

# Landfill Mining als Rohstoffquelle der Zukunft?

Dr. Daniel Höllen

## Einleitung

Der verwertungsorientierte Rückbau von Deponien („Landfill Mining“) wurde erstmals 1953 in Israel zur Gewinnung von Bodenverbesserern erprobt (Kurian, et al., 2003). Bei der Betrachtung der rund 60 in der Literatur belegten Rückbauprojekte sind die Grenzen zwischen verwertungsorientiertem Landfill Mining und schadstofforientierter Altlastensanierung jedoch fließend (Burlakovs, et al., 2017). In den meisten Fällen lag die Motivation in der Sanierung und Sicherung von Altstandorten sowie der Schaffung neuer Flächen für Industriegebiete begründet (Bockreis, et al., 2011). Das gestiegene Bewusstsein für die Bedeutung und die Kosten der Deponienachsorge (Laner, et al., 2012) legen nahe, dass auch dieser Faktor künftig an Bedeutung gewinnen wird. Die Gewinnung von Sekundärrohstoffen aus Deponien war bisher nur selten ausschlaggebend für Rückbauprojekte (Krook, et al., 2012), könnte jedoch zukünftig eine wichtige Säule der nachhaltigen Ressourcenwirtschaft darstellen (Gäth & Nispel, 2010) (Bockreis & Knapp, 2011) (Jones, et al., 2013) (Wolfsberger, et al., 2016).

## Zusammensetzung von Deponien

Siedlungsabfalldeponien sind weltweit durch eine schwankende, aber relativ ähnliche Abfallzusammensetzung gekennzeichnet (Krook, et al., 2012). Sie bestehen zu ca. 50 bis 60 Masse-% aus makroskopisch nicht erkennbarem Feinmaterial (zersetzte Organik, mineralische Anteile), zu 20 bis 30 Masse-% aus heizwertreichen Fraktionen (Kunststoffe, Papier, Holz, Textilien), zu rund 10 Masse-% aus anorganischen Materialien (Beton, Steine, Keramik, Glas) und zu einigen wenigen Masse-% Metallen (v.a. Eisen) (Krook, et al., 2012). Diese Größenordnung wurde im Rahmen des von der FFG geförderten Bridge-Projektes LAMIS (Landfill Mining Österreich – Pilotregion Steiermark) für zwei österreichische Deponien bestätigt (Wolfsberger, et al., 2015). Ähnliche Ergebnisse wurden im Rahmen des Projekts „Closing the Circle“ für Siedlungsabfälle auf der belgischen Deponie Remo erzielt, wobei dort zusätzlich Gewerbeabfälle (v.a. Shredderrückstände) abgelagert wurden, welche das Rohstoffpotential möglicherweise erhöhen (Geysen, 2017).

## Wirtschaftliche Betrachtung

Eine Machbarkeitsstudie für die Deponie Riederberg (Tirol) zeigte, dass nur für die Metallfraktionen positive Marktwerte zu erwarten sind (Knapp & Bockreis, 2013). Dem gegenüber stehen erhebliche Kosten für den Rückbau und die Aufbereitung, welche die Erlöse aus den Metallfraktionen bei weitem übersteigen, wie ein im Projekt LAMIS entwickeltes Kostensimulationsmodell zeigt (Wolfsberger, et al., 2016). Ein an der TU Wien entwickeltes rohstoffwirtschaftliches Modell kommt für vier unterschiedliche Szenarien ebenfalls zu dem Ergebnis, dass Landfill Mining gegenwärtig nicht wirtschaftlich ist (Winterstetter, et al., 2015). Es ist jedoch zu beachten, dass die Berechnung der Nachsorgekosten einer Deponie im Referenzszenario, d.h. ohne Deponierückbau, mit einer erheblichen Unsicherheit verbunden ist, da Nachsorgezeiträume von deutlich mehr als 100 Jahren erforderlich sein können (Laner, et al., 2012). Dagegen sind gemäß der Deponieverordnung 2008 für Massenabfall- und Reststoffdeponien nur 30 Jahre und im Fall der Ablagerung biologisch abbaubarer Abfälle nur 40 Jahre als kalkulatorische Basis für die Abschätzung von Sicherstellungskosten für die gesamte Nachsorgedauer festgelegt, so dass ein Deponierückbau unter diesem Gesichtspunkt interessant sein könnte.

## Technische Betrachtung

Der Einsatz bestehender Technologien im Rahmen von Deponierückbauprojekten ist prinzipiell möglich. Die dem Kostensimulationsmodell (Wolfsberger, et al., 2016) zugrunde liegenden Aufbereitungsaggregate wurden erfolgreich erprobt. Ebenso konnte demonstriert werden, dass eine mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlage zur Aufbereitung des Deponieguts eingesetzt werden kann (Muras, et al., 2018). Es ist jedoch zu beachten, dass die hohe Materialfeuchte ein erhebliches aufbereitungstechnisches Problem darstellt und das Ausbringen der Metallfraktionen deutlich hinter den mittels Handsortierung erreichbaren Werten zurückbleibt. Die mögliche Kombination nasser Aufbereitungsverfahren mit sensorgestützten Sortierverfahren erscheint hier vielversprechend. Der im Projekt LAMIS erprobte Einsatz geophysikalischer Methoden für die Vorhersage des Deponieinhalts ist mit bisher noch nicht gelösten Herausforderungen verbunden. Faktoren wie die hohe elektrische Leitfähigkeit des Deponiesickerwassers und die fehlende Konstanz der magnetischen Suszeptibilität des Eisens bewirken bisher, dass geophysikalische Methoden noch nicht erfolgreich zur Vorhersage des Deponieinhaltes eingesetzt werden konnten. Abschließend ist zu überlegen, welche Alternativen zur (Mit)Verbrennung der heizwertreichen Fraktionen in Betracht kommen, da selbst für Ersatzbrennstoffe in Österreich kein positiver Preis erzielt werden kann und die Schwermetallgrenzwerte für die Mitverbrennung nicht immer eingehalten werden konnten (Wolfsberger, et al., 2015).

## Aktuelle Entwicklungen

Die beschriebenen Grenzen der gegenwärtig verfügbaren Technologien machen deutlich, dass die Entwicklung neuer Methoden ein wesentliches Erfordernis ist, damit Landfill Mining zu einer Rohstoffquelle werden kann. Daher beteiligt sich die Montanuniversität Leoben am „EU Training Network for Resource Recovery through Enhanced Landfill Mining (NEW-MINE)“, in dem 15 Doktorand(inn)en Teilaspekte der gesamten Wertschöpfungskette eines Deponierückbauprojektes bearbeiten.

Im Zuge dieses Projekts wurde zunächst die Abfallzusammensetzung der Deponie Halbenrain, Steiermark, untersucht. Dabei wurden 3.750 Tonnen gemischter Siedlungs- und Gewerbeabfälle abgegraben und einer mechanisch-biologischen Abfallbehandlung unterzogen (Muras, et al., 2018). Erste Ergebnisse wurden auf dem DGAW-Wissenschaftskongress in Aachen (Küppers, et al., 2017) und der „5th International Conference on Sustainable Solid Waste Management“ in Athen (García Lopez, et al., 2017) vorgestellt. Sie zeigen, dass die biologische Trocknung ein wesentlicher Schritt der Vorbehandlung ist und dass der Gehalt an Nichteisenmetallen, welche eine wesentliche Erlösquelle darstellen können (Winterstetter, et al., 2015), deutlich hinter den Erwartungen zurückblieb (Muras, et al., submitted). Die gewonnenen heizwertreichen Fraktionen sind durch oberflächliche Verunreinigungen gekennzeichnet. Diese stellen eine erhebliche Herausforderung in nachgeschalteten sensorgestützten Sortierverfahren dar, welche an der Montanuniversität Leoben erforscht werden.

Zur Untersuchung des Einflusses oberflächlicher Verunreinigungen auf die sensorgestützte Sortierung von Materialien aus dem Deponierückbau wird eine Versuchsanlage genutzt, die für den Einsatz im universitären Bereich optimiert ist und einen Korngrößenbereich von 5 bis 150 mm verarbeiten kann, wobei die Sortierung mittels Induktions-, Farb- und Nahinfrarotsensoren erfolgt (Pomberger, et al., 2017). Die Erkennung verschiedener Wertstofffraktionen mittels Sensorsortierung trotz oberflächlicher Verschmutzungen wie Stäuben, organischen Verbindungen (z.B. Öle und Fette) sowie Feuchtigkeitsanhaftungen kann das Ausbringen entsprechender Fraktionen erhöhen und Landfill Mining als Rohstoffquelle der Zukunft interessanter machen.

Da die energetische Verwertung dennoch für wesentliche Stoffströme aus dem Deponierückbau die einzig realistische Option bleiben wird, wird im Projekt NEW-MINE hier anstelle der (Mit)verbrennung die Vergasung erprobt, bei der ein silikatisches Glas zurückbleibt. Erste Versuche an der Universität Padua zeigen, dass dieses nach Beimengung von Kalk-Soda-Gläsern und Ton durch einen Sintervorgang zu dichten Glaskeramiken veredelt werden kann, in denen diejenigen Schwermetalle, die bei der Vergasung nicht verdampfen, überwiegend in schwer auslaugbarer Form in stabilen Mineral- bzw. Glasphasen gebunden sind (Rabelo Monich, et al., 2018).

## Zusammenfassung

Der Rückbau von Deponien ist gegenwärtig in Österreich nicht wirtschaftlich. Auch eine Funktion als wesentliche Rohstoffquelle der Zukunft erscheint unwahrscheinlich. Die Ersparnis der Nachsorge sowie der Gewinn von Fläche können jedoch im Einzelfall ausschlaggebende Kriterien für einen Deponierückbau sein.

## Danksagung

Das Projekt NEW-MINE wird durch das Europäische Rahmenprogramm für Forschung und Innovation Horizon 2020 unter der Fördervertragsnummer 721185 gefördert.

## Literaturverzeichnis

- Bockreis, A. und Knapp, J. 2011.** Landfill Mining – Deponien als Rohstoffquelle. *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft*. 2011, Bde. 3-4, S. 70-75.
- Burlakovs, J., et al. 2017.** Paradigms on landfill mining: From dump site scavenging to ecosystem services revitalization. *Resources, Conservation and Recycling*. 2017, Bd. 123, S. 73-84.
- García Lopez, C., et al. 2017.** Landfilled materials composition at the landfill site in Halbenrain (Austria). *International Conference on Sustainable Solid Waste Management, Athens*. 2017, Bd. 5.
- Gäth, S. und Nispel, J. 2010.** Ressourcenpotenzial von ausgewählten Hausmülldeponien in Deutschland. *DepoTech. Tagungsband*. 2010, S. 375-380.
- Geysen, D. 2017.** Enhanced Landfill Mining am Beispiel der Deponie Remo in Belgien. *Mineralische Nebenprodukte und Abfälle*. 2017, Bd. 4, S. 515-533.
- Granzin, S. und Valtl, M. 2007.** Altlastenatlas. [Online] 11. 2007. [Zitat vom: 19. 06. 2017.] <http://www.umweltbundesamt.at/umweltschutz/altlasten/altlasteninfo/sanaltlasten/niederosterreich/n1/>
- Jones, P., et al. 2013.** Enhanced Landfill Mining in view of multiple resource recovery: a critical review. *Journal of Cleaner Production*. 2013, Bd. 55, S. 45-55.
- Knapp, A. und Bockreis, A. 2013.** *Landfill Mining. Ökonomische und ökologische Betrachtung der Deponie Riederberg*. Innsbruck : s.n., 2013.
- Krook, J., Svensson, N. und Eklund, M. 2012.** Landfill mining: A critical review of two decades of research. *Waste Management*. 2012, Bd. 32, S. 513-520.
- Küppers, B., et al. 2017.** Das „EU Training Network for Resource Recovery through Enhanced Landfill Mining“ (NEW-MINE). 7. *DGAW-Wissenschaftskongress. Tagungsband*. 2017, S. 129-133.
- Kurian, J., et al. 2003.** Studies on Landfill Mining at solid waste dumpsites in India. *9th International Waste Management and Landfill Symposium*. 2003.
- Laner, D. und Fellner, J. 2012.** Ableitung standortspezifischer Nachsorgeentlassungskriterien: Fallstudien. [Hrsg.] Montanuniversität Leoben. *DepoTech*. 2012, Bd. 11, S. 539–544.
- Muras, A., et al. 2018.** Landfill Mining of a Mixed Municipal Solid Waste and Commercial Waste Landfill: Application of Existing Processing Technology – Opportunities and Limitations. *4th International Symposium on Enhanced Landfill Mining (ELFM IV)*. 2018.
- Pomberger, R. und Küppers, B. 2017.** Entwicklungen in der sensorgestützten Sortiertechnik. *Österreichische Abfallwirtschaftstagung*. 2017, S. 238-247.
- Rabelo Monich, P., Höllen, D. und Bernardo, E. 2018.** Development and characterization of dense waste-derived glass-ceramics. *4th International Symposium on Enhanced Landfill Mining (ELFM IV)*. 2018.
- Winterstetter, A., et al. 2015.** Framework for the evaluation of anthropogenic resources: A landfill mining case study – Resource or reserve? *Resources, Conservation and Recycling*. 2015, Bd. 96, S. 19-30.
- Wolfsberger, T., et al. 2016.** Landfill Mining - Development of a cost simulation model. *Waste Management and Research*. 2016, Bd. 34, 4, S. 356-367.
- Wolfsberger, T., et al. 2015.** Landfill mining: Development of a theoretical method for a preliminary estimate of the raw material potential of landfill sites. *Waste Management and Research*. 2015, Bd. 3, 7, S. 671-680.
- Wolfsberger, T., et al. 2015.** Landfill mining: Resource potential of Austrian landfills - Evaluation and quality assessment of municipal solid waste by chemical analyses. *Waste Management and Research*. 2015, Bd. 33, 11, S. 962-974.