

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 Schadstoffsенke bei der Abfallentsorgung	18
4.	Die verschiedenen Verwertungsbeuriffe	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 Abfallablagereverordnung
•	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 Schadstoffsенke 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 Schadstoffsенken 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 Schrottfractionen 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 Deponiefraction 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.

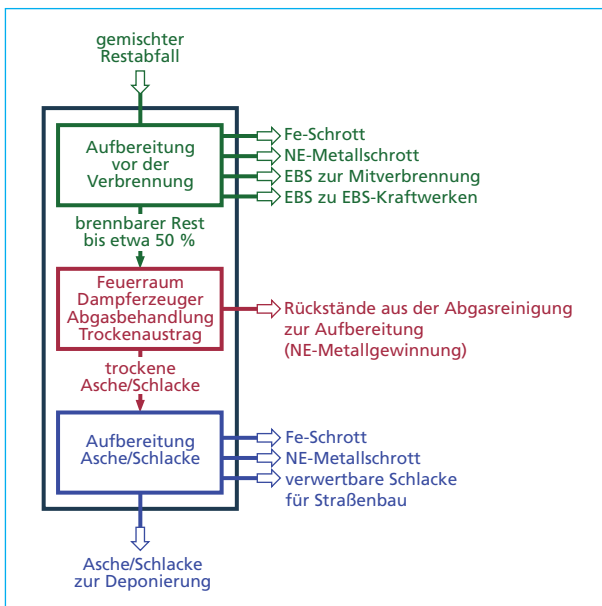


Bild 1:

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

Die **Verpackungsverordnung** wurde auf der Basis des Abfallgesetzes erlassen; sie stellt die rechtliche Grundlage für das Duale System für Verpackungsabfälle dar. Dieses Konstrukt weist erhebliche organisatorische und ökonomische Mängel auf und ist in der jetzt praktizierten Form nicht mehr akzeptabel. Zur Information einige Zahlen: Die Restabfallentsorgung in Abfallverbrennungsanlagen kostet zwischen 50,00 und 200,00 EUR pro Tonne: Die Entsorgung der Leichtverpackung aus dem **dualen System** – gelbe Säcke und gelbe Tonnen – kostet etwa 400,00 EUR pro Tonne, und zwar etwa 250,00 EUR pro Tonne für die Sammlung und etwa 150,00 EUR pro Tonne für die Sortierung. Damit sind die tatsächlichen Gesamtkosten für das Duale System für den Bürger noch nicht gedeckt. Zu den operativen Entsorgungskosten kommt der doppelte Betrag, nämlich etwa 800,00 EUR pro Tonne für *Systemkosten/Overheads*. Dies sind allerdings nur die bei den Systembetreibern anfallenden und nicht die gesamten Systemkosten sämtlicher Beteiligter. Weitere Transaktionskosten fallen bei den Herstellern der Verpackungen, beim Handel und bei der öffentlichen Verwaltung an.

Finanziert wird diese ökonomisch und ökologisch unsinnige Veranstaltung aus drei Quellen von jedem Bürger der Bundesrepublik Deutschland, ohne dass er dies im Einzelnen wahrnehmen kann.

Erste und hauptsächliche Finanzierungsquelle für das Duale System: Jede einzelne Verpackung, die in den Handel kommt und vom Verbraucher erworben wird, wird mit einem geringen Betrag im Centbereich – der Lizenzgebühr – belastet. Geschätzt wird der Anteil pro Bürger und Jahr auf etwa 10,00 EUR. Dieser Betrag stellt die hauptsächliche Finanzierungsquelle für den organisatorischen und technischen Aufwand, also für die Logistik, die Aufbereitung der Verpackungsabfälle und für die Vermarktung der gewonnenen Produkte dar.

Zwar wird öffentlich propagiert, dass diese Verpackungsabfälle *zu schade zum Verbrennen* seien und sie daher via Duales System in den Stoffkreislauf zurückgeführt – also recycelt – werden müssen. Tatsächlich werden diese Abfälle nicht wirklich im propagierten Sinn auch nur annähernd quantitativ recycelt, also stofflich verwertet. Vielmehr werden etwa zwei Drittel der Leichtverpackungsabfälle zu Ersatzbrennstoffen konfektioniert, die nach dem Gesetz wiederum Abfälle darstellen und hauptsächlich in Industriekraftwerken verbrannt werden (Bild 2).

Diese Kraftwerke sind unter technischen Gesichtspunkten modifizierte Abfallverbrennungsanlagen. Der wesentliche Unterschied zu den in erster Linie der Abfallentsorgung dienenden Abfallverbrennungsanlagen liegt in ihrer Zweckbestimmung. In den der Bereitstellung von elektrischem Strom und Wärme dienenden Industriekraftwerken ersetzen die Ersatzbrennstoffe genannten Abfälle Regalbrennstoffe.

Nur etwa ein Drittel des Gesamtaufkommens der Leichtverpackungsabfälle wird stofflich verwertet, allerdings zum größten Teil nicht zu hochwertigen Produkten; z.B. werden aus den Kunststoffabfällen Fallrohre, Bahnschwellen, Pflanztöpfe usw. hergestellt. Nur ein sehr geringer Teil wird mit hohem technischen Aufwand zu hochwertigen, nach Sorten getrennten Kunststoffgranulaten verarbeitet. Die Qualität

der Schrottfractionen aus den Sortieranlagen ist wegen der am Schrott anhaftenden fremden Bestandteile – hauptsächlich Kunststoff und Papier – deutlich niedriger als die der Schrottfractionen aus Abfallverbrennungsanlagen.

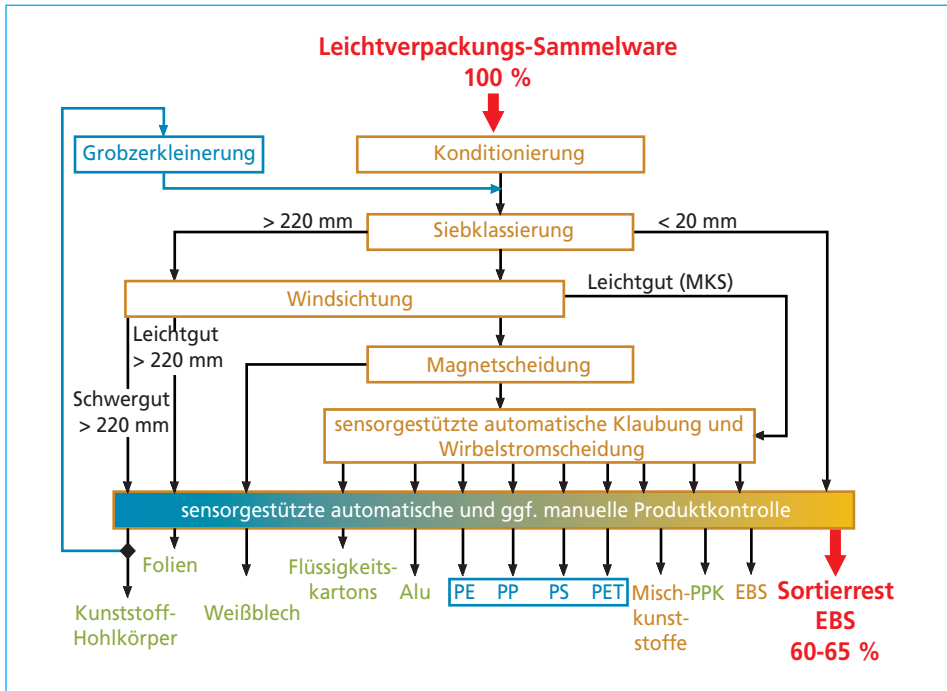


Bild 2: Schematische Darstellung von Leichtverpackungs-Sortieranlagen

Quelle: Christiani, J.: Auswirkungen der Wertstofftonne auf Aufbereitung und Verwertung. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Goldmann, D. (Hrsg.): Recycling und Rohstoffe, Band 4. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 279, bearbeitet zitiert in: Thomé-Kozmiensky, K. J.: Chancen und Grenzen des Recyclings. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Goldmann, D. (Hrsg.): Recycling und Rohstoffe, Band 5. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012, S. 96

Die Behauptung, dass die Verpackungsabfälle aus den dualen Systemen zu schade zum Verbrennen seien und daher recycelt – stofflich verwertet – werden, ist also falsch, weil der größte Teil der Leichtverpackungen entgegen der offiziellen Propaganda – zu schade zum Verbrennen! – tatsächlich verbrannt wird. Die Abfälle werden lediglich mit immensem Aufwand **einem Recycling-System zugeführt**, aber nicht einmal zum größten Teil stofflich verwertet. Dies geht für den juristisch geschulten Leser auch aus dem Gesetzestext hervor:

Kreislaufwirtschaft im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes sind die Vermeidung und Verwertung von Abfällen.

Vermeidung sind Maßnahmen bevor ein Stoff, Material oder Erzeugnis zu Abfall werden, um die Abfallmenge, schädliche Auswirkungen auf Menschen und Umwelt zu verringern, z.B. anlageninterne Kreislaufführung abfallarme Produktgestaltung, Wiederverwendung, Verlängerung der Lebensdauer und Veränderung des Konsumverhaltens.

Recycling ... ist jedes Verwertungsverfahren, durch das Abfälle zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen ... aufbereitet werden; es schließt die Aufbereitung organischer Materialien ein, ...

Die amtlichen Angaben über die Entsorgungswege erwecken den Eindruck, als würden die Angaben zum Recycling bedeuten, dass diese Mengen oder prozentualen Anteile, z.B. der Siedlungsabfälle stofflich verwertet wurden. Dieser Eindruck ist falsch. Die Angaben in der Statistik bedeuten lediglich, dass dieser Abfallanteil einer ersten Behandlungsanlage für einen Recyclingprozess **zugeführt** wird; über die tatsächlich verwertete Menge gibt diese Angabe keine Auskunft.

Handelsübliche Leichtverpackungen bestehen neben Papier, Pappe, Metallen und Verbundmaterial aus einer Vielzahl unterschiedlicher Kunststoffe. Für diese Mischkunststoffe stellen sich folgende Fragen:

- Können die Mischkunststoffe überhaupt hochwertig recycelt werden?
- Wie hoch ist der Substitutionseffekt der hieraus gewonnenen Recyclingmaterialien für den ursprünglichen Zweck?

Unstrittig ist, dass aus sortenrein erfassten Kunststoffabfällen hochwertige Recyclingprodukte hergestellt werden.

Aus Mischkunststoffen, wie sie in Sortieranlagen für Leichtverpackungen und Restabfälle kommen, können hochwertige, d.h. wirklich sortenreine Kunststoffgranulate, die sich für die Erzeugung von qualitativ hochwertigen Produkten eignen, mit vertretbarem Aufwand nicht hergestellt werden.

Zu beachten ist, dass es zahlreiche Kunststoff-Basisqualitäten gibt; jede davon kann für unterschiedliche Anwendungen konfektioniert werden und enthält folglich auch unterschiedliche Additive und Farben. Diese unterschiedlichen Kunststoffe werden bei der Herstellung von Produkten häufig mit anderen Kunststoffqualitäten sowie mit Papieren, Pappen und Metallen mehr oder minder fest verbunden. Sie kommen bei der Füllung oder Verpackung mit den unterschiedlichsten Produkten – z.B. Lebens- und Reinigungsmitteln sowie Farben und giftigen Chemikalien – in Berührung. Bei der Trennung im Haushalt und beim Transport zur Sortieranlage vermischen sie sich mit anderen Abfällen und kontaminieren sich gegenseitig mit Behältnissen unterschiedlicher Füllungen und mit sogenannten Fehlwürfen. Aus diesen Kunststoff-Abfallmischungen können nur mehr oder minder einfache, also zwangsläufig im Vergleich zu reinen Qualitäten minderwertige und billige Granulate und daraus folglich einfache Kunststoffprodukte hergestellt werden. Daher ist zu untersuchen, ob der Aufwand für die Kunststoffgewinnung aus diesen Abfallgemischen unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten zu rechtfertigen ist.

Zu bedenken ist auch, dass einige der aus Abfallgemischen aufwendig hergestellter Kunststoffgranulate gewonnenen Produkte besser aus primären Rohstoffen hergestellt werden sollten, die für die Verpackung von sensiblen Produkten geeignet sind. Sortenreine Kunststoffabfälle können nach dem Lebenszyklus des daraus gewonnenen Produkts hochwertigem Recycling zugeführt werden; die daraus gewonnenen Produkte entsprechen dann solchen, die aus primären Kunststoffen gefertigt werden.

Der größte Teil des Verfahrensinputs in Sortieranlagen für Leichtverpackungsabfälle – je nach Verfahren bis zu etwa zwei Dritteln – wird jedoch zu Ersatzbrennstoffen verarbeitet. Der Rest besteht aus mehr oder minder sortenreinen Kunststofffraktionen, Verbundverpackungen sowie Metallschrotten. Derartige Anlagen müssen bei realistischer Einordnung nach ihrem Hauptzweck beurteilt werden. Der Hauptzweck ist der Teil des Verfahrensergebnisses, der mehr als fünfzig Prozent ausmacht. Nach diesem Kriterium handelt es sich bei den Anlagen zur Sortierung der Verpackungs-Leichtfraktion um Anlagen zur sonstigen Verwertung und nicht um Recyclinganlagen.

Die Bürger werden für die LVP-Entsorgung mehrfach zur Kasse gebeten

Erster Aspekt: Die erste Finanzierungsquelle für das Duale System ist die Lizenzgebühr. Jede einzelne Verpackung, die in den Handel kommt und vom Verbraucher erworben wird, wird mit einem Betrag im Centbereich – der Lizenzgebühr – belastet. Geschätzt wird der Anteil pro Bürger und Jahr auf etwa 10,00 EUR. Dieser Betrag stellt die bei oberflächlicher Betrachtung hauptsächliche Finanzierungsquelle für den organisatorischen und technischen Aufwand – also für die Logistik, die Aufbereitung der Verpackungsabfälle und für die Vermarktung der gewonnenen Produkte – dar. Dazu kommen jedoch weitere Kosten, die dem dualen System zugerechnet werden müssen.

Bei der Verwertung der Verpackungen durch die Dualen Systeme müssen nicht nur die Kosten für die Logistik und Aufbereitung, sondern auch die Transaktionskosten berücksichtigt werden, die wahrscheinlich das Vielfache der erstgenannten Kosten ausmachen.

Das Duale System ist in der praktizierten Form – insbesondere für die Leichtverpackungen – und auch in Anbetracht der Qualitäten der Produkte unangemessen teuer. Die Kommunen verfügen sowohl über das Wissen als auch über Anlagen, um diese Verpackungsabfälle verantwortungsbewusst, das heißt nach ökologischen und ökonomischen Kriterien, zu verwerten. Nach heutigen Erkenntnissen sollten zumindest die Leichtverpackungsabfälle am besten in Anlagen zur hauptsächlich energetischen Verwertung behandelt werden sollten.

Daher sollte zukünftig die Verantwortung für die Leichtverpackungsabfälle des Dualen Systems wieder den kommunalen Abfallunternehmen übergeben werden.

Dennoch sollten die Sortierverfahren, die durch engagierte Entwicklung der letzten Jahre einen beachtlichen Standard aufweisen, weiterentwickelt werden. Vielleicht gelingt ja eines Tages die Entwicklung von Verfahren, mit denen zu verantwortbaren Kosten hochwertige Produkte – Kunststoffgranulate und Schrottfractionen – hergestellt werden, aus denen dann mit vertretbarem Aufwand hochwertige Güter produziert werden können.

Dann wird der Verfahrensvergleich vielleicht anders ausfallen.

Mit der falschen Begründung, hier werde nicht verbrannt, sondern stofflich verwertet, werden die Leichtverpackungen dem kommunalen System der Abfallentsorgung entzogen, ohne dass die Bürger einen Nutzen davon hätten oder dadurch für den Umwelt- oder Ressourcenschutz ein erkennbarer Gewinn erzielt würde.

Zum Zweiten entstehen den Bürgern zusätzliche Kosten durch die Unterauslastung der vorhandenen hochwertigen Restabfallbehandlungsanlagen: Die Kapazitäten der technisch gut ausgestatteten Abfallverbrennungsanlagen in Deutschland sind nicht ausgelastet. Da der größte Kostenblock der Abfallverbrennung Fixkosten sind, bedeutet die Unterauslastung der Abfallverbrennungsanlagen eine Erhöhung der spezifischen Abfallbehandlungskosten. Von den vorhandenen und nicht ausgelasteten Abfallverbrennungsanlagen und auch von den ebenfalls vorhandenen Industriekraftwerken könnten die Leichtverpackungsabfälle ohne Vorbehandlung kostengünstig aufgenommen werden. Abfallverbrennungsanlagen genügen den ökonomischen und dank der in den letzten Jahren gesteigerten Energieeffizienz und Verfügbarkeit sowie ihrer hervorragenden Abgasbehandlungssysteme hohen ökologischen Ansprüchen. Mit Abfallverbrennungsanlagen wird elektrischer Strom und Fernwärme oder Fernkälte erzeugt. Zusätzlich werden aus der Asche/Schlacke aus Abfallverbrennungsanlagen Baustoffe sowie Eisen- und Nichteisen-Metallschrott gewonnen; diese Schrotte sind höherwertiger als die aus der Leichtverpackungsaufbereitung. In neuerer Zeit werden erhebliche Anstrengungen unternommen, zusätzlich aus den Stäuben der Abgasreinigung Metalle rückzugewinnen. Sollte dies gelingen, können Abfallverbrennungsanlagen zu idealen Recyclinganlagen weiterentwickelt werden, die etlichen mechanischen Systemen – also auch den Sortieranlagen für Leichtverpackungen – deutlich überlegen wären.

Dritter Aspekt: Die in Sortieranlagen der Dualen Systeme eingesetzten Arbeitnehmer erhalten in vielen Fällen nur einen Mindestlohn. Diese Entlohnungen reichen in der Regel für den Lebensunterhalt einer Familie nicht aus. Muss der Arbeitnehmer zusätzlich öffentliche Mittel in Anspruch nehmen, wird der Steuerzahler nochmals indirekt für die Entsorgung der Leichtverpackungen zur Kasse gebeten. Dagegen werden die Mitarbeiter der kommunalen Unternehmen zu Tarifen bezahlt, die für die Lebenshaltungskosten auskömmlich sind.

Fazit: Würde die Verpackungsentsorgung in die Verantwortung der Kommunen rückgeführt und gleichzeitig das Entsorgungsgeschehen für Leichtverpackungen organisatorisch und mit Techniken durchgeführt, die unter ökologischen und ökonomischen Bedingungen ausgewählt würden, könnte das gesamte System trotz Bezahlung der Mitarbeiter nach öffentlich-rechtlichen Tarifen kostengünstiger und umweltverträglicher gestaltet werden. Eine finanzielle Regelung, die die Produktverantwortung berücksichtigt, müsste allerdings geschaffen werden.

Aus den hier in Kurzform dargelegten Gründen wäre es günstiger, die Entsorgung der leichten Verpackungsabfälle zurück in die Verantwortung der Kommunen zu bringen und sie mit Restabfällen zu behandeln, soweit eine höherwertige Verwertung durch andere Verfahren nicht hergestellt werden kann.

Wertstofftonne

Zusätzliche Aktualität erhält das Thema der Verpackungsentsorgung durch die Diskussion um die Wertstofftonne, mit der **Nichtverpackungen** aus den gleichen Wertstoffen wie die Leichtverpackungen – also in erster Linie stoffgleiche Nicht-Verpackungsabfälle, z.B. aus Kunststoffen, Metallen und geeigneten Materialverbunden – mit den

Verpackungen gesammelt werden sollen. Zwar landen derartige Abfälle auch heute schon in den gelben Tonnen oder Säcken, doch gehören sie unter rechtlichen und wirtschaftlichen Aspekten dort nicht hin; sie stellen *Fehlwürfe* dar.

Ausgeschlossen von der Wertstofftonne sollen Elektro- und Elektronikaltgeräte sowie Batterien sein. Mit der Wertstofftonne soll das Restabfallaufkommen um rund sieben Prozent verringert werden, das sind rechnerisch 570.000 Tonnen pro Jahr. Diese Zahlen sind jedoch nicht belastbar. Neue Anlagenkapazitäten müssen für die zusätzliche Aufgabe nicht geschaffen werden, weil Überkapazitäten auch bei den Sortieranlagen für Leichtverpackungen vorhanden sind. Dennoch würden bei Realisierung der Wertstofftonne zusätzliche Erschwernisse auftauchen. Während die Verpackungsabfälle vornehmlich zweidimensional sind, sind die zusätzlichen Nichtverpackungen hauptsächlich dreidimensional. Auch bestehen die Kunststoffe in Nichtverpackungen teilweise aus anderen Qualitäten als die in Verpackungen; dies muss berücksichtigt werden, wenn die Herstellung hochwertiger, d.h. vor allem sortenreiner Kunststoffgranulate angestrebt wird.

Rekommunalisierung der Entsorgung von Verpackungsabfällen

Die Rekommunalisierung der Entsorgung von Verpackungsabfällen würde aus technischer, ökonomischer, ökologischer und sozialer Sicht erhebliche Vorteile mit sich bringen. Der verwaltungstechnische und logistische Aufwand könnte deutlich reduziert werden. Die Art der Behandlung der Verpackungsabfälle müsste nicht zwangsläufig geändert werden. Es läge in der Verantwortung der Kommunen, über den jeweils optimalen Verwertungsweg zu entscheiden.

Die Trägerschaft für das geplante Wertstofftonnen-System wird sowohl von den Kommunen als auch von den privaten Entsorgungsunternehmen reklamiert. Die Bundesregierung scheint auf ein Konzept zum Wettbewerb als effektives Mittel zur Kostensenkung und zum Aufbau effizienter Strukturen zu setzen. Dies erscheint aus heutiger Sicht eine Illusion zu sein, u.a. weil es für beide Seiten um ein Geschäft geht, sie verfügen über nicht ausgelastete Anlagenkapazitäten, die mit dem Aufkommen aus den Wertstofftonnen besser ausgelastet werden könnten. Zielführender scheint zunächst eine Untersuchung über die Auswirkungen auf die Verfahrenstechniken und auf die Produktqualität zu sein. Erst danach kann über die optimale Vorgehensweise hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Umwelt- und Ressourcenschutz entschieden werden.

10. Klärschlammverwertung

Ein weiteres Beispiel für die Überlegenheit der Verbrennung als Verwertungsprozess gegenüber der stofflichen Verwertung ohne thermische Stufe ist die Klärschlamm-entsorgung. Klärschlamm kann deponiert werden, das ist seit 2005 verboten, als landwirtschaftliche und landschaftsbauliche Verwertung auf den Boden ausgebracht oder zu Kompost verarbeitet oder energetisch durch Mono- oder Mitverbrennung verwertet werden.

Berlin bleibt entspannt.

Die BSR verbindet gute Leistungen mit Klimaschutz und sozialer Verantwortung. Und das zu den niedrigsten Gebühren im Vergleich der deutschen Großstädte. Damit das auch so bleibt, verwertet die BSR alle Abfälle entweder stofflich oder stellt daraus Energie her. So werden Rohstoffe geschont, fossile Energieträger ersetzt und die Gebühren niedrig gehalten. Und Sie haben wieder einen Grund zum Entspannen.

www.BSR.de

So orange ist nur Berlin





Anlagen zur thermischen Abfallbehandlung: Wir planen von A bis Z.

Über 40 Jahre erfolgreich am Markt

- Projektentwicklung
- Standort- und Verfahrensevaluation
- Anlagenkonzept
- Vorplanung, Genehmigungsplanung
- Ausschreibung
- Überwachung der Ausführung
- Betriebsoptimierung
- Betriebs-, Störfall-, Risikoanalysen
- Umweltverträglichkeitsberichte
- Gesamtanlagen
- Verfahrenstechnik
- Prozessautomation und Elektrotechnik (EMSRL-T)
- Bauteil inklusive Logistik

www.tbf.ch

TBF TBF+Partner AG
Planer und Ingenieure

Bundesweit betrug 2010 das Klärschlamm-aufkommen 1,9 Millionen Tonnen. Davon wurden 30 Prozent in der Landwirtschaft verwertet, 53 Prozent wurden thermisch verwertet.

Der im Landschaftsbau, etwa zur Rekultivierung, eingesetzte Anteil lag bundesweit bei fast 14 Prozent. Der Rest wurde sonstigen stofflichen Verwertungsformen zugeführt, unter anderem in Vererdungsanlagen.

Der Hauptentsorgungsweg für Klärschlämme aus kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen ist in Deutschland mit steigender Tendenz die thermische Entsorgung. Rund 1,1 Millionen Tonnen Klärschlamm aus kommunalen Kläranlagen wurden 2011 verbrannt, 6,4 Prozent mehr als 2010.

Etwa 55 Prozent des Klärschlammes wurden in Verbrennungsanlagen entsorgt. Der Rest wurde als Dünger in der Landwirtschaft und im Landschaftsbau verwendet oder kompostiert. Landwirtschaftlich genutzt wurden rund 570.000 Tonnen, das sind 29 Prozent; etwa 250.000 Tonnen, das sind 13 Prozent, wurden im Landschaftsbau eingesetzt. Die letztgenannten Entsorgungswege sind gegenüber 2010 leicht zurückgegangen.

Die nur noch in Ausnahmefällen zulässige Deponierung von Klärschlamm spielte 2011 statistisch keine Rolle mehr.

In einigen Bundesländern wurde die Erkenntnis der Vorteilhaftigkeit der Klärschlammverbrennung gegenüber der Ausbringung auf den Boden schon seit längerer Zeit umgesetzt. Andere Bundesländer, z.B. Rheinland-Pfalz, sind hier rückständiger.

In den Stadtstaaten Berlin und Hamburg wird Klärschlamm ausschließlich verbrannt. Hohe Anteile bei der thermischen Entsorgung weisen insbesondere Baden-Württemberg, Bayern und Nordrhein-Westfalen auf. In Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern belastet der Klärschlamm aus kommunalen Abwasserentsorgungsanlagen hauptsächlich den Boden.

Auch in Rheinland-Pfalz ist der wichtigste Entsorgungsweg für Klärschlamm die landwirtschaftliche Verwertung. Insgesamt fielen in den kommunalen Kläranlagen von Rheinland-Pfalz bei der Reinigung der Abwässer im Jahr 2011 rund 89.100 Tonnen Klärschlamm-Trockenmasse an. Das waren gut vier Prozent mehr als 2010. Vor zwanzig Jahren fielen noch 115.000 Tonnen an. Der wesentliche Grund für diese Entwicklung ist die geringere Menge an Zuschlagstoffen, die den Klärschlämmen in den Abwasserbehandlungsanlagen zur Stabilisierung zugegeben werden. 68 Prozent des Klärschlammes aus kommunalen Anlagen wurden auf landwirtschaftlich genutzten Böden ausgebracht. In Rheinland-Pfalz belief sich der thermisch verwertete Anteil lediglich auf 25 Prozent. Damit belasten überdurchschnittlich viele Klärschlämme in Rheinland-Pfalz den Boden.

Allerdings wird Klärschlamm in Rheinland-Pfalz regional unterschiedlich entsorgt. In den kreisfreien Städten Koblenz, Trier und Landau wird der Klärschlamm vollständig in der Landwirtschaft, in Mainz und Speyer ausschließlich thermisch verwertet.

In Ludwigshafen und Frankenthal wird das kommunale Abwasser in Anlagen industrieller Betriebe mitbehandelt, für diese Städte liegen Angaben zum Klärschlammverbleib nicht vor, doch ist wegen der Anbindung an industrielle Unternehmen die energetische Verwertung anzunehmen.

Verwertungsquoten in der Landwirtschaft reichten von hundert Prozent in den Landkreisen Alzey-Worms, Donnersbergkreis, Südwestpfalz und Kusel bis zu 31 Prozent im Westerwaldkreis.

Als Vorteil der Ausbringung des Klärschlammes auf den Boden wurden stets Rückgewinnung von Phosphaten aus dem Klärschlamm genannt, während dieser für die Bodenfruchtbarkeit essentielle Stoff durch die Verbrennung unwiederbringlich verloren sei. Für diesen Vorteil wurde die mit der Klärschlammausbringung auf den Boden zwangsläufig verbundene Schadstoffverteilung billigend in Kauf genommen.

Bei der Klärschlammverwertung auf dem Boden werden mit dem wertgebenden Anteil – Phosphat – zahlreiche Schadstoffe und Keime auf den Boden ausgebracht, die sich in der Folge auch im Grundwasser und in den Oberflächengewässern und damit letztlich in der Nahrungskette wiederfinden. Dagegen werden die organischen Schadstoffe und Keime bei der Klärschlammverbrennung zerstört und die anorganischen Stoffe werden zum größten Teil in den Rückständen aus der Abgasbehandlung konzentriert. Diese können – z.B. durch untertägige Ablagerung – sicher von der Biosphäre abgetrennt werden. Die Asche aus der Monoverbrennung eignet sich als Rohstoff für die Gewinnung von Phosphaten in den mit der Klärschlammverbrennung verbundenen Prozessen, wie in zahlreichen F+E-Projekten nachgewiesen wurde, wie u.a. in diesem Buch von Adam und Krüger [1], Meyer und Steinmetz [4] sowie Scheidig et al. [5] beschrieben. Phosphat aus Abwässern wird am besten aus Aschen aus der Monoverbrennung von Klärschlamm gewonnen.

Bei der Mitverbrennung z.B. in Kohlekraftwerken werden die Phosphate auf viel größere Aschemengen als bei der Monoverbrennung verteilt; zwar ist auch aus dieser Asche die Rückgewinnung von Phosphaten theoretisch möglich, doch ist dies wegen der Verdünnung in größeren Aschemengen mit deutlich höherem Aufwand und entsprechenden Kosten als aus der Asche aus der Monoverbrennung von Klärschlamm verbunden.

Wird Klärschlamm bei der Zementklinkerherstellung als Ersatzbrennstoff mitverbrannt, ist das darin enthaltene Phosphat endgültig verloren. Daher wird angestrebt, diesen Entsorgungsweg zu beenden, sobald ausreichende Kapazitäten in Monoverbrennungsanlagen zur Verfügung stehen.

Auf Grund der Erkenntnisse der Vorteile der Klärschlammverbrennung mit Phosphatgewinnung befürworten das Umweltbundesamt und das Umweltministerium nun endlich auch die Beendigung sowohl der Klärschlammausbringung auf den Boden als auch mittelfristig der Mitverbrennung in Kohlekraft- und Zementwerken.

11. Konsequenzen für Recyclingprozesse

Die Beispiele zeigen, dass es einfache – wenn auch auf den ersten Blick einleuchtende – Lösungen für die Gewinnung von Sekundärrohstoffen aus Abfällen nicht gibt, insbesondere wenn sie Mischungen aus unterschiedlichen Stoffen darstellen sowie mit Schadstoffen, Keimen und Störstoffen kontaminiert sind und der gesetzlich geforderte Anspruch auf hochwertiges Recycling mit diesen Abfällen zumindest derzeit nicht erfüllt werden kann. Hochwertigkeit bedeutet, dass sowohl der Recyclingprozess als auch die rückgewonnenen Produkte qualitativ hochwertig sind und die Umwelt geringstmöglich belasten. Für Sekundärprodukte bedeutet Hochwertigkeit auch, dass sie qualitativ und möglichst auch wirtschaftlich mit aus primären Rohstoffen gewonnenen Produkten vergleichbar sind.

Jede Abfallfraktion – insbesondere wenn sie aus vielfältigen, unterschiedlich kontaminierten Abfällen besteht – muss zur Ermittlung der Hochwertigkeit des Recyclingprozesses und der damit gewonnenen Sekundärrohstoffe sorgfältig in technischer, ökologischer und ökonomischer Hinsicht untersucht und bewertet werden. Auf dieser Basis muss dann der bevorzugte Entsorgungsweg eingeschlagen werden. Dies gilt insbesondere für Länder, die dies auch leisten können. Abstriche können und müssen gegebenenfalls in Ländern in Kauf genommen werden, die sich hochwertige Verwertung noch nicht leisten können. Dafür haben jedoch Länder mit fortgeschrittener Entwicklung die Verpflichtung, ihre Erkenntnisse zu vermitteln, damit die Ziele erkannt und langfristig umgesetzt werden können. Es ist wenig verantwortungsbewusst, einzelne Verfahren aus vordergründigen wirtschaftlichen Interessen zu diskriminieren.

Insbesondere bei heterogenen Abfällen bringt häufig nur die Kombination von Teilprozessen unterschiedlicher Technologien vertretbare Ergebnisse; das bezieht sich bei den Recyclingprozessen und den Sekundärrohstoffen sowohl auf die Qualität der Sekundärrohstoffe als auch auf die Höhe des Ausbringens.

Die Bevorzugung von mechanischen, chemischen oder thermischen Prozessen nach politischen Kriterien oder Gruppeninteressen ist nicht zielführend.

12. Literatur

- [1] Adam, C.; Krüger, O.: Wertstoffpotential in deutschen Klärschlammaschen. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Energie aus Abfall, Band 10. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2013
- [2] Frey, R.; Brunner, M.: Rückgewinnung von Schwermetallen aus Flugaschen der Müllverbrennung – Chemisch-physikalische Behandlung der Rückstände als integraler Bestandteil der thermischen Abfallbehandlung. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Optimierung der Abfallverbrennung 1. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2004, S. 667-680
- [3] Kraus, M.: Der Fall Rinter und was man daraus lernen kann. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Brennstoff aus Müll. Berlin: E.F.-Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH, 1984, S. 310-321

- [4] Meyer, C.; Steinmetz, H.: Phosphorrückgewinnung aus Klärschlämmen kommunaler Kläranlagen. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Energie aus Abfall, Band 10. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2013
- [5] Scheidig, K.; Lehrmann, F.; Mallon, J.; Schaaf, M.: Klärschlamm-Monoverbrennung mit integriertem Phosphor-Recycling. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Energie aus Abfall, Band 10. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2013
- [6] Thomé-Kozmiensky, K. J.: Die Wiener Anlage zur Rohstoffrückgewinnung – Situationsanalyse und Konzeption zur Sanierung. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Brennstoff aus Müll. Berlin: E.F.-Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH, 1984, S. 7-43

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.