

## Landfill Mining Option oder Fiktion?



Darmstadt, Juli 2013

### Autoren:

Matthias Buchert  
Veronika Ustohalova  
Georg Mehlhart  
Falk Schulze  
Rebecca Schöne

[www.resourcefever.org](http://www.resourcefever.org)

### Öko-Institut e.V.

**Geschäftsstelle Freiburg**  
Postfach 17 71  
79017 Freiburg, Deutschland  
**Hausadresse**  
Merzhauser Straße 173  
79100 Freiburg, Deutschland  
**Tel.** +49 (0) 761 - 4 52 95-0  
**Fax** +49 (0) 761 - 4 52 95-88

**Büro Darmstadt**  
Rheinstraße 95  
64295 Darmstadt, Deutschland  
**Tel.** +49 (0) 6151 - 81 91-0  
**Fax** +49 (0) 6151 - 81 91-33

**Büro Berlin**  
Schicklerstraße 5-7  
10179 Berlin, Deutschland  
**Tel.** +49 (0) 30 - 40 50 85-0  
**Fax** +49 (0) 30 - 40 50 85-388



## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung Landfill Mining – Option oder Fiktion.....</b>	<b>1</b>
<b>1 Einführung .....</b>	<b>5</b>
<b>2 Aktuelle Diskussionen und Entwicklungen .....</b>	<b>8</b>
<b>3 Potenziale aus Landfill Mining .....</b>	<b>11</b>
3.1 Abschätzung der Potenziale aus Siedlungsabfall, Bauschutt und gewerblichen Abfällen.....	11
3.2 Bewertung der einzelnen Massenströme aus Siedlungsabfall, Bauschutt und gewerblichen Abfällen .....	14
3.3 Potenzial Industrieablagerungen.....	15
<b>4 Technische Rahmenbedingungen.....</b>	<b>17</b>
4.1 Abgrenzung des Begriffes „Rückbau“ unter dem Gesichtspunkt eines langfristigen Deponiemanagements .....	17
4.2 Abfallzusammensetzung einer Deponie, Untersuchungsmethodik.....	18
4.3 Abfallsortierung .....	19
4.4 Kostenvergleich Rückbau und Nachsorge.....	20
<b>5 Vergleich Potenzial Landfill Mining mit sonstigen Sekundärrohstoff-Potenzialen .....</b>	<b>21</b>
5.1 Beispiel: Wertstoffe im Restmüll und hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen.....	21
5.2 Beispiel: Elektro- und Elektronikschrott.....	22
5.3 Beispiel: Altfahrzeuge .....	24
<b>6 Fazit und Ausblick .....</b>	<b>25</b>
<b>7 Literaturverzeichnis .....</b>	<b>27</b>
<b>8 Anhang 1: Historie der Entwicklung der Abfallablagerung in Deutschland.....</b>	<b>31</b>
8.1 Alte Bundesländer .....	31
8.1.1 Zeitraum bis 1972 .....	31
8.1.2 Zeitraum zwischen 1972 und 1994 .....	32
8.1.3 Zeitraum ab 1994: Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz auf Bundesebene .....	34
8.2 Neue Bundesländer .....	36

8.3	Zwischenergebnis in Bezug auf Landfill Mining .....	37
<b>9</b>	<b>Anhang 2: Ableitung rechtlicher Schlussfolgerungen für eine künftige Wertstoffrückgewinnung aus Deponien .....</b>	<b>39</b>
<b>9.1</b>	<b>Rechtliche Einordnung von Landfill Mining .....</b>	<b>39</b>
9.1.1	Bergrecht.....	39
9.1.2	Bodenschutzrecht.....	40
9.1.3	Kreislaufwirtschaftsrecht.....	40
9.1.4	Öffentlich-rechtlicher Vertrag.....	42
<b>9.2</b>	<b>Regelungsbedarf – Eckpunkte eines rechtlichen Rahmens .....</b>	<b>43</b>
9.2.1	Zweck des § 1 KrWG .....	43
9.2.2	Zulassungsverfahren und Ermächtigungsgrundlage .....	43
9.2.3	Konkretisierung auf Verordnungsebene: Deponieverordnung .....	44
9.2.4	Funktion des Bodenschutzrechts .....	46

## Zusammenfassung Landfill Mining – Option oder Fiktion

### Anlass und Ziele der Studie

Urban Mining – die Gewinnung von Sekundärrohstoffen aus der Technosphäre, also aus alten Gebäuden, brachgefallener Infrastruktur und beweglichen Gütern wie alten Elektronikprodukten, Altfahrzeugen etc., wird zunehmend als wichtiger Beitrag für die Schonung natürlicher Ressourcen eingestuft und entsprechend forciert. In diesem Kontext sind gerade in Mitteleuropa (Deutschland, Österreich, Schweiz, Benelux-Staaten) auch Ablagerungen und Deponien als mögliche Sekundärrohstoffquellen in den Fokus gerückt: als eingängiges Schlagwort hierzu hat sich der Begriff – Landfill Mining – durchgesetzt.

Das Öko-Institut hat sich mit Mitteln der Stiftung Zukunftserbe dem neuen Thema gestellt, einen Fachworkshop hierzu mit ausgewählten Experten aus Wissenschaft, Politik und Verwaltung moderiert und eigene Recherchen zum Komplex Landfill Mining durchgeführt. Ziel der Studie ist es aktuelle Diskussionen und Entwicklungen zum Thema Landfill Mining und dessen mögliche Potenziale aufzuzeigen, auf rechtliche, technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen einzugehen sowie die möglichen Potenziale durch Landfill Mining sonstigen Sekundärrohstoffpotenzialen gegenüberzustellen. Hierzu wird auch tiefer die Historie der Abfallablagerung in Deutschland beleuchtet.

### Potenziale

Für eine erste Einschätzung der Potenziale des Landfill Mining hat das Öko-Institut die verfügbaren Informationen hinsichtlich Bauschutt- und Siedlungsabfalldeponien sowie aus Ablagerungen der Industrie und des Bergbaus zusammengestellt. Für Bauschutt- und Siedlungsabfalldeponien liegen für Deutschland inzwischen recht gute Abschätzungen vor. Die interessantesten Potenziale aus diesen Deponien belaufen sich auf 25 – 100 Mio. Tonnen Eisen- und Stahlschrott, 7 – 15 Mio. Tonnen Nichteisenmetallschrott sowie an die 490 Mio. Tonnen hoch- und mittelkalorische Abfälle, die als Ersatzbrennstoffe geeignet sein könnten. Unter der Annahme, dass jährlich 1% dieses Potenzials deutschlandweit durch zukünftiges Landfill Mining erschlossen werden könnte, ergäben sich durchaus nennenswerte Beiträge zur Ressourcenschonung. Allerdings zeigt ein Vergleich der sonstigen Sekundärrohstoffpotenziale aus Urban Mining, dass der Beitrag durch Landfill Mining zwar merklich, jedoch auch nicht überragend wäre, d.h. Landfill Mining könnte einen wichtigen Beitrag zur Schonung natürlicher Ressourcen leisten, aber die Potenziale und Beiträge aus der aktuellen Kreislaufwirtschaft übertreffen diesen möglichen Beitrag.

Interessantere Potenziale insbesondere für Sekundärmetalle könnten sich aus Industrieablagerungen, also aus Werksdeponien, Untertagedeponien, Ablagerungen der chemischen Industrie, Rotschlammhalden, Bergbaurückständen und Rückständen der Eisenhütten ergeben. Hier bestehen jedoch vielfach noch Daten- und Informationslücken, die es in naher Zukunft zu schließen gilt. Ein großes Potenzial für die Sekundärmetallgewinnung könnte

beispielweise in den aus der Roheisenproduktion stammenden und über viele Jahrzehnte an den Hüttenstandorten abgelagerten 6- 20 Mio. t Gichtgasschlämmen liegen.

### **Technische und Wirtschaftliche Gesichtspunkte**

Die Untersuchung der technischen Gesichtspunkte zum Landfill Mining hat klar ergeben, dass auf vielfältigen Erfahrungen des Deponierückbaus – in der Regel induziert aus Gründen der Gefahrenabwehr - aufgebaut werden kann. Auch könnten bestehende diverse Sortier- und Behandlungsanlagen – bei entsprechender Umrüstung durchaus nennenswerte Materialmengen aus dem Landfill Mining weiterverarbeiten. Ungeachtet der noch offenen technischen Herausforderungen, die bei einer großtechnischen Realisierung von Landfill Mining noch zu lösen sind, ist eine entscheidende Frage die wirtschaftliche Darstellbarkeit von Landfill Mining. Die Untersuchungen machen deutlich, dass die Erträge aus den rückgewonnenen Wertstoffen beträchtlich sein müssen um die Kostenaufwendungen für das Landfill Mining auszugleichen. Werden jedoch die Langfristkosten für die Nachsorgemaßnahmen der Deponien berücksichtigt, ergibt sich durchaus ein differenziertes Bild. Daher könnte Landfill Mining in einer Langfristperspektive durchaus auch wirtschaftlich vorteilhaft sein. Dies gilt umso mehr, wenn im Falle dicht besiedelter Gebiete mit entsprechend großen Grundstückspreisen, wertvolle Siedlungsflächen aus alten Deponiestandorten gewonnen werden könnten.

### **Rechtliche Gesichtspunkte**

Die Bestandsaufnahme des heute geltenden Rechts zeigt, dass es derzeit an einer Rechtsgrundlage für die Genehmigung von Landfill Mining-Vorhaben mangelt. Grundsätzlich sind aber Regelungsansätze vorhanden, denn mit dem Kreislaufwirtschaftsgesetz und der Deponieverordnung verfügt das Kreislaufwirtschaftsrecht über ein Regelungsinstrumentarium, das von seiner Ausrichtung her (Zulassungsverfahren, Anlagenbezug, Sicherheitsanforderungen, zeitliche Abstufung der Phasen) geeignet ist, auch eine Rohstoffsicherung in Deponien zu regeln.

Die Ausrichtung des Abfallrechts hin zu einem Kreislaufwirtschaftsrecht hatte die Einführung vor allem verwertungsorientierter Instrumente zur Folge, die für die Zusammensetzung der deponierten Abfallfraktionen bestimmend waren. Zu nennen sind vor allem die Einführung der Verwertungspflicht und die Einführung der Pflicht zur Vorbehandlung von Deponieabfällen. Die Verwertungspflicht kam letztlich, obwohl bereits 1986 in das neue Abfallgesetz aufgenommen, erst 1994 mit Einführung des KrW-/AbfG und der damit einhergehenden Flankierung durch weitere Verwertungsregelungen zur Entfaltung. Berücksichtigt man noch weitere Jahre bis zur Entwicklung ausgereifter Verwertungstechnologien und –infrastrukturen, so ist davon auszugehen, dass bis zur Jahrtausendwende noch Stoffe auf Deponien beseitigt wurden, die zum heutigen Zeitpunkt einer Verwertung zugeführt werden würden.

Für Deponiestandorte in den neuen Bundesländern ist zu berücksichtigen, dass die Abfallwirtschaft der ehemaligen DDR eine hohe Recyclingrate von attraktiven Rohstoffen (z. B. Metalle) erzielte. Für diese Deponien ist damit spätestens seit dem Zeitpunkt der staatlich

organisierten Rückführung solcher Stoffe (Anfang der 1980er Jahre) davon auszugehen, dass ein relevantes Potenzial für Landfill Mining nicht mehr vorhanden ist.

Die in Frage kommenden Vorschriften weisen jedoch noch erhebliche Lücken auf, da sie zwar dem Umgang mit den typischerweise bei der Stilllegung und der Nachsorge auftretenden Problemstellungen dienen, jedoch mit dem alleinigen Schwerpunkt der Gefahrenabwehr eine andere Zielrichtung verfolgen. Deshalb bestehen in der Praxis erhebliche Schwierigkeiten, die Wiederöffnung einer Deponie zu erreichen, sofern kein vordringlicher Sanierungsbedarf vorliegt (Gefahrenabwehr) und stattdessen auf die Sicherung vorhandener Rohstoffpotenziale verwiesen wird (Vorsorge).

Dabei ist jedoch auch im nunmehr geltenden Kreislaufwirtschaftsgesetz der Vorsorgegedanke („Förderung der Schonung natürlicher Ressourcen“) ein wesentlicher Bestandteil des Gesetzeszwecks geblieben. Auch das Landfill Mining, das die Hebung von Rohstoffbestandteilen aus anthropogenen Lagern bezweckt, wäre in diesen Gesetzeszweck einzuordnen.

In Anlehnung an die Planfeststellungsbedürftigkeit von Deponien wäre für die Realisierung von Landfill Mining-Vorhaben ebenfalls eine Planfeststellungspflicht zu normieren. Angesichts der möglichen mit dieser Maßnahme verbundenen Umweltauswirkungen würde ein solches Verfahren das geeignetste Mittel darstellen, um Gefahren zu vermeiden und die Behörde in die Lage versetzen, eine Entscheidung unter Abwägung aller entscheidungserheblichen Belange zu treffen. Die notwendigen konkretisierenden Regelungen können in der Deponieverordnung geschaffen werden (z. B. die Anforderungen an den Umgang mit den nach Öffnung der Deponie nicht verwertbaren Abfällen; Standards für Oberflächenabdichtungen sowie die Möglichkeit temporärer Oberflächenabdichtungen).

Neben den Schwerpunktbereichen des Kreislaufwirtschaftsrechts sollten zur vollständigen Erfassung der Problemstellungen bei Landfill Mining-Vorhaben, insbesondere wegen weiterhin bestehender Gefahrenpotenziale, die vorhandenen Schnittstellen zum Bodenschutzrecht beibehalten werden.

### **Fazit und Ausblick**

Die Fortentwicklung der rechtlichen Rahmenbedingungen in den zurückliegenden vierzig Jahren hatte einen entscheidenden Einfluss auf den nun zur Verfügung stehenden Bestand an Wertstoffen in Deponien. Die Entscheidung zur Öffnung von Deponien zur Wertstoffrückgewinnung kann also nicht ohne Berücksichtigung der zum Zeitpunkt des damaligen Deponiebetriebs geltenden Rechtslage getroffen werden. Die versammelten Experten auf dem Projektworkshop waren sich einig, dass aktuelle Landfill Mining Aktivitäten, die über reine Potenzialuntersuchungen hinausreichen fast nur im Zusammenhang mit Nachsorgeaktivitäten an alten Deponien durchgeführt werden: d.h. hier steht die klassische Gefahrenabwehr im Vordergrund. Die Gewinnung von Sekundärrohstoffen ist dabei lediglich ein gewünschter Nebeneffekt.

Es gibt (derzeit noch) keine ausreichenden praktischen Erfahrungen, um nachzuweisen, ob Landfill Mining wirtschaftlich „selbsttragend“ werden wird. In besonderen Fällen könnten sowohl die Abfall-Zusammensetzung sowie reduzierte Aufwendungen für Abschluss / Nachsorge / Sanierungen zu wirtschaftlich tragfähigen Lösungen führen. Die Wertstoffrückgewinnung ist (derzeit noch) kein maßgebliches Argument für einen Deponie-Rückbau, bisher stehen Umweltaspekte im Vordergrund. Systemvergleiche / Ökobilanzen für Landfill Mining inklusive der nachgeschalteten Verwertungs- / Entsorgungsvarianten sind notwendig, um die ökologische Sinnhaftigkeit zu untersuchen. Darüber hinaus sollten die ökologischen Potenziale des Landfill Mining mit noch bestehenden Potenzialen beim Urban Mining von kurz- und langlebigen Gütern verglichen werden.

Es gibt erhebliche Überkapazitäten (> 10 Mio. t/a) bei Sortieranlagen, thermischen Abfallbehandlungsanlagen und Feuerungsanlagen mit energetischer Verwertung. Diese Tatsache kann einerseits für Landfill Mining Projekte (derzeit) zu einer Kostendämpfung führen. Andererseits müssen in die Entscheidungsfindung von konkreten Projekten viele weitere wichtige Aspekte einfließen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Landfill Mining Maßnahmen mit der Wiederverwertung von Abfällen aus Deponien ein ureigenes Ziel der Kreislaufwirtschaft verfolgen.

## 1 Einführung

Landfill Mining – der gezielte Rückbau von Deponien zur Gewinnung von Sekundärressourcen – ist in jüngster Zeit stark in den Fokus von Wissenschaft und Forschung gerückt. Das Öko-Institut hat daher mit Mitteln der Stiftung Zukunftserbe die vorliegende Studie „Landfill Mining - Option oder Fiktion?“ erstellt, mit dem Ziel einer kritischen Auseinandersetzung bzgl. des technischen Standes bzw. der technischen Möglichkeiten und der entsprechenden Sekundärrohstoffpotenziale des Landfill Minings, sowie der damit verbundenen wirtschaftlichen und rechtlichen Aspekte. Es sollen Antworten auf die Frage gefunden werden, ob es sich um beim Landfill Mining für die Zukunft um eine ernsthafte Option zur Gewinnung von Sekundärrohstoffen – und damit zur Verringerung des Drucks zur Ausbeutung von Primärrohstoffen – handelt.

Die Studie „Landfill Mining – Option oder Fiktion“ des Öko-Instituts zeigt aktuelle Diskussionen und Entwicklungen zum Thema Landfill Mining auf (Kapitel 2), skizziert die möglichen Potenziale durch Landfill Mining (Kapitel 3), geht auf technische Rahmenbedingungen ein (Kapitel 4), vergleicht die Potenziale durch Landfill Mining mit sonstigen Sekundärrohstoffpotenzialen (Kapitel 5) und schließt mit einem Fazit und Ausblick (Kapitel 6). In Anhang 1 wird tiefer auf die Historie der Abfallablagerung in Deutschland eingegangen, um wichtige erste Hinweise auf mögliche Sekundärrohstoffpotenziale unterschiedlicher Deponiegenerationen abzuleiten. In Anhang 2 werden rechtliche Schlussfolgerungen bzgl. Landfill Mining abgeleitet, da ohne entsprechende rechtliche Einbettung und Regelungen Landfill Mining in der Praxis nicht realisiert werden könnte.

In den letzten Jahren sind die Umweltbeeinträchtigungen durch Primärrohstoffförderung, die mögliche Verknappung natürlicher Rohstoffe und deren Auswirkung auf die Realisierung von Zukunftstechnologien stark in den Fokus der nationalen und internationalen Debatten gerückt. Die zukünftig verstärkte Gewinnung von Sekundärrohstoffen wird als ein wichtiger Eckpfeiler zur Minderung von Umweltbelastungen und Verknappungstendenzen eingestuft (vgl. Öko-Institut 2009, 2011, Graedel et al 2011). Die Rückgewinnung von Stoffen bzw. Materialien aus dem von Menschen geschaffenen (anthropogenen) „Lager“, d.h. aus nicht mehr genutzten Gebäuden und Verbrauchsgütern (Altfahrzeuge, Elektrogeräte usw.) bzw. nicht mehr genutzter Infrastruktur wird unter dem Schlagwort „Urban Mining“ zusammengefasst.

Ein Teil der Ressourcen, die von Menschen genutzt werden bzw. wurden (ca. 10-20%), wurde oder wird in Deponien und Halden abgelagert. Die Konzepte zur Rückgewinnung nicht mehr genutzter anthropogener Ressourcen aus Deponien werden unter dem Begriff Landfill Mining zusammengefasst (Rechberger 2011). Landfill Mining wird hier als ein Teil des Urban Mining verstanden.

Die Materialflussanalysen zeigen, dass das anthropogene Lager in den vergangenen Jahrzehnten in den hochentwickelten Industriestaaten stark angewachsen ist und weiterhin wächst. Geschätzt beträgt es 400 Tonnen pro Kopf und beinhaltet relevante Mengen an mineralischen, metallischen und organischen Wertstoffen. Diese heute genutzten Materialien werden als Sekundärressourcen von morgen gesehen. Um den damit einhergehenden Einstieg von anfallenden Abfallmengen auf vertretbarem Niveau zu halten, muss dieses

anthropogene Lager auf optimalem Niveau rezykliert werden und eine möglichst geringe Menge an nicht mehr nutzbaren Stoffgemischen (Abfälle) deponiert werden.

Urban Mining beschäftigt sich damit

1. das bestehende anthropogene Lager stofflich und hinsichtlich einer zukünftigen Exploration zu charakterisieren (Lagerforschung);
2. den zukünftigen Lagerzuwachs derart zu gestalten und zu dokumentieren, dass zukünftig hohe Recyclingraten erzielt werden können und
3. die methodischen und technischen Grundlagen für die optimale Nutzung der Stoffe aus dem anthropogenen Lager zu entwickeln.

Die allgemeine Definition der Deponie leitet sich in Deutschland aus § 3 Abs. 27 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) ab (siehe zu den rechtlichen Rahmenbedingungen auch Anhang 2):

*Demnach sind „Deponien Beseitigungsanlagen zur Ablagerung von Abfällen oberhalb der Erdoberfläche (oberirdische Deponien) oder unterhalb der Erdoberfläche (Untertage-deponien). Zu den Deponien zählen auch betriebsinterne Abfallbeseitigungsanlagen für die Ablagerung von Abfällen, in denen ein Erzeuger von Abfällen die Abfallbeseitigung am Erzeugungsort vornimmt.“*



Abbildung 1: Luftbildaufnahme Deponie (Foto: Bestand Öko-Institut)

Diese Definition der Deponie müsste zukünftig angepasst werden, wenn diese im Sinne des oben skizzierten Landfill Minings als zusätzliche „Lager“ für Sekundärressourcen aufgefasst werden, und falls Landfill Mining in der Tat zum Bestandteil der abfallwirtschaftlichen Konzepte bzw. des Ressourcen-Managements wird.

Hierzu ist festzustellen, dass der Stand der angewandten Forschung und der Umsetzung der gewonnenen Ergebnisse in der Praxis oft im großen Kontrast zu dem aktuellen Stand der deutschen Gesetzgebung stehen, oder die Anwendung der neusten Entwicklungen durch die Gesetzgebung sogar erschwert wird<sup>1</sup>.

Bespielhaft können hier die Stabilisierung der deponierten organischen Masse durch beschleunigte aerobe in situ Stabilisierung (Stabilisierung mittels Sauerstoff direkt im Deponiekörper) oder angeregte Methanbildung mittels Absaugungsverfahren und die Philosophie der Oberflächenabdeckung genannt werden.

Das Bundesumweltministerium hat vor einigen Jahren das historisch gewachsene, deshalb aber auch zersplitterte Deponierecht zu einer einheitlichen Regelung zusammengeführt. Die

---

<sup>1</sup> Siehe BMU: [http://www.bmu.de/abfallwirtschaft/neue\\_rechtsvorschriften/doc/41593.php](http://www.bmu.de/abfallwirtschaft/neue_rechtsvorschriften/doc/41593.php)

neue Deponieverordnung trat als Artikel 1 der Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts vom 27. April 2009 am 16. Juli 2009 in Kraft.

Aus der Sicht des Landfill Minings müssen die Anforderungen an die Oberflächenabdeckung einer Deponie, so wie sie in der Gesetzgebung verankert ist, als ein gesonderter Aspekt betrachtet werden.

Wird der Begriff **Landfill Mining** auch **als Maßnahme zur Einschränkung der Schadstoff-freisetzung** betrachtet (Bsp. Rückbau Deponie für chemisch toxische Abfälle in Kolliken in der Schweiz) ergeben sich weitere Fragenstellungen sowohl hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit gegenüber der Verpflichtung der Gefahrenabwehr als auch hinsichtlich der aktuellen Gesetzgebung:

*„Über den Deponierückbau, über die Deponieumlagerung wird schon lange geschrieben und gesprochen. Die Deponieumlagerung hauptsächlich um nicht an der Basis abgedichtete Deponieabschnitte weiternutzen zu können. Der Deponierückbau war früher hauptsächlich im Zusammenhang mit der Senkung der Nachsorgekosten im Gespräch - was aber kein Anklang gefunden hat. Heute ist der Deponierückbau erneut in das Interesse gerückt: a) weil er jetzt Landfill Mining heißt, und b) weil die Nutzung der Rohstoffpotentiale in den Mittelpunkt des Interesses gerückt ist.“<sup>2</sup>*

## 2 Aktuelle Diskussionen und Entwicklungen

Im Jahre 2004 veröffentlichten T.E. Graedel (Yale University) und Mitstreiter (Graedel et al. 2004) eine vielbeachtete Arbeit über die anthropogenen Ströme des Metalls Kupfer. Sie hoben dabei am Beispiel dieses wichtigen und wertvollen Metalls hervor, dass erhebliche Mengen Kupfer in Nordamerika, aber auch in den Ländern Europas, Asiens etc. in den vergangenen Jahrzehnten nach Gebrauch nicht in das Recycling, sondern über verschiedene Altprodukte in Deponien gelangt sind. Im Kern lenkte diese Arbeit die Diskussion auf zwei Punkte:

- die Notwendigkeit, die Recyclingraten von Kupfer global zu erhöhen und
- die Frage des Potenzials von Deponien als mögliche Ressourcenquelle.

Seit wenigen Jahren wird vor allem in Mitteleuropa (Deutschland, Österreich, Schweiz, Belgien, Niederlande) in Fachkreisen intensiv über die Möglichkeiten, Chancen und Herausforderungen eines Landfill Minings diskutiert – nicht zuletzt forciert durch die erheblich gestiegenen Rohstoffpreise und damit zusammenhängende Verknappungsdebatten (vgl. u.a. Franke 2011, Faulstich 2010, Gäth 2010, Rettenberger 2009, Hogland et al. 2010).

Vor allem in den dicht besiedelten Niederlanden und Belgien wird als weiteres gewichtiges Argument für ein zukünftiges Landfill Mining die Wiedergewinnung von Flächen für andere Nutzungen herangeführt. Das flämische Konzept des „Enhanced Landfill Minings (ELFM)“ sieht eine vollständige Auskofferung der Deponie unter möglichst optimaler Rückgewinnung

---

<sup>2</sup> <http://www.deponie-stief.de/>

von Sekundärrohstoffen (waste to materials) und Sekundärbrennstoffen (waste to energy) vor.

Dieses Konzept wird zurzeit in Belgien in der Praxis an der Deponie REMO der Gemeinde Houthalen-Helchteren erprobt (Jones 2012). In dieser hinsichtlich ihrer Einlagerungen gut dokumentierten Deponie sind rund 16 Millionen Tonnen Müll (in gleicher Größenordnung Hausmüll und Industriemüll) eingebunden. Mit einem Gesamtinvestitionsvolumen von über 230 Millionen Euro (Ausgrabung des Mülls, Separierung für Materialrecycling und Sekundärrohstoffverwendung, Plasmaverbrennung zur Erzeugung von elektrischer Energie und Produktion eines baustofftauglichen Materials) soll ab 2013 die bestehende Deponie über 20 Jahre abgebaut und die Fläche in einen Naturpark verwandelt werden. Das Projekt wird von Anfang an umfangreich wissenschaftlich begleitet; Schlussfolgerungen sind zurzeit noch verfrüht.

Zur Diskussion und Zusammenfassung des aktuellen Standes zum Landfill Mining veranstaltete das Öko-Institut im Rahmen des Projekts den gleichnamigen Workshop „Landfill Mining – Option oder Fiktion?“ mit zahlreichen Fachleuten aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft (<http://www.oeko.de/aktuelles/dok/1324.php>). Prof. Gäth informierte auf dieser Veranstaltung, dass in Deutschland die Potenzialuntersuchungen beispielsweise an den Deponien Reiskirchen, Dyckerhoffbruch Wiesbaden und der Kreismüldeponie Hechingen als aktuelle Aktivitäten zu nennen sind (Gäth 2012).

Reinhard Bütikofer (Mitglied des EU-Parlaments) stellte Landfill Mining in den großen Gesamtkontext der Ressourcenstrategie der EU-Kommission („resource efficiency road map“). Er betonte, dass Landfill Mining Bestandteil einer „systematischen Industriepolitik“ werden kann, wenn bestimmte Voraussetzungen (ökologische und ökonomische Tragfähigkeit usw.) erfüllt werden können. Johannes Remmel (Minister für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz in Nordrhein-Westfalen) unterstrich in seiner Key-note das Spektakuläre des Landfill-Mining-Konzepts, insbesondere da die benötigte Technik für den Rückbau vielfach bereits vorhanden sei. Es müsse nun um eine von der Gesellschaft getragene Leitentscheidung „Ressourcenschutz“ gekämpft werden, ähnlich der Entscheidung für die Energiewende. Prof. Daniel Goldmann (TU Clausthal) schließlich zeigte in seiner Präsentation, dass die möglichen Erträge durch Landfill Mining in einzelnen Ländern sehr unterschiedlich ausfallen können. So sei in den USA als hochindustrialisiertes Land mit geringem Flächendruck und geringen Verwertungsquoten beim Recycling Landfill Mining eine deutlich interessantere Strategie als bspw. in Japan, wo Rohstoffe deutlich häufiger verwertet würden.

[http://www.oeko.de/files/forschung\\_beratung/themen/nachhaltige\\_ressourcenwirtschaft/application/pdf/20120210\\_landfill\\_mining\\_berlin\\_tuclausthal.pdf](http://www.oeko.de/files/forschung_beratung/themen/nachhaltige_ressourcenwirtschaft/application/pdf/20120210_landfill_mining_berlin_tuclausthal.pdf)

Prof. Reiner Stegmann (IFAS - Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft, emeritierter Professor im Institut Umwelttechnik und Energiewirtschaft, TU Hamburg-Harburg) brachte den wichtigen Punkt der temporären Deponienutzungen (Zwischenlager) in die Diskussion. Gemeint ist hiermit, bestehende bzw. zukünftige Deponien so zu planen und zu realisieren, dass zukünftig (z.B. bei entsprechend hohem Rohstoffbedarf und entsprechend hohen Rohstoffpreisen) eine leichtere Rückholbarkeit der Sekundärrohstoffe aus den Deponien gewährleistet sei. Prof. Gerhard Rettenberger (Fachhochschule Trier) verwies in diesem Zusam-

menhang darauf, dass Oberflächenabdichtungen von Deponien, die nur für einen vergleichsweise kurzen Zeitraum eingesetzt werden, auch nur einen Bruchteil kosten würden; eine teure Oberflächenabdichtung wäre jedoch der Stopp eines jeden zukünftigen Rückbaus und der Sekundärrohstofferschließung. Alle Teilnehmer des Workshops waren sich einig, dass die zukünftige Realisierung des Landfill Minings eine entsprechende Flankierung durch gesetzliche Anpassungen (Ziel: Rückholbarkeit der eingelagerten Materialien usw.) benötigt.



Abbildung 2: Workshop „Landfill Mining – Option oder Fiktion?“ am 12.02.2012

### 3 Potenziale aus Landfill Mining

In diesem Abschnitt werden vorhandene Quellen zum Wertstoffpotenzial aus Hausmülldeponien sowie von Industrieablagerungen in Deutschland ausgewertet. Informationen zum prozentualen Anteil bestimmter Wertstoffe in Deponiekörpern sowie die Hochrechnung auf absolute Potenziale sind sehr wichtig zur Einschätzung einer möglichen Realisierung von Landfill Mining Aktivitäten.

#### 3.1 Abschätzung der Potenziale aus Siedlungsabfall, Bauschutt und gewerblichen Abfällen

Eine Reihe von Studien hat sich bereits mit den Potenzialen des Urban Minings beschäftigt. Dabei sind die folgenden Kategorien zu unterscheiden:

- Konsumgüter und Produktionsabfälle mit kurzen Umlaufzeiten wie z.B.
- Verpackungsabfälle (mit Nutzungsperioden von weniger als einem Jahr),
- Elektronik & Elektroabfälle (mit typischen Nutzungsperioden von einem Jahr bis zu 10 Jahren),
- Altfahrzeuge (typischen Nutzungsperioden von bis zu 15 Jahren),
- andere Abfälle aus der Nutzung von Gebrauchsgütern,
- Industrie- und Produktionsabfälle.
- Infrastruktur und Investitionsgüter mit vergleichsweise langen Umlaufzeiten wie z.B.
- Wohn- und gewerbliche Gebäude,
- Gebäude & Infrastruktur der Industrie,
- Technische Infrastruktur wie: Straßen, Brücken, Kanäle, Strom- und Datenetze,...
- **Bauschutt- und Siedlungsabfalldeponien,**
- **Ablagerungen der Industrie inkl. Bergbau.**

Nur die letzten beiden genannten Kategorien werden zum Landfill Mining gerechnet. Durchgeführte Untersuchungen an Deponien und auch Aufgrabungen ergeben eine (unter Berücksichtigung unterschiedlicher Deponietypen und dem Zeitpunkt der Ablagerung) verhältnismäßig hohe Übereinstimmung hinsichtlich der Einschätzung der Potenziale und Schwankungsbreiten, wie in Abbildung 3 dargestellt. In diesem Zusammenhang sind auch bereits qualifizierte Methoden entwickelt worden, um für konkrete Anwendungsfälle in einem iterativen Prozess zunächst das "theoretische Potenzial" und in einem weiteren Schritt das „reale Potenzial“ zu ermitteln (Gäth Nispel 2010).

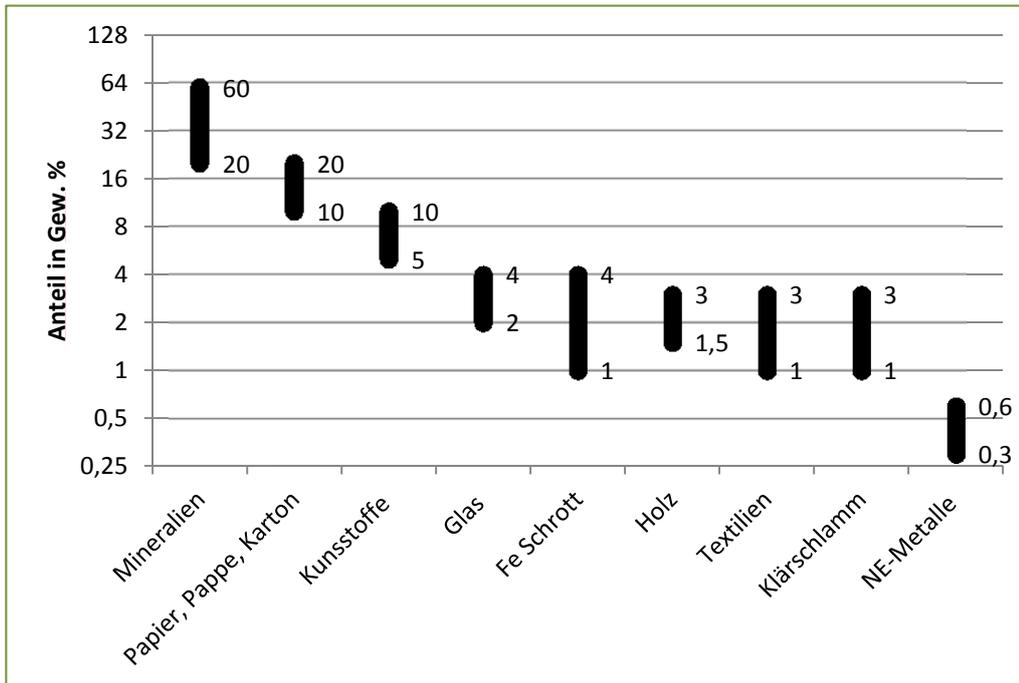


Abbildung 3: Schwankungsbreite der Anteile in verschiedenen Deponien, aggregierte Darstellung aus unterschiedlichen Quellen (z.B. Franke Mocker Löh 2011, Rettenberger 2009, Wiemer Bartsch Schmeisky 2009, Gäth Nispel 2010) für unterschiedliche Deponietypen und Ablagerungszeiträume.

Um unabhängig von der ökonomischen Bewertung eine Einordnung der Größenordnung der Potenziale in Deponien und Ablagerungen zu ermöglichen, werden in Tabelle 1 die Potenziale aus Landfill Mining anderen aktuellen Materialströmen gegenübergestellt. Dabei wird vereinfachend angenommen, dass von dem absoluten Wertstoffpotenzial aus abgelagerten Siedlungsabfällen, gewerblichen Abfällen (ohne Industrieablagerungen) und Bauschutt jeweils pro Jahr ein Prozent über Landfill Mining rückgewonnen werden könnte. Das entspräche für Deutschland etwa einer Aufbereitungskapazität von 25 Mio. t/a. Zum Vergleich: Im Jahr 2009 sind laut (Destatis 2011) die in Tabelle 2 aufgeführten Kapazitäten an Aufbereitungsanlagen verfügbar. Damit ist nicht etwa gemeint, dass die dort aufgeführten (noch verfügbaren Reservekapazitäten) für das Landfill Mining verwendet werden können, da dies vermutlich durch logistische und technische Aspekte limitiert ist, vielmehr soll mit Tabelle 2 gezeigt werden, dass die Annahme, nur etwa 1% des gesamt verfügbaren Potenzials pro Jahr realisieren zu können, eine (aus technischer Sicht) realistische Größenordnung darstellt.

Tabelle 1: Vergleich der potentiellen Massenströme aus Landfill Mining mit anderen Massenströmen

	Potenzial aus Landfill Mining in Deutschland		Jährliche konventionelle Massenströme (Sekundärmetallströme etc.) zum Vergleich	
	Gesamt Mio. t	Mio. t/a (1%)	Mio. t/a	Anmerkung (Quelle)
Eisen-Schrott	25 - 100 <sup>3</sup>	0,25 - 1	23 18 460	DE 2008 ( <sup>4</sup> ) DE 2009 (dto) Global, 2009 (dto)
Nichteisen-Metall-Schrott	7 - 15 <sup>5</sup>	0,07 - 0,15	0,6 0,3 0,3	Sekundär-Al, DE 2010 ( <sup>6</sup> ) Raff. Cu aus Recy, DE 2010 Raff. Pb + Zn aus Recy, DE. 2010( <sup>7</sup> )
Vermischte, nicht recycelbare, hoch- und mittel-kalorische Abfälle	486 <sup>8</sup>	4.9	2,9 8,4 20,8	EBS Zementindust. DE 2008( <sup>9</sup> ) EAV 19+20 in FEU, DE 2009( <sup>10</sup> ) EAV 19+20 in AVA, DE 2009 (dto)
Phosphor (P)	0,289 KS 0,058 KS-Asche ( <sup>11</sup> )	??	0,121 0,0245 bis zu 0,060	Handelsdünger, DE ( <sup>12</sup> ) Entsorgt mit Faulschlamm bis Gesamt Abwasser Kläranlagen ( <sup>13</sup> )

- AVA Thermische Behandlungsanlage (Abfallverbrennungsanlage / Müllheizkraftwerk / Pyrolyseanlage), Destatis (2011)
- DE Deutschland;
- EAV 19 Europäisches Abfallverzeichnis: Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlicher Abwasserbehandlungsanlagen, sowie der Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke;
- EAV 20 Europäisches Abfallverzeichnis: Siedlungsabfälle
- EBS Ersatzbrennstoffe, hier: in der Zementindustrie 2008
- FEU Feuerungsanlage mit energetischer Verwertung, Destatis (2011)
- KS Klärschlamm

<sup>3</sup> Franke Mocker Löh 2011: 2 500 Mio. t Siedlungsabfälle, Bauschutt und gewerbliche Abfälle seit 1975 deponiert; Annahme: davon 1 bis 4 % Stahlschrott

<sup>4</sup> bvse (9/2010): Stahlschrott: Zukauf Stahlwerke + Zukauf Gießereien + netto Export (ohne interne Ströme der Stahlwerke). Rohstahlproduktion Deutschland: 44,5 Mio. t (2006); 47,2 (2007); 45,8 (2008); 32,67 (2009)

<sup>5</sup> Franke Mocker Löh 2011: In 2 500 Mio. t Siedlungsabfälle, Bauschutt und gewerbliche Abfälle seit 1975 deponiert; Annahme davon 0,3 bis 0,6% NE-Metalle

<sup>6</sup> Gesamtverbands der Aluminiumindustrie: [aluinfo.de/index.php/produktion.html](http://aluinfo.de/index.php/produktion.html)

<sup>7</sup> Wirtschaftsvereinigung Metalle, Metallstatistik 2010 für Al, Cu, Pb, Zn [wvmetalle.de/wvmpromi/medien/](http://wvmetalle.de/wvmpromi/medien/)

<sup>8</sup> Franke Mocker Löh 2011: 1 600 Mio. t Siedlungsabfälle seit 1950 deponiert davon 486 vermischte, nicht recycelbare, hoch- und mittel-kalorische Abfälle

<sup>9</sup> bvse (9/2010):

<sup>10</sup> Destatis (2011), Abfallentsorgung – Fachserie 19 Reihe 1 - 2009

<sup>11</sup> Franke Mocker Löh 2011: 1 600 Mio. t Siedlungsabfälle seit 1950 deponiert davon P

<sup>12</sup> Durchschnitt für 2001-2011(!); Destatis, Düngemittelversorgung – Fachserie 4 Reihe 8.2 (Achtung: Umrechnung P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in P erforderlich); Düngemittel machen etwa 70 % des Phosphorverbrauches in D aus

<sup>13</sup> Pinnekamp: 11/2011

Tabelle 2: Aufbereitungs- und Behandlungskapazitäten für 2009 in Deutschland (Destatis 2011) im Vergleich zu Aufbereitungskapazitäten für Landfill Mining

Anlagentyp	Verfügbar (Mio. t/a)	Genutzt (Mio. t/a)
Mechanisch-biologische Anlagen	4,7	4,0
Feuerungsanlagen	22,7	14,0
Thermische Behandlungsanlagen	26,9	23,1
Sortieranlagen inklusive Bau & Abbruchabfall-Sortieranlagen	47,8	25,8

Zum Vergleich: Jährliche Potenziale aus Altdeponien und Ablagerungen	ca. 6 Mio. t/a
--	----------------

Die Gegenüberstellungen in Tabelle 1 machen deutlich, dass rechnerisch durch Landfill Mining Aktivitäten deutschlandweit durchaus nennenswerte zusätzliche Wertstoffpotenziale erschlossen werden könnten. Andererseits wird durch die Gegenüberstellung mit den jährlichen konventionellen Sekundärmaterialströmen (z.B. üblicher Eisenschrottmarkt) auch deutlich, dass der Effekt auf die gesamte Sekundärmaterialwirtschaft nicht überbewertet werden darf. Diese Aussage gilt wohlgernekt ohne Berücksichtigung von Wertstoffpotenzialen aus Industrieablagerungen (siehe hierzu Abschnitt 3.3).

### 3.2 Bewertung der einzelnen Massenströme aus Siedlungsabfall, Bauschutt und gewerblichen Abfällen

Die **Eisen-Schrott** Fraktion ist bei einer entsprechenden Aufgrabung von Deponien und anschließender Aufbereitung mit den derzeit verfügbaren Technologien am sichersten abtrennbar. Unter der Annahme, dass pro Jahr 1% des Volumens / der abgelagerten Menge bestehender Alt-Deponien zurückgebaut würde, könnten zusätzliche Mengen von 1 bis 5% gegenüber den derzeitigen Wertstoffkreisläufen in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden. Bei derzeitigen Schrottpreisen (1 HJ 2012) und unter der Annahme einer "jährlichen Gewinnung" von 250 000 bis 1 000 000 Tonnen kann dabei ein potentieller Erlös von 35 bis 200 Mio. €/a erzielbar sein. Die Gewinnung der **NE-Metall Schrott** Fraktion ist mit größerem Aufwand im Vergleich zur Eisen-Schrott Gewinnung verbunden. Zudem sind die Erlöse stark abhängig von den einzelnen Metallen, so dass für eine Vorausschau des Erlöses eine größere Schwankung zugrunde gelegt werden muss. Bei derzeitigen Schrottpreisen (1 HJ 2012) und

unter der Annahme einer "jährlichen Gewinnung" von 70 000 bis 150 000 Tonnen kann ein potentieller Erlös von 70 bis 400 Mio. €/a kalkuliert werden.

Die großen Unsicherheiten für Eisen- und NE-Schrott resultieren zum einen aus den Unsicherheiten hinsichtlich der "gewinnbaren Mengen", als auch aus Unsicherheiten in Bezug auf den erzielbaren Schrottpreis. Vorausgesetzt die vermischten, nicht recycelbaren, hoch- und mittel-kalorischen Abfälle lassen sich zu ähnlichen Erlösen wie die derzeitigen Ersatzbrennstoffe (EBS) verwerten, könnten mit den Ersatzbrennstoffen Erlöse in der Größenordnung von 350 – 500 Mio. €/a erzielt werden.

Hinsichtlich des Phosphors kann derzeit nicht davon ausgegangen werden, dass für die beim Landfill Mining zutage tretenden Potenziale Erlöse zu erzielen sind. Wie in Pinnekamp 2011 dargestellt, ist es derzeit noch nicht wirtschaftlich, aus Klärschlamm oder Klärschlamm-Asche Phosphor zu gewinnen. Gleichwohl plädiert Pinnekamp dafür, in Zukunft keine vermischte Ablagerung von Klärschlamm-Asche mehr vorzunehmen, sondern sie auf Monodeponien abzulagern, damit eine Phosphorgewinnung erfolgen kann, sobald diese wirtschaftlich wird.

Insgesamt ist nach derzeitigem Stand damit zu rechnen, dass bei Landfill Mining eine erhebliche Menge an Reststoffen verbleibt, für die keine Erlöse zu erzielen sind und für die es auch keine sonstigen sinnvollen Einsatzmöglichkeiten gibt, so dass auch nach Landfill Mining immer noch von einem notwendigen Deponievolumen – wenn auch in reduzierter Größenordnung – ausgegangen werden muss.

### 3.3 Potenzial Industrieablagerungen

Grundsätzlich finden sich in einer Reihe von Industrieablagerungen Potenziale für Urban Mining bzw. Landfill Mining wie z.B.

- Werksdeponien,
- Untertagedeponien,
- Ablagerungen der chemischen Industrie (hier besteht Untersuchungsbedarf),
- Rotschlammhalden,
- Bergbaurückstände,
- Schlacken, Stäuben und Schlämmen aus Eisenhütten.

Davon können Werksdeponien, je nach Produktionsschwerpunkt und Ablagerungszeit, mit hohen Wertstoffgehalten besonders attraktiv sein. Bei der Rückholung von gefährlichen Abfällen aus Untertagedeponien sind dagegen die besonderen Gefährdungen zu berücksichtigen. Die Fa. ENVIVO Germany in Dortmund, die zwischen 2004 und 2010 etwa 14 000 t PCB belastete Transformatoren zur Verwertung zurückgeholt hat, stellt hier ein unrühmliches Beispiel dar. Zu den Ablagerungen der chemischen Industrie liegen derzeit keine Kenntnisse vor. Rotschlammhalden fallen bei der Tonerdeproduktion (Zwischenstufe der Primärroute für

Aluminium) in großen Mengen an und enthalten Reste an Aluminium, Eisen, Schwermetallen und Natronlauge.

Bei den Bergbaurückständen selbst sind die zwei wesentlichen Kategorien Abraumhalden und Armerzhalden zu unterscheiden.

Die Abraumhalden - meist der über der Lagerstätte lagernde Boden und Gesteine über der Lagerstätte - enthalten kaum Wertstoffe. Inwiefern hier ein Potenzial für Baustoffe zu sehen ist, ist im Einzelfall zu prüfen. Dabei muss auch berücksichtigt werden, dass sich im Falle einer Nutzung ein Konflikt mit einer ggf. erfolgten Renaturierung ergeben kann.

Einige der Armerzhalden sind in der Vergangenheit bereits mehrfach umgesetzt worden, um noch verbleibende Rohstoffe zu gewinnen. Mit der Stilllegung von Bergbau- und Hüttenaktivitäten ist in der Zwischenzeit allerdings an vielen Standorten die Anlagen-Infrastruktur verloren gegangen. Insgesamt liegen zu diesem Bereich derzeit aber nur unvollständige Informationen vor.

Die Potenziale einiger Rückstände aus Eisenhütten sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Eisengehalte von ausgewählten Schlacken, Stäuben und Schlämmen aus Eisenhütten

	<b>Fe-Gehalt [%]</b>
Hüttensand	0.5 <sup>2)</sup>
HO-Schlacke	0.2 – 0.7 <sup>1)</sup>
Pfannenschlacke	0.8 <sup>2)</sup>
HO-Gichtgasschlamm	25 – 35 <sup>1)</sup>
Konverterstaub	64.9 <sup>2)</sup>
Gichtgasstaub	20 – 30 <sup>1)</sup>

1) Gara, Schrimpf (UBA AT), 1998

2) zitiert nach: Franke, Mocker Löh, 2011

Hüttensande und Hochofen-Schlacke (HO-Schlacke) werden überwiegend im Bausektor verwendet. Der Gichtgasstaub wird (heute) in der Regel in den Hochofenprozess zurückgeführt.

Gichtgasschlämme (aus dem Veturiwäscher) haben, neben dem hohen Eisengehalt, hohe Anteile an Blei, Zink, Cadmium etc. und Cyanid und wurden bisher in der Regel nicht aufbereitet, sondern auf Gichtgasschlammhalden abgelagert. Der Schadstoffgehalt steigt mit der Feinheit des Staubes. Deshalb kann eine weitere Aufbereitung in Hydrozyklonen das auszuscheidende Deponat verringern (Aufkonzentration von Blei, Zink, Cadmium etc.). Insgesamt kann mit einem spezifischen Anfall an Gichtgasschlamm von 3 – 10 kg pro t Rohstahl gerechnet werden (UBA AT, 1998). Bei einer Rohstahlproduktionsmenge von ca. 40 Mio. t/a (BDSV / Kummer) in Deutschland ergibt sich eine über Jahrzehnte kumulierte Gichtgasschlamm-Menge von 6 bis 20 Mio. t.

## 4 Technische Rahmenbedingungen

### 4.1 Abgrenzung des Begriffes „Rückbau“ unter dem Gesichtspunkt eines langfristigen Deponiemanagements

Aus der Definition heraus sollte Landfill Mining primär der Rückgewinnung der im Deponiekörper vorhandenen Ressourcen dienen, unter dem nicht vernachlässigbaren Gesichtspunkt der Umweltaspekte ist allerdings der allgemeinere Begriff „Rückbau“ eher angemessen. Inwiefern das Konzept eines Landfill Minings bzw. des Rückbaus eine aussichtsreiche Option darstellen kann, hängt primär von den anfallenden Kosten ab, die den Kosten für Stilllegung und Nachsorge der Deponie gegenübergestellt werden müssen. Die einzelnen Zeiträume der Existenz des Deponiesystems mit den Phasen des Betriebes,

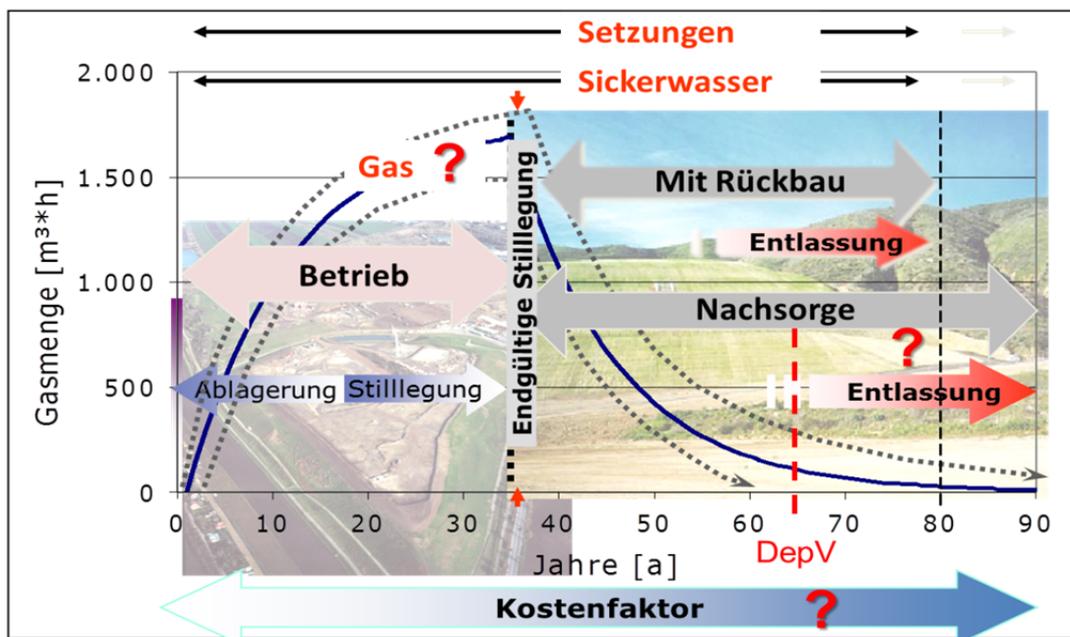


Abbildung 4 Langfristige Entwicklung der Gasbildungsrate und Nachsorgekosten von Deponien (nach Ustohalova 2005)

der Stilllegung und der Nachsorge mit den vorhandenen Kosten- und Phasendauerunsicherheiten, auch in Bezug zu den einzelnen Prozessen wie Setzungen und Gas- sowie Sickerwasserbildung, sind der Abbildung 2 zu entnehmen. Die in der Abbildung dargestellte in situ durchgeführte Deponiegasnutzung während der Betrieb- und Stilllegungsphase wird auch bereits als Landfill Mining verstanden (in-situ Landfill Mining). Dabei ist eine Wiederanregung der anaeroben Aktivität im Falle der nachgelassenen Gasproduktion zu erwägen. Während der Stilllegung und Nachsorge im klassischen Sinne fallen weitere Kosten für Sickerwasserbehandlung an. Weiterhin finden Setzungen statt, die eine sorgfältige Planung

der Deponieabdecksysteme erfordern. Hier kommen die in situ Aerobisierungstechniken zur Beschleunigung der Umsetzungsprozesse der Biomasse zur Geltung. Die Deponieverordnung sieht gegenwärtig für die Nachsorgephase eine Zeitspanne von lediglich 30 Jahren vor. Die gegenwärtige Praxis zeigt schon seit Jahren, dass sich in der Realität die erforderliche Zeitspanne auf deutlich mehr Jahrzehnte erstrecken kann.

Die bislang ermittelten Kostenfaktoren sind somit mit einer starken Unsicherheit behaftet. Die Möglichkeit, Teilabschnitte einer Deponie oder die ganze Deponie rückzubauen, kann die Entlassung aus der Nachsorge deutlich beschleunigen, ist in einem absehbaren Zeitraum durchführbar, aber gegenwärtig mit einem höheren Kostenfaktor verbunden. Inwiefern sich hier Landfill Mining positiv auswirken kann, das heißt in welchem Ausmaß sich die Bilanz durch die Ressourcengewinnung verbessern lässt, ist heute noch nicht zu beantworten und hängt auch vom jeweiligen Deponiestandort ab. Diese Fragen werden in den nächsten Jahren im Mittelpunkt der Forschungen stehen.

## 4.2 Abfallzusammensetzung einer Deponie, Untersuchungsmethodik

Entsprechend des Zustands des Deponiesystems und der Abfallbeschaffenheit sind unterschiedliche Untersuchungs- und Rückbautechniken einzusetzen oder auch neu zu entwickeln. In der Abhängigkeit vom Ausgangszustand und Alter des Deponiesystems, den technischen Einrichtungen und der Abfallzusammensetzung, ist zu entscheiden, welche unterschiedliche Techniken für das so genannte in situ und ex situ Landfill Mining im konkreten Fall geeignet sind. Unter in situ Landfill Mining werden die Möglichkeiten der Deponiegasnutzung verstanden, wo anschließend aerobe in situ Stabilisierung zur möglichst maximalen Umsetzung der restlichen Organik nachgeschaltet werden kann - hier als vorbereitende Maßnahme zur Organik- und Emissionsreduktion vor dem Aushub.

Die ex situ Techniken dienen der Durchführung von Abfallaushub und anschließender Reaktivierung. Ex situ umfasst Aushub und anschließende Behandlung und Sortierung des Abfalls sowie Verwertung. Dazu gehört auch die Umsetzung der Deponierung der Stoffstromreste aus dem vorherigen Schritt und Sanierungsarbeiten auf der Basis des Deponiekörpers. Mit der Umsetzung sind weiterhin in erforderlicher Weise entsprechende Arbeitsschutzmaßnahmen verbunden.

Für die Durchführung und Kostenschätzung der Arbeiten und möglicher Stoffströme sind die Beschaffenheit der Abfälle und der technische Stand des Deponiesystems bzw. der vorhandenen Elemente wie Basisabdichtung, Sickerwasser- und Gasfassung (siehe Abbildung 2) maßgebend. Die Vorerkundungen sind hier eine zentrale Stütze, allerdings sind die gewonnenen Informationen mit deutlichen Bandbreiten versehen, sodass mit Unsicherheiten gerechnet werden muss.

Während für Industriehalden die Zusammensetzung des deponierten Materials oft vergleichsweise leicht zu ermitteln ist, ist die Dokumentations- und Informationslage für alte Hausmülldeponien meist spärlich. Im ersten Schritt ist zu ermitteln, welche Unterlagen wie Tagebuch, Kataster usw. zur Verfügung stehen und wie diese auszuwerten sind. Die Qualität der Informationen hängt mit dem Alter der Deponie bzw. der Entwicklung der Gesetzgebung

zusammen. Aufgrund der Heterogenität der deponierten Abfälle können kaum genaue Rückschlüsse auf das insgesamt in alten Deponien und Halden enthaltene Wertstoffpotenzial gemacht werden. Eine weitgehende Kartierung der Standorte wurde in der Regel nicht durchgeführt, hier besteht ein Nachholbedarf.

Die Vorerkundungen vor Ort können möglicherweise effizienter gestaltet werden, wobei die Anwendung der Methoden aus dem Nichtdeponiebereich wie Boden- und Altlastensanierung zu prüfen ist. Die aufwändige Durchführung der Bohrungen zur Beprobung wird gegenwärtig eingesetzt, starke Inhomogenitäten im Deponiekörper bzw. das größte Abfallkorn sind für die Durchführbarkeit und Repräsentativität/Anzahl maßgebend. Anhand der Abfallzusammensetzung bzw. des Abfallzustandes muss eine adäquate Vorgehensweise für die Standorterkundung entwickelt und eine auf die stoffliche Identifikation gezielte Analytik unter Mitberücksichtigung des Abfallzustands definiert werden. Durch die auf diese Weise gewonnenen Erkenntnisse können die zuvor festgestellten Defizite beim Informationsstand über Zusammensetzung und Qualität des Deponats überwunden werden und erste Rückschlüsse hinsichtlich der Stoffströme und resultierender Anforderungen auf den Rückbau sowie Umweltbelastungen geschätzt werden.

Unter der Einbeziehung der angewendeten Technologien und Verfahren zum Aushub ergeben sich die gesamtökologischen Auswirkungen des Deponierückbaus. Die Durchführung des Aushubs und Vorbereitungen dazu müssen mit einer langfristigen Planung im Rahmen des Deponiemanagement verbunden werden. Erstens ist vor dem Aushub die Möglichkeit der Gasgewinnung, also in situ Landfill Minings mit anschließender in situ Aerobisierung bzw. Anwendung des Geruchsstabilisierungssystems (kombinierte Belüftung und Absaugung) abzuwägen. Dadurch ist der große Teil der Organik abgebaut und Geruchs-Gas-Emissionen während des Aushubs minimalisiert. Die Ausgrabungstechniken richten sich nach den größten Korn, sie können im Dünn- oder Dickschichtverfahren erfolgen.

### **4.3 Abfallsortierung**

Welche vorhandenen Techniken zur Sortierung bzw. Aufbereitung der ausgehobenen Abfälle zur Verfügung stehen oder durch Weiterentwicklung angepasst werden müssen, hängt von der Beschaffenheit des ausgehobenen Abfalls ab. Die Vorbereitung des Wertstoffgemisches erfolgt in geeigneten technischen Prozessen, die aus Einzelprozessen bestehen. Hierzu bieten sich die gegenwärtigen Anlagen zur Abfallvorbereitung bzw. -behandlung an, deren Kapazitäten genutzt werden können. Die in 2009 zur Verfügung stehenden freien Kapazitäten der Sortieranlagen, mechanisch-biologischen Anlagen (MBAs), Feuerungsanlagen und Abfallverwertungsanlagen in Deutschland sind der Tabelle 2 in Kapitel 3.1 zu entnehmen. Es muss jedoch beachtet werden, dass entsprechende Anpassungen der Einzelprozesse erforderlich sind. Das Ziel der Anwendung dieser Techniken ist, ein Wertstoffgemisch zu gewinnen, aus dem durch ein geeignetes Trennungsverfahren einzelne Wertstoffe aussortiert werden können.

Verschiedene Trennungsverfahren sind gegenwärtig der Gegenstand der Forschung an der RWTH Aachen (Pretz et al. 2012). Die Effizienz dieser Trennungsverfahren hängt entscheidend von der jeweiligen Abfallzusammensetzung ab.

#### 4.4 Kostenvergleich Rückbau und Nachsorge

Bei den bislang ermittelten Deponien weist deren Zustand und Verhalten daraufhin, dass in der nach der DepV vorgegebenen 30 Jahre Nachsorgephase nicht der Zustand erreicht wird, der eine Entlassung nach Anhang 5 DepV erlaubt. Neben den Stilllegungs-/Nachsorgekosten müssen noch sonstige Kosten mitberücksichtigt werden, die Überwachungsmaßnahmen, Versicherungen, Unterhaltung der Infrastruktur, Dokumentation und Berichtswesen und Rückbau entbehrlicher Anlagen umfassen. Bei der Gegenüberstellung werden die Gesamtkosten für Stilllegung und Nachsorge den Kosten für Rückbau gegenübergestellt.

Tabelle 4: Gesamtkostenvergleich Stilllegung/Nachsorge versus Rückbau

Maßnahme	Kosten in Euro/m <sup>3</sup>
ohne in situ Stabilisierung, Mindestzeitraum 30a	9-22* <sup>1)</sup>
ohne in situ Stabilisierung, Mindestzeitraum 40 – 70a	12-27* <sup>1)</sup>
mit in situ Stabilisierung, Mindestzeitraum 30a	7-19* <sup>1)</sup>
mit in situ Stabilisierung, Mindestzeitraum 40 – 70a	9-25* <sup>1)</sup>
Gesamtkosten Deponierückbau inkl. standortabhängige Kosten	Bis 40** <sup>2)</sup>

\* Ohne zusätzliche Kosten für Maßnahmen aufgrund von Alterungsprozessen

\*\* bezogen auf m<sup>3</sup> rückgebautes Deponievolumen einschliesslich Rekultivierung der freigelegten Deponiebasis

1) Nach Heyer, Hupe, Biesterfeld, Stegmann 2012

2) Nach Rettenberger 2012

Aus der Gegenüberstellung in der Tabelle wird deutlich, dass die Nachsorgekosten einer Deponie keinesfalls unterschätzt werden dürfen – vor allem nicht in der langfristigen Perspektive. Hier ist bei Deponien in typischer Größenordnung über die Jahrzehntete von sieben- bis achtstelligen Eurobeträgen für die Nachsorge auszugehen. Aus den errechneten Gesamtkosten für einen Deponierückbau – also ex situ Landfill Mining - wird jedoch ebenfalls deutlich, dass die aus den Wertstoffen zu erzielenden Erlöse beträchtlich sein müssen, um die umfangreiche Maßnahme ökonomisch darstellbar umsetzen zu können.

## 5 Vergleich Potenzial Landfill Mining mit sonstigen Sekundärrohstoff-Potenzialen

Das Landfill Mining zielt auf die Ausschöpfung von Rohstoffpotenzialen, die derzeit mehr oder weniger sicher (zwischen-)gelagert sind. Die in den "sekundären Lagerstätten" gespeicherten Materialien unterliegen, zumindest mit Abschluss der Nachsorgephase, keinen wesentlichen Veränderungen. In den aktuellen Abfallströmen findet sich dagegen noch eine Reihe von sekundären Rohstoffen, die bisher nicht zu einer Verwertung gelangen und einem späteren hochwertigen Recycling nicht mehr zugänglich sind. Im Gegensatz zu den in den Deponien gelagerten Wertstoffen fallen diese Massenströme derzeit noch kontinuierlich an und müssen, wenn sie nicht genutzt werden, als verlorenes Potenzial betrachtet werden.

### 5.1 Beispiel: Wertstoffe im Restmüll und hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen

Entsprechend einer Studie, die im Jahr 2010 gemeinsam vom Öko-Institut und Ifeu zu Klimaschutzpotenzialen in der Abfallwirtschaft, im Auftrag von BMU, UBA und BDE durchgeführt wurde (Öko-Institut & Ifeu 2010), könnten derzeit noch die in Tabelle 5 dargestellten Potenziale für Recycling aus dem Hausmüll und aus hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen erschlossen werden. Selbst wenn die Bio- und Gartenabfälle von der Summenbildung ausgenommen werden, ergibt sich immer noch ein verlorenes Wertstoffpotenzial von nahezu 3 Mio. Tonnen pro Jahr.

Tabelle 5: Wertstoffpotenziale im Hausmüll/hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen (Öko-Institut & Ifeu 2010)

Angaben in [1 000 t]	$\Sigma$ RM + HMG (2006)	Theoretisches Potenzial	Mix neu
Bio- und Gartenabfälle	4 538	2 269	2 269
Papier und Pappe	2 322	1 161	1 161
Verbundstoffe	1 462	365	1 096
Glas	1 129		1 129
Windeln	784		784
Kunststoffe	1 274	637	637
Metalle	641	321	321
Holz	694	347	347
Textilien, Leder, Gummi	440		440
Feinmüll < 8 mm	2 558		2 558
sonst.Abf.(inkl. min. Abf.)	2 239		2 239
<b>Summe</b>	<b>18 081</b>	<b>5 100</b>	<b>12 981</b>

## 5.2 Beispiel: Elektro- und Elektronikschrott

Ausgehend von den bei Eurostat veröffentlichten Daten ist erkennbar, welche Mengen in den unterschiedlichen Produktkategorien auf den Markt gebracht wurden und welche Mengen davon wieder eingesammelt wurden. Wenn davon ausgegangen wird, dass in einem Akkumulationszeitraum von drei Jahren hinreichend genau die Erfassungsquoten auch für längere Lebensdauern abgebildet werden (da insgesamt von einem stabilen Marktgeschehen ausgegangen wird), kann ein rechnerisch verlorenes Potenzial ermittelt werden. Demnach ergeben sich, wie in Tabelle 6 dargestellt, für Massenströme wie Haushaltsgroßgeräte aber auch für volumenmäßig weniger bedeutsame Massenströme, die aber von den Inhaltsstoffen als höherwertig eingestuft werden, durchweg verlorene Potenziale von über 50 %. Bezogen auf die tatsächlich für die Verwendung zurückgewonnenen sogenannten „kritischen Rohstoffe“, wie in Tabelle 6 dargestellt, ist davon auszugehen, dass die vorhandenen Potenziale derzeit nur in vernachlässigbarer Größenordnung ausgeschöpft werden. Weitere Informationen zu dem letzten genannten Punkt finden sich in der Studie des Öko-Institutes zum „Recycling kritischer Rohstoffe aus Elektronik-Altgeräten“ (LANUV-NRW 2012, LANUV-Fachbericht 38).

Tabelle 6: Elektro- und Elektronik Produkte auf den Markt gebracht und als Schrott gesammelt (Eurostat 2012)

	Deutschland, Summe: 2006 - 2008 (3 Jahre)			
	Auf den Markt gebracht	Gesammelter Abfall	Rechnerisch verlorenes Potenzial	
	[t]	[t]	[t]	[%]
Haushaltsgroßgeräte	2 034 690	954 612	1 080 078	53%
Haushaltskleingeräte	451 341	178 090	273 251	61%
IT- und Telekommunikationsgeräte	936 659	375 092	561 567	60%
Geräte der Unterhaltungselektronik	919 194	389 669	529 525	58%
Beleuchtungskörper	235 494	940	234 554	100%
Gasentladungslampen	81 208	22 191	59 017	73%
Elektrische und elektronische Werkzeuge	363 921	46 217	317 704	87%
Spielzeug sowie Sport- und Freizeitgeräte	142 766	16 612	126 154	88%
Medizinische Geräte	81 839	30 302	51 537	63%
Überwachungs- und Kontrollinstrumente	46 774	5 426	41 348	88%

	Deutschland, Summe: 2006 - 2008 (3 Jahre)			
	Auf den Markt gebracht	Gesammelter Abfall	Rechnerisch verlorenes Potenzial	
	[t]	[t]	[t]	[%]
	Automatische Ausgabegeräte	38 799	15 492	23 307

Tabelle 7: Recycling kritischer Rohstoffe aus Elektronik-Altgeräten (LANUV-NRW 2012, LANUV-Fachbericht 38)

Metall		Gehalt in allen 2010 in D verkauften Notebooks [t]	Verluste bei der			Rückgewinnung in Deutschland [t]
			Erfassung	Vorbehandlung	Endbehandlung	
Kobalt	Co	461	50%	20%	4%	177
Neodym	Nd	15		100%	100%	0
Tantal	Ta	12		100%	5%	0
Silber	Ag	3		70%	5%	0,443
Praseodym	Pr	2		100%	100%	0
Gold	Au	0,74		70%	5%	0,105
Dysprosium	Dy	0,43		100%	100%	0
Indium	In	0,29		20%	100%	0
Palladium	Pd	0,28		70%	5%	0,040
Platin	Pt	0,03		100%	5%	0
Yttrium	Y	0,012		40%	100%	0
Gallium	Ga	0,010		40%	100%	0
Gadolinium	Gd	0,005		40%	100%	0
Cer	Ce	0,0007		40%	100%	0
Europium	Eu	0,0003		40%	100%	0
Lanthan	La	0,00008		40%	100%	0
Terbium	Tb	0,00003	40%	100%	0	

### 5.3 Beispiel: Altfahrzeuge

Im Rahmen einer Studie für die EC wurde der Erfassungsgrad der Altfahrzeuge in Europa ermittelt (Öko-Institut 2011b). Dabei wurde, wie in

Abbildung 5 dargestellt, festgestellt, dass lediglich etwa 60% der Altfahrzeuge im Rahmen der regulären Altautoverwertung erfasst werden, selbst wenn davon ausgegangen wird, dass ein (kleinerer) Anteil in Länder außerhalb der EU exportiert wird. Und wenn weiterhin davon ausgegangen wird, dass auch innerhalb der EU noch ein Recycling in "nicht zertifizierten" Betrieben stattfindet so ergibt sich hier dennoch ein erhebliches Potenzial an verlorenen Wertstoffen, das mit zunehmendem Modernisierungsstand (Katalysatoren, Aluminiumkomponenten, elektronische Bauteile) auch hinsichtlich der Qualität und Quantität als erheblich einzustufen ist. Für das Jahr 2009 wurde hierzu eine Nacherhebung durchgeführt die, abgesehen von Sondereffekten in einigen Ländern durch die "Verschrottungsprämien", zu generell ähnlichen Ergebnissen kommt.

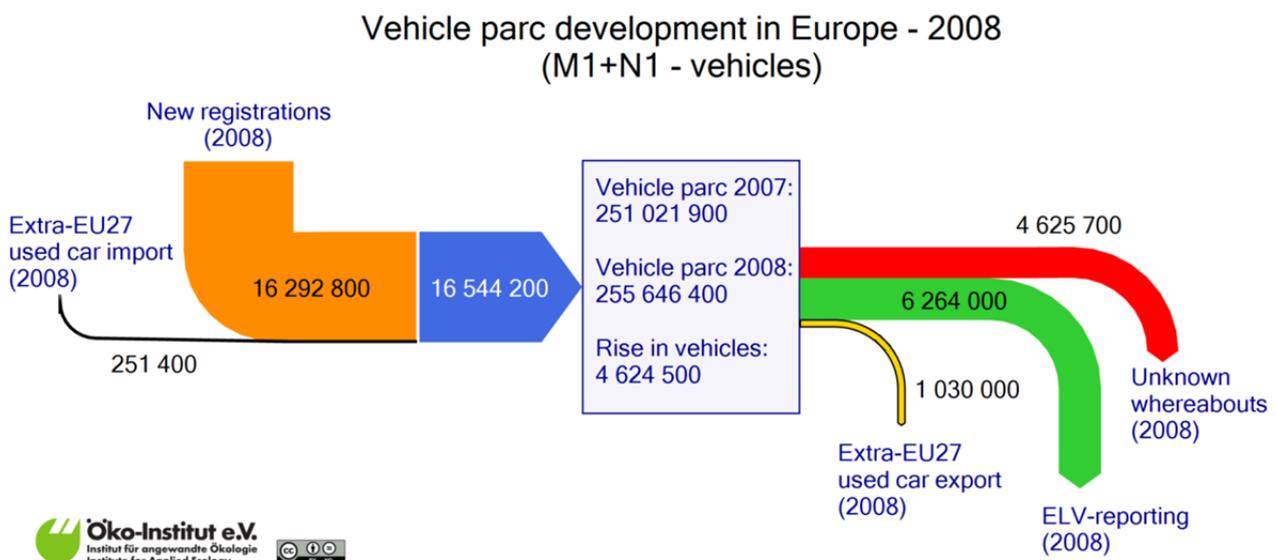


Abbildung 5: Verbleib der Altfahrzeuge in Europa

## 6 Fazit und Ausblick

Die Fortentwicklung der rechtlichen Rahmenbedingungen in den zurückliegenden vierzig Jahren hatte einen entscheidenden Einfluss auf den nun zur Verfügung stehenden Bestand an Wertstoffen in Deponien (vgl. Anhang 1). Die Entscheidung zur Öffnung von Deponien zur Wertstoffrückgewinnung kann also nicht ohne Berücksichtigung der zum Zeitpunkt des damaligen Deponiebetriebs geltenden Rechtslage getroffen werden.

Die versammelten Experten auf dem Projektworkshop waren sich einig, dass aktuelle Landfill Mining Aktivitäten, die über reine Potenzialuntersuchungen hinausreichen fast nur im Zusammenhang mit Nachsorgeaktivitäten an alten Deponien durchgeführt werden: d.h. hier steht die klassische Gefahrenabwehr im Vordergrund. Die Gewinnung von Sekundärrohstoffen ist dabei lediglich ein gewünschter Nebeneffekt.

Die Bestandsaufnahme des heute geltenden Rechts zeigt (vgl. Anhang 2), dass es derzeit an einer Rechtsgrundlage für die Genehmigung von Landfill-Mining-Vorhaben mangelt. Grundsätzlich sind aber Regelungsansätze vorhanden, denn mit dem Kreislaufwirtschaftsgesetz und der Deponieverordnung verfügt das Kreislaufwirtschaftsrecht über ein Regelungsinstrumentarium, das von seiner Ausrichtung her (Zulassungsverfahren, Anlagenbezug, Sicherheitsanforderungen, zeitliche Abstufung der Phasen) geeignet ist, auch eine Rohstoffsicherung in Deponien zu regeln.

Es ist festzustellen:

- Es gibt (derzeit noch) keine ausreichenden praktischen Erfahrungen, um nachzuweisen, ob Landfill Mining wirtschaftlich „selbsttragend“ werden wird.
- In besonderen Fällen könnten sowohl die Abfall-Zusammensetzung sowie reduzierte Aufwendungen für Abschluss / Nachsorge / Sanierungen zu wirtschaftlich tragfähigen Lösungen führen.
- Die Wertstoffrückgewinnung ist (derzeit noch) kein maßgebliches Argument für einen Deponie-Rückbau, bisher stehen Umweltaspekte im Vordergrund.
- Die Wertstoffpotenziale im Bereich der kurzlebigen Konsumgüter sind noch erheblich. Hier sind entsprechende Ziel- und Rahmensetzungen Voraussetzung für eine bessere Ausschöpfung dieser Potenziale.
- Systemvergleiche / Ökobilanzen für Landfill Mining inklusive der nachgeschalteten Verwertungs- / Entsorgungsvarianten sind notwendig, um die ökologische Sinnhaftigkeit zu untersuchen.
- Darüber hinaus sollten die ökologischen Potenziale des Landfill Mining mit noch bestehenden Potenzialen beim Urban Mining von kurz- und langlebigen Gütern verglichen werden.
- Es gibt erhebliche Überkapazitäten (> 10 Mio. t/a) bei Sortieranlagen, thermischen Abfallbehandlungsanlagen und Feuerungsanlagen mit energetischer Verwertung. Diese Tatsache kann einerseits für Landfill Mining Projekte (derzeit) zu einer Kosten-

dämpfung führen. Andererseits müssen in die Entscheidungsfindung von konkreten Projekten viele weitere wichtige Aspekte einfließen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Landfill Mining Maßnahmen mit der Wiederverwertung von Abfällen aus Deponien ein ureigenes Ziel der Kreislaufwirtschaft verfolgen und daher auch dem Kreislaufwirtschaftsrecht und seinem untergesetzlichen Regelwerk zuzuordnen sind. Der Genehmigungstatbestand des Landfill-Minings greift dann, wenn die Deponie schwerpunktmäßig zum Zweck der Abfallverwertung („Ressourcengewinnung“) geöffnet wird. Da eine Öffnung auch nach dem Ende der Nachsorgephase möglich sein soll, müsste der zeitliche Anwendungsbereich der DepV erweitert werden. Dabei sollte die grundlegende Systematik beibehalten werden, dass das BBodSchG mit seinen unter anderem zur Sanierung von Deponien entwickelten Instrumenten dann Anwendung findet, wenn der Verdacht besteht, dass von einer stillgelegten Deponie schädliche Bodenveränderungen ausgehen (vgl. auch § 40 Abs. 2 S. 2 KrWG).

Des Weiteren sollte sichergestellt werden, dass unabhängig vom Hauptzweck (Sanierung oder Rohstoffsicherung) die jeweils begleitende Tätigkeit als Nebenzweck mitverwirklicht werden sollte. Die jeweiligen gesetzlichen (evtl. noch zu schaffenden) Voraussetzungen müssen dann jedoch eingehalten werden. Es sollte zudem eine ergänzende Regelung getroffen werden, die den Einsatz von temporären Oberflächenabdichtungssystemen zulässt.

## 7 Literaturverzeichnis

Andreas, Lale: Langzeitemissionsverhalten von Deponien für Siedlungsabfälle in den neuen Bundesländern, Beiträge zur Abfallwirtschaft, 2000.

Attendorn, Thorsten in: Jarass, Hans/ Petersen, Frank/ Weidemann Clemens (Hrsg.), Kommentar zum KrW-/AbfG, Loseblattsammlung.

Boldt, Gerhard/ Weller, Herbert: Bundesberggesetz, Berlin, 1984.

Bothmann et al.: Umlagerung und Rückbau von deponierten Abfällen, ATV-DVWK/VKS-Arbeitsbericht 2002.

bvse 9/2010 Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V. (bvse): Überblick über die Recycling und Entsorgungsbranche, Zahlen Daten Fakten, Bonn 2010

Destatis 2011 Abfallentsorgung – Fachserie 19 Reihe 1 - 2009

Faulstich 2010 Faulstich, M., Franke, M., Löh, I., Mocker, M.: Urban Mining Wertstoffgewinnung aus Abfalldeponien, Tagungsunterlagen Bayerische Abfall- und Deponietage 2010, Augsburg, 17.-18. März 2010.

Franke 2011 Franke, M.; Mocker, M.; Löh, H.: Landfill Mining – Rohstoffpotenziale in Deponien, in Recycling und Rohstoffe, Band 4 (Hrsg. Karl J. Thome-Kozmiensky, Daniel Goldmann), TK Verlag Karl Thome-Kozmiensky 2011, S. 403-415.

Fröhlich, Werner: Folgenutzung von Deponieflächen – veranschaulicht anhand von Praxisbeispielen, UPR 2006, 57-64.

Frenz, Walter: Das Verhältnis von Abfallrecht und Bodenschutzrecht, Anmerkung zum Urteil des OVG Münster vom 16.11.2000, ZUR 2001, S. 337-340.

GAB mbH (Hrsg.): GAB Kompakt, 2/2010, S. 1-8.

Gäth 2010 Gäth, S., Nispel, J.: Wertstoffdepot Deponie. In: Umweltmagazin, Jg. 40, 2010,10/11, S. 44-46

Gäth 2012 Gäth, S. (Universität Gießen): Stand der Forschung – Landfill Mining; Vortrag auf dem Workshop „Landfill Mining – Option oder Fiktion? des Öko-Institut e.V., 12. Februar 2012 in Berlin. <http://www.oeko.de/aktuelles/dok/1324.php>

Graedel et al. 2004 Graedel T.E. et al.: Multilevel Cycle of Anthropogenic Copper, Environ. Sci. Technol. 2004, 38, 1242-1252.

Graedel et al. 2011 Graedel. T.E. et al.: Metal Stocks in Society – Scientific Synthesis; UNEP DTEI (Hrsg.) Paris 2011.

Hogland, W., et al., “Enhanced Landfill Mining: Material recovery, energy utilisation and economics in the EU (Directive) perspective”. In: Jones, P.T., Tielemans, Y. (ed.), Proceedings of the International Academic Symposium on Enhanced Landfill Mining (Extended Edition). Houthalen-Helchteren, 2010, 233-247.

Jarass, Hans in: Jarass/Petersen/Weidemann, Kommentar zum KrW-/AbfG, Loseblattsammlung.

Jones 2012 Jones, P.T.; Laevers, P.; Tielemans, Y.; Geysen, D.; Quaghebeur, M.; Devocht, A.: Closing the Circle: Enhanced Landfill Mining, K.U. Leuven, Hasselt University, Group Machiels, Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek N.V. (VITO), waste management world 2012 - <http://www.waste-management-world.com/index/display/article-display/5802230528/articles/waste-management-world/volume-12/issue-2/features/closing-the-circle-enhanced-landfill-mining.html>

Kloepfer, Michael: Umweltrecht, 3. Auflage, 2004.

Kloepfer, Michael: Zur Geschichte des deutschen Umweltrechts, Schriften zum Umweltrecht, Band 50, 1994.

Krautzberger, Michael in: Werner, Ernst/ Zinkahn, Willy/ Bielenberg, Walter (Hrsg.), Kommentar zum BauGB, Loseblattsammlung.

LANUV-NRW 2012, LANUV-Fachbericht 38

Öko-Institut 2009 Buchert, M.; Bleher, D.; Schüler, D. (Öko-Institut e.V.) mit fachlicher Unterstützung durch Umicore AG & Co. KG: Critical metals for the future sustainable technologies and their recycling potential (Critical metals study for the International Panel for Sustainable Resource Management (Resource Panel), UNEP DTEI (Hrsg.) Paris ; 2009.

Öko-Institut & Ifeu 2010 Dehoust, G.; Schüler, D.; Vogt, R.; Giegrich J.: Klimaschutzpotenziale in der Abfallwirtschaft, im Auftrag von BMU, UBA und BDE; Darmstadt / Heidelberg / Berlin 2010

Öko-Institut 2011b Mehlhart, G.; Merz, C.; Akkermans L. (TML); Jordal.Jorgensen (Cowi): European second –hand car market analysis; Commissioned by the European Commission, Darmstadt 2011

Pinnekamp: 11/2011 Pinnekamp, J.; Weinfurtner, K.; Sartorius, C.; Gäth S.: Verbundvorhaben "Phosphorrecycling – Ökologische und wirtschaftliche Bewertung verschiedener Verfahren und Entwicklung eines strategischen Verwertungskonzeptes für Deutschland (PhoBe); Gemeinsamer Schlussbericht der Teilvorhaben, Aachen 11/2011

Petschow, Ulrich; Meyerhoff, Jürgen; Thomasberger, Claus: Umweltreport DDR: Bilanz der Zerstörung, Kosten der Sanierung, Strategien für den ökologischen Umbau (Studie des IÖW), 1990.

Pretz et. al. 2012 Pretz, Th.; Jansen, M.: Effizienz der Sortiertechnik für Wertstoffgemische, In Deponietechnik 2012 (Hrsg. Stegmann / Rettenberger / Kuchta / Fricke / Heyer), Hamburger Berichte 37, TU Hamburg-Harburg 2012.

Rechberger 2011 Rechberger, H.: © ANS e.V. (Arbeitskreis zur Nutzbarmachung von Siedlungsabfällen), 71. Symposium des ANS e.V. (January 2011), <http://urban-mining.com/index.php?id=164>

Rettenberger 2009 Rettenberger, G.: Zukünftige Nutzung der Deponie als Ressourcenquelle. In: Flamme, S., Gallenkemper, B., Gellenbeck, K., Bidlingmaier, W., Kranert, M., Nelles, M., Stegmann, R. (Hrsg.), Tagungsband der 11. Münsteraner Abfallwirtschaftstage, Münster, 10.–11. Februar 2009, S. 101 - 109, 2009.

Ustohalova 2005 Ustohalova, V.: Process Oriented Modelling of Long-term Behavior Impact of Landfills in Closure Care and Post Closure Care - Decompositions and Transport Processes, Universität Duisburg-Essen, 2005, Dissertation.

Voss, Sigrid, in: Michael Kloepfer (Hrsg.), Instrumente des Umweltrechts der früheren DDR: Instrumente des Abfallrechts in der DDR, Ladenburger Kolleg, Studien zum Umweltstaat, 1991.

Wiemer, Klaus; Bartsch, Brigitte; Schmeisky, Helge: Deponien als Rohstofflagerstätten von morgen – Ergebnisse einer hessenweiten Untersuchung, 2009.



## 8 Anhang 1: Historie der Entwicklung der Abfallablagerung in Deutschland

Um das möglicherweise vorhandene Rohstoffpotenzial von Deponien einzuschätzen und bewerten zu können, ist auch eine Betrachtung der zurückliegenden rechtlichen und verwaltungstechnischen Rahmenbedingungen erforderlich. Von diesen Rahmenbedingungen hing es ab, welche Abfälle (Rohstoffe) zu welchem Zeitpunkt abgelagert wurden.

Dabei wird hier zwischen alten und neuen Bundesländern unterschieden.

### 8.1 Alte Bundesländer

#### 8.1.1 Zeitraum bis 1972

Abfallbeseitigung war bis 1970 vor allem „Städte-Reinigung“ (Müllabfuhr). Grundlegender Gedanke der Abfallbeseitigung war zum damaligen Zeitpunkt die Seuchenhygiene und der Schutz der Allgemeinheit vor Krankheitserregern. Das Bundes-Seuchengesetz enthielt die Vorgabe für alle Gemeinden und Gemeindeverbände, darauf hinzuwirken, dass *„die festen und flüssigen Abfall- oder Schmutzstoffe so beseitigt werden, dass Gefahren für die menschliche Gesundheit durch Krankheitserreger nicht entstehen. ...“*<sup>14</sup>

Die Ablagerung von Abfällen lag in kommunaler Zuständigkeit. Es gab folglich nur dezentrale und überwiegend ungeordnete Ablagerungslösungen statt einer zentralen und vereinheitlichten Vorgehensweise. Eine Überwachung fand kaum oder gar nicht statt, oftmals waren unkontrollierte Brände an der Tagesordnung.<sup>15</sup> Darüber hinaus wurde Abfall auf den Deponien zu damaliger Zeit auch kontrolliert verbrannt.<sup>16</sup> Alle anfallenden Abfallfraktionen wurden vermischt abgelagert, ungeachtet der Eigenschaften (organisch oder anorganisch), der Herkunft (Haushalts- oder Gewerbeabfälle), des Aggregatzustandes (fest oder flüssig) oder der Gefährlichkeit (Sonderabfälle, toxische Abfälle). Diese Rahmenbedingungen reichten angesichts wachsender Abfallaufkommen nicht mehr aus, um eine angemessene Gefahrenabwehr zu gewährleisten.

Es existierte kein „Recht der Abfallbeseitigung“. Rechtsgrundlagen waren die kommunalen Satzungen mit dem Anschluss- und Benutzungszwang an öffentliche Einrichtungen sowie das klassische Polizei- und Ordnungsrecht.

Die materiellrechtlichen Anforderungen resultierten insbesondere aus der Gewerbeordnung, dem Bundes-Seuchengesetz und dem Wasserhaushaltsgesetz (inkl. den Wassergesetzen der Länder). Mangels eines spezifischen Abfallrechts gab es keine deponietechnischen Anforderungen.

---

<sup>14</sup> Vgl. § 12 des Bundes-Seuchengesetzes in der Fassung vom 18.7.1961, BGBl. I S. 1012.

<sup>15</sup> Für Hessen: vgl. Wiemer et al., Deponien als Rohstofflagerstätten von morgen – Ergebnisse einer hessenweiten Untersuchung, 2009.

<sup>16</sup> Telefonauskunft vom 19.5.2011, Regierungspräsidium Darmstadt.

## Zwischenfazit in Bezug auf Landfill Mining

Diese vorherrschenden Bedingungen sprechen zunächst für ein großes Spektrum an abgelagerten Abfallfraktionen, darunter möglicherweise auch attraktive Rohstoffe wie Metalle. Aufgrund des vollständigen Mangels einer Abfallverwertung kann davon ausgegangen werden, dass sich gegenwärtig verschiedene, auch heute noch verwertbare Stoffe in den Lagerstätten befinden.

### 8.1.2 Zeitraum zwischen 1972 und 1994

#### (Hessisches Abfallgesetz 1971 und) Abfallbeseitigungsgesetz auf Bundesebene 1972 (BGBl. I S. 873)

Die erste Abfallgesetzgebung wurde in einzelnen Bundesländern verabschiedet, unter anderem in Hessen. Die Vorschriften galten jedoch nur regional auf die Länder begrenzt.

Mit dem Abfallbeseitigungsgesetz von 1972 wurde dann auf Bundesebene ein Zulassungsverfahren zur Errichtung von Abfallbeseitigungsanlagen erstmals zwingend für das gesamte Gebiet der BRD vorgeschrieben und damit auch der Grundstein für die Einrichtung zentraler („geordneter“) Deponien gelegt. Notwendiges Zulassungsverfahren für die Errichtung aller neuen Deponien ist nunmehr das Planfeststellungsverfahren.

Die Vorgaben im Bundes-Seuchengesetz wurden aufgehoben. Statt der bloßen Seuchehygiene kam der umfassenden Abfallbeseitigung eine steigende Bedeutung zu. Dies zeigte sich unter anderem in der Festlegung einer Legaldefinition zur Abfallbeseitigung.

Gleichwohl beinhaltet das neu geschaffene Abfallbeseitigungsgesetz zunächst in erster Linie **nur Regelungen für die Strukturierung des grundlegenden (Deponie)Betriebs, nicht jedoch zur Regulierung von Stoffströmen** und einer darauf aufbauenden umwelttechnisch anspruchsvollen Abfallbeseitigung. So war auch in den 70er Jahren die bloße Verfüllung ausgebeuteter Kiesgruben immer noch eine übliche Form der Deponierung.<sup>17</sup> Explizite Festlegungen für eine adäquate Deponietechnik waren nicht Bestandteil des neuen Abfallbeseitigungsgesetzes.

Die Mechanismen des Abfallbeseitigungsgesetzes brauchten außerdem Zeit, um Wirkung zu entfalten und die vorherrschenden Zustände dahingehend zu verändern, dass zunächst von einer ungeordneten zur geordneten Abfallbeseitigung übergegangen werden konnte. Dies verdeutlicht der Befund, dass **zu Beginn der 70er Jahre etwa 80 % des anfallenden Abfalls auf ca. 50.000 ungeordneten Müllkippen<sup>18</sup> abgelagert wurde**, die keinerlei oder nur in geringem Maße Schutzmaßnahmen gegenüber der Bevölkerung beinhalteten. Andererseits existierten zu diesem Zeitpunkt lediglich ca. 100 geordnete Deponien im gesamten Bundesgebiet.

Für die anstehenden Stilllegungen der Gemeindedeponien wurden kommunale Vereinbarungen getroffen und notwendige Rekultivierungsmaßnahmen wurden bezuschusst. Die Landkreise waren aufgefordert, Konzepte für die Abfallentsorgung zu erstellen (diese Konzepte stellten im Übrigen erste Elemente der Abfallwirtschaftsplanung dar). Für einen

<sup>17</sup> Kloepfer, Zur Geschichte des deutschen Umweltrechts, 1994, S. 127.

<sup>18</sup> Kloepfer, Zur Geschichte des Deutschen Umweltrechts, S. 127.

gewissen Zeitraum gab es in jedem Landkreis zunächst noch **2-3 Übergangsdeponien** (ausreichend große Standorte), bis die Planung, Genehmigung und Errichtung von neuen Kreismülldeponien abgeschlossen war.<sup>19</sup>

Darüber hinausgehende Veränderungen mit Blick auf eine zunehmende Verwertung wurden im Abfallbeseitigungsgesetz – dafür steht auch der Titel des Gesetzes – nicht in Angriff genommen.

### **Einführung des Reststoffverwertungsgebotes im Bundesimmissionsschutzgesetz (1974)**

In diesen Zusammenhang ist auch die Einführung der ersten materiellrechtlichen **Regelung zur Abfallverwertung** einzuordnen, die eben nicht im Abfallbeseitigungsgesetz, sondern zunächst nur im Bundesimmissionsschutzgesetz vorgenommen wurde: die Verankerung des Reststoffverwertungsgebotes in § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG.<sup>20</sup>

### **Novelliertes Abfallgesetz auf Bundesebene (1986)**

Bereits die Bezeichnung des neu geschaffenen Abfallgesetzes von 1986 („Gesetz über die Vermeidung und Entsorgung von Anfällen“) deutete eine veränderte Zielrichtung an. Nunmehr sollten auf der rechtlichen Ebene – zumindest partiell - die Voraussetzungen für eine Umstellung der bloßen Abfallbeseitigung auf eine umfassende Abfallentsorgungs- und -vermeidungswirtschaft geschaffen werden.<sup>21</sup>

Das Abfallgesetz regelte insoweit nicht mehr die bloße Beseitigung, sondern bereits die „Entsorgung“ von Abfällen, eine Legaldefinition inbegriffen. Danach umfasste die Entsorgung das Gewinnen von Stoffen oder Energie aus Abfällen, sowie das Ablagern einschließlich der hierzu erforderlichen Maßnahmen des Einsammelns, Beförderns, Behandeln und Lagerns.

Das Gesetz beinhaltete zudem bereits eine Wirtschaftlichkeitsklausel: Die Verwertung der Abfälle wurde von deren wirtschaftlichen Vertretbarkeit abhängig gemacht. Das heißt, für die aus den Abfällen gewonnenen Stoffe oder Energie musste ein Markt vorhanden sein.

### **TA Abfall 1991 und TAsi 1993**

Einen grundlegenden Meilenstein bei der Regelung deponiespezifischer Anforderungen bildeten die vom zuständigen BMU erarbeiteten abfallrechtlichen Verwaltungsvorschriften. Anhand der Technischen Anleitung Abfall (TA Abfall) und der Technischen Anleitung Siedlungsabfall (TAsi) wurden erstmals **bundesweit geltende explizite Festlegungen für die Errichtung und den Betrieb von Deponien** erarbeitet.

Ziel der Verwaltungsvorschriften war die bundeseinheitliche Sicherstellung einer umweltverträglichen und langfristig sicheren Deponierung von Abfällen. Kern beider Vorschriften war die Festschreibung des Multibarrierenkonzeptes sowohl für die Ablagerung von

---

<sup>19</sup> Email-Auskunft vom 31.5.2011, RP Darmstadt.

<sup>20</sup> Jarass in: Jarass/Petersen/Weidemann, Kommentar zum KrW-/AbfG, Einführung, Rn. 39.

<sup>21</sup> Kloepfer, Umweltrecht, 3. Auflage, 2004, § 20 Rn. 9.

gefährlichen wie auch von Siedlungsabfällen.<sup>22</sup> Nach der TA Siedlungsabfall sollte die **Ablagerung unbehandelter organikreicher Siedlungsabfälle zum 1.6.2005 beendet werden.**

### **Zwischenfazit in Bezug auf Landfill Mining**

Mehr noch als die Einführung des ersten Abfallbeseitigungsgesetzes von 1972 beinhaltete vor allem die Einführung des Abfallgesetzes von 1986 eine Zäsur, indem nun nicht mehr nur die Beseitigung des Abfalls im Fokus stand, sondern die Verwertung als vorgelagerte Stufe der Entsorgung und damit der wirtschaftliche Nutzen des Abfalls in den Mittelpunkt gerückt wurde. Demzufolge bedeutete vor allem das Abfallgesetz von 1986 einen ersten Schritt hin zu einer veränderten Zusammensetzung der abgelagerten Abfallfraktionen. Dieser Paradigmenwechsel in der Abfallgesetzgebung sollte bei der Aufstellung von Kriterien für ein Screening geeigneter Standorte von Landfill Mining beachtet werden. Von Bedeutung für die Betrachtungen zum Landfill Mining sind ebenfalls die TA Abfall sowie die TA Siedlungsabfall. Diese Vorschriften beinhalten erstmals technische Anforderungen an den Deponiebetrieb und legen Grundsätze fest, die noch Jahre später in den deponiespezifischen Verordnungen berücksichtigt werden.

### **8.1.3 Zeitraum ab 1994: Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz auf Bundesebene**

#### **Abfallablagerungsverordnung 2001/ Deponieverordnung 2002/ Deponieverwertungsverordnung 2005**

Die bereits angeführten Technischen Anleitungen Abfall und Siedlungsabfall ermöglichten als Verwaltungsvorschriften wegen ihrer eingeschränkten rechtlichen Bindungswirkung eine flexible Handhabung durch die zuständigen Behörden. Folge davon war eine weiterhin bestehende uneinheitliche Vorgehensweise in den einzelnen Bundesländern. Die Abfallablagerungsverordnung von 2001 hob die Vorgaben der Technischen Anleitungen zur Ablagerung von Siedlungsabfällen und die Errichtung und den Betrieb dafür vorgesehener Deponien auf eine höhere, rechtlich bindende Ebene, so dass nunmehr ein einheitlicher Vollzug gewährleistet werden konnte.<sup>23</sup> Hinzu kamen spezielle Deponiezuordnungskriterien für mechanisch biologisch behandelte Siedlungsabfälle.

Die Anforderungen der Ablagerungsverordnung zur Vorbehandlung traten zum 1.6.2005 in Kraft, ab diesem Zeitpunkt war eine Ablagerung unbehandelter Abfälle nicht mehr möglich, Ausnahmen wurden nicht zugelassen. Zuvor erteilte behördliche Ausnahmen (auf Grundlage der TA Siedlungsabfall) wurden unmittelbar durch die Verordnung zu diesem Zeitpunkt beendet. Zu beachten ist, dass gleichzeitig ca. 200 Deponien stillgelegt wurden, die den Anforderungen nicht mehr entsprachen.

Die Deponieverordnung von 2002 und die Deponieverwertungsverordnung von 2005 sind weitere Bestandteile auf dem Weg zu einer umfassenden umweltverträglichen Abfallent-

<sup>22</sup> Vgl. BMU, [www.bmu.de/abfallwirtschaft/neue\\_rechtsvorschriften/doc/41593.php](http://www.bmu.de/abfallwirtschaft/neue_rechtsvorschriften/doc/41593.php)

<sup>23</sup> Flankiert von der 30. BImSchV (Verordnung über Anlagen zur biologischen Behandlung von Abfällen), die den Stand der Technik solcher Vorbehandlungsanlagen festlegt.

sorgung im Deponiebereich. Die Deponieverordnung enthielt detaillierte technische, betriebliche und organisatorische Anforderungen an Errichtung, Beschaffenheit, Betrieb, Stilllegung sowie Nachsorge von Deponien und Langzeitlagern. Wie in der Abfallablagereungsverordnung orientieren sich auch in der Deponieverordnung die meisten der Anforderungen an den entsprechenden Regelungen der TA Siedlungsabfall und der TA Abfall. Anhand der Deponieverwertungsverordnung von 2005 wurden schließlich auch für die Verwertung von Abfällen auf Deponien ähnlich strenge Maßstäbe wie für die Beseitigung von Abfällen vorgegeben. Im Ergebnis kann ab dem Zeitpunkt des Inkrafttretens dieser Verordnung kein Abfall mehr auf Deponien entsorgt werden, wenn er nicht spezifische Zuordnungswerte einhält.

### **Vereinfachung des Deponierechts: Deponieverordnung 2009**

Das vorgehend beschriebene Deponierecht, das aufgrund seiner historischen Entwicklung als verhältnismäßig zersplittert und kompliziert einzuordnen ist, wurde mit der neuen Deponieverordnung von 2009 zu einer einheitlichen Regelung zusammengeführt. Die grundsätzlichen Anforderungen an Errichtung, Betrieb, Stilllegung und Nachsorge von Deponien bleiben bestehen.

### **Kreislaufwirtschaftsgesetz**

Das nunmehr in Kraft getretene Kreislaufwirtschaftsgesetz<sup>24</sup> wird keine tiefgreifenden Auswirkungen auf die Deponie-Anforderungen haben.

### **Zwischenfazit in Bezug auf Landfill Mining**

Mit Einführung des KrW-/AbfG wurde endgültig die Pflichttrias der Vermeidung, Verwertung und Beseitigung als Grundsatz der Abfallwirtschaft etabliert. Insbesondere Vermeidung und Verwertung wurden mit sehr viel stärkeren Konturen versehen als noch bei der Vorgängerregelung. Dies hat weitere wesentliche Einflüsse auf die Potenziale des Landfill Minings.

Flankierend zum KrW-/AbfG entwickelten sich auch die speziell deponierechtlichen Rahmenbedingungen weiter, so dass heute von strengen Anforderungen an die abzulagernden Abfälle auszugehen ist. Seit Juni 2005, seit Einführung der Vorbehandlungspflicht, haben außerdem alle Abfälle, die letztlich einer Deponierung zugeführt werden, diese Vorstufe zu durchlaufen. Dieser Zeitpunkt ist für das Landfill Mining vor dem Hintergrund interessant, dass verschiedene Deponien, die diese Anforderungen nicht mehr erfüllen konnten, geschlossen worden sind und ein mögliches Potenzial an nutzbaren Rohstoffen aufweisen.

---

<sup>24</sup> Kreislaufwirtschaftsgesetz vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), das durch Artikel 3 des Gesetzes vom 8. April 2013 (BGBl. I S. 734) geändert worden ist.

## 8.2 Neue Bundesländer

Die Chancen für Landfill Mining an Deponie-Standorten in den neuen Bundesländern bestimmen sich im Wesentlichen danach, inwieweit es in der DDR bis 1989 gelungen ist, eine umfangreiche Wiederverwertung attraktiver Rohstoffe zu erreichen. Im Rahmen dieser Arbeit können diesbezüglich jedoch nur grobe Einschätzungen abgegeben werden. Die genauere Analyse muss vertiefenden Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Die Abfallwirtschaft in der DDR ist durch zwei gegensätzliche Merkmale charakterisierbar: Auf der einen Seite sind die bei der Deponierung verursachten Umweltauswirkungen wegen geringer Sicherheitsstandards zu nennen, während andererseits wiederum auch ein geringes Hausmüllaufkommen pro Kopf zu verzeichnen ist.<sup>25</sup> Letzteres wurde vor allem durch eine auch im internationalen Vergleich beachtliche Wiederverwertungsquote erreicht (ca. 40%<sup>26</sup>).

Seit etwa 1980 sammelte das Kombinat "Sekundärrohstoff-Erfassung" (SERO) Abfälle aus den Haushalten, um sie wiederzuverwerten.<sup>27</sup> Die Wiederverwertung bezog sich auf die durch das zentralistische Erfassungssystem vordefinierten Stoffe zur Rückführung (z.B. Metallschrott, Glas, Papier, Pappe, Alttextilien). Die Recyclingrate war wegen der wirtschaftlichen Zwänge sehr hoch, beispielsweise konnte über Stahlschrott etwa 70 % des Rohstoffbedarfs der Stahlindustrie gedeckt werden.<sup>28</sup>

Die Deponiestandorte auf dem Gebiet der ehemaligen DDR lassen sich in geordnete Deponien, kontrollierte Ablagerungen und wilde Deponien (Müllkippen) unterteilen. Dabei ergab eine staatliche Inspektion im Jahr 1985<sup>29</sup> 121 geordnete Deponien, 4870 kontrollierte Ablagerungen und 7437 wilde Deponien. Letztlich kamen jedoch auf nahezu allen Standorten Haushalts-, Gewerbe- und Industrieabfälle gemeinsam zur Ablagerung.<sup>30</sup> Hervorzuheben ist die recht geringe Anzahl an geordneten Deponien.

Ein Abfallrecht im Sinne einer abgegrenzten Rechtsmaterie existierte in der ehemaligen DDR nicht. Als Ansatzpunkt einer rechtlichen Regelung war die „Minimierung des Naturressourceneinsatzes einschließlich der Wiederverwertung von Sekundärrohstoffen“ anzusehen.<sup>31</sup> Rechtsgrundlage war das Landeskulturgesetz<sup>32</sup> der DDR aus dem Jahre 1970. Das Gesetz regelte in grundsätzlicher Weise die Aufgaben und Ziele der DDR-Umweltpolitik und wurde durch Durchführungsverordnungen konkretisiert. Einschlägiges Beispiel, das auch als wesentliche abfallrelevante Bestimmung anzusehen ist, war die 3. Durchführungsverordnung

<sup>25</sup> Petschow et al., Umweltreport DDR: Bilanz der Zerstörung, Kosten der Sanierung, Strategien für den ökologischen Umbau, Studie des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), S. 76.

<sup>26</sup> Petschow et al., S. 77.

<sup>27</sup> Vgl. Stiftung „Haus der Geschichte“ unter [www.hdg.de/lemo/html/DasGeteilteDeutschland/NeueHerausforderungen/OekologieUndOekonomie/umweltpolitikInDerDDR.html](http://www.hdg.de/lemo/html/DasGeteilteDeutschland/NeueHerausforderungen/OekologieUndOekonomie/umweltpolitikInDerDDR.html)

<sup>28</sup> Petschow et al., S. 79.

<sup>29</sup> Arbeiter- und Bauern-Inspektion“, vgl. Petschow et al., S. 80.

<sup>30</sup> Andreas, Langzeitemissionsverhalten von Deponien für Siedlungsabfälle in den neuen Bundesländern, S. 2.

<sup>31</sup> Voss, in: Kloepfer (Hrsg.), Instrumente des Umweltrechts der früheren DDR: Instrumente des Abfallrechts in der DDR, S. 72.

<sup>32</sup> GBl. I S.67.

„Zur Sauberhaltung der Städte und Gemeinden und Verwertung von Siedlungsabfällen“. Letztlich war die intensive Wiederverwertung von Sekundärrohstoffen jedoch nicht Ausdruck einer fortschrittlichen Gesetzgebung, sondern den wirtschaftlichen Notwendigkeiten aufgrund der Rohstoffknappheit geschuldet.

### **Zwischenfazit im Hinblick auf Landfill Mining**

Die Situation der Deponiestandorte in den neuen Bundesländern unterscheidet sich von den Gegebenheiten in den alten Bundesländern. In der ehemaligen DDR wurde wegen wirtschaftlicher Zwänge bereits sehr früh eine intensive Wiederverwertung betrieben, die sich auch auf die Zusammensetzung der abgelagerten Abfälle ausgewirkt haben dürfte.

Es ist möglich, dass nur die geordneten Deponien überhaupt die kritische Größe haben und deshalb für Landfill Mining in Frage kommen.

### **8.3 Zwischenergebnis in Bezug auf Landfill Mining**

Anhand des historischen Verlaufs der technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen der Deponierung bis heute lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

Von entscheidender Bedeutung für den Erfolg eines Landfill Mining sind vor allem zwei Faktoren: die Einführung der Verwertungspflicht zum einen und die Einführung der Pflicht zur Vorbehandlung von Deponieabfällen zum anderen.

Die Verwertungspflicht wurde erstmals im Abfallgesetz von 1986 in einer Regelung verankert, kam jedoch erst wirklich mit Einführung des KrW-/AbfG 1994 zum Tragen. Berücksichtigt man weitere Jahre bis zur Entwicklung bzw. Weiterentwicklung der adäquaten Verwertungstechnologien, so ist davon auszugehen, dass bis zur Jahrtausendwende von einer defizitären Verwertung ausgegangen werden kann. Das heißt, bis zu diesem Zeitpunkt sind Stoffe auf Deponien beseitigt worden, die unter den heutigen Rahmenbedingungen einer Verwertung zugeführt werden würden.

Die Einführung der mechanischen oder biologischen oder mechanisch-biologischen Vorbehandlung im Juni 2005 stellt eine weitere Zäsur dar, nunmehr werden weitere verwertbare Stoffe den für die Beseitigung vorgesehenen Abfallfraktionen entzogen. Die dabei zur Anwendung kommenden physikalischen Vorgänge wie Zerkleinerung oder Sortierung gewährleisten eine relativ hohe Zurückgewinnungsquote. Das Jahr 2005 ist vor dem Hintergrund interessant, als zu diesem Zeitpunkt noch Deponien geschlossen wurden, deren Ablagerungen keine Vorbehandlung mehr durchlaufen haben und deshalb zumindest ein höheres Potenzial an verwertbaren Stoffen aufweisen könnten als alle weiteren noch in Betrieb oder in der Stilllegung befindlichen Deponien, deren Ablagerungen bereits vorbehandelt sind.

Die ab Juni 2005 auf den Deponien abgelagerten Abfälle dürften für Landfill Mining keine Bedeutung mehr haben.

Für Deponiestandorte in den neuen Bundesländern ist zu berücksichtigen, dass die Abfallwirtschaft der ehemaligen DDR eine hohe Recyclingrate von attraktiven Rohstoffen wie Metallen hervorbrachte. Die staatlich gelenkte Erfassung der „rückzuführenden Stoffe“ wurde seit 1980 durch das Kombinat SERO vollzogen. Es ist also nicht auszuschließen, dass

spätestens ab diesem Zeitpunkt alle Deponiestandorte der ehemaligen DDR (einschließlich der großen Standorte) für Landfill Mining keine Bedeutung mehr haben.

## 9 Anhang 2: Ableitung rechtlicher Schlussfolgerungen für eine künftige Wertstoffrückgewinnung aus Deponien

Es werden im Folgenden einige Überlegungen zu den rechtlichen Rahmenbedingungen angestellt. Anknüpfend an die Beschreibung der Fortentwicklung des abfallrechtlichen Regelungsregimes in Anhang 1 sowie aufbauend auf den Ausführungen zu den Potenzialen und den technischen Rahmenbedingungen wird an dieser Stelle der Handlungsbedarf für Landfill Mining aus rechtlicher Sicht herausgearbeitet.

Aus rechtswissenschaftlicher Sicht stellt sich die Frage, welche Anknüpfungspunkte das geltende Recht für Landfill Mining bietet und wie ein rechtlicher Rahmen für die Genehmigung von Landfill Mining aussehen sollte. Neben der Gefahrenabwehr – Schutz vor Beeinträchtigungen von Menschen und der Umwelt – sollte der Rechtsrahmen Aspekte der Rohstoffsicherung adressieren, um eine mögliche Nutzung vorhandener Wertstoffe zu erleichtern.

### 9.1 Rechtliche Einordnung von Landfill Mining

#### 9.1.1 Bergrecht

Der Umstand, dass Landfill Mining-Vorhaben vor allem auf die Rohstoffsicherung abzielen, legt zunächst die Anwendung des Bergrechts nahe. Gemäß § 2 Abs. 1 Nr. 1 und 2 BBergG gilt das BBergG für das Aufsuchen, Gewinnen und Aufbereiten von bergfreien und grundeigenen Bodenschätzen. Gemäß § 3 Abs. 1 BBergG sind Bodenschätze alle mineralischen Rohstoffe (außer Wasser) in festem oder flüssigem Zustand und Gase, die in natürlichen Ablagerungen oder Ansammlungen (Lagerstätten) in oder auf der Erde, auf dem Meeresgrund, im Meeresuntergrund oder im Meereswasser vorkommen. Natürliche Lagerstätten sind solche Ablagerungen oder Ansammlungen, die nicht durch Menschenhand künstlich geschaffen worden sind.<sup>33</sup> Deponien erfüllen jedoch nicht das Merkmal der Natürlichkeit. Gemäß § 3 Abs. 27 KrWG sind Deponien Beseitigungsanlagen zur Ablagerung von Abfällen oberhalb der Erdoberfläche (oberirdische Deponien) oder unterhalb der Erdoberfläche (Untertagedeponien). Dabei handelt es sich um künstlich hergestellte Anlagen, so dass die in den Deponien befindlichen Rohstoffe keine Bodenschätze darstellen und der Anwendungsbereich des Bergrechts daher nicht eröffnet ist.

Gleiches gilt für das Abgrabungsrecht, das die Gewinnung all derjenigen Bodenschätze erfasst, die nicht im gesetzlichen Katalog der bergfreien oder grundeigenen Bodenschätze enthalten sind (sogenannte Grundeigentümerbodenschätze<sup>34</sup>) und damit nicht unter das BBergG fallen. Das Abgrabungsrecht ist länderspezifisch geregelt; einige Bundesländer haben dazu ein eigenständiges Abgrabungsgesetz geschaffen (so z.B. NRW<sup>35</sup> und

---

<sup>33</sup> BT-Drs. 8/1315, S. 78, Boldt/Weller, BBergG, § 3 Rn. 4.

<sup>34</sup> Dazu gehören vor allem Kies, Sand, Kalkstein und Torf.

<sup>35</sup> Gesetz zur Ordnung von Abgrabungen (Abgrabungsgesetz) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. November 1979 (GV. NW 1979 S. 922).

Bayern<sup>36</sup>), in anderen Ländern sind die Genehmigungsvoraussetzungen zur Sand- oder Kiesgewinnung in den Landesnaturschutzgesetzen enthalten (z.B. Baden-Württemberg<sup>37</sup>). Der Regelungsgegenstand des Abgrabungsrechts ist die Abtragung der natürlich gegebenen Erdoberfläche<sup>38</sup>, somit scheidet bereits unter Berücksichtigung dieses Regelungszusammenhangs eine Zuordnung von Landfill Mining-Vorhaben zum Abgrabungsrecht aus.

### 9.1.2 Bodenschutzrecht

Das Bodenschutzrecht ist darauf ausgerichtet, die Gefahr schädlicher Bodenveränderungen abzuwehren, den Boden und Altlasten zu sanieren und Vorsorge gegen nachteilige Einwirkungen auf den Boden zu treffen. Vorsorge in Bezug auf die Sicherung und Gewinnung von Rohstoffen ist durch das Bodenschutzrecht dagegen nicht adressiert. Instrumente sind die Pflicht zur Sanierung durch Verhaltens- und Zustandsstörer gemäß § 4 Abs. 3 BBodSchG und die Pflicht zur Durchführung von Sanierungsuntersuchungen und zur Vorlage eines Sanierungsplans gemäß § 13 BBodSchG. Die Instrumente des BBodSchG sind in der praktischen Umsetzung durchaus geeignet, Landfill Mining zu ermöglichen. Denn im Rahmen eines Sanierungsvorhabens ließe sich sowohl die Sanierung der Deponie als auch die Sicherung darin befindlicher Rohstoffe realisieren.<sup>39</sup>

Das Bodenschutzrecht kommt jedoch gemäß § 40 Abs. 2 S. 2 KrWG erst nach der Stilllegung einer Deponie zum Zuge und auch nur dann, wenn der Verdacht besteht, dass von der Deponie schädliche Bodenveränderungen oder sonstige Gefahren für den Einzelnen oder die Allgemeinheit ausgehen.<sup>40</sup> Es handelt sich folglich um reine Gefahrenabwehrmaßnahmen, die keinerlei Rohstoffsicherungsaspekte beinhalten. Das Bodenschutzrecht kann also nur sehr spät (und damit unflexibel) und nur aufgrund einer Gefahrenlage intervenieren. Hinzu tritt die Erkenntnis, dass der Sanierungsbedarf einer Deponie sich oft schwer nachweisen lässt.

Aus diesem Grund erscheint das Bodenschutzrecht trotz seines in Ansätzen vorhandenen Instrumentariums nicht geeignet, den vollständigen Regelungsrahmen für Landfill Mining-Vorhaben abzubilden.

### 9.1.3 Kreislaufwirtschaftsrecht

Die Untersuchung zu Regelungsansätzen für Landfill Mining nimmt deshalb insbesondere, in einer speziell anlagenbezogenen Sichtweise, das Kreislaufwirtschaftsrecht einschließlich seines untergesetzlichen Regelwerks in den Blick. Das Kreislaufwirtschaftsrecht enthält einige Ansatzpunkte, die auch für Landfill Mining-Optionen aufgegriffen werden können.

---

<sup>36</sup> Bayerisches Abgrabungsgesetz (BayAbgrG) vom 27.12.1999 (GVBl S. 532, 535, BayRS 2132-2-I), zuletzt geändert durch Gesetz vom 20.12.2007 (GVBl S. 958).

<sup>37</sup> Naturschutzgesetz (BaWü) vom 13.12.2005 (GBl. 2005, 745); siehe dort: § 24 NatG BW.

<sup>38</sup> Krautzberger, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg (Hrsg.), BauGB, § 29 Rn. 46.

<sup>39</sup> Vgl. die Projektberichte in GAB mbH (Hrsg.), GAB Kompakt (Magazin der Gesellschaft zur Altlastensanierung in Bayern mbH), 2/2010, S. 1 bis 8.

<sup>40</sup> Zur Schnittstelle Abfall- und Bodenschutzrecht siehe: OVG Münster, Urteil vom 16.11.2000, ZUR 2001, 335 (336 f.); mit Anmerkung von Frenz, ZUR 2001, 337 ff.

Insbesondere die Deponieverordnung (DepV)<sup>41</sup> bietet einigen Spielraum für rechtliche Ergänzungen.

Die Zulassung von Abfallbeseitigungsanlagen wird durch §§ 34 ff. KrWG geregelt. Es muss jedoch im Einzelfall abgegrenzt werden, ob auf eine stillgelegte Deponie die Vorschriften des Abfallrechts, die Vorschriften des Bodenschutzes oder beide Regelungsregime nebeneinander beziehungsweise nacheinander Anwendung finden. Es können vier unterschiedliche Arten von Deponien unterschieden werden<sup>42</sup>:

- „Uraltdeponien“, die für die alten Bundesländer ab dem 11. Juni 1972 (§ 39 Abs. 1 S. 1 KrWG) und für die neuen Bundesländer ab dem 1. Juli 1990 (§ 39 Abs. 2 S. 1 KrWG) nicht mehr betrieben wurden. Für diese Deponien findet kein Abfallrecht, sondern Bodenschutzrecht Anwendung.
- Deponien, die noch nach den Stichtagen betrieben wurden, sich in der Stilllegungsphase befinden, aber noch nicht endgültig stillgelegt sind und bei denen ein Altlastenverdacht besteht. Für diese finden sowohl abfallrechtliche als auch bodenschutzrechtliche Vorschriften, die sich auf die Erfassung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von schädlichen Bodenverunreinigungen beziehen, Anwendung.
- Deponien, bei denen dieser Altlastenverdacht nicht besteht. Allein Abfallrecht findet Anwendung.
- Deponien nach endgültiger Stilllegung und Abschluss der Nachsorgephase. Sofern nachträglich ein Altlastenverdacht aufkommt, findet Bodenschutzrecht Anwendung.

Unter Berücksichtigung der oben in Kapitel 2 beschriebenen, historischen Zusammenhänge sind hier vor allem die unter Punkt 2 und 3 genannten Deponien interessant. Die unter Punkt 4 genannten Deponien kommen ebenfalls in Betracht, allerdings ist zu berücksichtigen, dass bisher nur eine geringe Zahl an Deponien überhaupt endgültig stillgelegt wurde und noch keine Deponie aus der Nachsorgephase entlassen worden ist.

Nach gegenwärtiger Rechtslage besteht eine Möglichkeit der Öffnung von Deponien dann, wenn eine Rückbaumaßnahme vorgenommen wird. Ein Rückbau wird insbesondere dann durchgeführt, wenn Deponievolumen gewonnen oder ein reaktionsfähiger Deponieinhalt in einen reaktionsarmen Inhalt umgewandelt werden soll.

Der Rückbau einer Deponie bezeichnet die vollständige oder teilweise Herausnahme von eingebauten Abfällen aus einer Deponie. Mit dem Rückbau kann auch die Behandlung des Deponieguts verbunden sein.<sup>43</sup> Ein eigener Genehmigungstatbestand, der den Deponierückbau regelt, ist im Abfallrecht jedoch gegenwärtig nicht vorgesehen. Der Rückbau einer

---

<sup>41</sup> Deponieverordnung vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 28 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212).

<sup>42</sup> Fröhlich, Folgenutzung von Deponieflächen, UPR 2006, 57 (63).

<sup>43</sup> Bothmann et al., Umlagerung und Rückbau von deponierten Abfällen, ATV-DVWK/VKS-Arbeitsbericht 2002, S. 9.

Deponie wird zulassungsrechtlich deshalb als „wesentliche Änderung“ der Deponie gemäß § 35 Abs. 2 KrWG bewertet. Damit liegt hier unter abfallrechtlichen Gesichtspunkten grundsätzlich die Möglichkeit vor, über einen Deponierückbau auch eine Sicherung abgelagerter potenzieller Rohstoffe vornehmen zu können. Jedoch liegt der Hauptzweck des Rückbaus nicht in der Rohstoffsicherung, sondern wie bereits erwähnt, in den oben beschriebenen Zielen.

Auch die Vorschriften des KrWG zur Stilllegung und Nachsorge von Deponien (§ 40 KrWG) sind nicht auf die Öffnung einer Deponie und eine damit einhergehende Rohstoffverwertung ausgerichtet.

Mögliche abfallrechtliche Instrumente, über die die Öffnung einer Deponie nach der Stilllegung und während der Nachbetriebsphase erreicht werden kann, sind die Rekultivierungsanordnung gemäß § 40 Abs. 2 S. 1 Nr. 1 KrWG, die Sicherungsanordnung gemäß § 40 Abs. 2 S. 1 Nr. 2 KrWG oder die Anordnung von Überwachungs- und Meldepflichten gemäß § 40 Abs. 2 S. 1 Nr. 3 KrWG. Die Ermächtigungsgrundlagen weisen allerdings erhebliche Lücken auf, wenn es darum geht, eine ausreichende Rechtsgrundlage für die Realisierung von Landfill Mining- Vorhaben bereitzustellen. Diese Rechtsgrundlagen dienen zwar dem Umgang mit den typischerweise bei der Stilllegung und der Nachsorge auftretenden Problemstellungen, sie haben jedoch eine andere Zielrichtung. Rekultivierung betrifft beispielsweise die Wiedereingliederung des gebrauchten Grundstücks in die Landschaft im Sinne der Anpassung an seine natürliche Umgebung.<sup>44</sup> Hauptzielrichtung der Rekultivierung ist daher der Landschaftsschutz, der sich auf die Wiederherstellung des Landschaftsbilds entsprechend der Landschaftsumgebung richtet. Die Öffnung der Deponie zur Gewinnung von Rohstoffen kann auf diese Weise nicht erreicht werden.

Eine Rechtsgrundlage für die Genehmigung von Landfill-Mining-Vorhaben sieht das geltende Abfallrecht daher, trotz vorhandener Ansätze, nicht vor. Mit der Deponieverordnung verfügt das Kreislaufwirtschaftsrecht jedoch über ein Regelungsinstrumentarium, das in seiner Ausrichtung (Anlagenbezug, Sicherheitsanforderungen, zeitliche Abstufung der Phasen) grundsätzlich geeignet ist, auch eine Rohstoffsicherung in Deponien zu regeln.

#### 9.1.4 Öffentlich-rechtlicher Vertrag

Ergänzend sei auf kooperative Möglichkeiten wie zum Beispiel den Abschluss eines öffentlich-rechtlichen Vertrages gemäß § 54 Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG)<sup>45</sup> hingewiesen. In einem solchen Vertrag könnten Konflikte geregelt und Interessen ausgeglichen werden; auch Finanzierungsfragen könnten in den Vertrag aufgenommen werden. Jedoch orientieren sich öffentlich-rechtliche Verträge an den fachgesetzlichen Voraussetzungen. Fehlt jedoch der materielle Rechtsrahmen, so besteht das Risiko, dass der Vertrag gemäß § 59 Abs. 2 Nr. 1 VwVfG nichtig wäre, da auch ein Verwaltungsakt mit entsprechendem Inhalt nichtig wäre.

<sup>44</sup> Attendorn in: Jarass/Petersen/Weidemann (Hrsg.), KrW-/AbfG, § 36 Rn. 260.

<sup>45</sup> Verwaltungsverfahrensgesetz vom 23.1.2003 (BGBl. I S. 102), zuletzt geändert durch Gesetz vom 14.8.2009 (BGBl. I S. 2827).

## 9.2 Regelungsbedarf – Eckpunkte eines rechtlichen Rahmens

Aufgrund der fehlenden Rechtsgrundlagen zur Sicherung vorhandener Rohstoffpotenziale bestehen in der Praxis Schwierigkeiten, die Wiederöffnung einer Deponie zu erreichen, sofern kein vordringlicher Sanierungsbedarf vorliegt. Es ist daher zu prüfen, in welcher Weise ein Rechtsrahmen ausgestaltet sein sollte, um diesem Hemmnis zu begegnen.

Die Prüfung erfolgt in drei Schritten: Es wird zunächst untersucht, ob der Zweck des Kreislaufwirtschaftsrechts auch die Wiederöffnung einer Deponie mit dem Ziel der Gewinnung von Rohstoffen erfasst. Daran anschließend wird analysiert, ob die Ermächtigungsgrundlage des § 36c KrW-/AbfG Konkretisierungen in Bezug auf Landfill Mining ermöglicht und welche Anpassungen erforderlich sind. Abschließend wird geprüft, welche konkreten Voraussetzungen mit Blick auf Landfill Mining geregelt werden könnten.

### 9.2.1 Zweck des § 1 KrWG

Gemäß der alten Fassung des § 1 KrW-/AbfG konkretisierte sich der Zweck des Gesetzes in der Förderung der Kreislaufwirtschaft zur Schonung der natürlichen Ressourcen und der Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen. Die Zweckbestimmung wurde durch die neue Regelung des § 1 KrWG zwar erweitert (Zweck des Gesetzes ist nun nicht mehr nur die Sicherung umweltverträglicher Beseitigung von Abfällen, sondern der Schutz von Mensch und Umwelt bei der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen), jedoch ist neben dem Gefahrenabwehrgedanken weiterhin auch der Vorsorgegedanke „Förderung der Schonung natürlicher Ressourcen“ ein wesentlicher Bestandteil des Gesetzeszwecks geblieben. Vor dem Hintergrund dieses Leitprinzips ist auch eine Maßnahme wie das Landfill Mining, das die Hebung von Rohstoffbestandteilen aus anthropogenen Lagern bezweckt und damit – entsprechenden Erfolg vorausgesetzt – zur Entlastung natürlicher Ressourcen beiträgt, in den Gesetzeszweck des KrWG einzuordnen.

### 9.2.2 Zulassungsverfahren und Ermächtigungsgrundlage

In Anlehnung an die Planfeststellungsbedürftigkeit von Deponien besteht die Möglichkeit, für die Vornahme von Landfill Mining-Vorhaben ebenfalls eine Planfeststellungspflicht zu normieren. Angesichts der möglichen mit Landfill Mining verbundenen Umweltauswirkungen oder der an die Behandlung der gesicherten Abfälle zu stellenden Anforderungen, würde ein solches Verfahren das geeignetste Mittel darstellen, um Gefahren zu vermeiden und die Behörde in die Lage versetzen, eine Entscheidung unter Abwägung aller entscheidungserheblichen Belange zu treffen.

Es könnte ein Absatz 2a in § 35 KrWG eingefügt werden, der regelt, dass die Sicherung von Abfällen zum Zwecke der Wiederverwertung der Planfeststellung durch die zuständige Behörde bedarf. § 36 KrWG regelt die Anforderungen, die an die Erteilung eines Planfeststellungsbeschlusses zu stellen sind. Die Vorschrift müsste so ergänzt werden, dass sie auch für einen möglichen Planfeststellungsbeschluss für Landfill Mining gelten würde.

Konkretisierende Regelungen könnten dann in einem untergesetzlichen Regelwerk zu finden sein. § 43 KrWG ermächtigt die Bundesregierung, die Anforderungen, die an die Errichtung, die Beschaffenheit, den Betrieb, den Zustand nach der Stilllegung und die betreibereigene Überwachung von Deponien zur Erfüllung des § 32 Abs. 1, der §§ 35 und 36 sowie zur

Umsetzung von bindenden Beschlüssen der Europäischen Gemeinschaften zu dem in § 1 KrW-/AbfG genannten Zweck vorzuschreiben.

Die Ermächtigungsgrundlage würde auch konkretisierende Genehmigungsvoraussetzungen für Landfill Mining beinhalten. Wie oben angesprochen, würde der Zweck des Kreislaufwirtschaftsrechts auch die Sicherung von Abfällen aus bestehenden Deponien zum Zweck der Wiederverwertung umfassen, so dass konkretisierende Regelungen zum Landfill Mining der Zweckerfüllung dienen würden. Darüber hinaus ermächtigt § 43 KrWG dazu, Vorgaben zur Erfüllung des § 36 KrWG zu machen. Sofern § 36 KrWG also um Landfill Mining erweitert werden sollte, würde sich damit auch die Ermächtigungsgrundlage im KrWG auf Landfill Mining beziehen. Es wäre jedoch klarstellend zu empfehlen, dass die Ermächtigungsgrundlage soweit ergänzt wird, dass auch die Anforderungen, die an die Wiederöffnung von Deponien zu stellen sind, festgeschrieben werden können.

### 9.2.3 Konkretisierung auf Verordnungsebene: Deponieverordnung

Bei der Ausgestaltung des untergesetzlichen Rechtsrahmens muss zunächst geklärt werden, wann eine Wiederöffnung der Deponie zwecks Ressourcengewinnung zugelassen werden soll. In Betracht kommt eine Zulassung in der Stilllegungsphase (§ 3 Nr. 32 DepV), während der Nachsorgephase (§ 3 Nr. 27 DepV) oder nach Feststellung der Nachsorge durch die zuständige Behörde. Der Begriff des Deponierückbaus ist in der DepV nicht definiert und wird nur zweimal erwähnt (§ 6 Abs. 6 S. 2 Nr. 2 DepV und Anhang 5 Ziffer 10 Nr. 6 DepV). Anhang 5 Ziffer 10 DepV normiert Kriterien, die für die Feststellung des Abschlusses der Nachsorgephase zu Grund zu legen sind. Dabei ist als Kriterium genannt, dass die Unterhaltung baulicher und technischer Einrichtungen nicht mehr erforderlich ist und ein Rückbau gegebenenfalls erfolgt ist. Die Formulierung zeigt, dass mit dem Rückbau lediglich der Rückbau von Gebäuden und Anlagen gemeint ist und sich nicht auf den Deponiekörper selbst bezieht. Aus der Nennung als Kriterium kann daher nicht geschlossen werden, dass die DepV davon ausgeht, dass ein Rückbau des Deponiekörpers vor der Feststellung der Nachsorge zu erfolgen hat.

Jedoch gilt die Deponieverordnung gemäß § 1 Abs. 1 Nr. 1 DepV nur für die Errichtung, den Betrieb, die Stilllegung und die Nachsorge von Deponien. Das abfallrechtliche Regime endet also mit der Feststellung der Nachsorge. Wenn Landfill Mining auch nach der Nachsorgephase eine Rolle spielen soll, müsste der Anwendungsbereich der Deponieverordnung auf den Zeitraum nach der Nachsorge erweitert werden.

Des Weiteren müsste § 1 Abs. 1 DepV sachlich dahingehend erweitert werden, dass die Verordnung für die Wiederöffnung einer Deponie zum Zwecke der Ressourcengewinnung gilt.

Der persönliche Anwendungsbereich gemäß § 1 Abs. 2 DepV müsste auch die Grundeigentümer erfassen, da nach der Nachsorgephase der Betreiber möglicherweise nicht mehr erreichbar ist.

Als nächster Schritt müsste genau definiert werden, was unter Landfill Mining zu verstehen ist. Die Besonderheit, dass die Sanierung nicht nur aus Gründen der Gefahrenabwehr, sondern auch aus dem Gedanken der Rohstoffsicherung erfolgt, sollte in einer Definition deutlich gemacht werden.

Wenn das KrWG die Möglichkeit eines Antrags auf Wiederöffnung/Sanierung einer Deponie zum Zweck der Ressourcengewinnung enthält, muss ein konkretisierendes Regelwerk entwickelt werden. Es sollten Voraussetzungen für die Erteilung einer Genehmigung geregelt werden. Dabei muss berücksichtigt werden, dass das Öffnen einer Deponie Risiken birgt und der Schutz von Mensch und Umwelt gewährleistet sein muss. Die Sanierung des Bodens und die Verwertung der gewonnenen Rohstoffe müssen so erfolgen, dass eine Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit nicht zu besorgen ist.

Des Weiteren muss eine Regelung zum Umgang mit denjenigen Abfällen getroffen werden, die nach der Öffnung der Deponie nicht verwertet werden können und möglicherweise nicht den Annahmekriterien gemäß § 6 Abs. 3-5 DepV entsprechen. In solchen Fällen lässt § 6 Abs. 6 S. 2 DepV Ausnahmen von den Annahmekriterien zu. Mit der Vorschrift soll ein Anreiz für Sanierungen von Altlasten oder von unzureichend gesicherten Deponien gegeben werden.<sup>46</sup> Es müssen jedoch auch Vorkehrungen für die Situation getroffen werden, wenn die geborgenen Abfälle nicht dem erwarteten Zustand entsprechen und trotz der erleichterten Voraussetzungen des § 6 Abs. 6 DepV nicht wieder in der Deponie abgelagert werden dürfen oder die tatsächlichen Abfallbehandlungskosten die der kalkulierten Kosten übersteigen. Für diesen Fall muss sichergestellt werden, dass der Antragsteller das erhöhte Kostenrisiko trägt und für eine ordnungsgemäße Entsorgung der Abfälle verantwortlich ist.

Für die Realisierung von Landfill Mining-Vorhaben müssten darüber hinaus die bestehenden Standards zu Oberflächenabdichtungssystemen angepasst werden. Nach der bisherigen Rechtslage bestimmt § 10 Abs. 1 Nr. 1 DepV, dass der Betreiber einer Deponie der Klasse 0, I, II oder III in der Stilllegungsphase unverzüglich alle erforderlichen Maßnahmen zur Errichtung eines Oberflächenabdichtungssystems gemäß Anhang 1 Nr. 2 durchführen muss, um eine Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit zu verhindern. Allgemeine Anforderungen zu Abdichtungssystemen sind in Anhang 1 Nr. 2. 1 enthalten: Danach muss das Abdichtungssystem so gewählt werden, dass die Funktionserfüllung der einzelnen Komponenten und des Gesamtsystems über einen Zeitraum von 100 Jahren bzw. bei serienmäßig hergestellten Dichtungskontrollsystemen über einen Zeitraum von 30 Jahren nachgewiesen ist (2.1.1). Anhang 1 Nr. 2.3 regelt die besonderen Anforderungen, denen das Oberflächenabdichtungssystem genügen muss (z.B. Aufbau und Systemkomponenten).

Es sollte eine ergänzende Regelung getroffen werden, die auch temporäre Oberflächenabdichtungssysteme zulässt, wenn bei der Stilllegung der Deponie gemäß § 10 Abs. 1 DepV feststeht, dass die Deponie zum Zwecke der Rohstoffgewinnung wieder geöffnet werden soll. Anhang 1 Nr. 2 der DepV müsste dann um einen Abschnitt ergänzt werden, der die Anforderungen regelt, die an ein temporäres Oberflächenabdichtungssystem zu stellen sind. Es würde dann ein geringeres Schutzniveau ausreichen, das jedoch trotzdem den Schutz von Menschen und Umwelt gewährleistet. Des Weiteren wird eine Vorschrift empfohlen, die eine Frist enthält, innerhalb derer die Deponieöffnung erfolgen muss oder – wenn eine Wiederöffnung nicht erfolgt – das Oberflächenabdichtungssystem dem Standard des Anhangs 1 Nr. 2.3 entsprechen muss.

---

<sup>46</sup> Entwurf der Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts, 12.3.2009, BT-Drs. 16/12223, S. 62.

#### 9.2.4 Funktion des Bodenschutzrechts

Neben den Schwerpunktbereichen des Kreislaufwirtschaftsrechts sollten zur vollständigen Erfassung der Problemstellungen bei Landfill Mining-Vorhaben die vorhandenen Schnittstellen zum Bodenschutzrecht beibehalten werden. Dem liegt die Überlegung zu Grunde, dass von einer Deponie auch weiterhin ein Gefahrenpotenzial ausgehen kann. Die Abgrenzung, ob eine Genehmigung zur Deponieöffnung zum Zweck der Rohstoffsicherung zu erteilen ist oder eine Sanierungspflicht aus dem Bodenschutzrecht greift, soll sich auch in Zukunft nach § 40 Abs. 2 S. 2 KrWG richten. Vor diesem Hintergrund würde die Stilllegung auch weiterhin eine rechtliche Zäsur darstellen. Bis zur Stilllegung einer Deponie käme Kreislaufwirtschaftsrecht zur Anwendung, nach erfolgter Stilllegung kann auch das Bodenschutzrecht zur Anwendung kommen. Der Unterschied zur gegenwärtigen Rechtslage bestünde darin, dass aufgrund einer möglichen Erweiterung des zeitlichen Anwendungsbereichs der DepV über die Stilllegung hinaus eine Abgrenzung vorgenommen werden muss, die sich am Zweck der Maßnahme orientiert. Eine Maßnahme mit dem Primärzweck der Rohstoffsicherung würde sich nach Kreislaufwirtschaftsrecht (DepV) beurteilen, eine Maßnahme mit dem Primärzweck der Bodensanierung dagegen nach Bodenschutzrecht. Dabei ist zu bedenken, dass unter Umständen Abgrenzungsprobleme auftreten können.

Für „Uraltdeponien“ sollte eine Übergangsvorschrift getroffen werden, dass bei Öffnung einer solchen Deponie primär zum Zweck der Rohstoffsicherung auch die (dann existierenden) abfallrechtlichen Vorschriften greifen könnten.