwiegende öffentliche 46

K

Kältenetze 74
Klärgas
  energetische Nutzung 71
Klärschlamm 234
Klärschlammentsorgung 234
Klärschlammverbrennung 247
Klärschlammverwertung 30
Kompostierung von biologisch
    abbaubaren Kunststoffen 191
Kondensationsturbine 132
Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG) 71
Kreislaufwirtschaft 16, 171
  vollständige 182
  Ziele 46
Kreislaufwirtschaftsgesetz 223
Kultur 3
Kultur als Technik 8

L

Landfill Mining 161
Leichtverpackungsabfälle 25
Low Cost Konzept 167

M

Materialrückgewinnung 101
Mega Cities 83
Metallrückgewinnung 23
Mittelkalorik 131
Mittelkalorik-Kraftwerk (MKK) 127
Modernisierungskonzept 128
MVA als Schadstoffsenke 103
MVA
  Bremen 130
  Hamm 219
  Riverside (GB) 80
  Spittellau (A) 219

N

Nebenzweck 38
Neuanlagen 51
Nierenfunktion
    von Abfallverbrennungsanlagen 172
Null-Abfall-Gesellschaft 16, 171

P

Phosphor 236
Phosphorrückgewinnung 239
Primärrohstoff 39
Privatunternehmen
  beauftragte 48
Produktionsanlagen
  industrielle 39
ProgRess 242
Public-Private-Partnership (PPP)-Modelle 150

Q

Qualitätssicherung
    von Ersatzbrennstoffen 159
Quecksilber 57
Quersubventionierung 47

R

R1-Formel 39, 128
Recycling 17, 44
  thermisches 19
Regelungsasymmetrie 197
Regierungen 122
Retrofitkonzept 214
  modulares 216
Richtlinie
    über Industrieemissionen 49, 61, 248

Rostfeuerung 87
Rostfeuerungssysteme
  Marktanteile 89

S

Sammlung
  gewerbliche 46
Schadstoffanreicherung 171
Schadstoffsenke 18, 85, 171
Schadstoffverteilung 171
Schlackeaustrag
  trockener 101
Siedlungsabfallzusammensetzung 148
Solarkraftwerk zur Dampfüberhitzung 96
Solarturmkraftwerk 95
Stickstoffdioxid 57
Stilllegung 52
Stoffkreislauf 186
Strahlungsüberhitzer 97
Stützfeuerung 38
SYNCOM-Plus-Verfahren 101

T

Technik 3
Trockenentschlackung 101
Trocknung von Abfällen 156
Turbine 129

U

Überkapazitäten 122
  in der Abfallwirtschaft 165
Überlassungspflicht
  für gewerbliche Abfälle 45
  für Haushaltsabfälle 46
Umweltschutz
  vorsorgender 171

V

Verbrennungsrost 89
Verbrennungsrückstände 101
Verbrennungssysteme
  Marktanteile 88
Vereinte Nationen (UN) 108
Vermischung
  zur Erhöhung des Heizwertes 40
Verpackungsverordnung
  Reformbedarf 24
Verweilzeit 57
Verwertung 45, 171
  energetische 43, 107, 116
  Vorrang des Recyclings 45
Verwertungsanlagen 38
Verwertungsbegriffe 18
Verwertungskreisläufe und -kaskaden 171
Verwertungsquoten 172, 192
Very Low NO_x-Gasification Mode 98
Very Low NO_x-Verfahren 97
Vorbrennkammer 153

W

Wandüberhitzer 96
Warenverkehrsfreiheit 47
Wärme- und Kältenetze 74
Weltbevölkerungswachstum 109
Wertstofftonne 29
Wettbewerbsfreiheit 47

Z

Zementindustrie
  EBS-Substitutionsrate 143
  EBS-Verwertung 139
Zementöfen 43
Zero Gate Fee Konzept 167
Ziele der Kreislaufwirtschaft 46
Zivilisation 4
Zubau einzelner Verbrennungslinien 57