

Wertstoffe für morgen

LANDFILL MINING Steigende Rohstoffpreise und hohe Energiekosten veranlassen deutsche Forscher das Ressourcenpotenzial alter Ablagerungen zu untersuchen. Bislang lohnt ein Rückbau nicht. Aber das könnte sich mittelfristig ändern.



Grauer Anzug, braune Lederschuhe, weißes Hemd, Dirk Lechtenberg ist unterwegs in Indien. In einem Land, wo andere Menschen sich auf Sinnsuche begeben, spaziert der Verfahrenstechniker über eine Deponie, sein neugieriger Blick klebt am Boden. Sein Ziel ist etwas Verwertbares aus dem Abfallgemisch zu bergen. Im Auftrag von Zementwerken sucht der 45-jährige Westfale mit seiner Projektentwicklungs- und Beteiligungsgesellschaft MVW auf Siedlungsabfalldeponien dabei vorrangig nach Abfällen mit Heizwert.

Seit die Preise für Primärbrennstoffe steigen, setzt die Zementindustrie verstärkt auf alternative Energielieferanten. 2011 stellten Sekundärbrennstoffe knapp 60 Prozent des Brennkammerinputs in deutschen Zementwerken. Nicht nur hierzulande ist günstiger Brennstoff gefragt. Erkundungsprojekte und Potenzialabschätzungen führten Lechtenberg und sein 16-köpfiges Team bisher in den Nahen und Mittleren Osten, nach Indonesien, auf die Philippinen und zuletzt nach Australien.

„Obwohl generell nur 20 bis 25 Prozent einer Deponie als Brennstoff zu gebrauchen sind und die Aufbereitung mit etwa 25 bis 35 Euro pro Tonne ähnlich viel kostet wie in Deutschland, lohnt sich Landfill Mining“, sagt Lechtenberg. Gerade in Schwellenländern müsse für Brennstoffe aus Abfall nicht mehr zugezahlt werden und die Rückbaukosten seien deutlich geringer.

Steigende Energiepreise sowie teure Rohstoffe liefern auch in Deutschland den Grund, warum Landfill Mining oder Depo-

nie-Rückbau für Siedlungsabfalldeponien auf einmal wieder in aller Munde ist. Der Gewinn einer heizwertreichen Fraktion aus verbliebenen organischen Stoffen scheint hoch attraktiv, der Rückgewinn von Wertstoffen, insbesondere von Eisen- und Nicht-eisenmetallen, ist ebenso verlockend.

Nach einer Abschätzung von Klaus Fricke, Professor der Abteilung Abfall- und Ressourcenwirtschaft am Leichtweiß-Institut der TU Braunschweig, wurden in Deutsch-

land seit 1975 bis zum Deponierungsverbot 2005 etwa 2,5 Milliarden Tonnen an Siedlungsabfällen deponiert. Das entspricht etwa 6 Prozent der weltweit in diesem Zeitraum abgelagerten Mengen. Stoffanalysen verschiedener Rück-

baumaßnahmen zeigen einen hohen Unterschied in den Abfallzusammensetzungen von Deponien. So schwankt der Anteil mineralischer Stoffe am Deponiekörpers zwischen 30 bis 75 Prozent. Kunststoffe, Holz und Textilien sowie Papier/Pappe/Kartonage (PPK) stellen einen Anteil von 14 bis 30 Prozent – Ausgangsmaterial für eine heizwertreiche Fraktion. Relativ gering fällt dagegen der Anteil von Metallen aus. Eisenmetalle sind zu 1 bis 4 Prozent und NE-Metalle zu 0,3 bis 0,8 Prozent vorhanden.

„Jede Deponie ist ein Unikat“, bringt es Fricke auf den Punkt. Damit sei es auch schwer, Aussagen zur Wirtschaftlichkeit und den Zeitpunkt eines Deponierückbaus zu treffen.

Das Potenzial von Rohstoffen, die seit 1975 auf deutschen Siedlungsabfalldeponien

2,5 Mrd. Tonnen
Siedlungsabfälle lagern auf deutschen Deponien.

Rohstoffpotenziale deutscher Deponien absolut

Der Eisengehalt aller Deponien könnte mindestens ein Jahr lang den Bedarf decken.

	Menge in Mio. Tonnen	Anteil zum Jahresbedarf in Prozent
Aluminium	0,5 - 0,7	50 - 65
Eisen	20 - 28	100 - 180
Kupfer	0,9 - 1,2	140 - 170
Phosphat	0,35 - 0,65	270 - 350
Heizwertreiche Fraktion ^{1), 2)}	250 - 400	50 - 80

1) Papier/Pappe, Kunststoffe, Verbunde, Textilien, Holz 2) Bezug Primärenergiebedarf

Foto: © iStockphoto.com/SergeyZavalnyuk

Quelle: Rettenberger 2009; Franke 2012; Fricke 2012



lagern, wird in der Literatur bezüglich Eisen, Kupfer und Aluminium auf circa 9 Milliarden Euro geschätzt. Darüber hinaus ließen sich heizwertreiche Stoffe im Wert von circa 60 Milliarden Euro bezogen auf das Erdöläquivalent in den Abfallbergen finden.

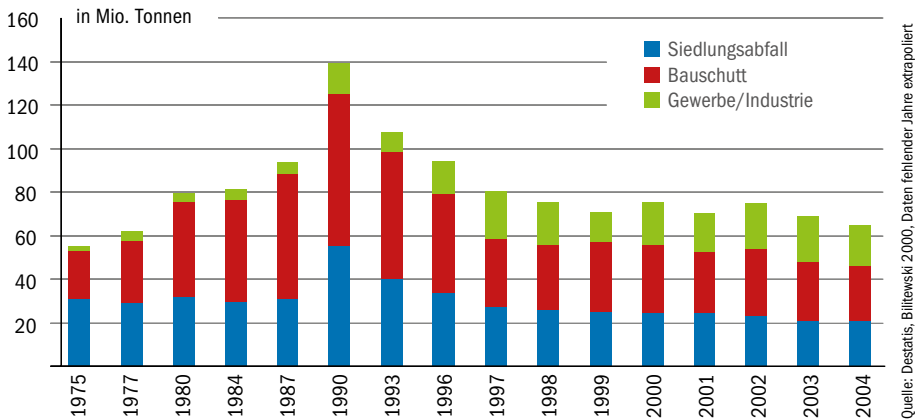
Dennoch ist die Zahl geeigneter Deponien begrenzt. Insgesamt kommen nur etwa 3.000 der rund 100.000 Altablagerungen in Deutschland in Frage. Dabei unterscheiden sich die Deponien in den westlichen Bundesländern von den östlichen: Deponien vor 1989 beinhalten zum Beispiel höhere Aschebestandteile und durch die dortige Recyclingwirtschaft weniger hochwertige Brennstoffe oder Wertstoffanteile.

Trotz der Rohstoffe in westdeutschen Ablagerungsstätte spielen reduzierte Nachsorgekosten für die Deponie und die Lage der Fläche bisher und auch künftig einen wesentlichen Part bei der Entscheidung für einen Deponierückbau. Oft sind die Kosten eines Rückbaus beträchtlich. „Das fängt bei den Aufklärungskampagnen an, geht über Arbeitsschutzmaßnahmen und hört bei einer aufwändigen Nachbehandlung, etwa Waschen von Fraktionen, auf“, so Fricke. Hinzu kommen Emissionsschutzmaßnahmen, die bei direkter Nähe der Deponie zu einem Wohngebiet teuer werden könnten.

Mit aufwändiger Nachbehandlung spricht Fricke eines der Hauptprobleme des Landfill Minings an: die Qualität gewonnener Fraktionen. Wie zahlreiche Vorerkundungen und Probebohrungen bisher gezeigt haben, ver-

Deponierte Abfallmengen auf deutschen Deponien seit 1975

Experten gehen von 2,5 Milliarden Tonnen Siedlungsabfällen aus, Bauschutt eingeschlossen.



ändern sich abgelagerte Stoffe innerhalb des Deponiekörpers durch chemische Prozesse und liegen wie etwa Kunststoffe teilweise stark verschmutzt vor. Thomas Pretz, Professor am Institut für Aufbereitung und Recycling der RWTH Aachen, warnt in seinem Beitrag zur Berliner Recycling- und Rohstoffkonferenz, dass aufgrund der intensiven organischen Kontamination und des hohen Feinanteils keine hohen Wirkungsgrade in den Trennprozessen zu erwarten sind. Zudem sei die Qualität der Sortierprodukte nicht mit der heute bekannten Produktqualität für Sekundärrohstoffe vergleichbar.

„Problematisch ist, dass etwa NE-Metalle über alle Fraktionen verteilt vorliegen, was eine Anreicherung vor Ort notwendig macht“,

fügt Gerhard Rettenberger an, Professor an der Fachhochschule Trier.

Dass Landfill Mining generell technisch möglich ist, konnte bereits in einigen Demonstrationsprojekten nachgewiesen werden. Als solches gilt auch das erste Projekt überhaupt in Deutschland. Anfang der 90er-Jahre wurde auf der Deponie Burghof im Landkreis Ludwigsburg nach Wertstoffen gesucht. Schon damals wurde der Stand der Technik evaluiert: Störstoffsortierung mittels Roboter, ballistische Separatoren, Windsichter und Metallabscheider für möglichst reine Fraktionen sowie Waschen von Wertstoffen.

Frage der Ökonomie

Die Wirtschaftlichkeitsfrage eines Landfill Mining, die bereits seit Aufkommen des Themas diskutiert wird, soll nun endgültig geklärt werden. Vor wenigen Wochen sind dazu in Deutschland mehrere große Forschungsvorhaben innerhalb der r³-Ressourcenstrategie der Bundesregierung gestartet. Eines der Vorhaben wird unter Führung von Tönsmeier und des Kreises Minden-Lübbecke realisiert. Bis 2015 sollen auf der Deponie des Kreises 10.000 Tonnen zurückgebaut werden.

Ziel ist unter anderem, neue Sortier- und Aufbereitungstechniken zu erproben, genehmigungsrechtliche Probleme eines Deponie-Rückbaus zu erörtern und den



Textilien, Eisen, Kunststoffe: Wertstofffraktionen eines Deponierückbaus im Nahen Osten



Landfill Mining-Projekte weltweit und deren Motivation

Deponierückbau hat primär eine Nutzung von Wertstoffen zum Ziel.

Jahr	Land	Stadt	Motivation für Landfill Mining
1953	Israel	Tel Aviv	Rückgewinnung von Boden
1988	USA	Collier County, Florida	Reduktion von Grundwasserkontamination, Rückgewinnung von Boden, Erhöhen der Deponieaufnahmekapazität
1989	Indien	Deonar, Mumbai	Pilotstudie zur Kompostierbarkeit deponierter organischer Abfälle
1990	USA	Edinburg, Texas	Demonstrationsprojekt
1991-1993	USA	Lancaster County	Rückgewinnung von Boden, Ersatzbrennstoffe
1992	USA	Bethlehem	Vermeiden von Grundwasserkontamination, Erhöhen der Deponieaufnahmekapazität
1992	USA	Thomson, Connecticut	Erhöhen der Deponieaufnahmekapazität
1993	USA	Nashville, Tennessee	Mögliche Kontamination, Rückgewinnung von Boden und Asche für Einsatz im Straßenbau
1993	USA	Newbury, Massachusetts	Vermeiden von Grundwasserkontamination, Erhöhen der Deponieaufnahmekapazität
1994	USA	Hague, New York	Umnutzung für Naherholung
1994	Kanada	McDougal, Ontario	Vermeiden von Grundwasserkontamination
vor 1994	Deutschland	Burghof/Horrheim, Baden-Württemberg	Recycling von Wertstoffen, Erhöhen der Deponieaufnahmekapazität
1994	Deutschland	Deicherode, Landkreis Göttingen	Vermeiden von Grundwasserkontamination, Erhöhen der Deponieaufnahmekapazität, Versuche zur Aufbereitung und Behandlung
1994	Italien	Sardinien	Erhöhen der Deponieaufnahmekapazität
1994	Schweden	Filborna	Pilotstudie
1998	Schweden	Gladsax	Ersatzbrennstoffe, Recycling
2001	Niederlande	Arnhem	Rückgewinnen von Bauland
2001	Niederlande	Heiloo	Erhöhen der Deponieaufnahmekapazität
2002	Österreich	Fischer Deponie	Vermeiden von Grundwasserkontamination
2005	Schweiz	Elbisgraben, Kanton Basel	Eisen- und NE-Metallrückgewinnung aus MVA-Schlacke
2007	Vereinigte Arabische Emirate	Sharjah	Deponieumlagerung, Wertstoffrückgewinnung
2009	Deutschland	11 Deponien in Hessen	Wertstoffpotenzialanalyse
2010	Deutschland	Reiskirchen, Hechingen	Probebohrungen für Potenzialanalyse
2012?	Deutschland	Nordrhein-Westfalen	Gesamtkonzeption und Handlungsempfehlung für das Landfill Mining (r ³)
2012?	Österreich	Steiermark	Pilotstudie Eco World Styria
2012?	Deutschland	Hamburg, Berlin	Goldrückgewinnung aus MVA-Schlacke (r ³)

Prozess ökonomisch zu bewerten. „Wir wollen ein Grenzkostenmodell erarbeiten, mit dem Deponiebetreiber auf Basis des Rohstoffpreises, der angelieferten Abfallströme und des Flächenwerts entscheiden können, ab wann sich der Rückbau für sie lohnt“, sagt Fricke. Eine Sache ist indes klar: Allein über die Rückgewinnung der Rohstoffe ist ein Rückbau derzeit undenkbar. Experten schätzen, dass sich bei einem Erdölpreis von 140 Dollar pro Fass ein Erlös für Ersatzbrennstoffe aus Abfall erzielen lässt. Dies wird auf Basis von Prognosen zum Energiepreis bereits in 10 bis 20 Jahren der Fall sein.

Frage der Ökologie

Sollte sich der Rückbau wirtschaftlich lohnen, bleibt dennoch die Frage, ob er die ökologisch bessere Option ist. Erstens ist ein stoffliches Recycling der Kunststoffe aufgrund der starken Verschmutzung schwierig. Und die wenigen organischen Anteile, wie etwa Holz, bringen bei einem Einsatz als Brennstoff keine Klimaschneidlinie.

Zudem bleibt ein großer Rest an Feinfraktion, der erneut deponiert werden muss. Denn als Produkt etwa für den Einsatz im Straßenbau ist die Qualität zu schlecht und für das bloße Vergraben sind zu viele Metallpartikel enthalten, die später zurückgewonnen werden könnten. Wie die rechtliche Lage für Wiederdeponierung aussieht, ist dabei nicht genau geklärt. Laut Deponierungsverordnung könnte ein Wiedereinbau bestimmter Stoffe am selben Ort erlaubt sein.

„Nichts überstürzen“, ist die Meinung von Günter Dehoust, stellvertretender Bereichsleiter Infrastruktur & Unternehmen am Öko-Institut zum Thema Landfill Mining. „Das derzeitige Vorgehen, Deponierückbau in Forschungsvorhaben hinsichtlich Ökologie und Ökonomie zu überprüfen, halte ich für richtig. Schließlich laufen Deponien nicht davon und viele Dinge, wie Seltene Erden in Deponien, können aktuell gar nicht verwertet werden.“ Das Ziel müsse es sein, realistische Handlungsanleitungen zu erarbeiten und Anlagenüberkapazitäten für die Sortierung oder Verwertung zu nutzen. Vielmehr hofft Dehoust allerdings, dass die Diskussion um den Depo-

nierückbau bewirkt, „dass die Behandlung bestehender Abfälle, wie E-Schrott, Altfahrzeuge und MVA-Aschen, in Deutschland optimiert wird und europaweit keine neuen Deponien entstehen“.

Bis Hausmülldeponien im großen Stil ausgebaggert werden, vergehen allerdings noch mindestens zehn Jahre. Vorher könnten industrielle Ablagerungen wie Bergbaudeponien und Hüttenhalden sowie Deponien für MVA-Schlacken im Fokus stehen.

Gerade auf Schlacke-Deponien liegt das Material unvermischt vor, ist damit relativ leicht abzubauen und verspricht hohe Metallgehalte. „Untersuchungen des Verbandes der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen zeigen Eisen-Gehalte bis zu 16 Prozent in MVA-Schlacken und nicht wie bisher gedacht von 7 bis 8 Prozent“, erläutert Fricke. Zudem würden erst in jüngerer Vergangenheit NE-Metalle wie Kupfer und Aluminium abgetrennt. Der Aluminiumgehalt liegt dabei bis zu 5 Prozent und der von Kupfer um 0,5 Prozent.

Einen geringeren Wert weisen die Zahlen der Interessenvertretung deutscher Müllverbrenner ITAD aus. So wurden 2009 nur circa 7,5 Prozent Fe-Metalle und 0,7 Prozent NE-Metalle aus Schlacken abgetrennt.

Die Ausbeute von NE-Metallen aus Aschen und Schlacken zu verbessern, ist Gegenstand eines weiteren Projekts innerhalb von r3 mit Namen Aufschluss, Trennung und Rückgewinnung von ressourcenrelevanten Metallen aus Rückständen thermischer Prozesse mit innovativen Verfahren. An je einem Deponiestandort im Großraum Hamburg sowie bei Berlin soll eine Versuchsanlage mit Prallzerkleinerungstechnik für die Abtrennung sehr kleiner Stoffpartikel aus Reststoffen optimiert werden. In Kooperation mit der Stadtreinigung sollen unter anderem Gold- und Aluminiumpartikel aus etwa 40.000 Tonnen MVA-Schlacke von der Deponie als auch Frischmaterial aufbereitet werden. Dabei wird eine verbesserte Pralltechnologie für die Trennung von Fe- und NE-Metallen getestet.

Ein richtiger Schritt, da Schlacken insgesamt ein hohes Potenzial an Sekundärrohstoffen bergen. So hat der Rückbau einer Schlackendeponie in der Schweiz im Jahr 2005 aus etwa 200.000 Tonnen Material rund 4.270 Tonnen Eisen, Aluminium, Kupfer und Messing hervorgebracht.

Noch einen Schritt weiter ist das Landfill Mining für industrielle Ablagerungen oder

350.000 Tonnen

Phosphor auf Deponien könnten für 3 Jahre ausreichen.

Deponien mit Produktionsrückständen. Schon heute gehen Branchenkenner davon aus, dass ein Rückbau von Industrieschlamm-Deponien kostendeckend erfolgen kann oder Gewinn verspricht. „Es gibt tatsächlich einige Zinkschlamm-Deponien, wo über Schürfrechte verhandelt wird“, so Fricke.

Das Rohstoffieber scheint ausgebrochen. Auch Hüttenhalden und Bergbaudeponien sind im Fokus des Rückbaus. Hier könnte der Rückbau-Boom früher einsetzen als bei Hausmülldeponien. „Teilweise enthalten bestimmte Bergabfalldeponien oder Hüttenhalden im Erzgebirge oder im Harz Resterze, die mit dem damals schlechteren Aufschlussverfahren in der Schlacke entsorgt wurden“, sagt Bernd Engelmann vom Umweltbundesamt. Möglicherweise seien zudem Beimetalle, die früher ebenfalls mit der Schlacke entsorgt wurden, heute effizienter zu gewinnen und deshalb von zusätzlichem Interesse bei einem Haldenrückbau.

Ebenso wird Phosphor seit Jahrzehnten in erheblichen Mengen in Form von Klärschlämmen oder Klärschlammaschen auf Deponien abgelagert. „Das theoretische

Phosphorpotenzial in den seit 1980 in Deutschland abgelagerten Klärschlämmen und Klärschlammaschen beläuft sich in der Summe auf etwa 350.000 Tonnen“, sagt Matthias Franke, promovierter Ingenieur vom Fraunhofer Institut UMSICHT-ATZ.

Bei einer Aufbereitung wäre damit der bundesdeutsche Phosphor-Bedarf für etwa drei Jahre gedeckt. Die Rückgewinnung aus Deponien könnte sich allerdings schwieriger als auf Kläranlagen gestalten, da Klärschlämme in der Vergangenheit häufig zusammen mit Siedlungsabfällen deponiert wurden. Zudem sind Phosphorverluste durch anaerobe Abbauprozesse zu erwarten.

„Für ein künftiges Landfill Mining wäre es sinnvoll, Aschen aus der Monoverbrennung, gut dokumentiert, gesondert abzulagern, um sie zurückzuholen und einer Phosphorrückgewinnung zuzuführen, sobald diese technisch ausgereift und wirtschaftlich tragfähig ist“, so Franke. Darüber hinaus fordert der Wissenschaftler ein Rückgewinnungsgebot von phosphorhaltigen Stoffen. Schließlich ist Phosphor ein essenzieller Rohstoff, der nicht substituierbar und endlich ist.

Die Bundesregierung denkt in eine ähnliche Richtung und hat innerhalb der r³-Initiative das Projekt ZWIPHOS gestartet. Ziel

Vergleich der Gesamtkosten Stilllegung/Nachsorge – Rückbau

Die Rückbaukosten belaufen sich auf bis 40 Euro je Kubikmeter Deponievolumen.

Maßnahme	Kosten in (€/m³)
Ohne in situ Stabilisierung, Mindestzeitraum 30 Jahre	9 – 22 ^{*1)}
Ohne in situ Stabilisierung, Mindestzeitraum 40 – 70 Jahre	12 – 27 ^{*1)}
Mit in situ Stabilisierung, Mindestzeitraum 30 Jahre	7 – 19 ^{*1)}
Mit in situ Stabilisierung, Mindestzeitraum 40 – 70 Jahre	9 – 25 ^{*1)}

Kosten Deponierückbau	ab 10 ^{**2)}
Zusätzliche Entsorgungskosten	ab 20 ²⁾
Gesamtkosten inkl. standortabhängige Kosten (aktuell geprüfte Projekte)	bis 40 ²⁾

^{*1)} ohne zusätzliche Kosten für Maßnahmen aufgrund von Alterungsprozessen
^{**2)} bezogen auf Kubikmeter rückgebautes Deponievolumen einschl. Rekultivierung der freigelegten Deponiebasis

Quelle: Ökonsttut. 1) Nach Heyer, Hupe, Bielefeld, Stegmann, 2012; 2) Nach Reitenberger, 2012

des Vorhabens ist die Entwicklung eines Konzeptes zur Zwischenlagerung von Klärschlammonoverbrennungsaschen unter Federführung der RWTH Aachen, in Kooperation mit der Emsergenossenschaft.

Noch nicht wirtschaftlich

Neben der Bedeutung als Phosphordepot könnten 250 bis 400 Millionen Tonnen heizwertreiche Fraktion aus Siedlungsabfalldeponien gewonnen und damit 50 bis 80 Prozent des deutschen Primärenergiebedarfs für ein Jahr abgedeckt werden.

Darüber hinaus könnte gewonnenes Eisen etwa anderthalb Jahre das Primärprodukt ersetzen, Kupfer wäre für nahezu zwei Jahre substituierbar. Des Weiteren könnten deutsche Aluminiumschmelzen ein halbes Jahr auf den Einkauf von Aluminiumschrotten verzichten.

Die Zahlen klingen beeindruckend und sind wohl auch der Grund, warum Landfill Mining weltweit zum Trend werden könnte. Nahezu jedes Land hat derzeit mindestens ein Landfill Mining Projekt. Vor allem geschlossene Deponien in Schwellenländern wie Brasilien oder Indien bergen Millionen Tonnen wertvoller Abfälle.

Zusätzlich würde der Rückbau hier dem Grundwasserschutz dienen und durch die Lage der Deponien in Städt Nähe neue Siedlungsräume ermöglichen. Auch die Aus-

sicht auf einen günstigen Brennstoff ist in Schwellenländern Treiber für ein Landfill Mining.

Hierzulande bleibt bei allen Überlegungen die Frage nach der Wirtschaftlichkeit. Und die muss in der Praxis geprüft werden. „Ausagen aufgrund von Sortieranaysen und theoretischen Potenzialabschätzungen sind unseriös“, sagt Roland Pomberger, Professor am Lehrstuhl Abfallverwertungstechnik der Montanuniversität Leoben. Landfill Mining funktioniere nicht am Schreibtisch. Deswegen begleitet der gelernte Bergbauingenieur ab 2013 das erste große Vorhaben Österreichs innerhalb des Umweltclusters Eco

World Styria auf Deponien in der Steiermark. Dabei werden ebenfalls Grenzkostenmodelle für einen Deponierückbau ermittelt. Wesentlich dabei sind wie im deutschen Modell wohl die Nachsorgekosten für Deponien. Allein in Deutschland schätzen

Experten die Kosten der Stilllegung und Nachsorge für die bis 2009 stillgelegten 200 Siedlungsabfalldeponien und 200 Industrieabfalldeponien in Deutschland auf 2 bis 6 Milliarden Euro belaufen. Weitere 15 bis 30 Milliarden werden zusätzlich veranschlagt.

Bisher liegen die Kosten für ein Landfill Mining abhängig vom Standort etwa doppelt so hoch wie die Nachsorgekosten. Bis sich das ändert, wird es wohl keine Kommune geben, die ihre Deponie zurückbaut. Schon gar nicht aus Prestige Gründen. □

Bernd Schlupeck

Aktuelle Landfill Mining-Projekte in Deutschland 2012 bis 2015

- TÖNSLM - Entwicklung innovativer Verfahren zur Rückgewinnung ausgewählter Ressourcen aus Siedlungsabfall- und Schlackedeponien - ganzheitliche Untersuchung und Entwicklung eines Gesamtkonzeptes zum Rückbau bestehender Deponieflächen für Siedlungsabfall und Schlacken und zur weitestgehenden Nutzung enthaltener Ressourcen
- Rückbau und Vermeidung von Rotschlammdeponien - Verfahrensentwicklung zur Gewinnung von Sonder-Aluminiumhydroxid, Gallium (und anderer kritischer Technologiemetalle), Roheisen und mineralischen Baustoffen aus Rotschlamm - Entwicklung eines effizienten und flexiblen Behandlungsprozesses für Rotschlamm
- ZWIPHOS - Entwicklung eines Zwischenlagerungskonzeptes für Klärschlammonoverbrennungsaschen für Deutschland mit dem Ziel einer späteren Phosphorrückgewinnung - Untersuchung der rechtlichen und technischen Möglichkeiten einer Zwischenlagerung von Klärschlammonoverbrennungsaschen in Deutschland
- Verlustminimiertes Metallrecycling aus Müllverbrennungsaschen durch sensorgestützte Sortierung - Optimierung der Rückgewinnung von NE-Metallen aus Müllverbrennungs-Rostasche durch eine Kombination von Aufbereitungsverfahren mit metallurgischen Verfahren

- ATR - Aufschluss, Trennung und Rückgewinnung ressourcenrelevanter Metalle aus Rückständen thermischer Prozesse mit innovativen Verfahren - Steigerung der Rückgewinnung von NE-Metallen aus Aschen und Schlacken von Mülldeponien mittels einer Versuchsanlage mit optimierter Aufbereitungstechnik (Prallzerkleinerungstechnik) für die Abtrennung sehr kleiner Stoffpartikel zur Reststoffverwertung, Versuchsstandorte sind in Hamburg und Berlin.
- REStreteGIS - Konzeption und Entwicklung eines Ressourcenkatasters für Berge- und Hüttenhalden durch Einsatz von Geoinformationstechnologien und Strategieentwicklung zur Wiedergewinnung von Wertstoffen - Erstellung eines bundesweiten GIS-gestützten Übersichtskatasters und regionalen Ressourcenkatasters für Wertstoffvorkommen in Hüttenhalden. Analyse von Konzepten zur Rückgewinnung, Ermittlung von Verwertungsstrategien. Entwicklung eines Methodenhandbuchs
- ROBEHA - Nutzung des Rohstoffpotenzials von Bergbau- und Hüttenhalden unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit am Beispiel des Westharzes - Entwicklung einer Methodik zum Rückbau von Bergbau- und Hüttenhalden am Beispiel des Harzes mittels Haldenressourcenkataster und multikriteriellem Bewertungskonzept



Foto: Ingenieurgruppe RUK

36 Mrd. Euro

kostet die Stilllegung und Nachsorge deutscher Deponien.