

Landfill Mining Deponie Riederberg



I U T

AB Umwelttechnik
Institut für Infrastruktur
Fakultät für
Technische Wissenschaften
Universität Innsbruck



Landfill Mining Ökonomische und ökologische Betrachtung der Deponie Riederberg



Verfasser:
Dipl.-Ing. Alexander Knapp
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Anke Bockreis

Innsbruck, Dezember 2013

ARBEITSBEREICH UMWELTTECHNIK
INSTITUT FÜR INFRASTRUKTUR
Fakultät für Technische Wissenschaften

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
1 Grundlagen	5
1.1 Beschreibung der Deponie	5
1.2 Deponieinhalte	6
1.3 Nachsorgekosten	8
2 Abschätzung des Rohstoffwertes	12
2.1 Rohstoffe der Deponie Riederberg	12
2.1.1 Hausmüll	15
2.1.2 Sperrmüll	17
2.1.3 Gewerbemüll	18
2.2 Wertstoffpotenzial Deponie Riederberg	20
2.3 Verwertungspotenzial Deponie Riederberg	22
2.3.1 Energetische Verwertung	23
2.3.2 Stoffliche Verwertung	24
3 Deponierückbau – Verfahrensschritte, Effizienz, Kosten	28
4 Ökologische und gesellschaftliche Einflussfaktoren	33
4.1 Einflussfaktoren vor einem Deponierückbau – Status quo	33
4.2 Einflussfaktoren während eines Deponierückbaus	34
4.3 Einflussfaktoren nach einem Deponierückbau	34
5 Gegenüberstellung von Nachsorge- und Deponierückbau-kosten	35
6 Modell zur Entscheidungsfindung eines Deponierückbaus	37
7 Maßnahmen und Empfehlungen	41
8 Zusammenfassung	43
9 Literaturverzeichnis	45

Einleitung

Auf Grund der immer knapper werdenden Rohstoffe und der steigenden Preise fossiler Ressourcen werden Lagerstätten mit zum Teil neuen, aufwändigen Techniken erschlossen. In diesem Zusammenhang gewinnt auch der Ansatz des sogenannten „Landfill Minings“ immer mehr an Bedeutung. Unter „Landfill Mining“ wird der Rückbau von alten Deponien in Kombination mit der Gewinnung von in den Deponien abgelagerten Wertstoffen verstanden. Prinzipiell handelt es sich dabei jedoch um keine neu aufgekommene Fragestellung, zum Beispiel Deponierückbau in Österreich Donaupark (1990) und in Deutschland Deponie Burghof (1993) (vgl. Bockreis Knapp J. 2011; Bockreis et al. 2009; Rettenberger 2010a; Rettenberger 2010b).

Die Entscheidung Deponien zurückzubauen wird meist aus Sicherheitsgründen getroffen, um schädliche Umwelteinflüsse vorzubeugen bzw. zu eliminieren. Weitere Anlässe sind die Gewinnung von Deponievolumen, Minimierung der Nachsorgekosten, Rückgewinnung von Wertstoffen oder eine Kombination aus mehreren der genannten Gründe (Hogland et al. 2004). Aus der vorliegenden Literatur ist ersichtlich, dass ein einheitliches Vorgehen um eine Entscheidung bezüglich Deponierückbau zu treffen nicht möglich ist und jede Deponie gesondert betrachtet werden muss. Deponien sind in ihrer Beschaffenheit, den Ablagerungen und der installierten Technik zu heterogen, um einen Standard für einen Deponierückbau zu finden. Dies gilt auch für die Deponie Riederberg in Wörgl.

Es wurden bisher verschiedene Konzepte und Vorgehensweisen für einen Rückbau erarbeitet (vgl. Tielmans und Laevers 2010, Rettenberger 2010a, Jones et al. 2012) aber eine grundlegende Methodik zur Entscheidungsfindung existiert bis dato nicht. Ziel dieser Arbeit ist es ein Werkzeug zur Entscheidungsfindung über die Möglichkeiten eines Deponierückbaus und deren Auswirkungen zu erarbeiten.

Die Deponie Riederberg in Wörgl wird als Projektbeispiel herangezogen. Für die Beurteilung werden auf Basis vorhandener Daten die laufenden Nachsorgekosten und die Deponieinhalte ermittelt. Auf Grundlage dieser Informationen wird eine Abschätzung der zukünftigen Nachsorgekosten und des Wertstoffpotenzial der Deponie erstellt. In weiterer Folge werden die Kosten für einen Deponierückbau, unter Einbeziehung des Einflussfaktors des vorhandenen Wertstoffpotenzials, abgeschätzt. Im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung werden auch mögliche ökologische und gesellschaftliche Einflussfaktoren zum Deponierückbau betrachtet und bewertet. Alle untersuchten Aspekte sollen gegenübergestellt und die ökonomischen, ökologischen und sozialen Vor- und Nachteile

eines Deponierückbaus im Vergleich einer Deponienachsorge dargestellt werden. Die Vorgehensweise soll in ein Modellkonzept zur Entscheidungsfindung für den zukünftigen Umgang mit der Deponie Riederberg übertragen werden und Maßnahmen und Empfehlungen ausgearbeitet werden.

1 Grundlagen

1.1 Beschreibung der Deponie

Die Restmülldeponie Riederberg, mit einer Fläche von ca. 5,5 ha, befindet sich in der Katastralgemeinde 83020 Wörgl (Bezirk Kufstein) ca. 4 km südwestlich vom Stadtzentrum Wörgl, im Ortsteil Pinnersdorf (vgl. Abb. 1).



Abbildung 1: Deponie Riederberg – roter Kreis (Quelle: tiris 2013)

Die Deponie ist umgeben von Wirtschaftswald und ist über die B178 Loferer Straße gut zu erreichen. Die nächsten Nachbarn zur Deponie liegen ca. 180 m westlich bzw. 370 m nordöstlich.

Mit der Ablagerung von Abfällen wurde am 1. Juli 1991 nach Erteilung der letzten erforderlichen behördlichen Bewilligung begonnen (Landesrechnungshof 2008). Es wurden bis zum 03.07.2007 ca. 1.200.000 m³ bzw. 1.240.000 Mg unbehandelte Abfälle abgelagert. Die Schütthöhe betrug am Ende der Einlagerung ca. 65 m, wobei damit zu rechnen ist, dass die endgültigen Setzungen sich zu diesem Zeitpunkt noch nicht einstellen.

Die Schließung der Deponie erfolgte am 18.7.2007 durch die Verordnung LGBl. Nr.44/2007 der Tiroler Landesregierung. Die zu deponierenden Abfälle (Hausmüll und gewerbliche Abfälle) wurden in Folge auf die Deponien Ahrental und Roppen aufgeteilt (vgl. LGBl. Nr.44/2007). Am 23.08.2007 wurde vom Betreiber der Deponie, die „Deponie Riederberg GmbH & Co KG“ in 6365 Kirchberg Konkurs angemeldet.

Die technische Ausstattung der Deponie weist eine Basisabdichtung, eine Oberflächenabdeckung, eine Sickerwassersammlung und -aufbereitung und eine Deponiegaserfassung auf (Umweltbundesamt (UBA) 2011a).

Die Sickerwasseraufbereitung wurde 2011 von der Fa. Wehrle Umwelt GmbH mit dem BIOMEMBRAT® plus-verfahren erneuert. Das Sickerwasser wird durch einen Membranbioreaktor, durch Ultrafiltration, Nanofiltration und Aktivkohle gereinigt. Das gereinigte Sickerwasser (bis zu 100 m³/d) wird ins Kanalnetz der Stadtgemeinde Wörgl eingeleitet.

Die Gasbrunnen werden vom Ingenieurbüro Passer und Partner Ziviltechniker GmbH betreut und das Gas wird von der Fa. Moser aus Saalbach mit 350 KWh/Tag verstromt.

1.2 Deponieinhalte

Insgesamt wurden auf die Deponie Riederberg 1.243.634 Mg Abfall abgelagert. Die größten Fraktionen sind feste Siedlungsabfälle einschließlich ähnlicher Gewerbeabfälle (1.112.510 Mg), die sich in die maßgebenden Fraktionen Hausmüll (833.451 Mg), Gewerbemüll (176.995 Mg) und Sperrmüll (100.818 Mg) teilen lassen. Weitere relevante Abfallarten sind Kunststoff und Gummiabfälle (57.833 Mg), Abfälle mineralischen Ursprungs (33.372 Mg) und Abfälle aus der Wasseraufbereitung (18.224 Mg) (vgl. Abb. 2)

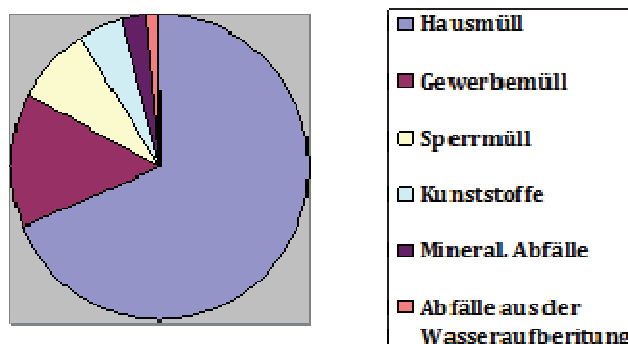


Abbildung 2: Verteilung der größten Abfallfraktionen – Deponie Riederberg.

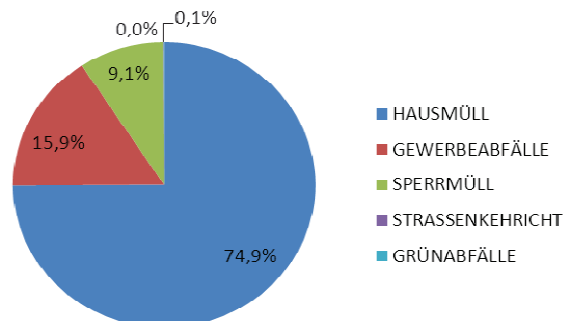
Die Abfallnummer „00100 betriebl. Abfälle“ (vgl. Anhang 1 – Massenbilanzierung) wurde vom Amt der Tiroler Landesregierung Abteilung Umweltschutz für hausmüllähnliche Abfälle gewerblicher Betriebe vergeben und wird in dieser Arbeit der Fraktion hausmüllähnlicher Gewerbeabfälle zugeordnet (Information Land Tirol Abteilung Umweltschutz Referat Abfallwirtschaft 2012). Die für eine Verwertung interessanten Abfallinhaltsstoffe (vgl. Kap. 2.1.) sind Kunststoffe, Metallabfälle, Textilien, Papier und Kartonagen, Holz, Organik, mineralische Abfälle, Glas.

In Tabelle 1 sind alle Gruppen nach Mengen sortiert aufgelistet. Eine detaillierte Aufstellung der Abfallfraktionen und Mengen findet sich im Anhang 1.

Tabelle 1: Müllfraktionen der Deponie Riederberg (Quelle: Land Tirol Abteilung Umweltschutz Referat Abfallwirtschaft 2012).

ABFALL-NR	Bezeichnung	Tonnen(t)	Prozent
91	FESTE SIEDLUNGSABF. EINSCHL. ÄHNL. GEWERBEABF.	1.112.510	89,5%
57	KUNSTSTOFF- UND GUMMIABFÄLLE	57.883	4,7%
31	ABF.MINERALISCHEN URSPRUNGS (OHNE METALLABF.)	33.372	2,7%
94	ABF.WASSERAUFBER.ABWASSERBEHANDL.GEWÄSSERNUTZ.	18.225	1,5%
17	HOLZABFÄLLE	5.637	0,5%
14	HÄUTE UND LEDERABFÄLLE	4.595	0,4%
54	ABFÄLLE V.MINERALÖL- U.KOHLEVEREDLUNGSPRODUKTEN	3.076	0,2%
97	ABFÄLLE AUS DEM MEDIZINISCHEN BEREICH	2.769	0,2%
11	NAHRUNGS- UND GENUSSMITTELABFÄLLE	1.252	0,1%
51	OXIDE, HYDROXIDE, SALZABFÄLLE	1.174	0,1%
18	ZELLULOSE-, PAPIER- UND PAPPEABFÄLLE	1.059	0,1%
58	TEXTILABFÄLLE (NATUR- UND CHEMIEFASERPRODUKTE)	978	0,1%
55	ABF.V.ORG.LÖSEM.,FARBEN,LACKEN,KLEBSTOFFEN,...	879	0,1%
59	ANDERE ABF.CHEM.UMWANDLUNGS-U.SYNTHESE-PRODUKTE	140	0,0%
39	AND.ABF.MIN.URSPRUNGS,ABF.VERED.PROZ.	36	0,0%
53	ABF.PFLANZ.BEH.SCHÄDL.BEKÄMPF.-M.PHARM.ERZ.....	36	0,0%
13	ABFÄLLE AUS DER TIERHALTUNG UND SCHLACHTUNG	8	0,0%
35	METALLABFÄLLE	7	0,0%
	SUMME	1.243.634	100%

Die mit Abstand größte Gruppe bilden mit fast 90% feste Siedlungsabfälle einschließlich ähnlicher Gewerbeabfälle. Diese lassen sich wiederum in die Fraktionen Hausmüll, Gewerbeabfälle, Sperrmüll, Straßenkehrsicht und Grünabfälle unterteilen.



Abfallnr.	FRAKTION	MENGE [t]
911	HAUSMÜLL	833.451
912	GEWERBEABFÄLLE	176.996
914	SPERRMÜLL	100.818
915	STRASSENKEHRICHT	475
917	GRÜNABFÄLLE	770

Abbildung 3: Verteilung der festen Siedlungsabfälle einschließlich ähnlicher Gewerbeabfälle – Deponie Riederberg.

1.3 Nachsorgekosten

Der Landesrechnungshofbericht LR-0710/42 vom 2.4.2008 „... weist darauf hin, dass die Deponie Riederberg nach der Schließung als Massenabfalldeponie nicht saniert, sondern dass zukünftig Adaptierungs-, Sicherungs- und Nachsorgemaßnahmen durchgeführt werden müssen.“

Nach Stilllegung der Deponie wurden Nachsorgemaßnahmen eingeleitet, wie z.B. die Abdeckung des Abfalls mit Bodenaushubmaterial und der Weiterbetrieb der Gas- und Sickerwasserbehandlungsanlage (Landesrechnungshof 2008).

Die Nachsorgekosten wurden 2008 in einem amtssachverständigen Gutachten für einen Zeitraum von 30 Jahren mit 20,4 Mio. € beziffert (vgl. Tabelle 2).

Tabelle 2: Nachsorgekostenschätzung Deponie Riederberg (Quelle: Rechnungshofbericht 2008)

Kostenschätzung Sicherstellung	Zeitpunkt	Betrag in Mio. €
Oberflächenabdichtung		
temporäre Oberflächenabdichtung	1. Jahr	0,5
endgültige Oberflächenabdichtung	10. Jahr	5,0
sonstige Baumaßnahmen	1. – 30. Jahr	1,0
Summe Oberflächenabdichtung		6,5
Sickerwasserentsorgung		
Umkehrosmoseanlage in den ersten 5 Jahren	1. – 5. Jahr	6,5
Kläranlage in den folgenden 5 Jahren	6. – 10. Jahr	2,3
Kläranlage in den letzten 20 Jahren	11. – 30. Jahr	3,1
Summe Sickerwasserentsorgung		11,9
Nachsorgeprogramm	1. – 30. Jahr	2,0
Summe		20,4

Die tatsächlichen Kosten für die Nachsorge der Deponie Riederberg von 2008 bis 2012 werden in Tabelle 3 aufgezeigt

Tabelle 3: Kostenaufstellung Deponie Riederberg 2008 – 2012 (Quelle: Baubezirksamt Kufstein 2012)

Verwendung	2008	2009	2010	2011	2012	Summe
Sickerwasser	1.810.000,00	1.457.000,00	1.647.000,00	1.559.000,00	1.380.000,00	7.853.000,00
Gas	489.000,00	474.000,00	38.000,00	23.000,00	10.000,00	1.034.000,00
Bautätigkeit	138.000,00	116.000,00	134.000,00	408.000,00	220.000,00	1.016.000,00
Diverses	595.000,00	787.000,00	280.000,00	367.000,00	135.300,00	2.164.300,00
Jahressumme	3.032.000,00	2.834.000,00	2.099.000,00	2.357.000,00	1.745.300,00	12.067.300,00

In den Kosten der **Sickerwasserreinigung** sind alle Aufwendungen enthalten, die vom Anfall im Vorlagebecken bis zur Ableitung in den Kanal anfallen. Die Sickerwasserreinigungsanlage wurde 2011 erneuert. Das Sickerwasser wird mit dem BIOMEMBRAT® plus-verfahren der Fa. Wehrle Umwelttechnik behandelt. Die Abrechnung erfolgt mit der Betreiberfirma Fa. Wehrle Umwelttechnik nach gereinigten m³ Sickerwasser.

Die Kosten zur **Bautätigkeit** umfassen alle Maßnahmen die für die Nachsorge und Instandhaltung der Deponie sowie etwaige Anpassungen im Rahmen der Stilllegung notwendig sind

Die Position **Gas** und **Diverses** enthält zum einen die Kosten für die Entgasung der Deponie und zum anderen die Kosten für Untersuchungen im Rahmen der Beweissicherung, Ingenieur-Leistungen, Arbeitsstunden und Material von zugekauften Leistungen für die Nachsorge der Deponie.

Durch die im Jahr 2011 erfolgte Erneuerung der Sickerwasserbehandlung konnten im Jahr 2012 Einsparungen von 500.000 € erzielt werden (vgl. Tabelle 3).

Die Kosten der Nachsorge für die ersten 5 Jahre liegen mit 12 Mio. € schon um ca. 5 Mio. € über den geschätzten Kosten für diesen Zeitraum. Betrachtet man die geschätzten Kosten von 20,4 Mio. € für den gesamten Nachsorgezeitraum von 30 Jahren, liegt man mit 12 Mio. € jetzt schon über der Hälfte der veranschlagten Kosten (vgl. Tabelle 2 und Tabelle 3).

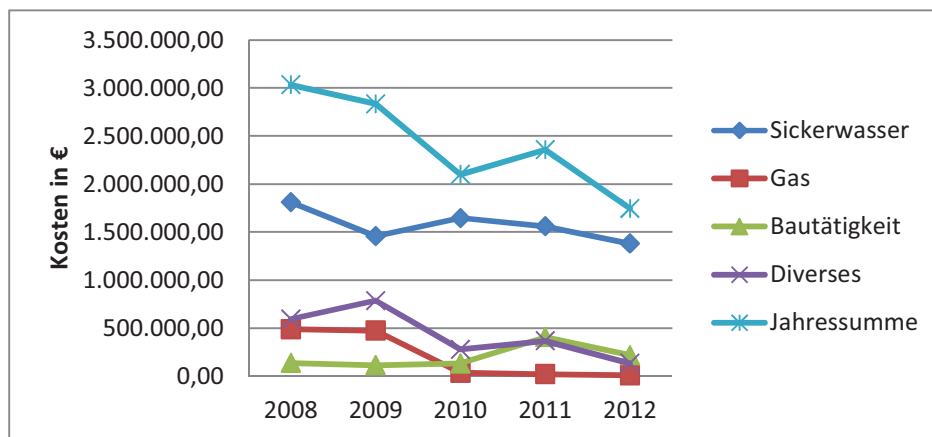


Abbildung 4: Entwicklung der Nachsorgekosten Deponie Riederberg

Abbildung 4 zeigt, dass sich die Nachsorgekosten in den letzten 5 Jahren, mit Ausnahme des Jahres 2011, stetig reduziert haben.

Die Nachsorge erfolgt ordnungsgemäß laut Bescheid der Tiroler Landesregierung (2008). Eine weitergehende genaue Abschätzung der Nachsorgekosten ist auf Basis der vorliegenden Unterlagen nicht möglich. Außerdem wird generell der Nachsorgezeitraum von 30 Jahren für Hausmülldeponien laut einer 2011 vom Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft der Technische Universität Wien durchgeführten Studie als zu gering erachtet (Laner et al. 2011).

Der Studie folgend müsste für die Deponie Riederberg zur Feststellung der Nachsorgedauer eine Festlegung von Entlassungskriterien für die Deponienachsorge erarbeitet werden. Eine mögliche Vorgehensweise dazu wird von Laner et al. (2011) beschrieben (vgl. Abbildung 5).

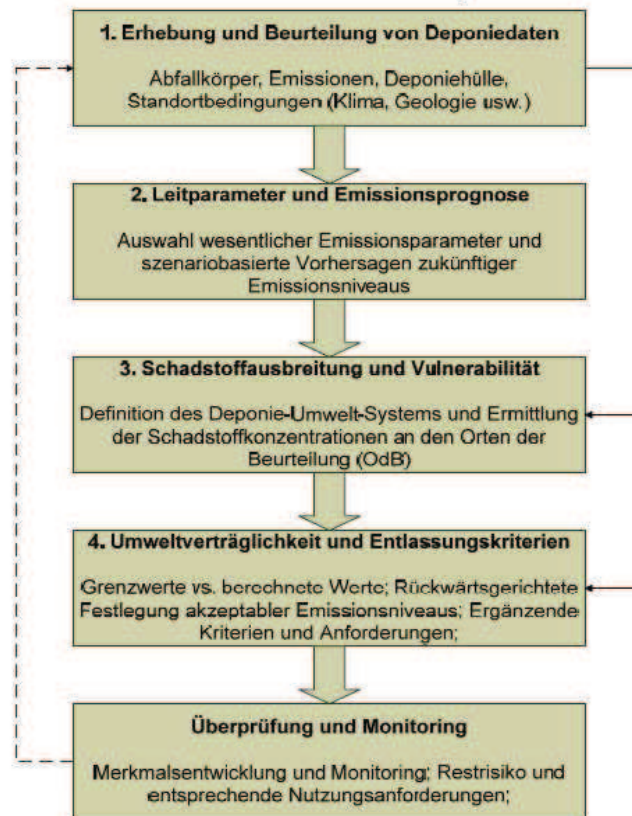


Abbildung 5: Schematische Darstellung der Vorgehensweise zur Festlegung von Entlassungskriterien für die Deponienachsorge (Laner et al. 2011)

Nach Durchführung der Feststellung der Entlassungskriterien kann ein Nachsorgeplan erstellt werden und die dafür notwendigen Kosten abgeschätzt werden.

Erste Untersuchungen zu Abschätzungen des Restemissionspotenzial der Deponie Riederberg wurden im Projekt des Umweltbundesamtes „Weiterentwicklung und Einsatz von Methoden zur Bewertung des Ist -Zustandes und des langfristigen Emissionsverhaltens von Altablagerungen und Reaktordeponien“ durchgeführt. Eine Gesamtbeurteilung der Deponie im Rahmen des Projektes war auf Basis der durchgeführten 9 Einzelproben aus 3 Bohrlöchern nicht möglich. Ebenso sind genauere Aussagen über die Zusammensetzung der Deponie auf Grund der geringen Anzahl der Einzelproben nicht möglich (UBA 2011b).

2 Abschätzung des Rohstoffwertes

2.1 Rohstoffe der Deponie Riederberg

Für die Abschätzung des Rohstoffwertes werden verschiedene (Wertstoff-) Fraktionen betrachtet und bewertet. Bockreis und Knapp (2011) listen die Zusammensetzung von Deponieabfällen aus 22 Rückbauprojekten und Probebohrungen auf. Die in diesen Projekten am häufigsten betrachteten Fraktionen sind Kunststoffe, Metalle und Holz. In einigen der behandelten Arbeiten wurden auch die Fraktionen Inertes (Bauschutt), Textilien, Papier sowie Glas, Organik und andere Wertstoffe betrachtet. Vergleicht man unterschiedliche Studien ist zu erkennen, dass keine einheitliche Klassifizierung über die Zusammensetzung der Deponieabfälle existiert. Tabelle 4 zeigt die Einteilung der Wertstofffraktionen aus 8 verschiedenen Studien und welche Fraktionen daraus für eine Wertstoffgewinnung am häufigsten betrachtet wurden.

Tabelle 4: Liste über die Zusammensetzung der Deponieabfälle unterschiedlicher Studien.

Fraktionen	BJ ¹	BK ²	Re ³	GN ⁴	Go ⁵	Ha ⁶	Hö ⁷	LT ⁸	SUMME
Metalle	x	x	x			x	x	x	6
FE-Metalle	x			x	x				3
NE-Metalle	x			x	x				3
PPK (Papier, Pappe, Kartonagen)	x	x	x	x			x	x	6
Glas	x		x	x		x	x	x	6
Kunststoffe	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Holz	x	x	x	x			x	x	6
Organik	x				x	x	x	x	5
Textilien	x	x		x				x	4
Verbundverpackungen				x					1
Verbunde-komplexe Produkte	x			x				x	3
Schadstoffbelastete Stoffe				x					1
Rest / sonstiges			x	x		x		x	4
Mineralische Abfälle Mineralstoffe				x		x			6
Mineralische Abfälle Boden							x		
Mineralische Abfälle Inertes	x	x			x				

Fraktionen	BJ ¹	BK ²	Re ³	GN ⁴	Go ⁵	Ha ⁶	Hö ⁷	LT ⁸	SUMME
nach Fein / Mittel / Grob Fraktionen	x		x						2
Folien			x						1
Steine			x						1
Elektronikschrott / Problemstoffe			x						1
Ersatzbrennstoff / heizwertreiche Fraktion					x				1
Monochargen						x			1
Klärschlamm						x			1
Bauschutt							x		1
Altreifen							x		1
Asphalt							x		1
Keramik								x	1
Lebensmittel								x	1

- 1 Bockreis, A. and J. Jager, *Waste-economical reconstruction of old landfills*, in *SARDINIA 2009* 2009.
- 2 Bockreis, A. and J. Knapp, *Landfill Mining – Deponien als Rohstoffquelle*. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, 2011. 63(2): p. 70-75.
- 3 Rettenberger, G., *Deponierückbau*, in *Expertengespräch „Effiziente Nutzung metallischer Sekundärrohstoffe“* 2010.
- 4 Gäth, S. and J. Nispel, *Ressourcenpotenzial von ausgewählten Hausmülldeponien in Deutschland*, in *DepoTech Konferenz*, K.E. Lorber, et al., Editors. 2010, Eigenverlag, Montanuniversität Leoben, Institut für Nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik (IAE): Leoben, Österreich.
- 5 Gosten, A., *Untersuchungen über den Nutzen des Deponierückbaus - Gedanken zum Deponierückbau unter heutigen Rahmenbedingungen am Beispiel einer BSR-Deponie*, in *Recycling und Rohstoffe Band 2*, K.J. Thome-Kozmiensky and D. Goldmann, Editors. 2009. p. 447-468.
- 6 Hahn, N., *Rohstoffpotenziale hessischer Deponien*. Wasser und Abfall, 2010. 10(1-2): p. 48-53.
- 7 Hölzle, I., *Vom Deponierückbau bis zum landfill mining - eine Synthese internationaler Untersuchungen*. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft 2010. 62 (7-8 / August 2010): p. 155-161.
- 8 TB Hauer, Restmüllanalyse Tirol 2010

Aus Tabelle 4 ist ersichtlich, dass einige Fraktionen wie z.B. „Folien“ oder „Steine“ in einer Studie extra aufgelistet wurden, wobei sie bei allen anderen Studien in den Gruppen „Kunststoffe“ bzw. „Mineralische Abfälle“ mitberücksichtigt wurden. Dies unterstreicht nochmals die unterschiedliche Klassifizierung der Abfallarten der einzelnen Arbeiten.

Um eine Vergleichbarkeit mit anderen Studien zu ermöglichen, werden für diese Arbeit die in Tabelle 4 am häufigsten aufgelisteten Gruppen (grün hinterlegt) betrachtet. Daraus ergeben sich für die Deponie Riederberg folgende Verwertungsfractionen und Mengen:

Tabelle 5: Verwertungsgruppen bzw. Fraktionen der Deponie Riederberg

Abfall.-Nummer ÖNORM S2100	Bezeichnung	Menge [Mg]
57	Kunststoffe	57.873
581	Textilien	978
187	PPK (Papier, Pappe, Kartonagen)	1.059
17	Holz	5.637
917	Organik	769
31408	Glas	1.318
31	Mineralische Abfälle	33.372
35	Metalle	7

In Summe ergeben die einzelnen Verwertungsgruppen, mit einer Menge von ca. 101.000 Mg, weniger als 10% der Gesamtsumme aller abgelagerten Abfälle von 1.240.000 Mg.

Ein Großteil des Wertstoffpotenzials der Deponie Riederberg ist im gemischten Abfall der festen Siedlungsabfälle einschließlich ähnlichen Gewerbeabfällen zu finden. Diese bilden mit den Fraktionen Hausmüll, Gewerbeabfälle und Sperrmüll die mengenmäßig größten Gruppen (vgl. Kapitel 1.2). Aus verschiedenen Müllsortierungsanalysen kann ein Wertstoffpotenzial je nach Abfallfraktion von 45% bis zu 70% angenommen werden (vgl. Technische Büro Hauer (TB Hauer 2010a)).

2.1.1 Hausmüll

Für den Hausmüll wurde im Jahr 2010 eine Müllanalyse in Tirol durchgeführt (TB Hauer 2010a). Die Analyse ergab, dass sich vor allem die Wertstoffe Papier, Kunststoffe, Glas, Materialverbunde, Metalle und organische Materialien im Tiroler Hausmüll finden (vgl. Tabelle 6).

Tabelle 6: Zusammensetzung des Restmülls in Tirol – Mittelwerte (Quelle: TB Hauer 2010a)

Fraktion	Tirol		
	Masse-%	kg/EW.a	t
Papier, sonstige Verp.	3,9%	5,4	3.788
Glas, sonstige Verp.	1,1%	1,5	1.081
Kunststoffe, sonst. Verp.	6,8%	9,3	6.548
Materialverbunde, sonst. Verp.	1,3%	1,7	1.215
Metalle, sonst. Verp.	1,1%	1,5	1.020
Glas Getränke-Verp.	2,0%	2,7	1.923
PET Getränke-Verp.	1,2%	1,6	1.154
sonst. KSt. Getränke-Verp.	0,3%	0,5	333
Verbundkarton Getränke-Verp.	0,9%	1,2	830
Fe-Getränke-Verp.	0,3%	0,5	323
Al-Getränke-Verp.	0,4%	0,6	396
LM original verp	1,8%	2,4	1.714
LM angebrochen verp	3,3%	4,5	3.155
LM ganz ohne VP	0,9%	1,3	899
LM angebrochen ohne VP	1,9%	2,6	1.825
Papier, Gesamt	9,6%	13,1	9.230
Glas, Verp	3,1%	4,3	3.004
Kunststoffe, Verp	8,3%	11,4	8.035
Materialverbunde, Verp.	2,1%	2,9	2.045
Metalle, Verp.	1,8%	2,5	1.738
Lebensmittel	7,9%	10,8	7.593
Biogenes	12,6%	17,3	12.121
Andere Abfälle	54,6%	110,8	77.771
Gesamt	100,0%	173,1	121.537

Vergleicht man die Restmüllanalyse 2010 mit einer Restmüllanalyse aus dem Jahre 1997 ist zu erkennen, dass sich die Mengen pro Einwohner zwar um 31% erhöht haben, die prozentuale Aufteilung der Wertstoffe aber unter 1% Abweichung liegen (außer bei den Fraktionen Papier und biogenes inkl. Lebensmittel) (vgl. Tabelle 7).

Tabelle 7: Vergleich der Restmüllzusammensetzung in Tirol 1997 und 2010 (Quelle: TB Hauer 2010a)

Analysefraktion	Masse-%		kg/EW.a	
	1997	2010	1997	2010
Papier	12,1%	9,6%	16,0	13,1
Glas-Verpackungen	2,8%	3,1%	3,7	4,3
KSt Getränke-VP	0,9%	1,5%	1,2	2,1
KSt sonst. VP	6,6%	6,8%	8,8	9,3
Verbundkarton Getränke-VP	1,3%	0,9%	1,7	1,2
Metall Getränke-VP	0,8%	0,7%	1,1	1,0
Metall sonst. VP	1,4%	1,1%	1,9	1,5
Biogenes inkl. Lebensmittel	18,6%	20,5%	24,6	28,1
Andere Abfälle	55,4%	55,9%	73,2	112,5
Gesamt	100,0%	100,0%	132,0	173,1

Da auf der Deponie Riederberg unbehandelte Abfälle abgelagert wurden und sich die prozentuale Aufteilung der Wertstoffe in den letzten Jahren nicht wesentlich geändert hat, werden die Werte von 2010 als Vergleichswerte für diese Studie herangezogen. Auf Grundlage der Müllanalyse 2010 und den Aufzeichnungen der abgelagerten Abfallstoffe der Deponie Riederberg lässt sich somit das Wertstoffpotenzial aus dem auf der Deponie gelagerten Hausmüll ableiten bzw. abschätzen (vgl. Tabelle 8).

Tabelle 8: Geschätzte Wertstofffraktion Hausmüll Riederberg (Quelle: eigene Berechnung)

Hausmüll Deponie Riederberg [t]			833.451
Zusammen- setzung*	Anteil Tirol [%] *	Anteil Bezirk Kufstein [%]*	Anteil Deponie Riederberg [t]**
Papier, Gesamt	9,60%	7,60%	63.342
Glas, Verp	3,10%	2,00%	16.669
Leichtverpa- ckungen	10,50%	10,30%	85.845
Metalle, Verp.	1,80%	1,70%	14.169
Lebensmittel	7,90%	9,00%	75.011
Biogenes	12,60%	13,80%	115.016
Andere Abfälle	54,50%	55,60%	463.399
Gesamt	100,00%	100,00%	833.451

* Müllanalyse 2010 TB Hauer

** Grundlage Bezirk Kufstein

2.1.2 Sperrmüll

Aus der Tiroler Abfallanalyse 2010 ist abzulesen, dass fast 45 % des Hausmülls als Wertstoffe potenziell zur Verfügung stehen. Für die Fraktion Sperrmüll liegt eine ähnliche Analyse aus dem Jahre 2007 für das Land Vorarlberg vor (TB Hauer 2008). Hier ist die größte Fraktion Holz mit 31 %. Die Wertstoffe Metall liegen mit 2 % im Bereich des Hausmülls und die Kunststoffmenge beträgt 7 %. Außerdem bilden Möbel 20 %, Matratzen 6 %, Fußbodenbeläge 6 % eine heizwertreiche Fraktion (vgl. Abbildung 6).

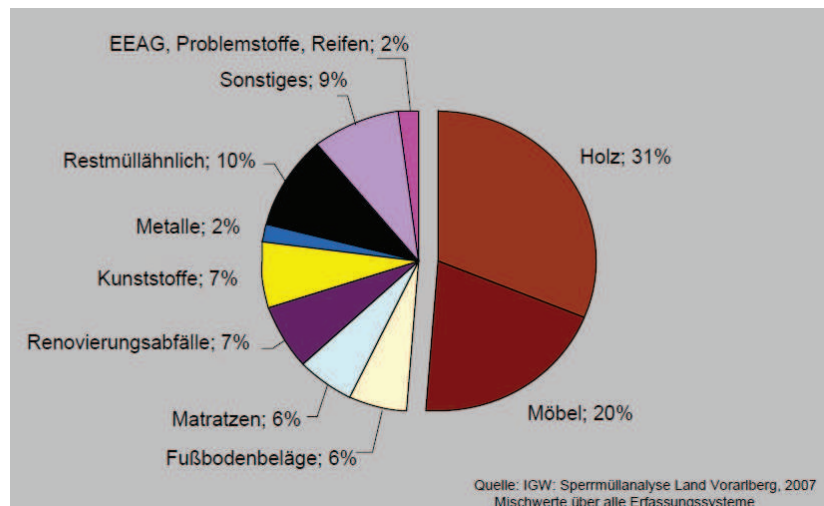


Abbildung 6: Sperrmüllanalyse Land Vorarlberg (Quelle: TB Hauer 2008)

Für diese Studie wird davon ausgegangen, dass sich die Werte aus Vorarlberg auf Grund der ähnlichen demografischen Verhältnisse mit denen aus Tirol vergleichen lassen (TB Hauer 2008). Somit soll mit Hilfe der Sperrmüllanalyse aus Vorarlberg und den Aufzeichnungen der abgelagerten Abfallstoffe der Deponie Riederberg das Wertstoffpotenzial abgeschätzt werden (vgl. Tabelle 9).

Tabelle 9: geschätzte Wertstofffraktion Sperrmüll Riederberg (Quelle: eigene Berechnung)

Deponie Riederberg: Sperrmüll [t]		101.293
Zusammensetzung*	Anteil* [%]	Anteil Deponie Riederberg [t]
Holz	31,00%	31.401
Möbel	20,00%	20.259
Fußböden	6,00%	6.078
Matratzen	6,00%	6.078
Kunststoffe	7,00%	7.091
Metalle	2,00%	2.026
Andere Abfälle	28,00%	28.362
Gesamt	100,00%	101.293

* TB Hauer 2008

2.1.3 Gewerbemüll

Die Zusammensetzung von Gewerbemüll ist je nach Gewerbe und Gewerbegröße sehr unterschiedlich und muss von Fall zu Fall betrachtet werden (vgl. Fricke et al. 2002). Um eine grobe Abschätzung zu erhalten, wurden daher Ergebnisse verschiedener Gewerbeabfallsichtungen der Ingenieurgemeinschaft Witzenhausen aus den Jahren 1996-1998 (vgl. Fricke et al. 2002) für die Deponie Riederberg herangezogen.

Demnach können hausmüllähnliche Gewerbeabfälle in die Fraktionen Kunststoffe (12,2%), Papier und Pappe (11%), Holz (10,6%), Organik (8,8%), Textil (0,7%), Metalle (5,1%), Verbundstoffe (7%), Mineralische Abfälle (17,7%) und sonstige Abfälle (26,8%) unterteilt werden.

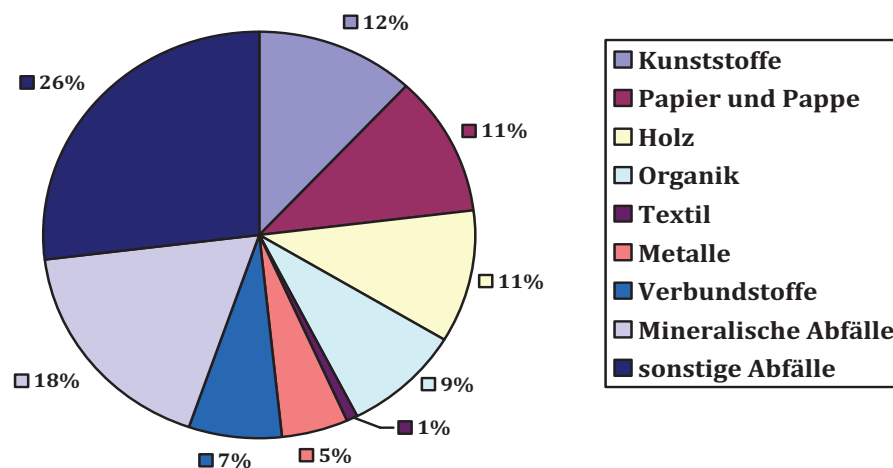


Abbildung 7: Wertstofffraktionen Gewerbemüll (Quelle: Eigene Darstellung)

Für die Deponie Riederberg kann daraus ein Wertstoffpotenzial wie in Tabelle 10 abgeschätzt werden.

Tabelle 10: Geschätzte Wertstofffraktion Gewerbemüll Riederberg (Quelle: eigene Berechnung)

Deponie Riederberg: Gewerbemüll [t]		176.996
Zusammensetzung*	Anteil* [%]	Anteil Deponie Riederberg [t]
Kunststoffe	12,20%	21.594
Verbundstoffe	7,00%	12.390
Papier/Pappe	11,00%	19.470
Holz	10,60%	18.762
Organik	8,80%	15.576
Mineralien	17,70%	31.328
Metalle	5,10%	9.027
Textil	0,70%	1.239
Andere Abfälle	26,90%	47.612
Gesamt	100,00%	176.996

* Ingenieurgesellschaft Witzenhausen (1996-1998)

2.2 Wertstoffpotenzial Deponie Riederberg

Mit den Informationen der Tabelle 1, Tabelle 5, Tabelle 8, Tabelle 9 und Tabelle 10 können die gesamten potenziellen Wertstofffraktionen der Deponie Riederberg dargestellt werden (vgl. Tabelle 11).

Tabelle 11: Geschätzte Wertstoffmenge Deponie Riederberg

Abfall.- Nummer ÖNORM S2100	Bezeichnung	Menge [t]	Anteil an Gesamtmenge
57	Kunststoffe	172.402	13,86%
917	Grünabfälle (inkl. Organik aus Haus- und Gewerbemüll)	131.361	10,56%
187	PPK (Papier, Pappe, Kartonagen)	83.871	6,74%
11	Nahrungs- und Genussmittelabfälle	76.263	6,13%
31	Mineralische Abfälle	63.382	5,10%
17	Holz	55.799	4,49%
35	Metalle	25.228	2,03%
31408	Glas	17.987	1,45%
14	Häute und Lederabfälle	4.595	0,37%
581	Textilien	2.217	0,18%
	sonstige (Rest von Haus-, Gewerbe- und Sperrmüll)	571.786	45,98%

Die mit Abstand größte Fraktion bildet mit 46 % „Sonstiges“ - das ist der von Wertstoffen bereinigte Rest des Haus-, Gewerbe- und Sperrmülls. Die nächste Fraktion „Kunststoffe“ macht 14% aus, gefolgt von Grünabfällen mit 10,5%. Die übrigen Fraktionen bewegen sich zwischen 6,74% und 0,18% der Gesamtdeponiemenge. Wie effizient die Wertstoffgewinnung aus der Deponie ist hängt im Wesentlichen von der Rückbaumethode und dem Reinheitsgrad der gewonnen Materialien ab.

Die Methoden zur Aussortierung der gewünschten Fraktionen sind im Allgemeinen je nach Verfahren sehr effizient. So können bei der Abfallsortierung im Deponierückbau Wiedergewinnungsraten von 85% bis 95% für Boden, 70% bis 90% für Metalle und 50% bis 75% für Plastik erreicht werden (vgl. Reno Sam 2009). Diese Informationen müssen bei der Wertstoffermittlung berücksichtigt werden. Somit reduzieren sich die Werte für Kunststoff im Schnitt um 37,5 % auf 107.751 Mg, die Werte für Metalle um 20% auf 20.182 Mg und für Mineralische Abfälle um 10% auf 57.044 Mg. Für die restlichen Fraktionen liegen keine Werte vor. Aus diesem Grund wird für diese Fraktionen der Mittelwert aus den

Wiedergewinnungsraten der untersuchten Fraktionen Kunststoff, Mineralische Abfälle und Metalle von 77,5% angenommen (vgl. Tabelle 12)

Tabelle 12: Geschätztes Wertstoffpotenzial der Deponie Riederberg

Bezeichnung	Menge [t]	Mittlere Wiedergewinnungsrate	Geschätztes Wertstoffpotential [t]
Kunststoffe	172.402	62,5%*	107.751
Grünabfälle (inkl. Organik aus Haus- und Gewerbemüll)	131.361	77,5%**	83.507
PPK (Papier, Pappe, Kartonagen)	83.871	77,5%**	65.000
Nahrungs- und Genussmittelabfälle	76.263	77,5%**	59.104
Mineralische Abfälle	63.382	90,0%*	57.044
Holz	55.799	77,5%**	43.244
Metalle	25.228	80,0%*	20.182
Glas	17.987	77,5%**	13.940
Häute und Lederabfälle	4.595	77,5%**	3.561
Textilien	2.217	77,5%**	1.718

*Reno Sam 2009; **Mittelwert aus allen Fraktionen Kunststoff, Min. Abfälle und Metalle

Im Folgenden wird das Verwertungspotenzial der deponierten Abfälle beschrieben.

2.3 Verwertungspotenzial Deponie Riederberg

Die einzelnen Fraktionen können entweder einer energetischen oder einer stofflichen Verwertung zugeführt werden. Tabelle 13 zeigt welche Verwertungswege für die einzelnen Fraktionen möglich sind.

Tabelle 13: Verwertungsmöglichkeiten potenzieller Rohstoffe (vgl. Hahn 2010)

Abfall.- Nummer	Bezeichnung	Verwertung energetisch		Verwertung stofflich		
		Organik	Kunststoffe	Mineralien	Metalle	Kunststoffe
911	Hausmüll	x	x	x	x	x
912	Gewerbeabfälle	x	x	x	x	x
914	Sperrmüll	x	x	x	x	x
57	Kunststoffe		x			x
917	Grünabfälle (inkl. Organik aus Hausmüll)	x				
11	Nahrungs- und Genussmittelabfälle	x				
187	PPK (Papier, Pappe, Kartonagen)	x				
31408	Glas			x		
35	Metalle				x	
17	Holz	x				
14	Häute und Lederabfälle	x				
581	Textilien	x				

Der Zustand der Rohstoffe (Verschmutzung oder Zersetzung) und die Rückbaumethode entscheiden über die Möglichkeiten der Verwertung (vgl. Bockreis A., Knapp J. 2011). Der Verschmutzungs- und Zerlegungsgrad der Abfälle kann durch Probebohrungen auf der Deponie ermittelt werden. Ist der Zustand der abgelagerten Stoffe bekannt, kann über eine geeignete Verwertung und eine geeignete Rückbaumethode entschieden werden.

2.3.1 Energetische Verwertung

Für die energetische Verwertung wird der Heizwert der einzelnen Fraktionen bewertet:

Tabelle 14: Heizwertpotenziale – Deponie Riederberg

Bezeichnung	Menge [t]	Heizwert Hu [kJ/kg FS]	Heizwert Hu [kWh/kg FS]	SUMME Heizwert [MWh]
Hausmüll**	645.925	9.400	2,6	1.679.404
Gewerbeabfälle**	137.171	11.000	3,1	425.233
Sperrmüll*	78134	13.200	3,7	289.095
Kunststoffe*	107.751	26.700	7,4	797.357
Grünabfälle (inkl. Organik aus Hausmüll)*	83.507	7.100	2,0	167.014
PPK (Papier, Pappe, Kartonagen)*	65.000	8.500	2,4	156.000
Nahrungs- u. Genussmittelabfälle*	59.104	7.100	2,0	118.208
Holz*	43.244	9.500	2,6	112.435
Häute und Lederabfälle***	3.561	19.800	5,5	19.586
Textilien*	1.718	12.300	3,4	5.842

* Fricke K. et al. 2002

** Fehrenbach et al. 2007

*** Quelle:

<http://www.bauforumstahl.de/upload/documents/brandschutz/kennwerte/Heizwerttextil.pdf>

Aus Tabelle 13 ist ersichtlich, dass in Summe ein sehr großes Heizwertpotenzial von ca. 1,4 TW (Abfälle sortiert) bis ca. 2,4 TW (Summe Siedlungsabfälle – grün hinterlegt) zur Verfügung steht. Der Rohstoffwert (in diesem Fall das Heizwertpotenzial) muss den Rückbau- und den Aufbereitungskosten gegenübergestellt werden. Außerdem muss überprüft werden ob für den Rohstoff Verwertungskosten oder Verwertungserlöse anfallen. So gibt zum Beispiel TB Hauer (2010 b) in einer Studie für das Amt der Tiroler Landesregierung an, dass für Hausmüll, der energetisch verwertet wird, ein Kostenfaktor von ca. 150 €/t einzurechnen ist (ohne Transport und ohne Rückbaukosten) (vgl. TB Hauer 2010b) Für Ersatzbrennstoffe aus Holz- und Papierabfälle, ausgehärtete Kunststoffabfälle, Gummiabfälle, biogene Abfälle sowie deren Mischungen mit einem Brennwert über 15.000 kJ/kg fallen für die Verwertung bei „Wien Energie“ Kosten in Höhe von 100 €/t (ohne Transport) an. Rettenberger (2010d) gibt hingegen für die Verwertung der heizwertreichen Fraktion einen Betrag von nur 5 € pro Tonne an.

Auf Grund der sehr unterschiedlichen Angaben zu den Verwertungskosten ist eine derartige Abschätzung für die Deponie Riederberg auf Basis der vorliegenden Informationen nicht möglich. Bei einem geplanten Rückbau der Deponie Riederberg müssen im Vorfeld, nach

Ermittlung des Zustands der abgelagerten Stoffe und der Entscheidung welcher Verwertungsweg und welche Rückbaumethode eingeschlagen wird, Angebote für die unterschiedlichen Heizwertfraktionen eingeholt werden.

Erlöse sind für eine thermische Verwertung der Rohstoffe nach den vorliegenden Informationen derzeit nicht zu erwarten. Im Gegenteil werden die Rückbaukosten umso größer je höher der Anteil der heizwertreichen Fraktion am Deponiekörper ist (vgl. UBA 2011).

2.3.2 Stoffliche Verwertung

Eine stoffliche Verwertung kommt für die Fraktionen Kunststoffe, mineralische Abfälle, Glas und Metall in Frage. Die Verwertungsmöglichkeiten hängen sehr stark vom Zustand der Rohstoffe (Verschmutzung und Zersetzung) ab.

Tabelle 15: Stoffliches Verwertungspotenzial Deponie Riederberg (vgl. Tab. 12)

Bezeichnung	Menge [t]
Kunststoffe	107.751
Mineralische Abfälle	57.044
Metalle	20.182
Glas	13.940

2.3.2.1 Kunststoffe

Für eine stoffliche Verwertung von Kunststoffen besteht ausreichend Erfahrung in der Abfallwirtschaft. Dennoch ist aufgrund der unterschiedlichen chemischen Zusammensetzungen der Kunststoffe im Laufe der letzten Jahre die automatische bzw. halbautomatische Sortierung bei Rückbauprojekten kritisch zu betrachten (vgl. Gosten A. 2009). Die Kunststoffpreise sind seit 2009 stark gestiegen und erfuhren Anfang Juni 2012 einen massiven Preissturz. Die Kunststoffpreise unterliegen, wie die Rohölpreise, zum Teil massiven Kursschwankungen (vgl. Abbildung 8).

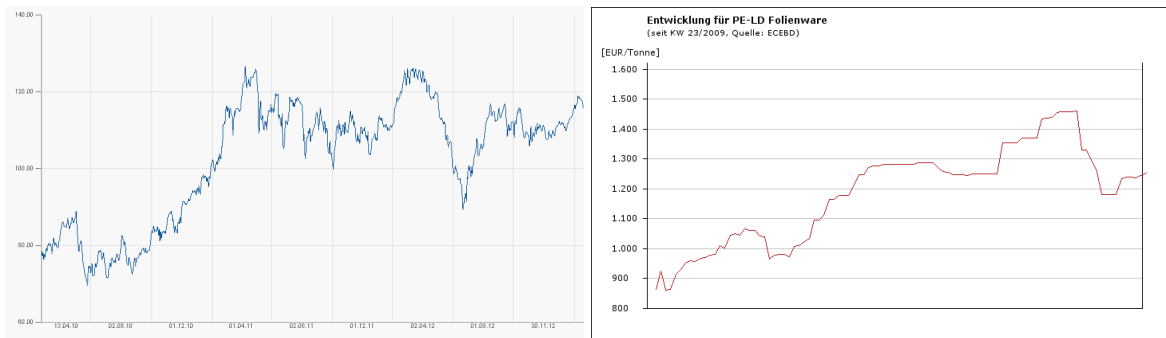


Abbildung 8: Preisentwicklung für Rohöl (2009-2012) und der PE-LD Folienware (2009-2012)
(Quellen: <http://www.finanzen.net/rohstoffe/oelpreis@brent/> und http://plasticker.de/preise/preise_ecebd.php)

Vergleicht man die Kunststoffpreise von 2008 und 2012 so sind diese zum Beispiel im post-user Bereich für LDPE-Agrarfolie s/w von 10-35 €/t im November 2008 auf 30-65 €/t im November 2012 gestiegen (bvse-Marktbericht Kunststoffe – Nov. 2008 und 2012 Preisspiegel EUWID in <http://plasticker.de/preise/marktbericht.php>)

Je nach Zustand der Kunststoffe können unterschiedliche Erlöse erzielt werden. Für LDPE-Agrarfolie s/w können derzeit ca. 30 €/t (siehe oben) erzielt werden und für LDPE Ballenware um die 240 €/t (vgl. Tabelle 166).

Tabelle 16: Notierungen für Standardkunststoffe; Angaben in €/t (Quelle: plasticker 2013).

	Jan 13 ⁶	Dez 12	Nov 12	Sep 12	Dez 11
HDPE Mahlgut ¹	550	570	610	660	550
HDPE Granulat ⁵	890	860	860	970	840
LDPE Ballenware ²	240	180	140	320	240
LDPE Mahlgut ¹	550*	530*	540*	690	540
LDPE Granulat ⁵	950	910	900	880	790
PP Ballenware ³	390	400	340	310	260
PP Mahlgut ¹	590	580	620	640	560
PP Granulat ⁵	1020	950	960	1010	880
PS Mahlgut ⁴	590	610	630	620	640
PS Granulat ⁵	1130	1280	1270	1180	960
w_PVC Mahlgut ¹	300	670	760*	370	380
h_PVC Mahlgut ¹	510	540	580*	450	400
PET Ballenware bunt	280	310	320	320	280
PET Mahlgut bunt	660	630	690	700	590
Durchschnitt	(618)	644	658	632	565

*: Zu geringe Angebotszahl, um eine statistische Signifikanz zu erreichen;

1: entspricht der Qualität Produktionsabfall, bunt;

2: entspricht K49;

3: entspricht K59;

4: entspricht Standard bunt;

5: entspricht der Qualität Regranulat schwarz;

6: Vorschau, die sich durch weitere Angebote verändern kann.

Mit Hilfe von zusätzlichen Untersuchungen muss geklärt werden welche stofflichen Verwertungsmöglichkeiten umsetzbar sind und welche Kunststoffgruppen tatsächlich zur Verwertung zur Verfügung stehen.

Aufgrund der anzunehmenden Verschmutzung und der Nicht-Sortenreinheit der in einer Deponie abgelagerten Kunststoffe, ist davon auszugehen, dass diese Kunststoffe nicht für eine stoffliche Verwertung geeignet sind.

2.3.2.2 Mineralische Abfälle

Die Gewinnung mineralischer Abfälle aus der Deponie Riederberg spielt aufgrund seiner relativ geringen Mengen von ca. 57.000 Mg im Vergleich zu anderen Deponien (vgl. Bockreis, Jäger 2009; Gäth, Nispel 2010; Gosten 2009; Hahn 2010; Hölzle 2010) eine eher untergeordnete Rolle. Erlöse aus der mineralischen Fraktion sind nicht zu erwarten. Ziel ist im Allgemeinen die mineralischen Abfälle zu Recyclingbaustoffen aufzubereiten und somit weitere Deponierungskosten einzusparen. Sollte die Aufarbeitung nicht möglich sein, so kommt eine kostengünstigere Ablagerung der mineralischen Abfälle auf einer Baurestmassendeponie in Frage.

2.3.2.3 Metalle

Für die Metallfraktion sind die höchsten Erlöse pro Mg zu erwarten. Je nach Wahl der Rückbaumethode können Metalle in Eisen- und Nichteisenmetalle getrennt werden. Die Nichteisenmetalle können wieder in weitere Fraktionen wie Kupfer, Aluminium etc. getrennt werden.

Bei einer gemischten Schrottverwertung stehen für die Deponie Riederberg ca. 20.182 Mg zur Verfügung. Bei einem Schrottpreis von derzeit 190 €/t (Preis 02/2013, <http://schrottpreise.eu>) könnten Erlöse in Höhe von mehr als 3,8 Mio. € erzielt werden.

Bei einer Trennung von weiteren Fraktionen erhöhen sich zwar die Sortierkosten, es werden aber auch höhere Erlöse erzielt. Die UBA-Studie „Deponierückbau“ (2011b) gibt an: „bereits ab einem Kupfergehalt von 0,4 % würden sich Nettoerlöse ergeben“. Für die Studie „Weiterentwicklung und Einsatz von Methoden zur Bewertung des Ist -Zustandes und des langfristigen Emissionsverhaltens von Altablagerungen und Reaktordeponien“ (UBA 2011a) wurden 9 Proben aus der Deponie Riederberg entnommen und auf Schadstoffe analysiert. Die Untersuchungen ergaben relativ hohe Kupferbelastungen von 1.000 mg/kg bis 4.500 mg/kg, sowie Zinkbelastungen von 1.700 mg/kg bis 5.600 mg/kg und Bleibelastungen von

560 mg/kg bis 1.700mg/kg. Rechnet man mit einer Durchschnittsmenge von 2.563 mg/kg Kupfer ergibt das für die Deponie Riederberg eine potentielle Kupfermenge von 3.075 Mg. Bei einem derzeitigen Kupferschrottpreisen über 5.000 €/Mg (Preis 02/2013; <http://schrottpreise.eu>) führt dies zu einem Erlös von über 15 Mio. €. Zählt man aus der Untersuchung noch das Wertstoffpotential der Metalle Zink (3.530 mg/kg) und Blei (1.110 mg/kg) hinzu, könnte bei den aktuellen Schrottpreisen mit Erlösen von mehr als 22 Mio. € gerechnet werden. Da es sich bei dieser Untersuchung um Einzelproben handelt, ist diese Abschätzung sehr kritisch zu betrachten und weitere Untersuchungen dazu sind für eine genauere Beurteilung notwendig.

2.3.2.4 Glas

Über die Altglassammelbehälter werden ausschließlich Glasverpackungen dem Recyclingkreislauf zugeführt (vgl. www.agr.at). Altglas wie z.B. Flachglas das nicht über die Altglassammelbehälter entsorgt wird muss zum Restmüll oder Recyclinghof oder kann wie in Tirol über den Sperrmüll entsorgt werden. Da die Altglassammlung in Tirol schon seit 35 Jahren durchgeführt wird und recht gut funktioniert (Quelle: www.agr.at), kann man davon ausgehen, dass sich in der Deponie Riederberg vor allem Altglas wie Flachgläser befinden. Für das Glasrecycling werden zum Teil recht hohe Anforderungen an den Reinheitsgrad gestellt. Sind diese nicht erfüllt muss das Altglas einem Aufbereitungsprozess unterzogen werden (UBA 2013). Das Land Steiermark beschreibt in der Studie „Flachglas-Sammlung und Verwertung“ (Schlager 2006), dass abgetrenntes Glas aus dem Restmüllsplitting so fein gewonnen wird, dass es für eine weitere Verwertung nicht mehr geeignet ist. Somit kann das Altglas aus der Deponie Riederberg einer Verwertung nicht zugeführt werden.

3 Deponierückbau – Verfahrensschritte, Effizienz, Kosten

Die Deponierückbaukosten hängen ab von der Wahl der Rückbaumethode. In der Literatur finden sich die verschiedensten Methoden, die sich von einfachen Handwerkzeugen wie Schaufeln bis hin zu Infrarotanlagen erstrecken (vgl. ATV-DVWK/VKS 2002, Hogland 2004, Van der Zee 2010, Tielmans Laever 2010, Rettenberger 2010c, Hölzle 2010, Jones et al. 2012). Die meiste Anwendung finden weltweit Siebe insbesondere Trommelsiebe (vgl. Hölzle 2010). Die im Auftrag des Lebensministeriums durchgeführte Studie des österr. Umweltbundesamtes „Deponierückbau – Wirtschaftlichkeit, Ressourcenpotenzial und Klimarelevanz“ (2011b) zeigt einen Überblick und eine Evaluierung über die vielen verschiedenen Aufbereitungstechnologien in Bezug auf Eignung im Einsatz beim Deponierückbau.

Die Abfolge der Verfahrensschritte im Deponierückbau wird im Arbeitsbericht „Umlagerung und Rückbau von deponierten Abfällen“ (ATV-DVWK/VKS 2002) beschrieben, die sich praktisch mit der Vorgehensweise von Rettenberger (2010c) decken. In Tabelle 17 werden die beiden Methoden gegenübergestellt.

Tabelle 17: Verfahrensschritte zum Deponierückbau nach ATV-DVK/VKS 2002 und Rettenberger 2010c

	Umlagerung und Rückbau von deponierten Abfällen“ (ATV-DVWK/VKS 2002)	Rettenberger (2010c)
1	In-situ-Vorbelüftung des Deponiekörpers zur Geruchsstabilisierung und/oder Trocknung vor der Abgrabung	In allen Stufen: Einsatz von MBA-Technik nach dem Stand der Technik Technikauswahl entsprechend Kosten/Nutzen-Analyse
2	Abgraben des Deponiekörpers, wobei gegebenenfalls schon weitgehende Separierung verschiedener Abfallarten erfolgt.	Abgraben Anforderungen bezüglich Arbeits- und Nachbarschaftsschutz
3	Sortierung, Fraktionierung, Zerkleinerung	Klassierung und Fraktionierung: Auslese von Stör- und/oder Schadstoffe Auslese von Wertstoffen
4	Behandlung der aufgenommenen Abfälle mittels mechanischer, biologischer und thermischer Verfahren bzw. entsprechender Kombinationen.	
5	Erneute Ablagerung der behandelten Abfälle in zugewiesenen Deponien/Deponieabschnitten.	Nicht verwertbarer Anteil Ggf. Zerkleinerung, Inertisierung, Verdichteter Einbau in einen Deponie- bereich gem. Stand der Technik

Welche Verfahrensschritte für den Deponierückbau angewendet werden, hängt von den Materialeigenschaften des abgegrabenen Abfalls ab und welche Wertstoffe aussortiert und weiterverwertet/-verarbeitet werden sollen (vgl. UBA-Bericht 2011b). In Abbildung 9 wird ein möglicher Verfahrensablauf dargestellt.

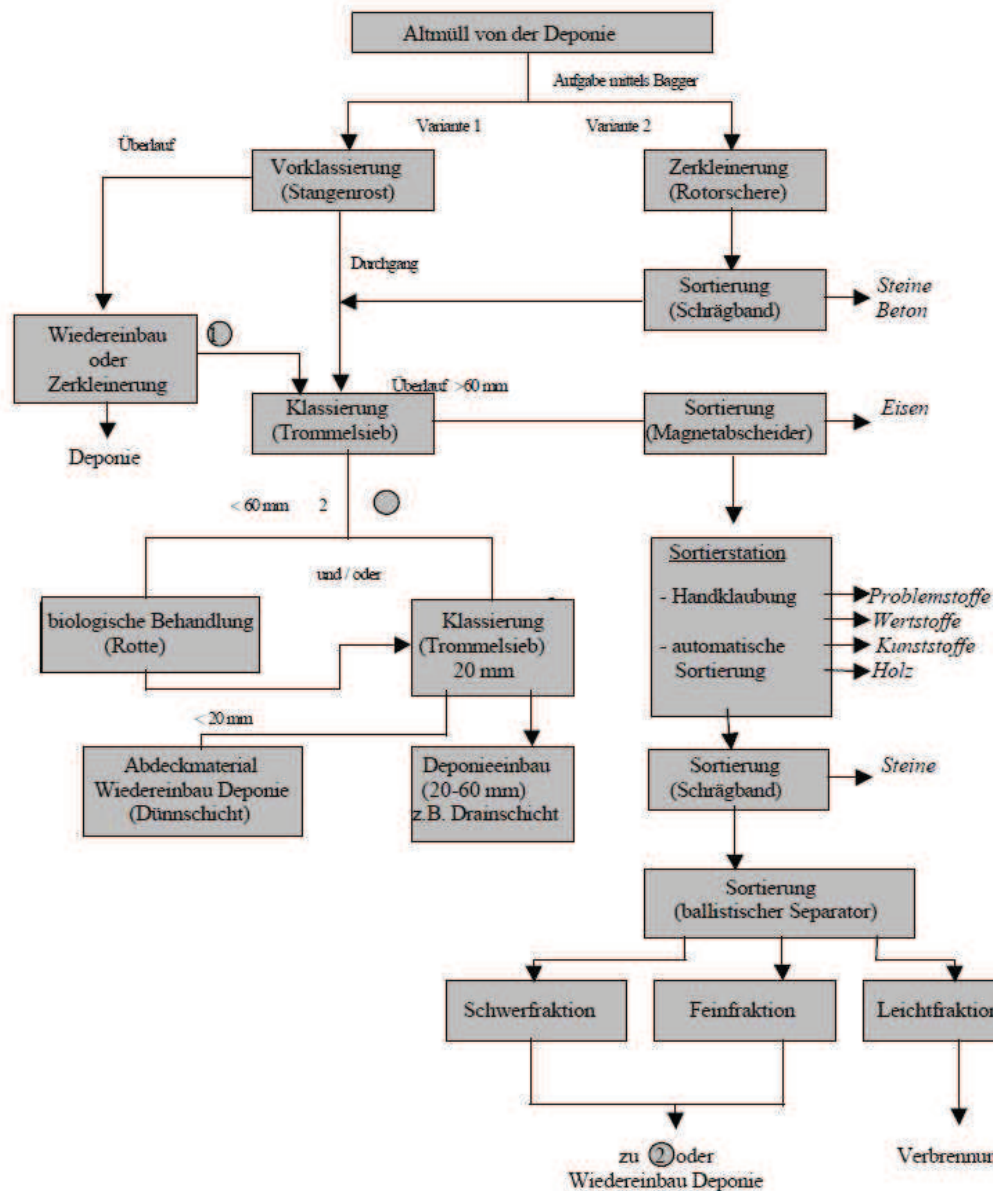


Abbildung 9: Verfahrensablauf Deponierückbau (ATV-DVK/VKS 2002)

Neben den hohen Wiedergewinnungsraten (vgl. Kapitel 2.2) können je nach Methode auch hohe Reinheitsgrade erreicht werden. Die Reinheit der aussortierten Materialien liegen zwischen 90% und 95% für Boden, 80% bis 95% für Metalle und 70% bis 90% für Plastik (vgl. Tabelle 18).

Tabelle 18: Wiedergewinnungsraten und Reinheitsgrade von rückgebauten Rohstoffen (aus A. Bockreis/ J. Knapp 2011)

Wiedergewinnungsraten und Reinheitsgrade von Rohstoffen in rückgebauten Deponien (Strange 2010)		
	Wiedergewinnungsraten	Reinheitsgrad
Boden	85–95 %	90–95 %
Eisenmetalle	70–90 %	80–95 %
Kunststoffe	50–75 %	70–90 %

Die Abfallsortierung kann immer wieder durch verschiedene Materialien gestört werden. So müssen die Sortierkomponenten entsprechend den Inhaltstoffen angepasst werden. Hölzle (2010) beschreibt zum Beispiel, dass Folien die Sieböffnungen verdeckten, Strumpfhosen sich verwickelten und Gesteinsbrocken die Anlagen beschädigten.

Erfahrungen zu Rückbauprojekten in Tirol liegen für die Milser Au vor. Für das Projekt wurden Voruntersuchungen in Form von Erhebung von Grundlagen (Erfassung der vorhandenen Daten, Vermessung), Schürfen und einer Abfallanalyse der Schürfe durchgeführt. Auf Basis dieser Voruntersuchungen wurde die Sanierung umgesetzt. Für die Sanierung wurde ein Löffelbagger, ein Radlader, ein Trommelsieb (Doppstadt-SM-578, Maschenweite 15mm) mit nachgeschaltetem Windsichter und Magnetabscheider (FARWICK hurrikan Windsichter System Seiringer) eingesetzt. Probleme bereiteten größere Steine (>20cm), die die Siebanlage regelmäßig blockierten. Da die Steine weder händisch noch mit Bagger vorab aussortiert werden konnten, wurde zusätzlich eine Brechanlage vor die Siebanlage gesetzt. Die Altablagerung von ca. 3.400 m³ wurde innerhalb von 3 Wochen zurückgebaut (Neurauter 2011). Die Kosten beliefen sich auf 205.000 € (vgl. Tabelle 19) das entspricht ca. 60,3 €/m³.

Tabelle 19: Kostenaufstellung Rückbau Milser- Au (Neurauter 2011)

Position	Menge gerundet	gerundet
Entsorgung Schrott	170 t	brutto 14.000 Euro
Entsorgung Hausmüll	68 t	brutto 18.500 Euro
Entsorgung Bauschutt	1.250 t	brutto 67.000 Euro
Entsorgung Bodenaushubdeponie	1.250 t **	-----
Sanierungsarbeiten, Regiearbeiten	gesamte Deponie***	brutto 100.000 Euro
Ingenieurarbeiten	gesamte Deponie	brutto 5.500 Euro
Summe	gesamte Deponie	brutto 205.000 Euro

** Die Entsorgung erfolgte auf der Gemeindeeigenen Bodenaushubdeponie; es wurden keine Kosten verrechnet

*** Die Kosten für die Entfernung des nicht verunreinigten Bodenaushub sind in den Sanierungsarbeiten bzw. Regiearbeiten inkludiert. Der saubere Bodenaushub wurde im Landschaftsbau eingesetzt.

Für die tatsächlichen Rückbaukosten einer Deponie liegen sehr unterschiedliche Werte vor. Hölzle (2010) verglich die Kosten mehrerer Rückbauprojekte weltweit (vgl. Tabelle 20).

Tabelle 20: Gegenüberstellung von Deponierückbaukosten (aus Hölzle 2010)

Absolute und relative Kosten internationaler Deponien unter Berücksichtigung spezifischer Rückbaumaßnahmen					
Deponie	Menge	Einheit	Kosten in €	€/m³	Anmerkungen
Jägerberg ¹ /Deutschland	13.000	m³	3.000.000	230,77	Kompletter Rückbau
Tiefenbach ¹ /Deutschland	5.000	m³	1.120.000	224,00	Kompletter Rückbau
Holzg'wandenweg ¹ /Deutschland	4.150	m³	750.000	180,72	Kompletter Rückbau
Naples/USA ²	292	t	25.000	73,00	Pilotversuch; Umrechnungskurs: 1 USD : 10,4 ATS (Aug. 1992); Umrechnungsfaktor: 1 m³ = 1,16 t
Am Heckenweiher ¹ /Deutschland	38.500	m³	2.750.000	71,43	Wiedereinbau Vorort
Walkmühle ¹ /Deutschland	5.900	m³	330.000	55,93	Kompletter Rückbau ohne Trennung
Helsingborg/Schweden ³	165.000	t	3.033.810	22,07	Hochrechnung auf Basis von Pilotversuch; Umrechnungskurs: 10 SEK : 1,05 €; Umrechnungsfaktor: 1 m³ = 1,2 t
Rettenberger/Deutschland ⁴				13,00	Wiedereinbau Vorort
Rennerod/Deutschland ⁵	785.000	m³	6.500.000	8,28	Ohne Entsorgungskosten
Sharjah/UAE ⁶	6.400.000	m³	35.200.000	5,50	Ohne Entsorgungskosten
Edinburg/USA ⁷	15.000	m³		4,25	Umrechnungskurs: 1 USD : 12 ATS (Mai 1991)

¹ GAB (2010), ² EPA (1993), ³ Bergstedt (2008), ⁴ Rettenberger (2002), ⁵ Kreisverwaltung des Westerwaldkreises (2006), ⁶ Göschl (2006), ⁷ EPA (1997)

Aus der Auflistung ist ersichtlich, dass die Kosten für einen Rückbau zwischen 22€ und 231€ pro Kubikmeter liegen. Zusammenhänge über die Menge des Rückbaus im Sinne „je mehr desto billiger“ sind nicht zu erkennen.

Rettenberger (2010e) gibt für den Deponierückbau folgende Kosten an (jeweils bezogen auf das Rückbauvolumen):

Tabelle 21: Deponierückbaukosten im Vergleich zur Stilllegung einer Deponie (Rettenberger 2010e)

Rückbau = Abgraben inkl. Arbeitsschutz + Aerobisierung, Grobsortierung, Transport, Sortiertechnik:	8 €/m ³
MBA-Technik: nur Siebung + Fe-Abscheidung:	5 €/m ³
MBA-Technik: mit Aufbereitung der Mittelfraktion:	13 €/m ³
Verwertung der heizwertreichen Fraktion:	5 €/m ³
Sanierung der freigelegten Deponiebasis:	2 €/m ³
Deponierung nach dem Stand der Technik:	10 €/m ³
Ggf. Transportkosten des Deponiegutes zu einem anderen Standort	
Gesamtkosten	30 €/m³ bis 40 €/m³
Zum Vergleich: Stilllegung ohne Rückbau	Meistens unter 5 €/m ³ selten über 25 €/m ³

Die Studie „Deponierückbau – Wirtschaftlichkeit, Ressourcenpotenzial und Klimarelevanz“ (2011b) des Umweltbundesamtes rechnet mit Kosten von 28,02 €/m³ und Erlösen von 11,18 €/m³ also in Summe mit Kosten von 16,84 €/m³. Die Studie kommt zu dem Schluss, dass aus ökonomischer Sicht die Deponierückbaukosten vor allem von den Kosten für die heizwertreiche Fraktion und vom Kupferschrottgehalt des Deponiematerials abhängen.

Für die Deponie Riederberg mit einem Volumen von ca. 1.200.000 m³ würden je nach Berechnung bzw. Studienvergleich Kosten von 42 Mio. € (Rettenberger 2010e) bis 276 Mio. € (Hölzle 2010) bzw. 60,3 Mio. € (Neurauter Milser Au 2011) und 20,2 Mio. € (UBA 2011) anfallen.

Tabelle 22: Abschätzung der Rückbaukosten Deponie Riederberg

Berechnung nach	Kosten in € pro m ³	Kosten Deponie Riederberg in €
Rettenberger 2010	30,00 bis 40,00 (Mittel 35,00)	42 Mio.
Hölzle	Bis zu 230	276 Mio.
Umweltbundesamt (UBA) 2011	16,84	20,2 Mio.
Neurauter 2011	60,3	72,3 Mio.

4 Ökologische und gesellschaftliche Einflussfaktoren

Für eine Entscheidung zum Deponierückbau müssen neben den ökonomischen Kosten auch ökologische und gesellschaftliche Faktoren berücksichtigt werden. Dieser ganzheitliche Ansatz im Deponierückbau wurde bisher nicht konsequent angewendet. Life Cycle Costing, Life Cycle Assessment und auch Monte Carlos Simulation wurden vereinzelt für die Bearbeitung von Deponierückbaustudien eingesetzt, um verschieden ökologische und auch soziologische Fragestellungen zu beantworten (vgl. Hellweg et al. 2005, Hauschild et al. 2008, Frändegard et al. 2012). Ein durchgehend ganzheitlicher Ansatz der ökonomische, ökologische und soziologische Fragestellungen bearbeitet wurde im Deponierückbau bisher aber noch nicht umgesetzt. Ortner (2013) weist darauf hin, dass bei der Mehrheit der Studien der letzten Jahre im Themenfeld Deponierückbau ein großer Bedarf an die Integration von Langzeit-Umwelteinwirkungen und sozialwissenschaftlichen Fragestellungen im Deponierückbau besteht.

Für diese Studie wurde ein einfacher Ansatz zur Integration ökologischer und soziologischer Fragestellungen erarbeitet. Dabei werden die ökologischen und soziologischen Einflussfaktoren grob bestimmt und beurteilt, ob sie vor, während oder nach einem Deponierückbau relevant sind.

Aus ökologischer Sicht sind vor allem Emissionen in Luft, Boden und Wasser zu berücksichtigen. Emissionen in die Luft entstehen vor allem durch Deponiegas (Geruch), Staub und Lärm. Emissionen ins Wasser entstehen vor allem durch Sicker- und Oberflächenwasser aus der Deponie und bei Schäden der Basisabdichtung ins Grundwasser. Ebenso können Emissionen durch Schäden der Basisabdichtung in den Untergrund gelangen.

Aus gesellschaftlicher Sicht gilt es zu beurteilen in wie weit und in welcher Form Auswirkungen zu erwarten sind. Dabei sind Fragestellungen zu beantworten in wie weit die Gesellschaft durch die Deponie betroffen ist (Anlieger zur Deponie, Bewohner aus Nachbargemeinde, Einfluss auf eine ganze Region)

4.1 Einflussfaktoren vor einem Deponierückbau – Status quo

Für die Deponie Riederberg gilt derzeit, dass die Nachsorge der Deponie durchgeführt wird (Emissionen in Luft und Wasser werden zum Teil aufbereitet und entsprechen den gesetzlichen Vorgaben (vgl. Kapitel 1.3)). Probleme mit Anrainern sind derzeit keine

bekannt. Auch ökologische Probleme sind derzeit keine bekannt. Die Nachsorgedauer ist derzeit auf 30 Jahre festgesetzt. Ökologische Auswirkungen sind aber für einen wesentlich längeren Zeitraum zu erwarten (vgl. Kap. 1.3).

4.2 Einflussfaktoren während eines Deponierückbaus

Entscheidet man sich für einen Deponierückbau, werden vor allem während der Bautätigkeiten Emissionen in die Luft freigesetzt. Es ist mit Staub-, Geruchs- und Lärmbelastungen zu rechnen. Die Emissionen entstehen zum Teil auf der Deponie selbst aber auch beim Transport der gewonnen Wertstoffe. Der Energieverbrauch für Abbau, Trennung und Transport ist miteinzurechnen.

Die Auswirkungen müssen im Vorfeld abgeschätzt und berücksichtigt werden. Anlieger und andere Stakeholder müssen in den Rückbauprozess miteinbezogen werden und die Öffentlichkeit über Sinn und Zweck des Rückbaus informiert werden.

4.3 Einflussfaktoren nach einem Deponierückbau

Nach einem Deponierückbau muss geklärt werden, ob und in welcher Form eine Nachsorge für noch deponiertes Material notwendig ist und welcher Nutzung das Gelände zugeführt werden kann.

Im besten Fall treten nach einem Deponierückbau keine weiteren gefährlichen oder weiter zu behandelnden Emissionen aus der ehemaligen Deponie auf. Es besteht kein Risiko mehr aus der ehemaligen Deponie. Somit ist auch der Nachsorgeverantwortung Rechnung getragen und die Fläche kann durch nachfolgende Generationen unbedenklich zur weiteren Verwendung genutzt werden (vgl. Kap. 5).

5 Gegenüberstellung von Nachsorge- und Deponierückbaukosten

Die Entscheidung, ob eine Deponie rückgebaut werden soll, hängt zum einem von den Gefahren ab, die von der Deponie ausgehen und zum anderen von den Kosten für die sichere Nachsorge der Deponie.

Für die Deponie Riederberg wurde 2011 die Sickerwasseraufbereitung komplett erneuert. Die Deponie wird derzeit vom Baubezirksamt Kufstein betreut. Ingenieurleistungen, Sickerwasserbehandlung, Gassammlung und -verwertung, Bautätigkeiten und Überprüfungen werden extern an Ingenieurbüros und Baufirmen vergeben. Die Kosten für die Nachsorge belaufen sich derzeit auf ca. 1,5 Mio. € pro Jahr.

Probleme mit der Nachsorge der Deponie sind derzeit keine bekannt (Auskunft BBA-Kufstein, 2013). Das Deponiegas wird gefasst und verstromt, Geruchsprobleme wurden gelöst und sind derzeit nicht bekannt, das Sickerwasser wird vor Ort behandelt und ins öffentliche Kanalnetz eingeleitet. Bautätigkeiten und Beweissicherungen werden nach Bedarf durchgeführt.

Eine Prognose der Nachsorgekosten auf Basis der vorliegenden Informationen beläuft sich auf Kosten von derzeit 1,5 Mio. € pro Jahr, die sich in den nächsten Jahren voraussichtlich verringern. Für diese Studie wird mit Nachsorgekosten von 1,0 Mio. € pro Jahr über einen Zeitraum von 40 Jahren gerechnet. Die Abschätzung des Nachsorgezeitraums wurde von 30 Jahre auf mind. 40 Jahre verlängert (vgl. Laner D. et al. 2011). Daraus ergeben sich Nachsorgekosten von rund 40 Mio. €. Hinzu kommen noch die Kosten für die endgültige Oberflächenabdichtung der Deponie von ca. 3,5 Mio. €. Generell versteht man unter einer endgültigen Oberflächenabdichtung eine mehrlagige Kombinationsabdichtung, die den Deponiekörper quasi konservieren soll. Aufgrund der noch vorhandenen Setzungserscheinungen ist die endgültige Oberflächenabdichtung bisher noch nicht aufgebracht worden, sondern bisher nur eine temporäre Abdeckung, die rekultiviert wurde. Nach Abklingen der Hauptsetzungen des Deponiekörpers bzw. 20 Jahre nach Aufbringung der temporären Abdeckung muss die endgültige Oberflächenabdichtung aufgebracht werden, um den gesetzlichen Anforderungen zu entsprechen (vgl. österr. Deponieverordnung 2008). Die Aufbringung der Oberflächenabdichtung ist mit erheblichen Kosten von ca. 70 €/m² verbunden (vgl. Steinemann and Wegmann 2012 bzw. blp geoservices gmbh 2009). Diese Kosten fallen bei einem vorher getätigten Rückbau der

Deponie nicht an. Die spezifischen Baukosten betragen etwa 70 €/m² netto und daraus ergeben sich, bei einer Gesamtfläche von ca. 50.000 m², Kosten von ca. 3,5 Mio € für die endgültige Oberflächenabdichtung. Damit erhöhen sich die bisher prognostizierten Gesamtnachsorgekosten von 20,4 Mio € (Quelle: Rechnungshofbericht 2008) auf rund 43,5 Mio. €.

Wie in Kapitel 3 erläutert liegen die geschätzten Rückbaukosten in einem sehr breiten Bereich von 20,2 Mio. € bis 276 Mio. €. Bei Kosten von 20,2 Mio. € würde sich der Rückbau im Vergleich zu den erwartenden Nachsorgekosten rechnen. Die verbleibenden Kosten für die Nachsorge der Deponie sind wesentlich geringer einzuschätzen und man könnte das freiwerdende Deponievolumen wieder nutzen (z.B. als Baurestmassendeponie) und weitere Erlöse erwirtschaften. Eine andere Möglichkeit ist das Grundstück nach einem Deponierückbau zu verpachten oder zu verkaufen. In Wörgl liegen die Grundstückspreise derzeit für Gewerbegrund bei 200 €/m² und bei 300 €/m² für Bauland (vgl. www.immo.at). Bei einer gewonnen Fläche von über 5,5 ha sind das Erlöse von 8,2 Mio. € (bei einem konservativ geschätzten Grundstückspreis von 150 €/m²)

Die Wirtschaftlichkeit eines Deponierückbaus ergibt sich aus der Differenz der Rückbaumethode und den damit verbundenen Nachsorgekosten (vgl. Kapitel 5) und dem Erlös der gewonnenen Wertstoffe sowie den Erlösen aus der Weiternutzung der gewonnen Fläche. Zu berücksichtigen sind dabei auch die ökologischen und sozialen Einflussfaktoren und die sich daraus ergebenden Kosten (z.B. Widerstand der Nachbarn gegen den Rückbau oder Erhöhung der Emissionen aus der Deponie.)

6 Modell zur Entscheidungsfindung eines Deponierückbaus

Aus den Informationen von Kapitel 1 bis 5 wird ein Konzept zur Entscheidungsfindung über einen Rückbau von Altablagerungen erstellt. Das Konzept stellt einen einfachen Entscheidungsprozess für oder gegen einen Deponierückbau dar. Das Modell (vgl. Abbildung 10) erfasst mit einer Systemanalyse alle relevanten und verfügbaren Daten (1) und bewertet das Ressourcenpotenzial (2), die ökologischen und sozialen Aspekte (3) und die Deponienachsorge (4). Mit den Ergebnissen werden Ziele und Risiken (5) definiert, die mittels einer Prozesskettenanalyse Möglichkeiten für einen Deponierückbau (6) aufzeigt und/oder notwendige Maßnahmen für die Anpassung der Deponienachsorge (7) beschreibt.

Das Modell wird als Flussdiagramm dargestellt und beginnt mit einer Datenerfassung (1). Die gesammelten Daten werden auf das Wertstoffpotenzial der abgelagerten Abfälle untersucht bzw. eine Ressourcenauswertung durchgeführt (2), die ökologischen und sozialen Aspekte werden bewertet (3) und die Nachsorgemaßnahmen (4) mit den damit verbundenen Verfahren und Kosten werden überprüft. Werden Lücken in der Nachsorge der Deponie gefunden, fließen diese Informationen in die Zieldefinition / Risikoabschätzung (5) ein. Verlaufen alle Prozesse der Nachsorge, wie zum Beispiel die Sickerwasserbehandlung oder die Deponiegaserfassung, entsprechend den gesetzlichen Erfordernissen bzw. nach Plan werden nur die Nachsorgekosten in der weiteren Betrachtung berücksichtigt. Sollten Probleme bei den Punkten (2) bis (4) erkannt werden, werden diese aufgenommen und die Zieldefinition entsprechend angepasst bzw. eine Risikoabschätzung durchgeführt. Es folgt eine Entscheidung, ob der Nachsorgeplan angepasst (7) werden muss [Ja / Nein]. Wenn der Nachsorgeplan angepasst werden muss, wird überlegt, ob dies auch für die Umsetzung eines Deponierückbaus relevant ist. Mit der Planung eines möglichen Deponierückbaus (6) werden die Rückbauverfahren festgelegt und es können die dadurch entstehenden Kosten, Emissionen, soziologische und andere Auswirkungen ermittelt und bewertet werden. Mit diesen Informationen wird schließlich über einen Rückbau entschieden (6). Bei einem Deponierückbau muss jedenfalls der Nachsorgeplan (7) angepasst werden.

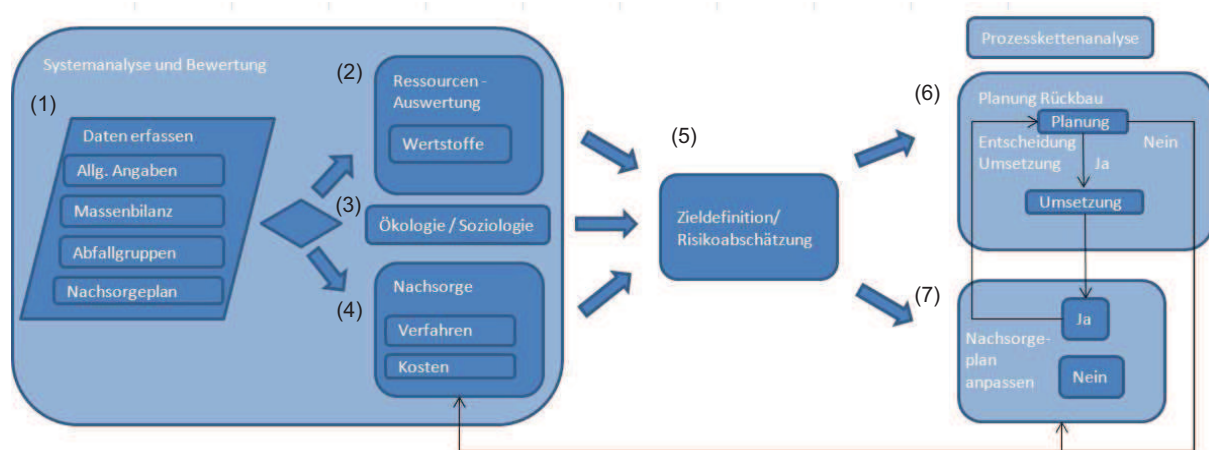


Abbildung 10: Modellkonzept zur Entscheidungsfindung zum Deponierückbau (Quelle: Eigene Darstellung)

Für die Deponie Riederberg ergibt sich aus der **Systemanalyse**, die in den Kapiteln 1 und 2 durchgeführt wurde, folgendes Ergebnis:

Ressourcenauswertung (vgl. Kap. 2.2.): Auf der Deponie wurden ca. 1.240.000 Mg Abfälle abgelagert. Der genaue Zustand der Abfälle muss ermittelt werden. Danach kann eine Entscheidung über eine stoffliche oder energetische Verwertung getroffen werden.

Für eine energetische Verwertung des unsortierten Haus-, Sperr- und Gewerbemüllfraktion mit einer Menge von 1.111.000 Tonnen ergeben sich hohe Verwertungskosten von mehreren Millionen Euro. Wird der Abfall sortiert können evtl. auch Erlöse durch heizwertreichere Fraktionen wie Kunststoffe, Lederabfälle und Textilien gewonnen werden. Angebote für die energetische Verwertung müssen eingeholt werden.

Eine stoffliche Verwertung von Kunststoffen, mineralischen Abfällen und Glas hängt sehr stark vom Zustand der Abfälle ab. Das größte Verwertungspotenzial wurde bei den Metallen ermittelt. Dort könnten derzeit Erlöse für den Mischschrott in Höhe von etwa 3,8 Mio. € erzielt werden. Werden die Metalle weiter sortiert können noch wesentlich höhere Erlöse erzielt werden. Eine grobe Abschätzung in Kapitel 2.3.2.3 dieses Berichtes ergibt bei einer zusätzlichen Aussortierung von Kupfer, Zink und Blei eine Summe von mehr als 22 Mio. €. Diese Abschätzung muss durch weitere Untersuchungen detaillierter geprüft werden. Bei Rückbaukosten von 28,02 €/m³ (vgl. UBA 2011b) stehen mit dieser Abschätzung Erlöse von 18,75 €/m³ gegenüber. Für einen kostenneutralen Rückbau durch Gewinnung der in der Deponie enthaltenen Metalle, müssten die Rohstoffpreise um ca. 50% steigen. Vergleicht man die Preisentwicklung verschiedener Metalle der letzten 5 Jahre (vgl.

<http://www.finanzen.net/rohstoffe/charts/5-Jahre>) ist bei einer guten Wirtschaftslage und damit entsprechender Nachfrage nach Metallen eine solche Prognose für die nächsten 5 Jahre nicht auszuschließen.

Ökologie / Soziologie (vgl. Kap. 1.1 und Kap. 1.3): Die ökologischen und soziologischen Einflussfaktoren sind wie in Kapitel 4 beschrieben vor, während und nach einem Rückbau zu betrachten. Aus **ökologischer Sicht** bleibt bei einer Nachsorge ohne Rückbau das Restrisiko eines Schadstoffeintrags in die Umwelt bestehen. Bei einem Rückbau sind die Belastungen während des Rückbaus zu berücksichtigen und das Risiko eines Unfalls und Schäden während der Rückbauphase. Diese hängen wiederum von der Rückbaumethode ab. Der Zeitraum nach dem Rückbau ist je nach Nachnutzung zu beurteilen (naturnahe Nutzung, neue Deponieflächen oder neue Gewerbefläche). Aus **soziologischer Sicht** bleibt bei einer Nachsorge ohne Rückbau das Restrisiko von negativen Umwelteinflüssen bestehen. Ein Rückbau der Deponie beeinflusst auf jeden Fall die Nachbarn, die mit erhöhtem Verkehr zur Deponie und den damit verbunden Emissionen rund um den Rückbau rechnen müssen. Die Dauer des Rückbaus hängt von der Rückbaumethode ab wird aber sicherlich mehrere Jahre dauern. Die soziologischen Wirkungen nach dem Rückbau hängen wiederum von der Nachnutzung ab (z.B. Naherholungsraum, Gewerbefläche oder neue Deponie).

Nachsorge (vgl. Kap. 1.3.): Die Nachsorgekosten liegen derzeit in einem Bereich um 1,5 Mio. € pro Jahr. Der angenommene Nachsorgezeitraum beträgt 30 Jahre. Nach der Studie SKUDENA (Laner D. et al. 2011) gilt dies als zu kurz bemessen. Die Nachsorge wird nach Bescheid vom Amt der Tiroler Landesregierung vom 28.02.2008, Geschäftszahl U-3362/1001“Massenabfalldeponie Riederberg in Wörgl; Zurkenntnisnahme der bislang angezeigten Stilllegungs- bzw. Nachsorgemaßnahmen – BESCHEID“ durchgeführt und verläuft derzeit problemlos (BBA Kufstein 2013). Die Sickerwasserreinigung wurde erneuert, das Deponiegas wird erfasst und verstromt und die Deponie wird laufend betreut und kontrolliert.

Es müssen noch Entlassungskriterien für die Deponienachsorge erarbeitet und bei Bedarf ein angepasster Nachsorgeplan erstellt werden.

Eine **Zieldefinition** muss mit dem Betreiber der Deponie (Land Tirol) erarbeitet und die entsprechenden Schritte eingeleitet werden. Dies kann erst nach einer aktuellen Abschätzung des verbleibenden Nachsorgezeitraums für die Deponie Riederberg, geschehen.

Die Möglichkeiten eines Deponierückbaus können erst dann weiter bearbeitet werden, wenn die erwähnten Punkte geklärt wurden.

7 Maßnahmen und Empfehlungen

In Kapitel 6 wurde ein Modellkonzept zur Entscheidungsfindung zum Deponierückbau vorgestellt. Es zeigt sich, dass die Eingangsparameter stark schwankende Auswirkungen auf die Entscheidung für oder gegen die Umsetzung eines Deponierückbaus haben (vgl. Punkt 2.3 und 4). Hervorzuheben sind insbesondere Unsicherheiten zu folgenden Themenbereichen:

- 1.) Nachsorgezeitraum
- 2.) sehr unterschiedliche Verwertungskosten der Deponieinhalte (z.B. für heizwertreiche Fraktion)
- 3.) Nachnutzung (hochwertige Nachnutzung würde höheren Grundstückspreis erzielen)
- 4.) Risiko durch Versagen von Sicherungselementen (zusätzliche Investitionen für Sicherungsmaßnahmen während des Nachsorgezeitraums)
- 5.) Zustand Deponieinhalt (Verwertung bzw. Erlös von Verschmutzung/Zersetzung abhängig)

Aus den oben angeführten Punkten sind Änderungen hinsichtlich deren Auswirkungen im Sinne Kapitel 3 bis Kapitel 5 zu bewerten. In weiterer Folge sollen diese Informationen in die Zieldefinition / Risikoabschätzung (vgl. Modellkonzept Kap. 6) einfließen. Konkret bedeute das:

Punkt 1: Nachsorgezeitraum

Ändert sich der Nachsorgezeitraum nicht und die Kosten entwickeln sich wie in Kapitel 5 angenommen auf ca. 1,0 Mio. € pro Jahr ist ein Rückbau ohne weitere Nutzung der gewonnen Flächen nicht empfehlenswert. Kurzfristig ist daher der laufende Nachsorgebetrieb weiter zu empfehlen. Dabei sollen Daten gesammelt und interpretiert werden, um den Nachsorgezeitraum beurteilen und anpassen zu können. Ein längerer Nachsorgezeitraum erhöht jedenfalls die Kosten und das Risiko durch Versagen. Kriterien zur Entlassung aus der Nachsorge werden empfohlen.

Punkt 2 - 4: Verwertungskosten, Nachnutzung, Risiko durch Versagen

Veränderungen in Bezug auf Verwertungskosten, Nachnutzung der Deponieflächen oder das Risiko eines Störfalles auf der Deponie können die Entscheidung für einen Deponierückbau maßgeblich positiv oder negativ beeinflussen. Diese Entwicklungen sollen beobachtet und

die Veränderungen und dessen Einflüsse auf einen Deponierückbau abgeschätzt bzw. beurteilt werden.

Punkt 5: Zustand des Deponieinhaltes

Der Zustand des Deponieinhaltes kann nur mit weiteren Untersuchungen (z.B. Probebohrungen) erhoben werden. Diese sollen dann umgesetzt werden, wenn die restlichen Randbedingungen (insbes. Punkt 1 - 4) bereits einen Deponierückbau sehr wahrscheinlich machen.

Unter Berücksichtigung der oben genannten Rahmenbedingungen sind Entlassungskriterien zu erarbeiten aus denen sich, die weitere Vorgehensweise zur Entscheidungsfindung für oder gegen einen Rückbau ableiten lassen (vgl. Abb. 11).

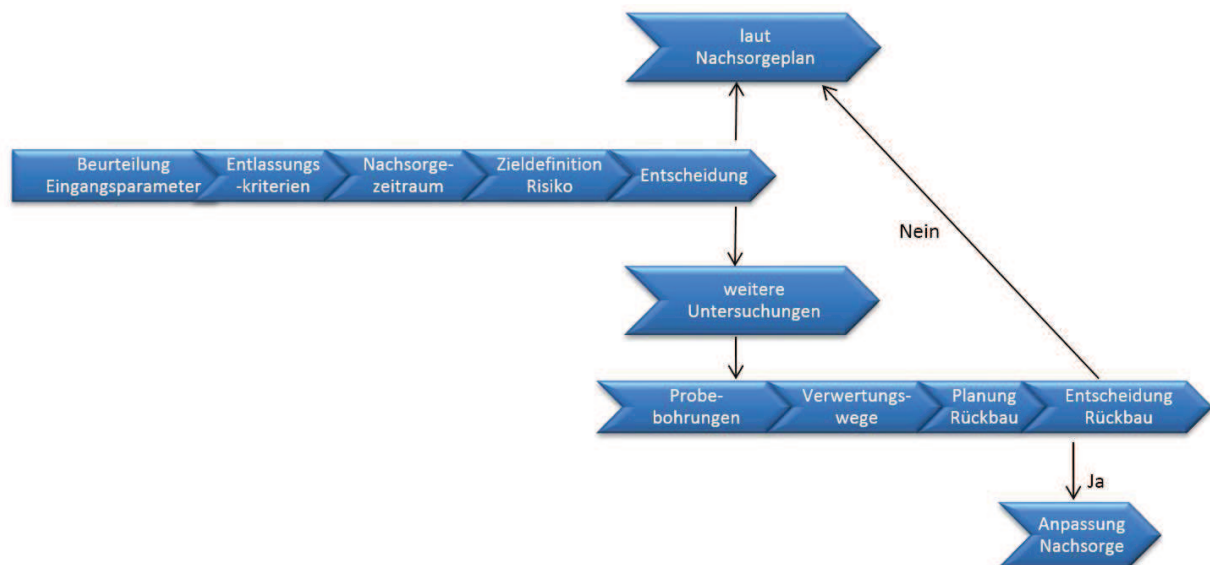


Abbildung 11: weitere Vorgehensweise Deponie Riederberg (Quelle: Eigene Darstellung)

8 Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit ist die Erstellung eines Modellkonzepts für die Deponie Riederberg in Wörgl zur Entscheidungsfindung über die Möglichkeiten eines Deponierückbaus aus ökonomischen, ökologischen und/oder gesellschaftlichen Gründen.

Dazu wurde eine Bestandsaufnahme durchgeführt und die Deponieinhalte sowie die aktuellen Nachsorgekosten wurden anhand von vorhandenen Daten ermittelt. In weiterer Folge wurde das Ressourcenpotenzial der Deponie untersucht und der Rohstoffwert abgeschätzt. Die Abschätzung des Rohstoffwertes ist für die Deponie Riederberg sehr schwierig, da keine Informationen über den Zustand der abgelagerten Rohstoffe vorliegen und der Rohstoffwert sehr stark vom Zustand und Sortenreinheit der Wertstoffe abhängt. Zum Großteil fallen Kosten für eine weitere Verwertung/Entsorgung an. Lediglich für Metalle / Schrott kann ein Rohstoffwert von ca. 3,8 Mio. € angenommen werden.

Zur genaueren Abschätzung des tatsächlichen Wertstoffpotenzials der Deponie, müssten genauere Untersuchungen durchgeführt werden, um Informationen über Art und Zustand der abgelagerten Abfälle zu erhalten. Des Weiteren müssen bezüglich der zukünftigen Nachsorgekosten und vor allem der Nachsorgedauer detailliertere Untersuchungen durchgeführt werden, um aussagekräftige Prognosen zu erstellen. Derzeit wird ein Nachsorgezeitraum von 30 Jahre angesetzt. Auf Grundlage der Studie SKUDENA (Laner D. et al. 2011), wird aber angenommen, dass sich der Nachsorgezeitraum um mehrere Jahre verlängert und somit auch die Nachsorgekosten erhöhen.

Für die Abschätzung der Kosten eines Deponierückbaus wurden mehrere Studien verglichen. Die Rückbaukosten variieren darin sehr stark. Auch das Rückbauprojekt der Milser Au wurde in die Studie miteinbezogen. Die Kosten für einen Rückbau hängen von den Rückbaumethoden und deren Verfahren ab. Die Werte aus den untersuchten Studien wurden mengenmäßig (€/m³) auf die Summe der Deponie Riederberg umgelegt und ergaben Kosten von 20 Mio. € bis 276 Mio. €. Wobei ein Wert zwischen 25 Mio. € und 72 Mio. € als realistisch erachtet wird. Die Nachsorgekosten werden in dieser Studie auf ca. 43,5 Mio. € (inklusive Oberflächenabdichtung) bei einem verlängertem Nachsorgezeitraum von 40 Jahren geschätzt. Stellt man die Rückbaukosten den Nachsorgekosten gegenüber ist zu

sehen, dass ein Rückbau je nach Verfahren Einsparungspotenziale bietet. Ob und in welcher Höhe diese Einsparungspotenziale möglich sind, hängt ab von bestimmten Rahmenbedingungen wie z.B. Wertstoffmarkt, Nachnutzungsmöglichkeiten und Risikobeurteilung, sowie Informationen zur Abschätzung der Nachsorgedauer der Deponie.

Für die Deponie Riederberg ist der Fokus auf die noch festzulegenden Entlassungskriterien aus der Deponienachsorge, die Nachsorgedauer und das verbleibende Risikopotenzial zu legen. Es wird eine Fortführung der bestehenden Deponienachsorge empfohlen. Zusätzlich sollen Daten für die Beurteilung einer kostengünstigen und sicheren Nachsorge gesammelt und beurteilt werden. Auf Grundlage dieser Informationen, kann bei sich ändernden Eingangsparametern entsprechend über die weitere Nachsorge bzw. für oder gegen einen Rückbau entschieden werden.

9 Literaturverzeichnis

ATV-DVWK/VKS (2002). Umlagerung und Rückbau von deponierten Abfällen. Arbeitsbericht des ATV_DVWK/VKS Fachausschuss 3.6 „Deponien“.

Austria Glas Recycling (2013). www.agr.at (abgerufen am 16.03.2013)

Bauforum Stahl e.V.
<http://www.bauforumstahl.de/upload/documents/brandschutz/kennwerte/Heizwerttextil.pdf>
(abgerufen am 16.03.2013)

blp GeoServices gmbh (2009). Handlungsempfehlungen zu Oberflächenabdeckungen von Deponien Auftraggeber in Österreich; Auftraggeber: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Bockreis A, Jager J (2009). Waste-economical reconstruction of old landfills. In Proceedings of Sardinia 2009 - Twelfth International Waste Management and Landfill Symposium (Cossu R, Diaz LF, Stegmann R (eds). CISA Environmental Sanitary Engineering Centre Publisher, Sardinia, Italy, pp. 801 - 802.

Bockreis A, Knapp J (2011). Landfill Mining - Deponien als Rohstoffquelle. In Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft 63 (2-3):p. 70 - 75.

Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V. bvse-Marktbericht Kunststoffe – Nov. 2008 und 2012 Preisspiegel EUWID in <http://plasticker.de/preise/marktbericht.php> (abgerufen am 16.03.2013)

Fehrenbach, Jürgen Giegrich, Regina Schmidt (2007). Ökobilanz therm. Entsorgungssysteme, für brennbare Abfälle in NRW, Hrsg. Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

Frändegard P, Krook J, Svensson N, Eklund M (2012). A novel approach for environmental evaluation of landfill mining. Journal of Cleaner Production (In Press), See <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.05.045>

Fricke et al (2002). „Abfallmengen und -qualitäten für biologische Verwertungs- und Behandlungsverfahren“ in ATV-Handbuch mechanische und biologische Verfahren der Abfallbehandlung, S.77, Ernst und Sohn Verlag

- Gäth S, Nispel J (2010). Ressourcenpotenzial von ausgewählten Hausmülldeponien in Deutschland. In Proceedings of DepoTech Conference 2010 (Lorber KE et al. (eds)). Eigenverlag, Montanuniversität Leoben, Institut für Nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik (IAE). Leoben, Austria, pp. 375 – 380
- Gosten, A. (2009). Untersuchungen über den Nutzen des Deponierückbaus - Gedanken zum Deponierückbau unter heutigen Rahmenbedingungen am Beispiel einer BSR-Deponie, in Recycling und Rohstoffe Band 2, K.J. Thome-Kozmiensky and D. Goldmann, Editors. 2009. p. 447-468.
- Hahn, N. (2010). Rohstoffpotenziale hessischer Deponien. Wasser und Abfall, 2010. 10(1-2): p. 48-53.
- Hauschild M, Olsen SI, Hansen E, Schmidt A (2008). Gone...but not away – addressing the problem of long-term impacts from landfills in LCA. The International Journal of Life Cycle Assessment 13 (7): 547 - 554
- Hellweg, S., Hofstetter, T.B., Hungerbühler, K. (2005). Time-dependent life-cycle assessment of slag landfills with the help of scenario analysis: the example of Cd and Cu. Journal of Cleaner Production 13, pp 301-320
- Hogland W, Marques M, Nimmermark S (2004). Landfill mining and waste characterization: a strategy for remediation of contaminated areas. Journal of Material Cycles and Waste Management 6 (2): 119 - 124.
- Hölzle I (2010). Vom Deponierückbau bis zum Landfill Mining – eine Synthese internationaler Untersuchungen. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, 62: 155–161
- Jones PT, Geysen D, Tielmans Y et al. (2012). Enhanced Landfill Mining in view of multiple resource recovery: a critical review. Journal of Cleaner Production
- Landesrechnungshof (2008). Sonderprüfung der Deponie Riederberg, 02.08.2008 LR-0710/42
- Land Tirol (2007). Landesgesetzblatt LGBl. Nr.44/2007. Verordnung der Landesregierung vom 18. Juli 2007, mit der das Abfallwirtschaftskonzept geändert wird
- Land Tirol (2008). Massenabfalldeponie Riederberg in Wörgl; Zurkenntnisnahme der bislang angezeigten Stilllegungs- bzw. Nachsorgemaßnahmen – BESCHEID; Amt der Tiroler Landesregierung - Geschäftszahl U-3362/1001, 28.02.2008
- Land Tirol (2012), Informationen vom Baubezirksamt Kufstein

Land Tirol (2013), Telefonat vom 12.04.2013 Baubezirksamt Kufstein

Laner D., Fellner J., Brunner P.H. (2011). Standortbezogene Kriterien zur Beurteilung der Umweltverträglichkeit von Deponieemissionen unter dem Aspekt der Nachsorgedauer (SKUDENA), TU Wien Technische Universität Wien, Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft

Mocker M, Fricke K, Löh I et al. (2009) Urban Mining -Rohstoffe der Zukunft. Müll und Abfall (10): 492– 501.

Müller A. (2011) Baustoffrecycling, In Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft 63 (11-12): 224 - 230.

Neurauter R. (2011) Dokumentation über die Entfernung der Altablagerung Milser Au, Österreichische Deponieverordnung (2008). Verordnung des Bundesministers für Land und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Deponien (BGBl. II Nr.39/2008).

Ortner M., Bockreis A., (2013) Objectives and Assessment Challenges for Landfill Mining, ICE Waste and Resource Management (in proceedings)

Reno Sam (2009). Landfill Mining - Process, Feasibility, Economy, Benefits and Limitations, http://www.renosam.dk/c/document_library (abgerufen am 16.03.2013)

Rettenberger G (2010a). Deponierückbau: Technik, Wirtschaftlichkeit, Perspektiven. In Proceedings of the Conference Deponietechnik 2010 (Stegmann, Rettenberger, Bidlingmaier (eds.)). Stuttgart, Germany, Hamburger Berichte 35, pp 249 – 262.

Rettenberger G (2010b). Die Deponie als Ressourcenquelle. UmweltMagazin, 02, 40–42.

Rettenberger, G. (2010c). Deponierückbau. Vortrag beim Expertengespräch „Effiziente Nutzung metallischer Sekundärrohstoffe“, 23. Februar 2010.

Rettenberger, G. (2010d). Deponien als Rohstofflagerstätte, Vortrag beim Abfallforum im Europäischen Bildungszentrum Otzenhausen, 11. Mai 2010.

Rettenberger, G. (2010e). Urban mining – alternative Ressourcenquelle. Vortrag beim Fachkongress für urbanen Umweltschutz., Iserlohn 25.03.2010

Schlager V. (2006). Flachglas Sammlung und Verwertung Ferialarbeit, Amt der Stmk. Landesregierung FA 19D

- Steinemann, J. and H. Wegmann (2012). Oberflächenabdichtung und Erweiterung der Deponie Schwaiganger. 8. Leipziger Deponiefachtagung 2012.
- Technisches Büro Hauer (2010). Restmüllanalyse Tirol, Studie im Auftrag der Tiroler Landesregierung
- Technisches Büro Hauer (2010b). „Phase 3 – Thermische Abfallbehandlungsanlage in Tirol“ S. 31 – Studie im Auftrag Amt der Tiroler Landesregierung
- Technisches Büro Hauer (2008). Sammlung und Behandlung von Sperr- und Gewerbemüll Analyse und Ausgangslage in Österreich, ÖWAV Seminar
- Tielmans Y, Laevers P (2010). 1st Int. Symposium on Enhanced Landfill Mining | Houthalen-Helchteren | 4-6/10/2010
- Umweltbundesamt (2011a). Weiterentwicklung und Einsatz von Methoden zur Bewertung des Ist - Zustandes und des langfristigen Emissionsverhaltens von Altablagerungen und Reaktordeponien
- Umweltbundesamt (2011b). Deponierückbau Wirtschaftlichkeit, Ressourcenpotenzial und Klimarelevanz
- Umweltbundesamt (2013). Daten zur Umwelt. <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/> (abgerufen am 16.03.2013)
- Van der Zee DJ, Achterkamp MC, de Visser BJ (2004). Assessing the market opportunities of landfill mining. Waste Management (24): 795-804.

ANHANG 1

MASSEBILANZIERUNG (Masse, Volumen, Tonnen)

26.07.2012

Berichtszeitraum:

01.01.1991

01.01.2008

STANDORTNAME	IN/OUTPU	ABFALL-NR	Bezeichnung	Masse (t)	Volumen (m³)	Tonnen (t)
--------------	----------	-----------	-------------	-----------	--------------	------------

Wörgl - Riederberg - Deponie

I

00100			betriebl. Abfälle	59878,95	90823,57	109831,91
11102			überlagerte Lebensmittel	642,79	3,00	644,89
11114			sonstige schlammförmige Nahrungsmittela		620,00	434,00
11117			Rückstände aus der Konserven- und Tiefkü		473,00	0,00
11701			Futtermittel	172,90		172,90
13704			Mist	4,41	4,00	7,61
14402			Gerbereischlamm	88,82		88,82
14702			Chromlederabfälle	23,25		23,25
14704			Lederschleifschlamm, Ledermehl	569,38	562,00	1131,38
14706			sonstige Abfälle aus der Pelz- und Lederve	3281,20	468,00	3351,40
17102			Schwarten, Spreißel aus naturbelassenem, s		10,00	2,00
17103			Sägemehl und Sägespäne aus naturbelassen	114,84	183,00	188,04
17115			Spanplattenabfälle	3753,55	805,00	4276,80
17201			Holzemballagen und Holzabfälle, nicht ver	163,90	999,00	313,75
17202			Bau- und Abbruchholz	674,31	620,50	767,39
17207			Eisenbahnschwellen	13,40		13,40
17209			Holz (zB Pfähle und Masten), teerölpräg	75,88		75,88
18702			Papier und Pappe, beschichtet	34,09	141,50	62,39
18704			wachsgetränktes Papier	7,98	10,00	7,98
18705			Teerpappe und bitumengetränktes Papier	643,15	512,10	796,78
18706			Papierklischees, Makulatur	0,83		0,83
18715			Verpackungsmaterial mit schädlichen Veru		22,00	0,00
18718			Altpapier, Papier und Pappe, unbeschichtet	24,99	554,00	191,19
31111			Hütten- und Gießereischutt	51,95		51,95
31306			Holzasche, Strohasche	4652,51	71,00	4702,21
31401			Gießerei-Altsand	117,92	2,00	121,92
31402			Putzereisandrückstände, Strahlsandrückstä	1112,11		1112,11
31407			Keramik	18,20	48,00	32,60
31408			Glas (zB Flachglas)	1294,12	74,00	1318,54

AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG

Abteilung Umweltschutz, Referat Abfallwirtschaft

STANDORTNAME	IN/OUTPU	ABFALL-NR	Bezeichnung	Masse (t)	Volumen (m³)	Tonnen (t)
		31409	Bauschutt (keine Baustellenabfälle)	9843,54	731,00	10866,94
		31411	Bodenaushub	608,14		608,14
		31412	Asbestzement	59,63	23,00	91,83
		31416	Mineralfasern	128,02	413,75	479,71
		31420	Rußabfälle	5,85		5,85
		31424	sonstige verunreinigte Böden	1748,10		1748,10
		31425	gebrauchte Formsande	7,91		7,91
		31427	Betonabbruch	0,39		0,39
		31434	verbrauchte Filter- und Aufsaugmassen mit	368,80	7,00	377,20
		31437	Asbestabfälle, Asbeststäube	27,81	9,00	28,71
		31438	Gips	301,00	185,00	541,50
		31442	Kieselsäure- und Quarzabfälle	14,73		14,73
		31444	Schleifmittel	6110,79		6110,79
		31451	Strahlmittelrückstände mit anwendungsspe	7,88		7,88
		31467	Gleisschotter	132,65		132,65
		31605	Schlamm aus der Zementfabrikation	432,53		432,53
		31617	Glasschleifschlamm	441,14		441,14
		31619	Gichtgasschlamm	4110,83		4110,83
		31636	Bolrschlamm, verunreinigt	4,20		4,20
		31639	sonstige Schlämme aus Fäll- und Löseproz	21,90		21,90
		35105	Eisenmetallenballagen und -behältnisse		5,00	0,19
		35314	Kabel	6,53		6,53
		39904	Gasreinigungsmasse	14,32		14,32
		39905	Feuerlöschpulverreste	21,96		21,96
		51103	chrom(III)haltiger Galvanikschlamm	4,80		4,80
		51105	zinkhaltiger Galvanikschlamm	697,36		697,36
		51112	sonstige Galvanikschlämme	16,44		16,44
		51309	Eisenhydroxid	396,19		396,19
		51310	sonstige Metallhydroxide	59,18		59,18
		53501	Arzneimittel, nicht wassergefährdend, ohn	35,87		35,87
		54701	Sandfanginhalte, öl- oder kaltreinerhaltig	3065,79		3065,79
		54912	Bitumen, Asphalt	10,23		10,23
		55513	Altlacke, Altfarben, ausgehärtet (auch ausg	93,24	19,50	98,12
		55521	Pulverlacke, schwermettallfrei	34,76		34,76

STANDORTNAME	IN/OUTPU	ABFALL-NR	Bezeichnung	Masse (t)	Volumen (m³)	Tonnen (t)
		55906	Leim- und Klebemittelabfälle, ausgehärtet	290,60		290,60
		55908	Kitt- und Spachtelabfälle, ausgehärtet	455,57		455,57
		57101	Phenol- und Melaminharz	151,87		151,87
		57102	Polyester	7,18		7,18
		57110	Polyurethan, Polyurethanschaum	423,75	402,75	443,89
		57112	Hartschaum (ausgenommen solcher auf PV	1,19	227,00	12,54
		57116	PVC-Abfälle und Schäume auf PVC-Basis	10,85	62,00	13,95
		57117	Kunstglas-, Polyacrylat- und Polycarbonata		86,00	17,20
		57118	Kunststoffemballagen und -behältnisse	13,66	975,50	62,44
		57119	Kunststofffolien	1016,98	2032,50	1179,58
		57120	Polyvinylacetat	107,10		107,10
		57123	Epoxidharz	42,54		42,54
		57129	sonstige ausgehärtete Kunststoffabfälle, Vi	2292,39	2548,00	2419,79
		57301	Kunststoffschlamm, lösemittelfrei	10,52		10,52
		57501	Gummi	1806,92	607,00	1897,97
		57502	Altreifen und Altreifenschnitzel	315,04	39,00	315,04
		57801	Shredderleichtfraktion, metallarm	51201,65		51201,65
		58102	Polyesterfasern		5,00	0,00
		58105	Wolle		2,00	0,08
		58107	Stoff- und Gewebereste, Altkleider	597,69	2895,25	945,12
		58208	Filtertücher, Filtersäcke mit anwendungssp	18,07	96,00	32,47
		59906	Industriekehrriem, nicht öl- oder chemikalie	55,73	419,00	139,53
		91101	g Hausmüll (Restmüll) aus Gewerbe	275858,16	18983,30	279654,82
		91101	h Hausmüll (Restmüll) aus Haushalt (öffentli	71040,03	573,75	71154,78
		91101	Siedlungsabfälle und ähnliche Gewerbeabf	149906,10	67490,11	163404,12
		91102	Rückstände aus der biologischen Abfallbeh	102498,84		102498,84
		91103	Rückstände aus der mechanischen Abfalla	106309,53	2982,00	106905,93
		91104	biogene Abfallstoffe, getrennt gesammelt	0,60		0,60
		91201	Verpackungsmaterial und Kartontagen	47965,48	30813,00	54128,08
		91202	Küchen- und Kantinenabfälle		61,00	42,70
		91206	Baustellenabfälle (kein Bauschutt)	113830,05	14410,60	116712,17
		91207	Leichtfraktion aus der Verpackungssamm	6113,01		6113,01
		91401	Sperrmüll	95728,96	25445,07	100817,97
		91501	Straßenkehrriem	462,75	25,00	475,25

STANDORTNAME	IN/OUTPUT	ABFALL-NR	Bezeichnung	Masse (t)	Volumen (m³)	Tonnen (t)
	91701		Garten- und Parkabfälle sowie sonstige bio	335,98	1104,00	501,58
	91702		Friedhofsabfälle, die nicht den Anforderun	164,09	415,50	267,97
	94		Abfälle aus Wasseraufbereitung, Abwasser	575,13		575,13
	94101		Sedimentationsschlamm	111,52		111,52
	94502		aerob stabilisierter Schlamm	184,02		184,02
	94701		Rechengut	3069,40		3069,40
	94702		Rückstände aus der Kanalanreinigung	594,44		594,44
	94704		Sandfanginhalte	11812,67		11812,67
	94801		Schlamm aus der Abwasserbehandlung, mi	1304,32		1304,32
	94804		Schlamm aus der Abwasserbehandlung, oh	107,60		107,60
	94902		Rechengut aus Rechenanlagen von Kraftw	465,46		465,46
	97103		Körperteile und Organabfälle		725,00	0,00
	97104		Abfälle, die nur innerhalb des medizinisch	1590,53	2356,00	2768,53
				1155095,91	274180,25	1243634,11