



ALBAU ALS RESSOURCE

IV. OPTIONEN ZUR STEUERUNG

Ich erlaube mir, das Thema etwas zu variieren, damit es nicht ganz so negativ klingt: Statt nur über die Grenzen möchte ich über die Möglichkeiten und Grenzen der Recyclingwirtschaft sprechen. Dabei werde ich insbesondere die folgenden Punkte ansprechen:

- Grundsätzliche Überlegungen und Kriterien zur stofflichen Verwertung von Abfällen
- Anwendungs-Beispiele: Metalle, Papier, Hohlglas, Mischkunststoffe des Dualen Systems Deutschland, PVC-Recycling
- Längerfristige Überlegungen zur qualifizierten stofflichen Wiederverwendung mineralischer Baustoffe wie Zement und Gips
- Stoffliches Recycling und Weiterverwendung von Produkten im Bausektor
- Steuerung des Abfallaufkommens.

Bevor wir zu diesen Punkten kommen, lassen Sie uns gemeinsam einen kurzen Blick auf das Mengengerüst des Abfallaufkommens der Bundesrepublik Deutschland werfen. Überschätzen Sie aber nicht die Genauigkeit der Zahlen zu den einzelnen Abfallarten. Sie sollen insgesamt nur die Relationen deutlich machen. Vom Gesamtabfallaufkommen von fast 800 Mio. t/a (Tonnen pro Jahr) entfällt fast die Hälfte auf Landwirtschaftsabfälle (300 Mio. t/a). Aber schon den zweitgrößten Brocken bildet das Abfallaufkommen des Bausektors mit 160 Mio. t/a, und das ist die Abfallart, die uns im Zusammenhang mit dieser Tagung besonders interessiert.

Grundsätzliche Überlegungen und Kriterien zur stofflichen Verwertung von Abfällen

Vorab eine Feststellung, die viele engagierte Menschen nicht gerne gelten lassen:

„Stoffliche Verwertung ist kein Wert an sich.“

Diese Aussage steht im Gegensatz zu der auf einer nun schon seit Jahrzehnten dauernden, leider oft nicht qualifiziert geführten Diskussion beruhenden, heute aber weit verbreiteten Meinung:

„Wenn man Abfälle überhaupt stofflich verwertet, ist das an sich schon eine gute Sache. Dem gegenüber spielen andere mit der Verwertung verknüpfte Aspekte, seien sie auch eindeutig negativ, keine Rolle.“

Nun ist stoffliche Verwertung von Abfällen wahrhaftig nichts neues und schon gar nichts, was unter Umweltschutzgesichtspunkten erfunden worden wäre. Die Verwertung von Abfällen ist so alt wie Produktion überhaupt, und sie wurde zunächst unter ökonomischen Gesichtspunkten eingeführt. Floriert hat sie immer dann und dort, wo Geld keine prioritäre Rolle spielte, also in Autarkiewirtschaften. In Deutschland zählen dazu in diesem Jahrhundert insbesondere die Zeit des Nationalsozialismus und die DDR. In beiden Zeiträumen wurde eine für die entsprechende Zeit nahezu perfekte Recyclingwirtschaft organisiert.

Bewertungskriterien für stoffliche Abfallverwertung

Die Frage, ob die stoffliche Verwertung von Abfällen sinnvoll ist oder nicht, kann mit Hilfe einer Reihe von Kriterien entschieden werden:

- Ressourcenwert
- Ökobilanz (Verwertung - Primärmaterial und Entsorgung)
- Wertigkeit der stofflichen Folgenutzung (Downcycling)
- Entsorgungsprobleme der Folgenutzungsprodukte
- Verwertbarkeit in der inländischen Produktion bzw. Exportierbarkeit
- Kosten (Verwertung - Primärmaterial und Entsorgung).

Die Frage nach dem Ressourcenwert muß immer gestellt werden. Ist denn eines der Materialien, die wir aus Abfällen zurückgewinnen wollen, überhaupt absehbar knappheitsbedroht? Meistens ist dies nicht der Fall. Die Frage nach der Ökobilanz muß ebenfalls gestellt werden, und zwar im Vergleich der Gewinnung von Primärmaterial aus Rohstoffen mit der Gewinnung von Sekundärabfällen, bzw. mit der Entsorgung der Reststoffe.

Es folgt die Frage nach der Wertigkeit der stofflichen Folgenutzung. Hat das gewonnene Sekundärmaterial die gleiche Qualität wie das Primärmaterial, oder ist es nur noch von minderer Qualität (Downcycling)? Man muß weiter danach fragen, ob ein Sekundärmaterial nach der Nutzung daraus hergestellter Produkte nochmals verwertet werden kann, bzw. ob zusätzliche Probleme daraus entstehen. Ein gutes Beispiel ist hier ein neues, aus rezyklierten Stoffen hergestelltes Ersatzmaterial für Preßspanplatten. Es enthält neben wenig Holz und chemischen Polymeren auch Bindemittel, Altpapier, Mischkunststoffe und andere Abfallbestandteile. Eine Wiederverwertung kommt bei diesem Material natürlich nicht in Frage. Zusätzlich besteht das Problem, daß dieses energiereiche Material künftig nicht mehr unbehindert deponiert werden darf (TA Siedlungsabfall). Eine thermische Behandlung dürfte erhebliche Probleme bereiten.

Eine weitere wichtige Frage ist, ob rückgewonnene Materialien in der inländischen Produktion eingesetzt oder, falls nicht, wenigstens exportiert werden können. Wenn kein Markt für rückgeführtes Material besteht, ist jede für die Rückführung ausgegebene Mark, die ja letztlich immer die Verbraucher bezahlen müssen, offensichtlich weggeworfen.

Last not least ist natürlich die Frage nach den Kosten zu stellen, wieder für Primärmaterial gegen Sekundärmaterial und letzteres gegen die Entsorgung der Abfälle. Die Kosten sind in den meisten Fällen die entscheidende Größe. Darum sollte man nicht herumreden, wie das heute in öffentlichen Diskussionen häufig geschieht.

Wenden wir nun diese Bewertungskriterien auf die mengenmäßig wichtigen Materialrückführungen an, zunächst in der Bewertung klassischer Fälle:

- Ressourcenwert teilweise hoch (Kupfer, Silizium)

- ökonomischer Anreiz war immer da
- positive Energiebilanz (extrem bei Aluminium)
- positive Ökobilanz (bis auf PCDD/F bei Unachtsamkeit)
- Downcycling (Ausnahme Papier)
- Entsorgung der Folgenutzung und inländische Verwertbarkeit bisher problemlos.

Grenzen der inländischen Verwertbarkeit sind sichtbar bei Eisen und Papier (50 % Altpapiereinsatz in der Neuproduktion als Obergrenze). Die Kosten der Verwertung sind in allen Fällen günstiger als die Neuproduktion.

Die Bewertung neuer Fälle stellt sich so dar:

- kein Ressourcenwert
- Öko- und Energiebilanz positiv
- kein Downcycling, problemlose Entsorgung der Recyclingprodukte, inländische Verwertbarkeit gesichert
- Kostenbilanz positiv
- Unbeschränkte Abnahmegarantie.

Die klassischen Fälle gibt es schon sehr lange. Die neuen Fälle - Hohlglas und Mischkunststoffe - sind eine Errungenschaft der 60er Jahre. Die Wiederverwendung des Produktes Glasflasche hat es als Pfandflasche schon lange vorher gegeben.

Bei den klassischen Fällen ist der Ressourcenwert immer von Bedeutung, zum Teil beachtlich, z. B. bei Kupfer und Zinn. Kupfer gewinnen wir heute weltweit aus Erzen, deren Kupfergehalte unter einem halben Prozent liegen. Wir baggern riesige Mineralstoffmassen aus der Erdkruste und prozessieren sie physikalisch und chemisch mit hohem Energieaufwand, um das bißchen Kupfer zu gewinnen, und richten dabei eine riesige Umweltverschandelung und -belastung an. Eine Tonne Kupfer kostet dabei etwa 4000 DM. Wie extrem Produktionsverhältnisse in den vorher schon erwähnten Autarkiewirtschaften werden können, zeigt ebenfalls das Beispiel Kupfer. Aus miserablen inländischen Erzen wurde in der DDR zum Schluß Reinkupfer mit Kosten von über 100.000 DM Ost/t unter Hinterlassung einer riesigen Tagebauwüste erzeugt.

Zinn ist eines der wirklich knappheitsbedrohten Metalle. So kann es nicht verwundern, daß in Südostasien in asphaltierten Straßen verbaute Zinnverhüttungsschlacken früherer Produktionsphasen wieder ausgebaut und einem modernen Verhüttungsprozeß unterworfen wurden. Bei dem gestiegenen Marktpreis für Zinn rechtfertigten die in den Schlacken noch verbliebenen Zinngehalte dieses Vorgehen wirtschaftlich.

Bei Metallen ist die Energiebilanz für die Wiederverwertung eigentlich immer positiv. Das Extrem liegt hier beim Aluminium, wo die Wiederverwertung nur 5 % des für Gewinnung von Primärmaterial erforderlichen Energieaufwandes erfordert.

Die Ökobilanz ist bei der Erzeugung von Sekundärmetall im allgemeinen auch günstiger als bei der Erzeugung von Primärmaterial, bis auf das Problem der polychlorierten Dibenzodioxine und -Furane. In früheren Zeiten, als man weder über die Toxizität noch über die Entstehungsweise dieser Verbindungsklasse Bescheid wußte, ist hier großer Schaden angerichtet worden. Aber da man über Dioxine und Furane inzwischen recht gut Bescheid weiß, hat man dieses Problem heute bei der Rückgewinnung von Schwermetall in Neuanlagen im Griff.

Downcycling ist bei den Metallen kein Problem, auch nicht die Entsorgung der Folgenutzungsprodukte. Die inländische Verwertbarkeit war in allen klassischen Fällen bisher problemlos. Hier werden aber inzwischen Grenzen sichtbar, insbesondere beim Eisen. Bei fallender Eisen- und Rohstahlerzeugung geht natürlich anteilig auch der Schrotteinsatz zurück. Es ist kaum zu erwarten, angesichts der Konkurrenzentwicklung auf

dem Weltmarkt, daß sich diese Tendenz noch einmal umkehren wird. Ein Sonderproblem bilden schon seit längerem die Schrottarten, die zu hohe Kupfergehalte enthalten, d.h. insbesondere Automobilschrott. Diese Altmaterialien können nur noch exportiert werden. Wenn man sie so auch nicht absetzen kann, müssen bei der Verschrottung von Autos gegenüber der heutigen Verfahrensweise kostengünstigere Wege gefunden werden, die eine umweltgerechte Entsorgung ermöglichen.

Auch beim Altpapier zeigen sich Grenzen der inländischen Verwertbarkeit. Seit Jahren stagniert der Altpapiereinsatz bei etwa 50 % der Neupapierherstellung. Das hängt damit zusammen, daß nicht alle benötigten Papierarten einen größeren Altpapiereinsatz zulassen. Zum Anderen zeigt sich hier aber auch ein typisches Downcycling-Problem. Weil beim Aufbereiten von Altpapier die Faserlängen zurückgehen, müssen immer größere Anteile aus dem Prozeß ausgeschleust und entsorgt werden. Dies hat natürlich Konsequenzen für die erreichbaren Rezyklierungsgrade und Ausbeuten.

Nun zu den neuen Fällen: Der Ressourcenwert bei Hohlglas ist praktisch gleich Null. Öko- und Energiebilanz sind bei der Wiederverwendung positiv. Downcycling liegt nicht vor. Die vollständige inländische Verwertbarkeit ist gesichert. Es werden sofort wieder Flaschen aus dem Recyclingglas hergestellt. Entsorgungsprobleme der Folgenutzung gibt es nicht. Die Kostenbilanz ist positiv, so daß es nicht verwundert, daß eine unbeschränkte Abnahmegarantie der Hohlglashersteller besteht. Das wäre nicht denkbar, wenn es sich nicht rentieren würde.

Anders bei den Mischkunststoffen. Dies ist übrigens der einzige Punkt, in dem das Duale System Deutschland (DSD) eine neue Leistung zu erbringen versucht hat. Zwei Vorgehensalternativen sind hier zu vergleichen:

a) Stoffliche Verwertung

- Einsammeln von Wertstoffen, sortieren
- Hydrieren oder Vergasen der Kunststofffraktion, Kunststoffe über Monomere herstellen (insgesamt extrem hohe Kosten)
- Zur Energieversorgung jungfräuliches Heizöl verwenden.

b) Müllverbrennung (thermische Verwertung)

- Aus Rohöl Kunststoff herstellen (bessere Ausbeute und Qualität, niedrigere Kosten)
- Kunststoffe mit Hausmüll ohne Getrenntsammlung verbrennen (Energieinhalt des Rohöls ist im Kunststoff fast völlig erhalten; Kosten für Sammeln und Sortieren entfallen).

Schon aus dieser kurzen Gegenüberstellung wird klar, daß der zweite Weg ökonomisch der richtigere sein wird.

Aber wir sollten schon noch einen genaueren Blick auf die beiden Vorgehensalternativen werfen. Für den chemisch-verfahrenstechnischen Teil der stofflichen Kunststoffverwertung werden insbesondere in dem berühmten Gutachten der ARGE DSD zwei Alternativen diskutiert:

- Das KAB-Verfahren (VEBA; Hydrierung gemeinsam mit Vakuumdestillationsrückstand aus Erdölraffinerien)
- Das ESPAG-Verfahren (Vergasung zusammen mit Braunkohlen-Brikettbruch)

In beiden Fällen können maximal 25 % Altkunststoffe verwendet werden. Beim VEBA-Verfahren müssen 75 % Vakuumdestillationsrückstände aus Erdölraffinerien eingesetzt werden, die nur begrenzt verfügbar sind. Sie werden von den Raffineriebetreibern zu anderen, wirtschaftlich verkaufbaren Produkten aufgearbeitet.

Beim ESPAG-Verfahren werden mindestens 75 % Braunkohlenbrikettbruch zugesetzt. Dieser ist zwar in ausreichender Menge verfügbar, hat aber auch für sich natürlich einen Wert

als Brennstoff. Daß nicht mehr als 25 % Altkunststoff zugesetzt werden können, liegt in beiden Fällen einfach an den Stoffeigenschaften der Kunststoffe. Sie sind bereits bei relativ niedrigen Temperaturen thermoplastisch und neigen deshalb zum Verklumpen, zum Anbacken an Reaktionsgefäßen und Rohren. Die Konsequenz sind Verstopfungen, die sehr kostspielige Anlagenstillstände und Interventionen zur Folge haben. Mit maximal 25 % Kunststoffeinsatz dienen beide Verfahren eigentlich nur in geringem Maße der stofflichen Verwertung von Altkunststoffen. Das ist schon Etikettenschwindel. Schlimmer noch ist, wenn man sieht, daß nur beim VEBA-Verfahren ein Kohlenwasserstoffgemisch als Grundstoff für Chemieprodukte erzeugt wird, beim ESPAG-Verfahren aber ausschließlich Methanol, das als Endenergieträger im Verkehrsbereich zum Einsatz kommen soll. Ein glatter Etikettenschwindel, denn das ist eindeutig eine energetische und keine stoffliche Verwertung.

Die Bewertung der beiden chemischen Verfahrensalternativen nach Sammlung und Sortierung sowie die Deckung des entsprechenden Energiebedarfs durch das Verbrennen von leichtem Heizöl gegenüber der alternativen Müllverbrennung mit Energienutzung und Neuproduktion ergibt das folgende Bild: Der Ressourcenwert ist niedrig, wieder einmal ganz im Gegensatz zur allgemeinen Meinung. Es gibt allen gegenteiligen Vorhersagen zum Trotz noch sehr viele gesicherte Erdölvorräte, und seit Jahren nimmt die statistische Reichweite der gesicherten Vorräte bei wachsendem Verbrauch infolge von Neufunden eher zu als ab. Die Sicherung der Rohstofffunktion, d. h. der Rohstoffbasis für die Grundstoffproduktion der organischen Chemie, ist gegenüber der Energieversorgung kein Problem, denn für diesen Zweck werden nur 5% des gesamten Erdölverbrauchs in der Bundesrepublik eingesetzt. Die Ökobilanz geht zu ungunsten der Recyclings aus. So werden z. B. 20 % mehr Kohlendioxid emittiert als über Verbrennung und Produktion. Eine geschlossene Stoffbilanz für beide Alternativen liegt im Übrigen noch nicht vor. Sicher ist jedoch, daß das Dioxinproblem bei der Verbrennung auch bei höheren PVC-Anteilen im Rahmen der 17. BimSchV voll beherrschbar ist. Eine vollständige vergleichende Energiebilanz liegt ebenfalls noch nicht vor. Abschätzungen zeigen jedoch, daß die Gesamtausbeute beim Rezyklieren etwa 30 % schlechter ist als beim Entsorgen/Neuproduzieren. Wertigkeit der Folgenutzung, Entsorgung der Folgenutzung und inländische Verwertbarkeit sind problemlos. Dagegen kommt hier von seiten des Kostenvergleichs ein dicker Minuspunkt: Die Kosten für die stofflichen Verwertung liegen bei über 3000 DM/t Altkunststoff. Sie können ebensogut aber auch das Doppelte in Einsatz bringen. Wenn sie dann noch berücksichtigen, daß die Ausbeute rückgewonnenen Kunststoffs weit unter 100 % liegt, ist dieser Ansatz schnell noch einmal verdoppelt, jedenfalls aber über 10.000 DM/t Produkt. Dem gegenüber liegen die Kosten für die Alternative Entsorgen und Neuproduzieren bei weniger als 1000 DM/t Kunststoff. Insgesamt ergibt sich damit eine Beurteilung, der zufolge die Verwertung in der Sprache der Stiftung Warentest als „weniger empfehlenswert“ bezeichnet werden würde.

Andere Verfahren zur chemischen Prozeßführung in der Kunststoffverwertung, wie sie von der BASF und von Mineralölgesellschaften untersucht worden sind, sind inzwischen fallengelassen worden. Motiviert waren diese Ansätze durch die Erwartung, daß Zuzahlungen für die Verwertung, wie sie von der DSD relativ großzügig in Aussicht gestellt wurden und

immer noch werden, die Rückführung zu einem gewinnbringenden Produktionsbereich machen könnten. Ein letzter zur Zeit aktueller Weg zur Kunststoffverwertung ist der Einsatz von Mischkunststoffen anstelle von Öl im Hochofen. Auch dies ist wieder einer der heute so beliebten Etikettenschwindel, denn in Wirklichkeit handelt es sich hier um eine energetische Verwertung.

Dennoch zahlt das DSD eine Prämie von etwa 160 DM/t. Das kann das DSD machen, denn es hat vom Gesetzgeber im Grunde eine Lizenz zum Gelddrucken mit auf den Weg bekommen. Über die Gebühren kann es ohne parlamentarische Kontrolle seine Einnahmen nach Gutdünken regeln. Dann kann man natürlich Abnehmern des Materials hohe Prämien zahlen. In Wirklichkeit ist die ganze stoffliche Verwertung des DSD eine verkappte Subvention, die vom Verbraucher über Abgaben auf Verpackungsmaterial direkt bezahlt werden muß – ob er will oder nicht!

Sonderproblem PVC-Recycling

Dazu muß man wissen, daß das Produkt PVC selbst als ein Entsorgungsweg für überschüssiges Chlor entwickelt wurde, das bei der üblichen Herstellung von Natronlauge nach dem Verfahren der Chlorkali-Elektrolyse im Verhältnis 1:1 anfällt und zunächst nicht in diesem Umfang in der Chemieproduktion benötigt wird. Die Nachfrage nach Natronlauge und nach Chlor hat im Laufe der Zeit geschwankt. Mal wurde mehr Natronlauge benötigt als Chlor und dann mehr Chlor als Natronlauge. Heute ist die Nachfrage nach beiden Produkten, wohl gemerkt unter Einschluß der PVC-Produktion, relativ stabil und gut ausbalanciert. Das bedeutet aber, daß jede Nachfragesenkung nach PVC durch wachsendes Recycling neue Chlorverwertungsprobleme bringen muß. Die Chemieproduzenten sind dann zu Produktionsumstellungen großen Umfangs gezwungen. Es gibt durchaus Verfahren, Natronlauge ohne gleichzeitigen Chloranfall herzustellen, ohne daß dabei wesentlich höhere Produktionskosten anfallen müssen. Aber solche Verfahrensumstellungen kosten viel Geld, einerseits für die kurzfristige Abschreibung noch funktionsfähiger Anlagen und andererseits für die Errichtung von Anlagen für das neue Verfahren. Das tut weh, und das sind Entscheidungen, die man nicht so gerne trifft, solange noch irgendwelche billigeren Ausweichmöglichkeiten vorhanden sind.

Die Verwendungsstruktur des PVC heute weist als langlebiges Produkt etwa 70 % Einsatz im Bausektor und etwa 10 % in Kabeln sowie als kurzlebiges Produkt etwa 20 % im Verpackungsbereich, im Fahrzeugbau etc. aus.

Für eine ökonomisch sinnvolle logistische Erfassung kommen nur die langlebigen PVC-Produkte, und hier vor allem Produkte aus dem Bausektor mit hohem Materialeinsatz, in Frage. Hiervon wird man kaum mehr als die Hälfte erfassen können, d. h. man kann davon ausgehen, daß man etwa 40 % der Neuproduktion nach Ende der Produktlebensdauer erfassen und einer stofflichen Wiederverwertung zuführen kann. Die Herstellungs- und Recyclingverfahren im PVC-Zyklus sind recht kompliziert. Sie zu erläutern, wäre hier zu zeitaufwendig.

Ökonomisch, ökologisch und energetisch scheint eine stoffliche Wiederverwertung von PVC ohne und mit Polymerenzerstörung durchaus machbar. Aber hier kommt wieder eine Begrenzung ins Bild, von der zuvor schon beim Papier die Rede war, nämlich eine sinkende Reststabilität beim mehrfachem Rezyklieren. Das hat zur Folge, daß der Streckungsfaktor beim

mehrfachen Rezyklieren und bei realistischen Rückführungsquoten schnell in die Sättigung läuft. Also gibt es hier aufgrund von Strukturveränderungen eine Grenze für das realisierbare Recycling.

Zwei Diagramme mögen dies besser verdeutlichen. Zunächst die sogenannte Reststabilität. Sie ist definiert als die Induktionszeit bis zur ersten Salzsäureabspaltung, nach beliebig vielen Werkstoffrezyklierungen. Abb. 1 zeigt eine fallende Kurve mit wachsendem Gradienten. Schon bei fünf Rezyklierungsvorgängen sind nur noch 95 % Reststabilität vorhanden.

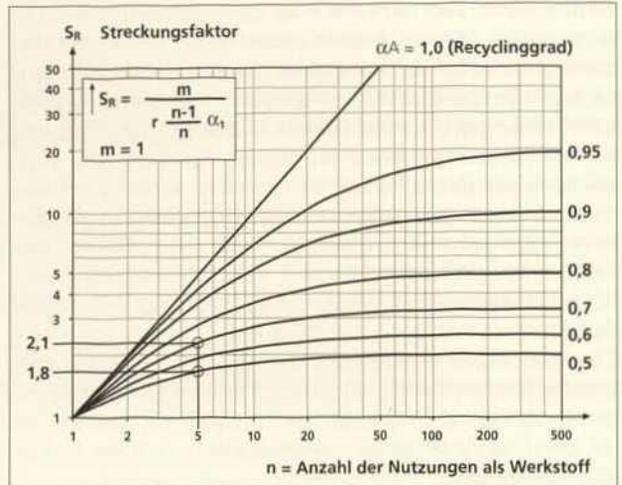
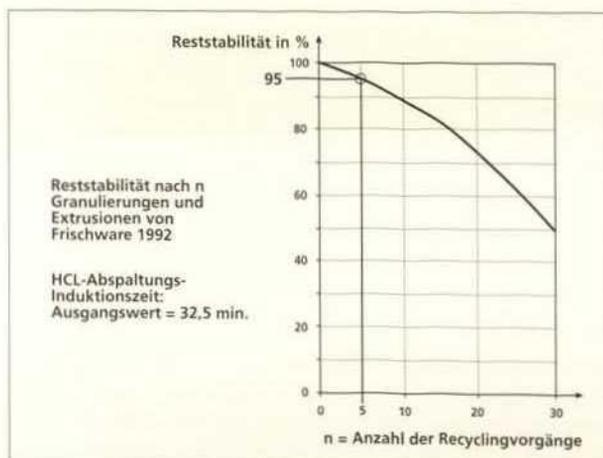
Dann der Streckungsfaktor als Funktion der Anzahl der werkstofflichen Nutzungen, angegeben für Recyclinggrade zwischen 0,5 und 1,0 (Abb. 2). Auf der Kurve für den Recyclinggrad 0,5 sind, was für die Realität durchaus zutreffend ist, ist bei wiederum fünf Rezyklierungen der Streckungsfaktor 1,8 abzugreifen, d.h. bei 50 %iger Rückführung wird der Materialeinsatz auf weniger als das Doppelte gestreckt. Erst bei hundert Nutzungen erreicht er den Sättigungswert von 2,0. Bei dem kaum noch erreichbaren Rückführungsgrad von 0,7 wird der Materialeinsatz um den Faktor 2,1 für fünf Rezyklierungen gestreckt. Der Sättigungsgrenzwert liegt bei 3,1.

Beide Darstellungen zeigen anschaulich, welche Limitierungen in einem beabsichtigten geschlossenen Materialkreislauf auftreten können. Hier wie überall in der Technik und insbesondere in der Materialnutzung wachsen die Bäume eben auch nicht in den Himmel.

Wiederverwertung von mineralischen Baustoffen

Es gibt bei uns in Karlsruhe, aber sicherlich auch anderen Orts Überlegungen, aus Betonabbruch Portlandzement, Sand, Kies und Eisen zurückzugewinnen und wieder zu verwerten, wobei aus heutiger Sicht das Eisen am uninteressantesten ist. Technisch scheint uns das grundsätzlich machbar, obwohl es eine völlige Zertrümmerung des großstückigen Betonabbruchs bis an die Korngrenzen der Bestandteile voraussetzt. Es erfordert einen vergleichsweise geringen Energieaufwand und ist ökologisch günstig, da das Brennen von Kalkstein, ein Hochtemperaturprozeß, entfällt und damit auch die entsprechende Kohlendioxidfreisetzung (CO_2 aus Brennstoff und aus der Reaktion $\text{CaCO}_3 \Rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$). Das wird voraussichtlich insbesondere wegen des wiedergewonnenen Portlandzements kostengünstig sein.

1. Wie oft kann PVC rezykliert werden?



2. Streckungsfaktor beim PVC-Recycling.

Gips aus Abbruchmaterial ist unseres Erachtens ein weiterer mengenmäßig relevanter Kandidat für eine stoffliche Verwertung. Rohstofflich ist auch dies wieder kaum von Bedeutung. Technisch, energetisch und ökonomisch wär es wahrscheinlich machbar. Die Hauptbedeutung würde aber im ökologischen Bereich liegen. Die ubiquitäre Verteilung von Sulfat, die vor allem aus der Verwendung von Gips im Bausektor gespeist wird, könnte stark vermindert werden. Sulfat ist selbst nicht toxikologisch bedenklich. Aber es gefährdet indirekt das Grundwasser, weil es als tetraedrisches Anion andere tetraedrische Schwermetallionen, z.B. Chromat und Vanadat, verdrängen und so ins Grundwasser freisetzen kann. Schwermetalle sind toxikologisch relevant.

Nachdem wir nun eine Reihe konkreter und potentieller Fälle stofflicher Verwertung betrachtet und bewertet haben, werfen wir einen kurzen Blick auf die möglichen Kategorien der Wiederverwertung:

- Stoffliches Recycling (Materialrecycling, Rohstoffrecycling)
- Produktrecycling (langlebige Produkte, Mehrfachnutzung von Produkten mit technischer Ertüchtigung)

Wir unterscheiden die übergeordneten Kategorien Stoffliches Recycling und Produktrecycling. Beim ersteren unterscheiden wir noch Materialrecycling, d.h. die Neuausformung von Altmaterial meist nach Granulierung, jedoch ohne völlige Zerstörung der Matrix und jedenfalls ohne Zerstörung der Molekülstruktur, sowie rohstoffliches Recycling, d.h. nach Zerstörung von Matrix- und Molekülstruktur bis zur Stufe des Rohstoffs wird neues Material aus diesem Rohstoff hergestellt.

Unter Produktrecycling verstehen wir drei stoffliche Verwertungsfälle, die zwar von verbrauchten Produkten ausgehen, den Namen Produktrecycling aber strenggenommen nicht verdienen.

- Recyclingfreundliche Produkte, d.h. eigentlich recyclingfreundliche Konstruktionen: Verwendung gut trennbarer Materialpaarungen und leicht trennbarer Materialverknüpfungen.
- Langlebige Produktgestaltung. Das ist wieder ein konstruktives Problem und eine Frage der Qualität der eingesetzten Werkstoffe, bedeutet aber unausweichlich ein Innovationshemmnis. Man vergleiche mal einen Kühlschrank oder ein Auto von vor 30 Jahren mit einem entsprechenden heutigen Produkt.

– Mehrfachnutzung von Produkten mit technischer Ertüchtigung. Das bedeutet die Modernisierung durch Verschleiß verbrauchter bzw. technisch überholter Produkte, durch Ersatz ganzer technischer Funktionsgruppen, bei Erhaltung der äußeren Gestalt. Mit dieser Handlungsinitiative sind vor allem modische Probleme verbunden. Voraussetzung wäre eine völlige Umstellung des Verbraucherverhaltens und auch eine ebenso radikale Änderung der Produkt- und Innovationsphilosophie, d.h. ebenso der Werbe- und Verkaufsstrategie der Hersteller. Das würde gleichzeitig an den Grundfesten des ständigen Wachstums in den Industrieländern rütteln und wird schon deshalb in absehbarer Zeit nicht in Angriff genommen werden.

Wiederverwertung im Bausektor

Zwei Beispiele, Beton und Gips, hatten wir zuvor schon gesehen. Natürlich können alle Varianten der stofflichen Verwertung im Bausektor realisiert werden. Derzeit steht das Materialrecycling im Vordergrund, meist mit Downcycling, z.B. Einsatz von Abbruchschreddergut als Kiesersatz. Das bauliche Produktrecycling verdient jedoch künftig stärkere Beachtung und zwar:

- Mehrfachnutzung von Bauwerken mit technischer Ertüchtigung, statt Abriß und Neubau
 - Recyclingfreundliches Konstruieren und Bauen
- Beide Verwertungsarten müssen sich stärker durchsetzen, wenn nicht wachsende Umweltprobleme künftig in Kauf genommen werden sollen:
- Entsorgungsprobleme beim Abbruch: Einfaches Materialrecycling und direkte Bauschuttdeponierung werden zunehmend wegen wachsender Schadstoffgehalte unmöglich.
 - Großflächige Umweltgefährdungen besonders des Grundwassers werden zunehmen.

Möglichkeiten zur Steuerung des Abfalls

Von den drei großen V's der Abfallwirtschaft:

- Verringern
- Vermeiden
- Verwerten

von denen immer so erwartungsvoll geredet wird, sind die beiden ersten am schwersten zu realisieren, obwohl sie für die

Steuerung des Abfallaufkommens am effizientesten sind. Sie können kaum von oben nach unten, d.h. vom Staat auf die Bürger hin operationalisiert werden. Sie setzen Verhaltensänderungen auf allen Ebenen der Gesellschaft voraus, insbesondere:

- Umstrukturierung in der Produktion und bei den Produkten
- Verzicht auf Komfort und technische Leistungsmerkmale von Produkten, und damit auf bestimmte Produkte überhaupt.

Verzichten will aber niemand in der modernen Industriegesellschaft, es sei denn einige radikal elitäre Denker, die uns gern vorschreiben, was unsere Bedürfnisse, unser Bedarf sein dürfen. Sie werden sich gegen die Mehrheit derer, die weitermachen möchten wie bisher, kaum durchsetzen.

Umstrukturierungen bei Produktion und Produkten sind bei der vorherrschenden Konservativität unserer Gesellschaft auch nicht leicht realisierbar. Die aktuellen Erfahrungen aus der Standortdiskussion Deutschland und aus der Diskussion um die notwendige Modernisierung des Staates sprechen da eine eindeutige Sprache.

Verwertung – stoffliche und energetische – ist gegenüber Verringern und Vermeiden weitaus weniger wirksam als Steuerungsinstrument des Abfallaufkommens. Dennoch wird heute fast ausschließlich davon geredet und daran gearbeitet – eine weitere Manifestation des St. Florian-Prinzips, das uns allen aus anderen Bereichen bekannt ist: Aus Genehmigungsverfahren für Produktions- und Entsorgungsanlagen, für den Neubau von Verkehrswegen, für die neuen Medien-Versorgungsstraßen etc.

Ich fasse kurz zusammen: Auf dem Gebiet der stofflichen Verwertung von Abfällen sollten wir vor allem jeden Einzelfall kritisch prüfen und jedenfalls einige Dinge unterlassen, die heute propagiert werden. Ferner sollten wir einige Dinge, die gute Aussicht auf Erfolg haben, ernsthaft in Angriff nehmen. Dazu gehört z. B. auch das Produktrecycling im Bausektor, d.h. Nutzung vorhandener Bauten mit technischer Ertüchtigung und die Entwicklung von recyclingfreundlichem Konstruieren und Bauen.

Einige von diesen anstehenden Aufgaben wird hoffentlich die heute tätige Generation noch aufarbeiten können. Für den Rest können wir nicht mehr tun, als auf die Einsicht, den Einfallreichtum und die Leistungsfähigkeit künftiger Generationen zu vertrauen.