
Prioritering stortplaatsen voor *urban mining* en natuurontwikkeling in de zilvergroene zones van het Nationaal Natuurnetwerk

Urban mining Limburg - Groen voor Afval

Auteurs: Werner Kocken, Patrick van de Heisteeg, Joost Nieuwenhuis en Heidi Verhoeven

Onderzoek uitgevoerd in opdracht van Natuur en Milieufederatie Limburg, Roermond, Nederland
Heerlen, 19 juni 2015.

InCompany 
Milieuadvies

Colofon

Adviesrapport	Urban mining Limburg - Groen voor Afval
Opdrachtgever	Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Natuur en Milieufederatie Limburg (NMFL), de heren R. Renneberg en H. Heijnen. R.Renneberg@milieufederatielimburg.nl, 0475-38 64 10
Uitgave	InCompany Milieuadvies, faculteit Natuurwetenschappen, Open Universiteit, Postbus 2960, 6401 DL Heerlen, NL. www.ou.nl/nw
Projectteam	Team M136, <i>Urban mining</i>
Projectteamleden	Werner Kocken, Patrick van de Heistee, Joost Nieuwenhuis en Heidi Verhoeven.
Projectcoach	Dr. Jan Lutgerink, Open Universiteit Nederland – InCompany Milieuadvies
Datum versie	19-06-2015
Status	☐ in bewerking ☐ voor review (intern: team/projectcoach; extern: opdrachtgever) ☒ ter beoordeling ☒ definitief
Copyright	© 2015 Open Universiteit, Heerlen De auteursrechten op dit materiaal berusten bij de Open Universiteit. Behoudens uitzonderingen door de Wet gesteld mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbende(n) op het auteursrecht niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of anderszins, hetgeen ook van toepassing is op de gehele of gedeeltelijke bewerking. Copyright on this material is vested in the Open Universiteit. Save exceptions stated by the law no part of this publication may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm or other means, included a complete or partial transcription, without the prior written permission of the publisher.
InCompany Milieuadvies	InCompany Milieuadvies is het online milieuadviesbureau van de Open Universiteit (www.ou.nl). Studenten werken in teamverband aan echte milieup opdrachten van echte opdrachtgevers. Leren en werken zijn één in deze bijzondere cursus, die de afronding vormt van de wetenschappelijke Bachelor-of-Science opleiding Milieu-natuurwetenschappen

Projectgegevens

Titel	Urban Mining Limburg – Groen voor Afval
Title	<i>Urban mining</i> Limburg – Green for Waste
Opdrachtgever	Natuur en Milieufederatie Limburg (NMFL), Godsweerderstraat 2, 6041 GH, Roermond, T 0475-38 64 10.
Omschrijving opdracht	Inventariseer de oude stortplaatsen in Limburg en onderzoek of deze door het herwinnen van grondstoffen en energie, rendabel kunnen worden herwonnen voor de natuur.
Description of the order	Assess the disused landfills in the Dutch province of Limburg and examine if, by recovering materials and energy, these landfills can be profitably recovered for nature.
Trefwoorden	Afval/stortplaatsen/grondstoffen/circulaire economie/recycling/natuurnetwerk/verdrogingsbestrijding.
Key words	Waste/landfill/primary raw materials/circular economy/recycling/nature network/desiccation policy.
Betrokkenen bij Natuur en milieufederatie Limburg	Directeur de heer H. Heijnen. Contactpersoon medewerker Natuur en Ruimtelijke Ordening: De heer R. Renneberg. Mail: R.Renneberg@milieufederatielimburg.nl. 1e contactpersoon van het projectteam: Werner Kocken.
Projectleider M136	Werner Kocken, cursus Virtueel milieuadviesbureau, N5021, 851199773, wo-bachelor Milieu-natuurwetenschappen (BSc.), major natuurwetenschappen/beleid/gezondheid), Alzira 12, 5629 NJ, Eindhoven.
Projectmedewerker 1	Patrick van de Heisteg, cursus Virtueel milieuadviesbureau, N5021, 838890716, wo-bachelor Milieu-natuurwetenschappen (BSc.), major natuurwetenschappen/beleid/gezondheid), Landfort 109, 8219 AK, Lelystad.
Projectmedewerker 2	Joost Nieuwenhuis, cursus Virtueel milieuadviesbureau, N5021, 851094904, wo-bachelor Milieu-natuurwetenschappen (BSc.), major natuurwetenschappen/techniek/gezondheid), Winterkoninkjesstraat 17, 9203 BS, Drachten.
Projectmedewerker 3	Heidi Verhoeven, cursus Virtueel milieuadviesbureau, N5021, 838930820, wo-bachelor Milieu-natuurwetenschappen (BSc.), major natuurwetenschappen/beleid/gezondheid), Rooseveltlaan 5, 3223 NB, Hellevoetsluis.
Projectcoach	Dr. Jan Lutgerink, faculteit Natuurwetenschappen, Open Universiteit Nederland, als projectcoach nauw betrokken bij de voortgang en de validatie van het onderzoek.
Examinator	Dr. Wilfried Ivens, faculteit Natuurwetenschappen, Open Universiteit, Heerlen, NL
Referentie naar dit rapport	Kocken, W., Van de Heisteg, P., Nieuwenhuis, J., & Verhoeven, J. (2015). <i>Urban mining</i> Limburg – Groen voor afval. Onderzoek uitgevoerd in opdracht van Natuur en Milieufederatie Limburg, Roermond, NL. [Green for Waste – <i>Urban mining</i> Limburg]. Unpublished Bachelor's Thesis, Open Universiteit, Heerlen, NL.

Inhoud

Colofon.....	2
Projectgegevens	3
Voorwoord	6
Lijst met afkortingen	6
Samenvatting	7
Abstract.....	9
1. Inleiding	11
1.1 Achtergrondinformatie	11
1.2 Probleem	11
1.3 Vraagstelling	12
1.4 Doelstelling	12
1.5 Kenmerken (criteria) resultaten	13
1.6 Randvoorwaarden.....	13
2. Methode.....	15
2.1 Literatuuronderzoek.....	15
2.2 Actoren.....	15
2.3 Rekenwerk voor MCA & exploitatiebegroting	16
2.4 Bepaling wegingsfactoren MCA	18
3. Resultaten	19
3.1 Stortplaatsen in de zilvergroene natuur	19
3.1.1 Stortplaatsen binnen het Nationaal Natuurnetwerk	19
3.1.2 Beheer, eigendom, eigenschappen en samenstelling,	19
3.2 Maatschappelijk draagvlak voor <i>urban mining</i>	21
3.3 Technieken en methoden voor <i>urban mining</i>	22
3.3.1 Onbewerkt afvoeren, verbranden en bijbehorende kosten	22
3.3.2 Sorteërinstallaties en bijbehorende kosten	22
3.3.3 Thermische conversie en bijbehorende kosten	24
3.4 Oorspronkelijk & wenselijke natuurwaarden	26
3.4.1 Habitats en milieueisen per natuurdoeltype	26
3.4.2 Normkosten voor de sanering van bodem en de inrichting van natuurgrond	26
3.4.3 Keuze voor een natuurdoeltype en mogelijke alternatieven.....	28
3.4.4 Wie is verantwoordelijk voor de kosten van natuurherstel?	28
3.5 Afwegen waarden om te prioriteren.....	29
3.5.1 Het model en de basis.....	29
3.5.2 Criteriumcategorieën en criteria van de <i>MCA-light</i>	29
3.5.3 De geprioriteerde lijst van stortplaatsen	30
3.6 Inschatting haalbaarheid	31
3.6.1 Exploitatiebegrotingsmodel in Excel	31
3.6.2 Effect-, mitigatie-, en compensatieanalyse	32
4. Discussie en conclusie	33
4.1 Discussie.....	33
4.2 Conclusies.....	36
5. Aanbevelingen	37
Literatuur.....	38
Bijlagen	42
Bijlage WP1.A Deskresearchdata	42
WP1.A1 Wetgeving	42
WP1.A2 Beschikbare stimuleringsmaatregelen	43
WP1.A3 Overig, van belang voor haalbaarheid	44
Bijlage WP2.B Grootschalige thermische conversie.....	46
WP2.B1 Nederlandse AVI's en de R1 status	46
WP2.B2 Wervelbedoven.....	48
WP2.B3 Pyrolyse en vergassing	48
WP2.B4 Plasmatechnologie	49
WP2.B5 Wervelbedvergasning	50
Bijlage WP3.A Deskresearchdata	52
WP3.A1 milieukeurmerken per natuurdoeltype.....	52
WP3.A2: Toelichting op bodemsaneringstechnieken	55
WP3.A3 Kosten voor grondwatersaneringstechnieken.....	55
Bijlage WP4.A Deskresearchdata	58
WP4.A1. Tabellen en model uit Van der Zee et al. (2004)	58

WP4.A2 Voorbeeld: MCA-criteria en definiëring van de bijbehorende klassen	60
WP4.A3 Het scoren van de opties na invoer van de klassen per optie.	61
WP4.A4 Gevolgde procedure om tot een MCA-model te komen	63
WP4.A5 Criteria/parameters en vergelijkbare eenheden	65
Bijlage WP4.B Criteriatabel & Excel werkbladen	67
WP4.B1 Criteriatabel	67
WP4.B2 Lijst van stortplaatsen en MCA-rekenmodel (Excel)	69
WP4.B3 Haalbaarheidsanalyse: exploitatiebegrotingen (Excel) en effect-, mitigatie- en compensatieanalyse.....	71
WP4.B4 Effect-, mitigatie-, en compensatieanalyse.....	73

Voorwoord

Dit is een adviesrapport van de projectgroep *Urban mining* van InCompany Milieuadvies van de Open Universiteit. InCompany Milieuadvies is een virtueel milieuadviesbureau waarin studenten van de Open Universiteit samenwerken aan afstudeerprojecten voor de bachelor opleiding milieu-natuurwetenschappen.

In opdracht van de Natuur en Milieufederatie Limburg (NMFL) is onderzocht of stortplaatsen in de zilvergroeene natuur van het Nationaal Natuurnetwerk (NNN), voorheen de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), gesaneerd kunnen worden met behulp van de baten van *urban mining* met als einddoel het herstellen van de oorspronkelijke natuurwaarden.

De vier teamleden van de projectgroep hebben elk een eigen deelrapport geschreven. Dit adviesrapport, dat aan de NMFL is uitgereikt, is opgebouwd met informatie uit alle vier de deelrapporten.

Wij willen hierbij de NMFL bedanken voor het gunnen van deze opdracht aan InCompany Milieuadvies. Daarnaast is bij de uitvoering van het onderzoek dankbaar gebruik gemaakt van informatie die is aangeleverd door de NMFL, de Katholieke Universiteit Leuven, Cranfield University, de gemeenten Heerlen, Maastricht en Venlo en de Provincie Limburg. Wij willen met name de volgende mensen bedanken voor hun input bij de totstandkoming van dit adviesrapport: Hans Heijnen, Marc Jansen, Sjoerd Kloetstra, Carolien Kroeze, Jan Lutgerink, Math Mertens, Roy Renneberg en Anne de Vreeze.

Lijst met afkortingen

Afkorting	Betekenis
AVI	Afvalverbrandingsinstallatie
AVR	Afvalverwerking Rijnmond, een afvalverwerkingsbedrijf
BAG	Basisregistraties voor Adressen en Gebouwen
BBT/BAT	Best beschikbare techniek/Best available technology
BREF-document	BAT reference document
BSA	Bouw- en sloopafval
Bssa	Besluit stortplaatsen en stortverboden afvalstoffen
EHS	Ecologische hoofdstructuur
ELFM	Enhanced landfill mining
GBA	Gemeentelijk Basis Administratie
GIS	Geografisch informatiesysteem
KBA	Kosten-batenanalyse
LFM	Landfill mining
MCA	Multicriteria-analyse
NIMBY	Not in my Backyard
NMFL	Natuur en milieufederatie Limburg
NNN	Nationaal Natuurnetwerk/Natuurnetwerk Nederland
SILG	Subsidieverordening inrichting landelijk gebied Limburg
Wbb	Wet bodembescherming

Samenvatting

In opdracht van de Natuur- en Milieufederatie Limburg (NMFL) is onderzocht of stortplaatsen in de zilvergroeene natuur van het Nationaal Natuurnetwerk (NNN), voorheen de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), gesaneerd kunnen worden met behulp van de baten van *urban mining*. Het einddoel is gericht op het herstellen van de oorspronkelijke natuurwaarden.

In dit adviesrapport wordt een antwoord gegeven op de volgende vraag:

Wat zijn de mogelijkheden om de stortplaatsen in de zilvergroeene natuur van het NNN/de EHS in de provincie Limburg economisch rendabel te maken via *urban mining* en wat zijn - na sanering - de mogelijkheden om de oorspronkelijke natuur te herstellen?

Om die vraag te beantwoorden hebben wij een project opgezet dat bestaat uit 4 werkpakketten. Elk werkpakket komt voort uit een deelvraag. De betreffende deelvragen zijn:

1. Welke stortplaatsen liggen in de Provincie Limburg binnen het Nationaal Natuurnetwerk, wat zijn de eigenschappen, wat is de samenstelling en hoe zorg je voor maatschappelijk draagvlak?
2. Wat is de stand van de techniek en welke methoden zouden er (op termijn) rendabel kunnen worden uitgevoerd bij *urban mining* van de stortplaatsen in de Provincie Limburg?
3. Wat zijn de oorspronkelijke natuurwaarden en de wenselijke natuurwaarden van stortlocaties in de provincie Limburg, welke economische- en milieuaspecten spelen een rol en wat zijn de mogelijkheden voor natuurherstel?
4. Wat zijn de mogelijkheden om de economische waarde of kosten van *urban mining* af te wegen tegen de maatschappelijke waarden van natuur en milieu? Kan de haalbaarheid van een *urbanmining*project in Limburg worden ingeschat?

Het onderzoek richtte zich op stortplaatsen waarvan de stortactiviteiten zijn beëindigd vóór 1 september 1996. Op basis van ons onderzoek melden wij *a priori* dat recente informatie of een totaaloverzicht over deze stortplaatsen niet beschikbaar bleek te zijn. De meest bruikbare rapportages zijn ruim 15 jaar oud en zijn destijds ook niet gedigitaliseerd. Stortplaatsen die op en na genoemde datum nog in gebruik waren (of zelfs nu nog zijn) vallen onder de wettelijke regeling voor de nazorg bij operationele stortplaatsen. Indien stortplaatsen, die vóór 1 september 1996 zijn gesloten niet opnieuw zijn- of worden geopend, vallen deze niet onder deze wettelijke bepalingen. Verder bleek dat 34 stortplaatsen in de zilvergroeene zone liggen, waarvan er 16 geschikt werden bevonden voor analyse gericht op prioritering van sanering.

Een ander belangrijk aspect is dat de eigenaar van een voormalige stortplaats verantwoordelijk is voor de nazorg. In het Besluit *aanwijzing bevoegd gezag gemeenten Wet bodembescherming* zijn de gemeenten Heerlen, Maastricht en Venlo aangewezen. Bij stortplaatsen die in deze gemeenten liggen zijn zij zelf bevoegd gezag in het kader van de Wet bodembescherming. Bij de overige stortplaatsen is de Provincie Limburg bevoegd gezag.

Urban mining kan worden uitgevoerd als onderdeel van een saneringsplan in het kader van de wet Bodembescherming. Marktpartijen zouden 50% van de kosten voor bodemsanering moeten dragen. Deze 50% kan mogelijk gegenereerd worden uit de verkoop van grondstoffen of energie afkomstig uit de verwerking van het vrijkomende materiaal. De andere 50% zou kunnen worden gefinancierd door een beroep te doen op de Subsidieverordening Inrichting Landelijk Gebied Limburg 2015 (Provincie Limburg, 2015). De verwachting is dat in 2018 de zogenaamde Omgevingswet wordt ingevoerd. Met de Omgevingswet wil de overheid de nu geldende regels vereenvoudigen en samenvoegen. Er komt dan een ander financieel, juridisch en organisatorisch instrumentarium. Hoe dat eruit gaat zien is nog onduidelijk.

Verder is het van belang om draagvlak te creëren bij omwonenden, actoren en andere betrokkenen om *urban mining* succesvol te kunnen uitvoeren. Wij bevelen dan ook aan om de belanghebbenden zo snel mogelijk in het proces te betrekken en hiervoor de sleutelfiguren uit de krachtenveldanalyse te benaderen (Nillesen, 2009).

De eenvoudigste optie voor de uitvoering van *urban mining* in technische zin is het onbewerkt afvoeren en laten verbranden van het vrijkomende materiaal. De kosten voor afvoer kunnen worden gereduceerd door het vrijkomende materiaal te sorteren. De kosten van de inzet van sorteerinstallaties kunnen voor een deel betaald worden uit de baten van de verkoop van gewonnen metaal. Dit is o.a. afhankelijk van de kosten van de gekozen technieken, efficiëntie van de materiaal terugwinning, actuele grondstofprijzen en de samenstelling van de stortplaats. Door overcapaciteit op de markt voor afvalverbranding is het omzetten van het restmateriaal in elektriciteit en warmte in een eigen kleine installatie onrendabel. Het uitsorteren van waardevolle materialen en het afvoeren van het restmateriaal naar een grootschalige afvalverbrander blijkt de meest reële optie. Sinds 1 januari 2015 wordt het storten en verbranden van afvalstoffen belast.

Het wordt aanbevolen om samen met andere belanghebbenden een verzoek te richten aan de staatssecretarissen Eric Wiebes van Financiën en Wilma Mansveld van Milieu, om voor *urban mining* een uitzondering te maken.

De oorspronkelijke natuurwaarden van de geselecteerde en geïnventariseerde stortplaatsen zijn te splitsen in een aantal hoofdcategorieën met daaronder de gewenste vegetatiesoorten. Voor alle natuurdoeltypen in de provincie Limburg zijn beheersmaatregelen noodzakelijk. Voor het realiseren van gewenste natuurdoeltypen onderzochten wij ook wat voor eisen natuurdoeltypen stellen aan de omgeving. Bij de keuze van een natuurdoeltype dient gekeken te worden naar de reeds bestaande natuur en op welke wijze het nieuwe natuurdoeltype de reeds aanwezige natuur kan versterken. Voor het saneren van de bodem zijn normkosten gevonden. Voor de inrichtingskosten zijn normen gevonden voor "droge" natuur en "natte" natuur. Het realiseren van natte natuurdoeltypen is duurder vanwege het noodzakelijke graafwerk.

Voor de mogelijkheden om de economische waarde of kosten af te wegen met de maatschappelijke waarden van natuur en milieu is gekozen voor een Multicriteria-analyse (MCA). De MCA is gebruikt om 16 stortplaatsen te prioriteren op geschiktheid voor *urban mining*. Daarbij bleken twee stortplaatsen - Trappistenveld I en II in Venlo - de hoogste prioriteit te krijgen.

Om de haalbaarheid van *urban mining* beter in te schatten, is het exploitatiebegrotingsmodel op de hoogst geprioriteerde stortplaatsen toegepast. Het exploitatiebegrotingsmodel is een format dat nog aangevuld dient te worden. Op grond van beschikbare basisgegevens volgt uit het huidige exploitatiebegrotingsmodel een schatting van het netto resultaat van *urban mining*. Gemiddeld voorspelt het model een negatief resultaat, maar dat beeld wordt waarschijnlijk anders wanneer de basisgegevens worden aangevuld met *specifieke en actuele stortplaats* gegevens zoals de kosten van nazorg en beheer.

Tot slot blijkt dat een uitgebreide milieueffectanalyse per stortplaats wenselijk is alvorens een casestudy wordt gestart. Wij adviseren dan ook om een vervolgonderzoek uit te voeren naar de milieueffecten bij de hoogst geprioriteerde stortplaatsen en om in gesprek te gaan met de eigenaren van de stortplaatsen en andere mogelijke partners. De gesprekken zouden gericht moeten zijn op (a) het sluitend maken van de exploitatiebegroting, (b) actueel milieuonderzoek in/rondom de hoogst geprioriteerde stortplaatsen en (c) de resultaten van milieuonderzoek.

Abstract

Commissioned by the Natuur- en Milieufederatie Limburg (NMFL) (Nature and Environment Federation Limburg) we investigated the remediation of landfills in the silver-green areas of the Nationaal Natuurnetwerk (NNN) (National Nature Network) into conservation areas financed by the benefits of *urban mining*, with the ultimate goal of restoring the original natural values.

In this report we are searching for an answer to the following question:

What are the possibilities for making the landfills in the silver-green nature of the NNN in the Dutch province of Limburg economically viable through *urban mining*, and what are the possibilities - after remediation - to restore the original natural values?

To answer that question we have set up a project consisting of four work packages, each of which originates from a sub-question. The relevant sub-questions are:

1. Which landfills in the province of Limburg are located in the NNN, what are their properties, what is their composition and how can we create community support?
2. What are the best available techniques and what methods can (eventually) be used profitably for urban mining of the landfills in the province of Limburg?
3. What is the original and desirable nature at the landfill sites in the province of Limburg, which economic and environmental aspects are to be considered and what are the possibilities for ecological recovery?
4. What are the possibilities for comparing the economic values or costs of *urban mining* with the social values of nature and the environment. Is it possible to estimate the feasibility of an *urban mining* project in Limburg?

The research focused on landfills where the landfill activities had been terminated before 1st of September 1996. On the basis of our research we mention *a priori* that recent information or a clear overview of data of the landfills appeared to be unavailable. The most useful reports are over 15 years old and were not digitized. Landfills that were in use on or after the mentioned date (or even at this moment) are covered under the legislation of the aftercare of operational landfills. If landfills from before the 1st of September 1996 are closed and not reopened, they are not covered by this legislation.

We also found that 34 landfills are located in the silver-green zone, of which 16 landfills were found suitable for analysis focused on prioritisation of remediation.

Another important aspect is that the owner of a former landfill is responsible for the aftercare. The Dutch Government Decree *aanwijzing bevoegd gezag gemeenten Wet bodembescherming* (designating municipalities who have authority under the Soil Protection Act) the municipalities Heerlen, Maastricht and Venlo are also designated as having authority. When landfills are located in these municipalities they themselves are the designated authority under the Soil Protection Act. For the remaining landfills the province of Limburg is the designated authority.

Urban mining can be implemented as part of a remediation plan under the Dutch Soil Protection Act. Market participants should bear 50% of the costs of soil remediation. This 50% can possibly be generated from the sale of raw materials or energy from the processed waste of the landfill. The other 50% would be financed by resources from the Subsidieverordening Inrichting Landelijk Gebied Limburg 2015 (Subsidy Regulation Rural Areas Limburg 2015) (Provincie Limburg, 2015). It is expected that a new environmental law (Omgevingswet) will be introduced in the Netherlands in 2018. With this environmental law the Dutch government wants to simplify and merge the current rules. This means that there will be a new set of financial, legal and organizational instruments. How this law will unfold is still unclear.

Furthermore, it is important to create support among local residents, the operational actors and other stakeholders to implement *urban mining* successfully. Therefore we recommend to involve the stakeholders as soon as possible in the process and to contact the key persons from the force-field analysis (Nillesen, 2009).

The simplest option for the implementation of *urban mining* in a technical sense is the unprocessed disposal of the excavated waste by incineration in an existing waste incinerator. Sorting the excavated material can reduce the costs of disposal. The costs of deploying sorting facilities may be partly covered by the revenues from the sale of extracted metals. This also depends on the costs of the used techniques, the efficiency of the material recovery, current commodity prices and the composition of the landfill. Because of overcapacity in the market for waste incineration the conversion of the leftover waste into electricity and heat in a purposely build small waste incinerator is unprofitable. The sorting of valuable materials and the elimination of the leftover waste in a large-scale waste incinerator appears to be the most realistic option. Since the 1st of January 2015 landfilling and incineration of wastes is taxed in the Netherlands. We recommend

sending a request together with other stakeholders to the State Secretaries of Finance Eric Wiebes and Wilma Mansveld of Environment, to make an exception for *urban mining*.

The original nature at the selected and researched landfill sites can be divided into several main categories and the desired vegetation types. For all types of nature in the province of Limburg management is necessary. To achieve the desired nature types we also examined what requirements the nature types pose to their environment. When choosing a nature type the existing nature should be considered and how the new nature type can strengthen the existing nature. For the remediation of soil standard costs were found. For redevelopment costs standards were found for "dry" nature and "wet" nature. Realizing wet nature types is more expensive because of the necessary excavation work.

For the possibility of weighing economic value or costs equally with social values of nature and the environment a multi-criteria analysis (MCA) is used. The MCA is used to prioritize 16 landfills on their suitability for *urban mining*. It showed that two landfills - Trappistenveld I en II in Venlo - have the highest priority.

To better estimate the feasibility of *urban mining* the operating budget model is used for the landfills with the highest priority. The operating budget model is a format that still has to be completed. From the current operating budget model we can conclude, on the basis of the available basic data, an estimate of the net result of *urban mining*. On average, the model predicts a negative result, but that picture is likely different when the basic data are supplemented by *specific and current landfill* data such as the cost of aftercare and management.

Finally, it appears that a comprehensive environmental impact analysis is desirable for each landfill before a case study is started. We therefore recommend to start additional research into the environmental impact at the highest priority landfills and to enter into a dialogue with the owners of the landfills and other potential partners. The talks should focus on (a) balancing the operating budget, (b) up-to-date environmental research in / around the highest priority landfills and (c) the results of environmental research.

1. Inleiding

1.1 Achtergrondinformatie

Dit rapport beschrijft de uitvoering van een opdracht die is geformuleerd door de Natuur en Milieufederatie Limburg (NMFL), namelijk om voormalige Limburgse stortplaatsen systematisch te onderzoeken.

Deze opdracht komt voort uit de volgende twee gedachtengangen:

- (1) Om van huisvuil en ander afval af te komen was het storten van afval gedurende een groot deel van de twintigste eeuw de gebruikelijke methode (Wikipedia.org, 2014). Zo zijn veel natuurlijke en kunstmatige laagtes in het landschap in het verleden opgevuld met afval, waardoor ook waardevolle natuur is verdwenen. Veel van deze stortplaatsen veroorzaken daarnaast milieuproblemen. Ze lekken o.a. methaan naar de atmosfeer en zware metalen naar de bodem (Frändegård, Krook et al. 2013).
- (2) Veel stortplaatsen bevatten afval waar tegenwoordig met nieuwe technieken waardevolle materialen uit zijn te halen. In oude stortplaatsen werd ongescheiden en ongesorteerd afval gestort. Stortplaatsen en andere afvalbergingen bevatten bijvoorbeeld meer dan 30% van de wereldvoorraad aan koper, aanzienlijke hoeveelheden brandbaar materiaal en materiaal dat geschikt is als bouwstof (Frändegård, Krook, Svensson, & Eklund, 2013). Door toenemende schaarste aan grondstoffen wordt het aantrekkelijk om materialen terug te winnen voor hergebruik of om te zetten in energie (De Wijk, 2012; Elger, 2013; Kaartinen, Sormunen, & Rintala, 2013). Volgens Quaghebeur et al. (2013) is de inhoud per stortplaats echter verschillend door verschillende factoren die in het verleden hebben gespeeld. Wij kunnen daarbij denken aan de periode waarin de stortplaats in gebruik is geweest of aan de vraag hoelang deze stortplaats al is afgesloten. De wijze waarop de stortplaats is ingebed in grond, grondwater en mogelijke afdichting heeft betrekking op (a) de staat waarin wij de afvalstoffen kunnen aantreffen en (b) hun waarde. Daarnaast is het van belang om het wettelijk kader en de stand van de techniek voor recycling en scheiding van afval hiervoor te achterhalen.

De NMFL schat in dat *urban mining* (het terugwinnen van materialen uit afval) een win-winsituatie kan creëren voor de omgeving, natuur en betrokken ondernemers. Als drijfveer voor ondernemers kan worden gedacht aan het toekomstig tekort aan grondstoffen en energie. Uit milieuoogpunt is het ook wenselijk om risicovolle stortplaatsen te saneren. Na het opruimen van een stortplaats kan deze locatie vervolgens worden omgevormd naar waardevolle natuur als onderdeel van het Nationaal Natuurnetwerk (NNN), voorheen beter bekend als de ecologische hoofdstructuur de (EHS). Het NNN/de EHS in Limburg is opgebouwd uit een goudgroene zone, een zilvergroezone en een bronsgroene zone. De goudgroene zone bestaat uit natuurdoeltypen die van evident belang zijn voor de instandhouding van kenmerkende natuurdoeltypen in ons land. Binnen de zilvergroezone natuurzone staat het benutten van kansen voor natuur en landschap centraal. De zilvergroezone natuurzone ondersteunt de functionaliteit en effectiviteit van de goudgroene natuurzone. De bronsgroene landschapszone omvat de landschappelijk waardevolle beekdalen en bufferzones rond bestaande natuurgebieden met de daarin aanwezige (extensievere) landbouwgebieden, monumenten, kleinere landschapselementen, waterlopen en dergelijke (Provinciale Staten van Limburg, 2014).

Genoemde opdracht van de NMFL heeft geleid tot onze studie, die zich richtte op de mogelijkheden voor *urban mining* van stortplaatsen in de zilvergroezone van het NNN/de EHS. Voordat een casestudy kan worden uitgewerkt (in een eventueel vervolgonderzoek) hebben wij eerst gefocussed op prioritering van stortplaatsen. In Limburg liggen er namelijk bijna negenhonderd (Provinciale Staten van Limburg, persoonlijke communicatie, 15 februari 2015). Deze stortplaatsen zullen niet allemaal even geschikt zijn voor *urban mining*, omdat veel factoren (die wij noemen of uitwerken in dit rapport) een rol spelen.

1.2 Probleem

Door de invloed van de mens zijn de oorspronkelijke natuurdoeltypen zeldzaam geworden in Limburg. Met natuurdoeltypen bedoelen wij natuurdoeltypen zoals gedefinieerd in het Handboek Streefbeeld voor Natuur en Water in Limburg (Krekels, Peeters, & Brouw, 2003). Als natuur- en milieuorganisatie zou NMFL deze oorspronkelijke natuurdoeltypen ook in de zilvergroezone willen realiseren door stortplaatsen op te ruimen en de natuur in de zilvergroezone van het NNN/de EHS te herstellen. Om de oorspronkelijke natuurdoeltypen te kunnen realiseren is het van belang eerst uit te zoeken welke natuurdoeltypen dit dan waren en welke natuur- en milieueisen deze

natuurdoeltypen stellen aan hun omgeving. Daarnaast is nog onvoldoende bekend over de stortplaatsen in Limburg.

Het overzicht dat bekend is bij de Provincie Limburg is onvolledig en de stortplaatsen die liggen in de gemeenten Maastricht, Heerlen en Venlo ontbreken in dit overzicht. Uit ons onderzoek bleek al gauw dat een overzicht van de stortplaatsen bij deze gemeenten niet direct opvraagbaar is. Bij de gemeenten is er geen recente informatie en geen totaaloverzicht, voor zover als dit voor ons inzichtelijk is. Uit het overzicht van de Provincie Limburg en de informatie van de NMFL blijkt dat circa 250 van de 890 stortplaatsen in Limburg zijn gelegen in het NNN/de EHS. Vaak is de stortplaats niet onder milieubeheer of toezicht gesteld en is de omgeving onder invloed van de metalen en andere verontreiniging in de grond. Er is dus veel potentieel, zowel voor natuurherstel, als voor herwaardering van de grondstoffen in de stortplaatsen door het toepassen van de *beste beschikbare technieken* (BBT) (Kenniscentrum InfoMil, 2015a). Om geld te genereren uit *urban mining* is er gezocht naar de meest geschikte technieken. Hiervoor zijn onder meer de kosten en baten in beeld gebracht.

Urban mining lijkt een prachtige technische oplossing voor een lelijk probleem, maar met alleen techniek zijn wij er niet. Milieuproblemen hebben namelijk per definitie ook een maatschappelijk aspect in zich. De neveneffecten (Destentor.nl, 2013; RTV Oost, 2014) van stortplaatsen kunnen namelijk ook als milieuprobleem gezien worden en bij het opruimen moet het niet zo zijn dat nieuwe of ernstigere milieuproblemen ontstaan.

Belangrijke voor- en nadelen - economisch, ecologisch en sociaal - dienen op een gepaste manier te worden afgewogen om te bepalen welke stortplaats het meest kansrijk is om het doel te bereiken van milieu- en natuurwinst. In dit project wordt onderzocht wat dan precies die gepaste manier is.

1.3 Vraagstelling

In overleg met de opdrachtgever zijn wij tot de volgende definitieve vraagstelling gekomen:

Wat zijn de mogelijkheden om de stortplaatsen in de zilvergroeene zones van het NNN/de EHS c.q. Ecologische Hoofdstructuur (EHS) in de provincie Limburg economisch rendabel te maken via *urban mining* en wat zijn - na sanering - de mogelijkheden om de oorspronkelijke natuur te herstellen?

Deelvragen zijn:

1. Welke stortplaatsen liggen in de Provincie Limburg binnen het Nationaal Natuurnetwerk, wat zijn de eigenschappen, wat is de samenstelling en hoe zorg je voor maatschappelijk draagvlak?
2. Wat is de stand van de techniek en welke methoden zouden er (op termijn) rendabel kunnen worden uitgevoerd bij *urban mining* van de stortplaatsen in de Provincie Limburg?
3. Wat zijn de *oorspronkelijke natuurwaarden* en de *wenselijke natuurwaarden* van stortlocaties in de provincie Limburg, welke economische- en milieuaspecten spelen een rol en wat zijn de mogelijkheden van natuurherstel?
4. Wat zijn de mogelijkheden om de economische waarde of kosten van *urban mining* af te wegen tegen de maatschappelijke waarden van natuur en milieu? Kan de haalbaarheid van een *urbanmining* project in Limburg worden ingeschat?

1.4 Doelstelling

Op basis van de geformuleerde vragen hebben wij de volgende doelen benoemd: (a) Het maken van een inventarisatielijst van storten in Limburg in het NNN/de EHS en (b) een flexibel model, inclusief toelichting, dat helpt bij de prioritering voor sanering van stortplaatsen. Het model is gebaseerd op multicriteria-analyse (MCA) waarbij naast natuurvoordeel ook financiële informatie & maatschappelijk belang wordt meegewogen om tot de uiteindelijke prioritering te komen.

Als input hiervoor moeten wij de kosten en baten van *urban mining* in beeld brengen.

Uitgangspunten hierbij zijn de actuele stand van de techniek en een wetenschappelijke onderbouwing aan de hand van de beschikbare literatuur. Vervolgens brengen wij in beeld wat de wenselijke natuurdoeltypen zijn voor voormalige stortplaatsen in de zilvergroeene zone van het NNN/de EHS in de provincie Limburg en wat de kosten zijn die met het herstel van deze natuurwaarden zijn gemoeid.

Het onderzoek is uitgevoerd om beter in te kunnen schatten of het doel van de opdrachtgever te verwezenlijken is. Dat doel is natuurontwikkeling in de zilvergroeene natuur van het NNN/de EHS op plaatsen waar door *urban mining* stortplaatsen zijn opgeruimd, waarbij opbrengst is gegenereerd voor de genoemde natuurontwikkeling.

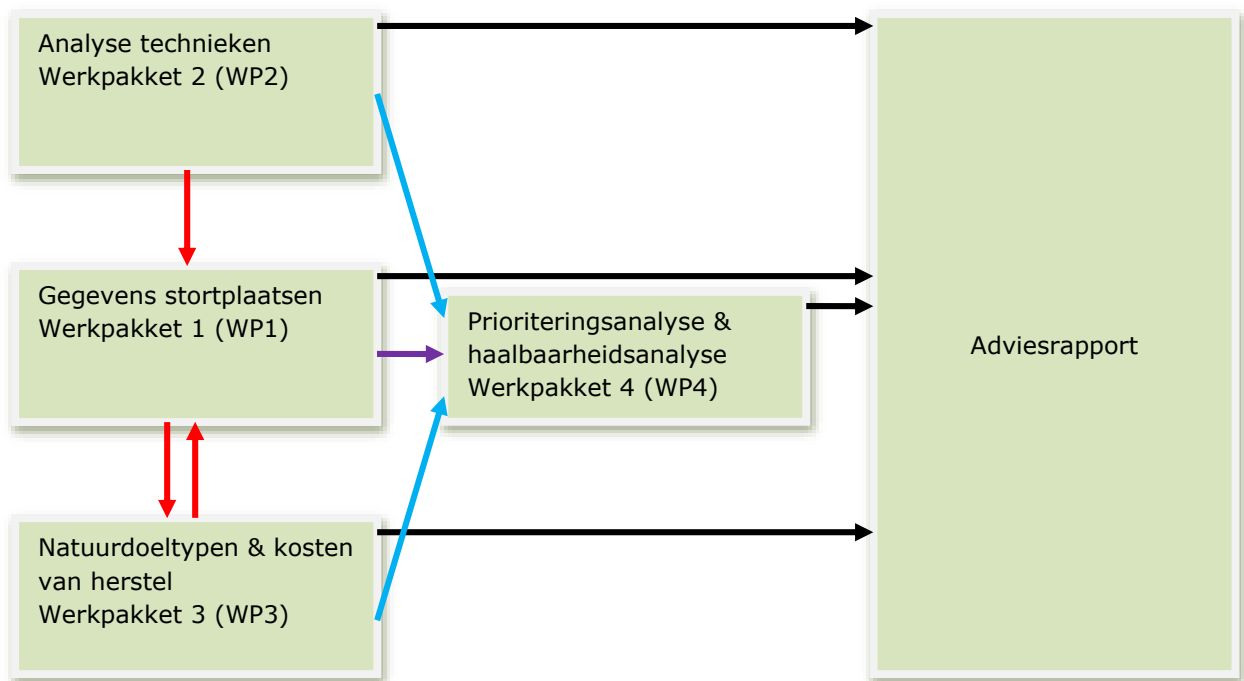
1.5 Kenmerken (criteria) resultaten

De in dit onderzoek verzamelde gegevens omvatten onder meer een overzicht van de stortplaatsen binnen de zilvergroeene zone van het NNN/de EHS van de Provincie Limburg, als ook eigenschappen en samenstelling van deze stortplaatsen. Daarnaast geven wij een overzicht van de best beschikbare technieken (BBT) voor *urban mining*. Ook geven wij een beschrijving van de oorspronkelijke of wenselijke natuurdoeltypen per deelgebied in de zilvergroeene zone van het NNN/de EHS in de provincie Limburg, verantwoordelijkheid natuurherstel, kosten natuurherstel en mogelijk beschikbare subsidies.

De resultaten bevatten een flexibel/aanpasbaar wegingsmodel en een prioriteitenlijst van de te saneren stortplaatsen in het NNN/de EHS van de provincie Limburg. Het wegingsmodel en het exploitatiebegrotingsmodel zijn eenvoudig aan te vullen of aan te passen met andere stortplaatsen waarvan basisgegevens beschikbaar zijn.

1.6 Randvoorwaarden

- Dit onderzoek is gericht op het verkennen van de mogelijkheden van *urban mining* en vanwege de beperkt beschikbare tijd niet gericht op de daadwerkelijke uitvoering.
- Het onderzoek liep van januari 2015 tot en met juni 2015. In eerste instantie richtte het zich op stortplaatsen binnen de zilvergroeene zone van het NNN/de EHS. Andere stortplaatsen vielen daarmee buiten dit onderzoek.
- De gegevens voor het uitvoeren van de onderzoeken waren afkomstig uit de verschillende werkpakketten, die wij hebben samengesteld om deelvragen te beantwoorden en doelen te bereiken. Hier is sprake van een onderlinge afhankelijkheidsrelatie zoals in figuur 1 is weergegeven. Met werkpakket 1 verzorgen wij een overzicht van de stortplaatsen, met werkpakket 2 beschreven wij de technieken, met werkpakket 3 de overzichten voor natuurdoeltypen/natuurherstel en met werkpakket 4 probeerden wij te komen tot een model ten behoeve van de prioritering & haalbaarheid, waarbij wij opmerken dat het resultaat van activiteiten binnen pakket 4 afhankelijk is van de input van alle werkpakketten.
- Gezien het grote aantal stortplaatsen in Limburg, is een gerichte analyse van individuele stortplaatsen niet mogelijk binnen de scope van dit onderzoek. De variabelen van eventueel naderhand benodigde grondsanereringen vallen daarom eveneens buiten het bereik van dit onderzoek. Voor het opstellen van dit onderzoeksrapport is gebruik gemaakt van de beschikbare literatuur en beschikbare informatie van benaderde kennisinstituten.



Figuur 1: **Rode** pijlen: de gegevens van de stortplaatsen (WP1) is input voor het uitwerken van WP2 en WP3. De resultaten uit de literatuurstudie van WP3, indicatie kosten natuurherstel en gewenste natuurwaarden worden ook ingebracht in de prioriteringsanalyse & haalbaarheidsanalyse, zie de **paarse** pijl. **Blauwe** pijlen: resultaten en belangrijke parameters uit de literatuurstudie van WP2 en WP3 worden ingebracht bij WP4 prioriteringsanalyse & haalbaarheidsanalyse. Alle informatie in het adviesrapport vindt zijn oorsprong in één van de werkpakketten, zoals de zwarte pijlen duiden.

2. Methode

In dit hoofdstuk wordt in detail de methode van onderzoek beschreven, niet alleen om de reproduceerbaarheid te waarborgen, maar ook om anderen in staat te stellen een prioriteitenlijst van geschikte stortplaatsen voor *urban mining* te genereren met het beschreven model. Het onderzoeksmodel voor dit onderzoek is gebaseerd op het algemene onderzoeksmodel van Verschuren en Doorewaard (Verschuren, 2007). Grotendeels is gebruik gemaakt van literatuuronderzoek, dat wordt beschreven in §2.1. In §2.2 volgt een beschrijving van de actoren in het onderzoek, in §2.3 het rekenwerk dat is toegepast in de modellen en tot slot de methode die is toegepast voor het bepalen van wegingsfactoren van de MCA.

2.1 Literatuuronderzoek

De criteria voor het verkrijgen van inzicht in de theorie (stap 1 van het onderzoeksmodel) zijn in belangrijke mate verkregen door literatuuronderzoek. Er is literatuuronderzoek uitgevoerd naar:

- De stortplaatsen, actoren en contactpersonen binnen de Provincie Limburg;
- Rapporten, beleidsdocumenten en studies naar de stortplaatsen in de Provincie Limburg, de samenstelling van stortpakketten, beschikbare kengetallen en andere benaderingen om de inhoud van stortplaatsen te valideren;
- Europese en Nederlandse afvalwetgeving in relatie tot stortplaatsen;
- Eventueel beschikbare stimuleringsbijdragen (subsidie);
- Europese en Nederlandse wet- en regelgeving met betrekking tot de BBT voor sorteerinstallaties en afvalverbrandingsinstallaties;
- Rapporten, beleidsdocumenten en studies met betrekking tot afvalverwerking;
- Technieken voor sorteerinstallaties en afvalverbrandingsinstallaties;
- Oorspronkelijke natuurdoeltypen in Limburg en huidige gewenste Natuurdoeltypen in Limburg;
- Natuur- en milieueisen per gewenst natuurdoeltype;
- Normkosten voor het inrichten van een ha. natuurgebied;
- Mogelijke alternatieve grondaanwending binnen de zilvergroeene zone van het NNN/de EHS;
- Definitie van zilvergroeene en goudgroeene natuur binnen het NNN/de EHS;
- Prioriteringsmethoden, zoals kosten-batenanalyse (KBA) en MCA;
- Bestaande modellen voor het selecteren van stortplaatsen voor *urban mining*.

Via reguliere zoekopdrachten in niet-wetenschappelijke zoekmachines, de opdrachtgever en de Katholieke Universiteit Leuven zijn sites gevonden als elfm.eu en elfm.be waar verschillende actuele wetenschappelijke publicaties zijn verzameld over *enhanced landfill mining* (ELFM) (De Vocht & Descamps, 2011). Daarnaast is voor het literatuuronderzoek gebruik gemaakt van Sciencedirect, Google, Google Scholar en de digitale bibliotheek van de Open Universiteit met toegang tot wetenschappelijke artikelen. Er is gezocht met diverse termen, zowel in het Engels als in het Nederlands. Door het combineren van synoniemen en combinaties van termen met de *OR* en *AND* zoekoperatoren werden relevante artikelen gevonden. Daarnaast zijn websites over afvalstortplaatsen, de samenstelling van stortplaatsen, *urban mining* en *landfill mining* (LFM) geraadpleegd.

Het inzicht in de theorie (stap 1 in het onderzoeksmodel) is tevens verkregen door een onderzoek naar landelijke regelgeving zoals het Landelijk Afvalbeheerplan (LAP2), beschikbare technieken voor *urban mining*, natuurdoeltypen en prioriteringsmethoden. Daarop volgde het inzicht in de wijze waarop het onderzoek het best kon worden uitgevoerd (stap 2 van het onderzoeksmodel). De onderzoeksopiek (stap 3 van het onderzoeksmodel) omvat het verkregen inzicht en het kader voor de rapportage. Het onderzoeksobject (stap 4 van het onderzoeksmodel) zijn de stortplaatsen in de zilvergroeene zones, de technieken voor het verwerken van het bij *urban mining* vrijkomende materiaal, de gewenste natuurdoeltypen en geschikte prioriteringsmethoden. Met behulp van het verkregen inzicht in de theorie en de achtergrondinformatie (stap 1+2+3+4) en door het uitvoeren van de analyse uit de onderzoeksopiek is vervolgens dit adviesrapport opgemaakt.

2.2 Actoren

De NMFL is in dit onderzoek de belangrijkste actor als initiatiefnemer en opdrachtgever voor het onderzoek *Groen voor Afval*. Directeur H. Heijnen en medewerker Natuur en Ruimtelijke Ordening R. Renneberg treden in deze op als opdrachtgever. In de opdracht en uit de gesprekken blijkt dat de NMFL de stortplaatsen in de zilvergroeene natuur van het NNN/de EHS op wil ruimen en zij op zoek zijn naar innovatieve technieken om het restmateriaal om te zetten in energie. Het ultieme doel van de NMFL is om met de opbrengsten uit *urban mining* de oude stortplaatsen te saneren en als natuurgebied in te richten. De NMFL is echter geen 'probleemhouder' maar neemt - als voorvechter van het NNN/de EHS in Limburg - hierin het voortouw.

De eigendomssituatie speelt een rol bij *urban mining*. Veel stortplaatsen zijn het eigendom van gemeenten, omdat deze vroeger vaak verantwoordelijk waren voor de afvalverwijdering. Er zijn echter ook oude stortplaatsen in het bezit van particulieren en door de aankoop van terreinen zijn ook terreinbeherende instanties eigenaar van stortplaatsen. Bij voormalige stortplaatsen is de eigenaar ook verantwoordelijk voor de nazorg. Omdat voormalige stortplaatsen worden beschouwd als een geval van ernstige bodemverontreiniging, vallen activiteiten op voormalige stortplaatsen onder de provinciale bevoegdheden op basis van de Wet bodembescherming (Wbb). Daarnaast moet in het onderzoek en bij een eventuele uitvoering ook rekening gehouden worden met andere actoren en hun wensen en verwachtingen. Het openen van een stortplaats dicht in de buurt van een woonwijk zou bijvoorbeeld op verzet kunnen stuiten van omwonenden, bijvoorbeeld wanneer onduidelijkheid bestaat over de mogelijke gevaren. Andere betrokkenen zijn (1) bedrijven, (2) afvalverwerkers, (3) mogelijke leveranciers van technieken om het vrijkomende materiaal te sorteren, (4) mogelijke leveranciers van technieken om het restmateriaal om te zetten in energie, (5) grote warmtegebruikers in de provincie Limburg, (6) het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (Kenniscentrum InfoMil), in verband met de technische voorwaarden waar een installatie aan moet voldoen om een vergunning te krijgen en (7) Rijkswaterstaat Leefomgeving met betrekking tot de uitvoering van het landelijke afvalbeheerplan (LAP).

Vanuit het landelijk beleid zijn momenteel geen ontwikkelingen voor de herontwikkeling van voormalige stortplaatsen (Provincie Gelderland, 2011). Om aan de benodigde literatuur te komen is contact opgenomen met stakeholders, ervaringsdeskundigen van de Katholieke Universiteit Leuven en de Cranfield University, private partijen, de Provincie Limburg, de gemeenten Maastricht, Heerlen en Venlo, Bosgroep Zuid-Limburg te Heeze en Universiteit Wageningen. Jaap van Raffé van de Universiteit Wageningen adviseerde het Normenboek voor het Inrichten van Natuurdoeltypen (Raffé & Jong, 2014). Dit handboek is echter te detaillistisch en meer geschikt voor een casestudie. Via deskresearch is een rapport gevonden (Silvis, Schrijver, Rijk, & Gaaff, 2013) met normen voor het realiseren van een hectare natte of droge natuur (§3.4.2). Ook heeft raadpleging plaatsgevonden van Marc Jansen, een InCompany Milieuadvies medewerker die reeds ervaring heeft opgedaan met MCA in een ander project en een MCA-expert van de Open Universiteit: hoogleraar Carolien Kroeze. Marc Jansen adviseerde om bij de keuze voor een geschikte MCA-techniek vooral te kijken naar wat onderzoekers doen in het werkveld¹. Op basis daarvan kan dan vrij vlot een geschikt model gekozen worden voor het onderzoek. Halverwege² dit onderzoeksproject is de NMFL gevraagd onze lijst van criteria te beoordelen en aan te vullen. Op dat moment bleek dat de NMFL meer geïnteresseerd was in een *MCA-light*. De NMFL heeft behoefte aan een exploitatiebegroting waaruit blijkt of een casestudy haalbaar is en verkiest de exploitatiebegroting boven het uitwerken van een uitgebreid MCA-model. Op basis van dit verzoek is de haalbaarheidsanalyse aan dit onderzoek toegevoegd. Hoe wij betekenis hebben gegeven aan het begrip *MCA-light* wordt beschreven in hoofdstuk 3 (Resultaten).

2.3 Rekenwerk voor MCA en exploitatiebegroting

Bij de MCA-methode is enig rekenwerk aan de orde. Criteriumcategorieën³ en criteria⁴ vormen de maatstaven waarlangs opties worden gemeten om te zien hoe goed ze het bepaald doel⁵ bereiken. Het scoren⁶ van opties⁷ is een noodzakelijke stap in de MCA, omdat het daardoor mogelijk wordt om zeer uiteenlopende criteria⁸ toch met elkaar te kunnen vergelijken. Daarvoor is het niet per se noodzakelijk dat alle criteria (a) op een ordinale meetschaal zijn bepaald en/of (b) met een vergelijkbaar aantal klassen⁹ zijn gedefinieerd zoals in tabel 1. De hoogste klasse die werkelijk is uitgedeeld per criterium dient gescoord te worden op 100%, de laagste op 0%. De waarden ertussen kunnen vervolgens lineair worden bepaald. Dit wordt ook wel *relative scaling* genoemd. Deze manier van scoren wordt beschreven in de MCA Manual van het Department for Communities and Local Government (2009).

¹ In dit geval: MCA, *urban mining* en waardering van landgoed.

² 10 april 2015.

³ Bijvoorbeeld: milieu en financieel.

⁴ Bijvoorbeeld: onder de criteriumcategorie natuur: grondwatertoestand, gezondheidsrisico.

⁵ Bijvoorbeeld: voor het hoofdcriterium milieu: Het doel is milieuverbetering door een bepaalde activiteit

⁶ Hier bedoeld in de betekenis van *waarden*.

⁷ Bij een optie kan men in het kader van dit onderzoek denken aan elke stortplaats in Limburg.

⁸ Criteria kunnen gezien worden als de meetlat waarlangs iedere optie wordt gemeten. Men meet hoe goed het gerelateerde (deel)doel wordt bereikt met een optie.

⁹ Klassen zijn een onderdeel van de ordinale meetschaal. Ze geven alleen weer hoe opties ten opzichte van elkaar presteren (hoger is beter).

Score = klasse criterium / hoogste klasse gegeven voor een criterium onder alle opties (1.1)

Na het scoren van alle opties kan de gewogen somming bepaald worden door – per criterium – de score te vermenigvuldigen met de wegingsfactor. Vervolgens worden deze waarden per criterium gesommeerd om de gewogen somming te bepalen. In tabel 1 is een voorbeeld uitgewerkt met drie opties en drie criteria. Zie bijlage WP4.B2, bijvoorbeeld cel BK5.

Tabel 1: Uitgewerkt voorbeeld voor de berekening van een gewogen somming.

Opties	Criterium 1		Criterium 2		Criterium 3		Gewogen somming
	Klasse	Score	Klasse	Score	Klasse	Score	
Optie 1	1	50%	0	0%	0	0%	0,12500
Optie 2	2	100%	3	100%	1	100%	1,00000
Optie 3	1	50%	1	33,3%	1	100%	0,70825
Wegingsfactor		0,25		0,25		0,50	

De scores voor de opties onder criterium 1, 2, 3 zijn berekend volgens formule 1.1.

De gewogen somming voor optie 1 is als volgt berekend: $0,25 * 50\% + 0,25 * 0\% + 0,50 * 0\% = 0,125$. Dit is in overeenstemming met formule 1.2.

Leeshulp: Bedenk dat deze tabel in de gids van de consumentenbond zou kunnen staan. De opties bestaan uit: TV PHLC1 van Philips, TV SNBR2 van Sony enz. De criteria zijn achtereenvolgens: kleurechtheid, contrast en handleiding. De consumentenbond beschrijft in hoeverre elke criterium weegt in het eindoordeel (wegingsfactoren). Optie 2 blijkt als beste getest, in de consumentengids wordt doorgaans overigens geen gewogen somming expliciet weergegeven.

Gewogen somming zonder hiërarchie¹⁰ = $SOM(\text{score criterium 1} * \text{wegingsfactor criterium 1} + \text{score criterium 1.n} * \text{wegingsfactor 1.n})$ (1.2)

Gewogen somming met hiërarchie = $SOM(\text{score criterium 1.1} * \text{wegingsfactor criterium 1.1} + \text{score criterium 1.n} * \text{wegingsfactor 1.n}) * \text{wegingsfactor criteriumcategorie 1} + SOM(\text{score criterium 2.1} * \text{wegingsfactor criterium 2.1} + \text{score criterium 2.n} * \text{wegingsfactor 2.n}) * \text{wegingsfactor criteriumcategorie 2} + SOM(\text{score criterium 3.1} * \text{wegingsfactor criterium 3.1} + \text{score criterium 3.n} * \text{wegingsfactor 3.n}) * \text{wegingsfactor criteriumcategorie 3}$ (1.3)

De algemene formule voor de exploitatiebegroting: Opbrengsten – kosten = resultaat. (1.4)

Voor de kosten en opbrengsten is er steeds een interval met de minimaal en maximaal te verwachten kosten en opbrengsten. Deze zijn gebaseerd op cijfers uit de gevonden literatuur. Hieruit kan het gemiddelde worden bepaald. In tabel 2 is hiervan een voorbeeld gegeven.

Tabel 2: Uitgewerkt voorbeeld exploitatiebegroting

		Scenario's ¹¹			
		Minimaal resultaat	Maximaal resultaat	Gemiddeld resultaat	
		Subtotaal	Subtotaal	Subtotaal	Totaal
Opbrengsten					€ 3000
	Opbrengst uit 1 ¹²	€ 1000	€ 2000	€ 1500	
	Opbrengst uit 2	€ 1000	€ 2000	€ 1500	
Kosten					€ 2000 -
	Kostenpost 1 ¹³	€ 900	€ 700	€ 800	
	Kostenpost 2	€ 1600	€ 800	€ 1200	
Resultaat					€ 1000

¹⁰ Zonder hiërarchie wil zeggen dat criteria niet gecategoriseerd zijn onder criteriumcategorieën.

¹¹ In feite zijn drie scenario's uitgewerkt. In het minimale scenario wordt uitgegaan van de minimaal te verwachten opbrengst uit alle bronnen en maximale kosten uit alle kostenposten. Bij het maximum scenario is dat juist andersom waardoor het maximale resultaat wordt geschetst. Het gemiddelde van die twee is het meest waarschijnlijk en die vormt dan ook het scenario waarmee hier verder zal worden gewerkt.

¹² Bijvoorbeeld opbrengst uit gewonnen energie.

¹³ Bijvoorbeeld de kostenpost grondsanering.

De NMFL wil graag een exploitatiebegrotingsmodel waar basisgegevens kunnen worden ingevoerd om het resultaat uit te rekenen. Daarom worden de opbrengsten en kosten berekend op grond van basisgegevens. De voornaamste basisgegevens zijn: oppervlakte stortplaats, inhoud stortplaats en samenstelling stortplaats.

In combinatie met informatie uit de werkpakketten moet daarmee een inschatting kunnen worden gemaakt van elke soort kosten en opbrengsten.

Een voorbeeld voor opbrengst uit hergebruik van ferrometalen

Uit WP2 weten wij dat gemiddeld 3% van het stortmateriaal uit ferrometalen bestaat. Wij weten uit dat werkpakket eveneens dat ferrometalen 120-130 euro/ton opleveren. Wij hebben een inschatting gemaakt van het soortelijk gewicht van stortafval om te bepalen hoeveel ton een kuub afval weegt. Die gegevens samen maken het mogelijk om uit te rekenen wat de verwachte opbrengst is uit herwonnen ferrometalen voor een willekeurige stortplaats.

Van basisgegevens naar berekende details over de stortplaats naar opbrengst:

1. Inhoud stortplaats * soortelijk gewicht stortafval = totale gewicht stortafval
2. Totale gewicht stortafval * gemiddeld percentage ferrometalen = verwachte totale gewicht aan ferrometalen
3. Verwachte totale gewicht aan ferrometalen * minimale opbrengst per ton = minimale opbrengst ferrometalen uit stortplaats
4. Verwachte totale gewicht aan ferrometalen * maximale opbrengst per ton = maximale opbrengst ferrometalen uit stortplaats
5. Het gemiddelde van die laatste twee is de verwachte opbrengst uit recyclebare ferrometalen uit de stortplaats.

Naast dit ene voorbeeld worden hier niet alle berekeningen uitputtend besproken. In plaats daarvan worden de gemaakte berekeningen in de Excel bijlage (WP4.B3) van toelichting voorzien door middel van opmerkingen in rijen/cellen die het betreft. Wanneer een cel is voorzien van zo'n opmerking is die gemarkeerd met een rood driehoekje: , dan wordt de opmerking zichtbaar wanneer je op het rode driehoekje gaat staan met de muis. Zie ook deze screencast: <http://youtu.be/igtvolrmmal> (6 min).

2.4 Bepaling wegingsfactoren MCA

De wegingsfactoren zijn door de auteur van het WP4-rapport bepaald. Ze zijn daarna voorgelegd aan het team van onderzoekers. De wegingsfactoren zijn in concept aan de NMFL voorgelegd met het verzoek een eigen weegset te bepalen. De weegset van de NMFL is vervolgens geconsolideerd en opnieuw beoordeeld door alle onderzoekers en de NMFL. Er zijn tien criteria voor de 'MCA-light' benoemd. In het goedgekeurde model zijn de gemaakte opmerkingen in de cel van de betreffende weegfactor opgenomen (zie bijlage WP4.B2)

Tabel 3 bevat een voorbeeld van twee weegsets gerelateerd aan criteria. Een weegset is ongewogen, de andere gewogen. De ongewogen weegset is praktisch nuttig, omdat daarmee snel zichtbaar is welke som van factoren in totaal 1 moet bedragen en hoeveel een weegfactor boven of onder de *normale* weging ligt.

Tabel 3: Voorbeeld ongewogen en gewogen hiërarchische weegset.

	Criteriumcategorie 1 (CC1)		Criteriumcategorie 2 (CC2)			
	Criterium 1	Criterium 2	Criterium 3	Criterium 4	Criterium 5	Criterium 6
Ongewogen hiërarchische weegset						
Weegfactor CC1 en 2	0,5		0,5			
Weegfactor C	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25
Gewogen hiërarchische weegset (bijvoorbeeld door de onderzoekers)						
Weegfactor CC1 en 2	0,4		0,6			
Weegfactor C	0,1	0,9	0,25	0,25	0,4	0,1

3. Resultaten

In dit hoofdstuk zijn de resultaten uiteengezet van het onderzoek. In dit adviesrapport is een prioriteitenlijst van stortplaatsen opgenomen. Met de input van de NMFL is een sortering gemaakt op basis van de samen opgestelde en geconsolideerde weegset. Na de eerste review is door de NMFL gevraagd om (a) een exploitatiebegrotingsmodel in Excel en (b) een effect-, mitigatie- en compensatieanalyse om de feitelijke haalbaarheid van *urban mining* beter in te kunnen schatten. Een eerste aanzet daartoe is toegevoegd aan dit rapport in §3.6. Dit hoofdstuk is gestructureerd op basis van de deelvragen uit §1.3.

3.1 Stortplaatsen in de zilvergroene natuur

Welke stortplaatsen liggen in de Provincie Limburg binnen het Nationaal Natuurnetwerk, wat zijn de eigenschappen, wat is de samenstelling?

3.1.1 Stortplaatsen binnen het Nationaal Natuurnetwerk

Het overzicht van stortplaatsen in de Provincie Limburg omvat 890 stortplaatsen en is als bijlage WP4.B2 bij dit onderzoeksrapport gevoegd.

Niet alle stortplaatsen in Limburg zijn voor dit onderzoek relevant. De opdrachtgever heeft namelijk als minimale voorwaarden dat de stortplaatsen in de zilvergroene zone liggen van het NNN/de EHS. Op de lijst van 890 stortplaatsen staan ook stortplaatsen die reeds gesaneerd zijn (code 6); die worden buiten beschouwing gelaten. Daarnaast moet informatie beschikbaar zijn in de vorm van een rapport bij de provincie/gemeenten. Op basis van deze voorwaarden is het aantal stortplaatsen - dat van belang is voor deze studie - snel gereduceerd. In tabel 4 is het effect te zien van deze minimale voorwaarden op het aantal stortplaatsen dat relevant blijft. In tabel 5 zijn de overgebleven 16 relevante stortplaatsen opgenomen inclusief de voornaamste details.

Tabel 4: Criteria "minimale voorwaarden" om interessant te zijn voor het onderzoek (zie ook bijlage WP4.B2).

Criterium	Meetschaal	Eenheid	Opmerking	Aantal stortplaatsen
				890 stortplaatsen
Ligt in zilvergroene zone van het NNN/de EHS Op basis van GIS-tool en coördinaten van stortplaatsen.	Nominaal	1 of 0 Geen eenheid	1 = waar	34 stortplaatsen
Heeft geen code 6 in de lijst van stortplaatsen van de provincie en grote gemeenten.	Nominaal	1 of 0 Geen eenheid	1 = heeft geen code 6	18 stortplaatsen
Informatie over stortplaats beschikbaar	Nominaal	1 of 0 Geen eenheid	1 = rapport bij provincie beschikbaar	16 stortplaatsen

3.1.2 Beheer, eigendom, eigenschappen en samenstelling

Naar de 16 geselecteerde stortplaatsen is vervolgens historisch onderzoek gedaan in het archief van de Provincie Limburg. De relevante rapporten zijn omstreeks de eeuwwisseling opgesteld in het kader van de inventarisatie voormalige stortplaatsen Limburg.

De rapportages zijn opgesteld door het adviesbureau Tauw Milieu BV, in opdracht van de Provincie Limburg. Uit deze rapportages bleek dat representatieve bemonstering van het stortmateriaal nauwelijks mogelijk is. Bovendien is het stortmateriaal in oudere stortplaatsen gedeeltelijk veraard of met veel bodemmateriaal vermengd. In de praktijk worden stortplaatsen beoordeeld op basis van informatie over het gestorte materiaal (In het Veld & Krol, 2005b).

De eigenschappen en samenstelling van de 16 stortplaatsen en het beheer en eigendom ten tijde van het opstellen van de rapportages, zijn opgenomen in het totaaloverzicht van bijlage WP4.B2.

Tabel 5: 16 stortplaatsen in de zilvergroeene natuur waarvan een rapport beschikbaar is.

Nummer	Locatie	Gemeente	Oppervlakte (ha)	Inhoud (m ³)
1	Beertsenhoverbroek	Gulpen-Wittern	1,30	32500
2	Gillissenstraat, Huls	Simpelveld	0,60	60000
3	Haelerweg I, Horn	Haelen	0,60	18000
4	Holleweg, Kunderberg	Voerendaal	0,08	2400
5	Hulsweg	Meerlo-Wanssum	0,60	6000
6	Linderweg	Vaals	1,50	30000
7	Otterpad	Swalmen	1,00	30000
8	Panheeldersteeg	Thorn	0,60	9000
9	Schweiberg I	Gulpen-Wittern	0,60	42000
10	Spaubeek 2	Beek	1,50	150000
11	Moerslag	Margraten	0,30	15000
12	Stortplaats Thull	Schinnen	0,90	72000
13	Trappistenveld I	Venlo	7,05	528750
14	Trappistenveld II	Venlo	5,50	412500
15	Walburgisstraat	Maasbracht	2,00	100000
16	Winkelweg, Melick	Roerdalen	3,00	90000

3.2 Maatschappelijk draagvlak voor *urban mining*

Hoe zorg je voor maatschappelijk draagvlak?

Om *urban mining* succesvol te kunnen uitvoeren is het van belang om draagvlak te creëren. De participatie van de lokale gemeenschap wordt beschouwd als een belangrijke uitdaging voor complexe technologische projecten, waarvan *urban mining* een voorbeeld is (Sips, 2013). Bij *urban mining* spelen belangrijke economische, sociale en ecologische aspecten die door de verschillende actoren anders worden waargenomen. De één ziet kansen en de ander bedreigingen. Er is een onderscheid tussen enerzijds belanghebbenden van het project, die vooral kijken naar de mogelijkheden, en anderzijds omwonenden, die belang hebben bij de leefbaarheid van hun omgeving. *Not in my back yard* (NIMBY) speelt hier een rol (Nederveen, 2009).

Gevoelens over het missen van controle en informatie voeden een negatieve kijk op het project. Hierdoor heeft men nog enkel oog voor de risico's en de nadelen. Bij het project in Houthalen-Helchteren heeft men geleerd dat het overbruggen van verschillen tussen de twee genoemde (typen) actoren, noodzakelijk is voor het realiseren van een project (Sips, 2013).

Om *urban mining* succesvol te maken gaat het om: (a) het vinden van economisch draagvlak bij de subsidieverstrekende en investerende partijen, (b) politiek/bestuurlijk draagvlak bij overheden en (c) maatschappelijk draagvlak bij alle actoren die bij *urban mining* betrokken zijn of worden. Het uitspreken van de ambitie om draagvlak te creëren kan echter een vorm van retoriek zijn waarmee problemen worden verhuld die daadwerkelijk spelen. Een gebrek aan draagvlak is een signaal dat aangeeft dat mogelijk niet voldoende, of niet op de juiste manier rekening wordt gehouden met het veelvoud van belangen. Het is een signaal dat aangeeft dat een gemaakte keuze misschien niet de meest gewenste keuze is (Duineveld & Beunen, 2006).

Indien het noodzakelijke maatschappelijk draagvlak ontbreekt, kan dit ervoor zorgen dat er grote vertragingen op gaan treden of dat het project uiteindelijk zelfs wordt afgeblazen (Nillesen, 2009). Om draagvlak te creëren moet communicatie, participatie en het wekken van vertrouwen vanaf het begin op de juiste wijze ingevuld worden.

Indien er een voornemen is om bij een locatie *urban mining* toe te passen is het verstandig om voor de eerste bijeenkomst al een vangnet te creëren voor alle mogelijke klachten en problemen. Dit betekent dat men de beslissing over *urban mining* en de participatievorm voorafgaand aan de 1^e bijeenkomst al genomen dient te hebben. Als er bij deze eerste bijeenkomst vervolgens een discussie ontstaat, kan deze worden gevoerd over de randvoorwaarden in plaats van over het al dan niet doorgaan van het project.

Bij het Grensmaasproject dat wordt uitgevoerd door het Consortium Grensmaas, is bij Trierveld ook een oude stortplaats opgeruimd. Het Consortium heeft de aanvankelijke weerstand voor het Grensmaasproject omgebogen naar enthousiasme door intensieve communicatie en het maken en strikt naleven van afspraken met de plaatselijke bevolking. Het project kent nieuwsbrieven, informatieavonden en klankbordgroepen (Consortiumgrensmaas, 2013).

Wat zijn de uitdagingen en welke factoren zijn nuttig bij het creëren van maatschappelijk draagvlak? Nillesen beschrijft in: '*De creatie van maatschappelijk draagvlak*' (2009), de belangrijkste factoren die leiden tot maatschappelijk draagvlak:

1. Omgevings- en krachtenveldanalyse;
Hiermee worden actoren, factoren en het krachtenveld duidelijk.
2. Communicatie- en participatiestrategie;
Als leidraad voor het gehele proces, op basis van de omgevings- en krachtenveldanalyse.
3. Transparantie en het zo vroeg mogelijk communiceren in het proces;
Zo wordt vertrouwen gecreëerd en voorkom je een geruchtenstroom.
4. Het toepassen van persoonlijke verbale communicatie;
Persoonlijk verbale communicatie leidt tot meer vertrouwen en levert de bruikbaarste reacties op. Veel vertrouwen betekent weinig participatie vereist, weinig vertrouwen betekent veel participatie vereist. Hiermee wordt dus het draagvlak bepaald.
5. Een klankbordgroep met vastgelegde bevoegdheden;
Betrek de belanghebbenden zo snel mogelijk in het proces en zorg voor een goede representativiteit van de klankbordgroep. Benader hiervoor de sleutelfiguren uit de krachtenveldanalyse. Denk daarbij aan bestuurlijke competenties maar ook aan gangmakers met invloed in het gebied. Zorg zelf voor een externe adviseur ter ondersteuning van de klankbordgroep, voor een onafhankelijke basis en als schakel tussen de initiatiefnemers en de belanghebbenden. Door het vastleggen van de bevoegdheden van de klankbordgroep, voorkomt men misverstanden (Nillesen, 2009).

3.3 Technieken en methoden voor *urban mining*

Wat is de stand van de techniek en welke methoden zouden er (op termijn) rendabel kunnen worden uitgevoerd bij urban mining van de stortplaatsen in de Provincie Limburg?

3.3.1 Onbewerkt afvoeren, verbranden en bijbehorende kosten

Voor gemengd huishoudelijk (rest)afval en bedrijfsafval is volgens het landelijk afvalbeheerplan (LAP) van 5 januari 2015 verbranden de minimaal benodigde verwerkingsmethode oftewel de minimumstandaard (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2014b). De investeringskosten hiervoor zijn laag. Er zijn kosten verbonden aan het afgraven, transport en het laten verbranden. Van Passel et al. (2013) komen op een bedrag van € 1,50/ton voor het afgraven, inclusief geur- en veiligheidsmaatregelen. Voor de casestudy houden ze voor afgraven en opslag een bedrag aan van € 4/ton.

De kosten voor het verbranden waren acht jaar geleden nog € 150/ton (Schuttenbeld, De Vries-in 't Veld, Kloetstra, & De Vries, 2007). Afvalsturing Limburg heeft een contract met AVR voor het verbranden van het huishoudelijk restafval van Limburg en betaalde hiervoor in 2014 een poorttarief (het tarief dat een afvalverwerker in rekening brengt voor het overnemen van het afval) van € 64/ton. Dit is een scherp all-in tarief gebaseerd op het aangeboden volume en inclusief overslag, transport e.d. en exclusief BTW (Rijkswaterstaat, 2014). Het is niet duidelijk of het bij *urban mining* vrijkomende materiaal tegen dit tarief verwerkt kan worden. Het afval zou dan via Afvalsturing Limburg aangeboden moeten kunnen worden. Daarnaast geldt tegenwoordig een verbrandingsbelasting van € 13/ton (Duurzaambedrijfsleven.nl, 2014). De genoemde kosten zijn samengevat in tabel 6.

Tabel 6 Overzicht kosten voor onbewerkt afvoeren van afval uit stortplaatsen.

Techniek	Kosten (€/ton)
Afgraven en opslaan	4,00
Verbranden all-in, incl. overslag, transport e.d.	64,00
Stort- en verbrandingsbelasting	13,00
Totaal	81,00

Een aandachtspunt is dat door afbraak van organisch materiaal de verbrandingswaarde volgens Quaghebeur et al. (2013) afneemt van 12 MJ/kg voor een 15 jaar oude stortplaats tot 6 MJ/kg voor een 30 jaar oude stortplaats. Omdat de meeste AVI's zijn ontworpen op basis van ongesorteerd huishoudelijk afval met een verbrandingswaarde van ongeveer 10-12 MJ/kg, kan dit gevolgen hebben voor het poorttarief. Verbrandingsketels van elektriciteitscentrales en AVI's worden namelijk ontworpen met een bepaald vermogen. Moderne kolencentrales hebben bijvoorbeeld een elektrisch vermogen van 800MW of 1000MW. Moderne grootschalige AVI's - zoals de AVI's in Nederland - hebben een thermisch vermogen van ongeveer 100MW. Dit betekent dat de roosteroven en de ketel niet meer dan 100MW aan afval kunnen verbranden. Het thermisch vermogen dat gegenereerd wordt bij het verbranden van afval in MW is het product van de verbrandingswaarde in bijvoorbeeld MJ/kg en hoeveelheid afval per tijdseenheid in bijvoorbeeld ton/uur. Wanneer er meer dan de vermelde 100MW verbrand wordt, treedt ernstige schade op. Om zoveel mogelijk geld te verdienen uit het verbranden van afval en de kosten zo laag mogelijk te houden zal men echter proberen om een AVI maximaal te vullen tot aan het ontwerpvermogen. Een lagere verbrandingswaarde betekent dan ook dat er meer afval verbrand kan worden, mits de mechanische toe- en afvoersystemen dit aan kunnen. Bij een lagere verbrandingswaarde wordt dan ook veelal een lager poorttarief in rekening gebracht (Schuttenbeld et al., 2007).

3.3.2 Sorteerinstallaties en bijbehorende kosten

Om de hoeveelheid te verbranden materiaal te beperken kan er geïnvesteerd worden in sorteermachines. Hierdoor wordt het ook mogelijk om materialen, die een waarde hebben en hergebruikt kunnen worden, er uit te sorteren (Quaghebeur et al., 2013; Van der Zee, Achterkamp, & De Visser, 2004).

Daarnaast is sorteren of anderszins verwerken de minimumstandaard voor bouw- en sloopafval (BSA) en vergelijkbaar afval. Hierbij moeten, mits in het afval aanwezig, in elk geval worden gesorteerd:

- alle componenten als genoemd in art. 4.1 van de Regeling Bouwbesluit 2012:
 - als gevaarlijk aangeduide afvalstoffen als bedoeld in hoofdstuk 17 van de afvalstoffenlijst bedoeld in de Regeling Europese afvalstoffenlijst;
 - teerhoudende dakbedekking, al dan niet met dakbeschot;
 - teerhoudend asfalt;
 - bitumineuze dakbedekking, al dan niet met dakbeschot;
 - niet-teerhoudend asfalt;
 - vlakglas, al dan niet met kozijn;
 - gipsblokken en gipsplaatmateriaal;
 - dakgrind;
 - armaturen;
 - gasontladingslampen.
- fijne fractie (zeefzand);
- metaal;
- granulaat (steenachtig materiaal);
- hout;
- plastic;
- gevaarlijk aangeduide afvalstoffen anders dan bedoeld in hoofdstuk 17 van de afvalstoffenlijst uit de Regeling Europese afvalstoffenlijst.

Het is moeilijk om het bij *urban mining* vrijkomende materiaal nog op exact op deze manier te sorteren. In de vergunning - welke nodig is om de stortplaats te openen - zullen daarom ook specifieke voorschriften moeten worden opgenomen over het sorteren van bouw- en sloopafval (BSA). Sorteeresiduen moeten in elk geval verbrand kunnen worden en mogen niet gestort worden. Dit geldt ook voor sorteeresiduen van huishoudelijk (rest)afval en bedrijfsafval. De minimumstandaard voor sorteeresidu, waarvoor recycling niet meer mogelijk is of duurder is dan € 175/ton, is verbranden (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2014b).

Een nieuwe sorteerinstallatie moet voldoen aan de BBT (best beschikbare techniek). De Europese Commissie (2006a) heeft de BBT met de huidige stand van de techniek voor sorteerinstallaties vastgelegd in een BREF-document (*BAT reference document*, waarbij BAT staat voor *best available technology*, Engels voor BBT dus).

Van Passel et al. (2013) hanteren voor de kosten-batenanalyse voor het sorteren en drogen een bedrag van € 20/ton. Voor een casestudy wordt voor de gezamenlijke operationele en kapitaalkosten van sorteren een bedrag gebruikt van € 11/ton.

Voor de gemiddelde levensduur van sorteerinstallaties wordt hierbij in de kosten-batenanalyse uitgegaan van 15 jaar en voor een casestudy 20 jaar.

Volgens de auteurs kunnen de non-ferrometalen verkocht worden voor € 230/ton, de non-ferrometalen voor € 1000/ton en de granulaten voor € 1/ton. Actuele prijzen voor oud ijzer liggen tussen de € 120-130/ton en voor aluminium tussen de € 800-900/ton.

Een aandachtspunt is dat door het uitsorteren van inerte materialen (fijne fractie, metalen en granulaat) de verbrandingswaarde van de residuen stijgt naar ongeveer 18 MJ/kg. Omdat de meeste AVI's zijn ontworpen op basis van een verbrandingswaarde van 10-11 MJ/kg, heeft dit gevolgen voor het poorttarief. De roosteroven en de verbrandingsketel van een AVI is ontworpen met een bepaald vermogen, zoals uitgelegd in §3.1. Bij een hogere verbrandingswaarde kan er minder afval verbrand worden en wordt een hoger poorttarief in rekening gebracht. Bij een verbrandingswaarde van 18 MJ/kg verdubbeld volgens Schuttenbeld et al. (2007) het poorttarief.

De genoemde kosten en baten zijn samengevat in tabel 7. Zoals uit de tabel blijkt zit er een grote bandbreedte in de vermelde percentages. Dit wordt veroorzaakt door verschillen in samenstelling van de stortplaatsen. Stortplaatsen, die in gebruik waren vóór 1950, bevatten niet veel waardevolle materialen, omdat het grootste deel van het afval uit as en organisch materiaal bestond (Van Passel et al. (2013)). Hetzelfde geldt voor stortplaatsen die in gebruik waren na 1985. Na dat jaar werd er beter gerecycled en deze stortplaatsen bevatten dus ook minder waardevolle materialen. Voor de haalbaarheid van *urban mining* is de samenstelling van de stortplaatsen van cruciaal belang. Om de samenstelling van een stortplaats beter te bepalen zal een onderzoek op locatie moeten worden uitgevoerd (Krook, Svensson, & Eklund, 2012; Quaghebeur et al., 2013).

Tabel 7 Overzicht kosten en baten bij sorteren van afval uit stortplaatsen.

Techniek	Kosten (€/ton)	Baten (€/ton)	Percentage (%)	Totale kosten (€/ton)	Totale baten (€/ton)
Afgraven en opslaan	4,00		100%	4,00	
Sorteren	11,00		100%	11,00	
Fijne fractie		0	42,5±17,5%		0
Ferrometalen		125±5	3±2%		3,75±2,50
Non-ferrometalen		900±100	0,45±0,45%		4,05±4,05
Granulaat		1	15±5%		0,15±0,05
Verbranden all-in, incl. overslag, transport e.d.	128,00		39,05±24,95%	50,00±32,00	
Stort- en verbrandingsbelasting	13,00		39,05±24,95%	5,08±3,24	
Totaal			100%	70,08±35,24	7,95±6,60

3.3.3 Thermische conversie en bijbehorende kosten

Door het uitsorteren van de inerte materialen (fijne fractie, metalen en granulaat) stijgt de verbrandingswaarde van het restmateriaal naar ongeveer 18 MJ/kg. Het poorttarief van de AVI's is dan hoger, om dezelfde reden als genoemd in §3.2. Aanvullend zou er daarom geïnvesteerd kunnen worden in een eigen installatie voor het omzetten van het hoogcalorische restmateriaal in energie. Een dergelijke installatie moet voldoen aan de BBT voor AVI's. De Europese Commissie (2006b) heeft de BBT met de huidige stand van de techniek voor AVI's vastgelegd in een BREF-document.

Het sorteren en omzetten in energie is volgens Van Passel et al. (2013) alleen interessant voor stortplaatsen groter dan 100.000 m² (10 ha) en als er genoeg waardevolle materialen aanwezig zijn. In de casestudy wordt uitgegaan van een hoogte van 7 meter met een 1 meter dikke afdeklaag. Dit is een volume van 800.000 m³. Volgens het artikel komt dit overeen met 1.040.000 ton afdeklaag en afval. Na sortering blijft ongeveer 40% over voor verbranding: 400.000 ton. Bij een afschrijvingstermijn voor kleinschalige AVI's van ongeveer 20 jaar betekent dit dat er minimaal een capaciteit van 20.000 ton per jaar nodig is.

Uit het artikel van Van Passel et al. (2013) blijkt dat het rendement, de CO₂-prijs en de operationele kosten de belangrijkste factoren zijn voor een rendabele exploitatie. Hierbij wordt een elektrisch rendement van 21 tot 29% met een gemiddelde van 25% vermeld. Bij een elektrisch rendement groter dan 25% zou thermische conversie rendabel zijn. Voor kleinschalige AVI's is dit echter nagenoeg onmogelijk. In een rapport van Stein and Tobiasen (2004) wordt uitgegaan van een elektrisch rendement van 20% voor kleinschalige AVI's met een capaciteit van 100.000 ton/jaar en in een rapport van Weatherby and Eddy (2008) wordt uitgegaan van een elektrisch rendement van 22-24% voor AVI's met een capaciteit van 20.000 tot 400.000 ton/jaar.

In richtlijn 2008/98/EG wordt een onderscheid gemaakt tussen de D10 status (afvalverbranding met een laag rendement of zonder energieopwekking) en de R1 status (afvalverbranding met een hoog rendement als nuttige toepassing). Voor een R1 status moet (1) het elektrisch rendement groter zijn dan 24,3% of (2) het grootste deel van de warmte moet gedurende het jaar nuttig gebruikt worden of (3) er moet sprake zijn van een combinatie van (1) en (2). Voor meer informatie over de R1 status zie bijlage WP2.B Grootschalige thermische conversie. Het behalen van de R1 status is voor kleine AVI's haalbaar wanneer de warmte gedurende het jaar maximaal wordt benut (Leckner, 2015; Schuttenbeld et al., 2007). Dit kan door gebruik van de hoogwaardige warmte in de industrie en/of gebruik van de laagwaardige restwarmte voor bijvoorbeeld stadsverwarming. Merrild, Larsen, and Christensen (2012) gaan voor berekeningen uit van een maximaal rendement van 95% (elektriciteit 21% en warmte 74%) en een minimaal rendement van 76% (elektriciteit 21% en warmte 55%). Dit zijn de werkelijke maximum en minimum waarden van Deense AVI's, waar de warmte veelal gebruikt wordt voor stadsverwarming.

In het rapport van Weatherby and Eddy (2008) is voor het Kanaaleiland Jersey uitgebreid onderzocht wat de beste strategie was voor het verwerken van het afval van het eiland. De informatie uit het rapport kan goed gebruikt worden voor *urban mining*. Uit het rapport blijkt dat de roosterovens van o.a. CNIM/Martin, Lentjes/Lurgi en Keppel-Seghers beschikbaar zijn vanaf een capaciteit van ongeveer 20.000 ton/jaar. Austrian Energy & Environment (AEE), Foster Wheeler en Metso/Kvaerner kunnen wervelbedovens leveren voor het verbranden van hoogcalorisch

restmateriaal (Weatherby & Eddy, 2008). De wervelbedoven van de bio-energiecentrale van HVC in Alkmaar is door Foster Wheeler geleverd.

Chemiepark Chemelot in Sittard-Geleen en de stadverwarming van Roermond worden in de kamerbrief Warmtevisie (Kamp, 2015) genoemd als mogelijke afnemers van warmte. De kolen-/biomassavergasser van Vattenfall/Nuon bij Roermond is onlangs gesloopt. Hierdoor is een mogelijke warmteleverancier voor de stadsverwarming van Roermond weggefallen. Een wervelbedoven (zie bijlage WP2.B Grootschalige thermische conversie) zou hiervoor in de plaats kunnen komen. Deze zou gebouwd kunnen worden op het industrieterrein bij de stad, waardoor geen lange en kostbare transportleidingen nodig zijn.

Voorzichtigheid is echter geboden, blijkt uit het voorbeeld van Bavin in Veendam. In 2011 is deze installatie failliet gegaan nog voordat deze in gebruik was genomen. De AVI met een capaciteit van 26.000 ton/jaar zou stoom en elektriciteit gaan leveren aan Nedmag. Nedmag delft en verwerkt magnesiumzout in Veendam. Echter, het bleek dat slechts 60% van de geplande energie geproduceerd kon worden. Volgens de curator betekent dit dat de installatie in de praktijk niet rendabel zou zijn. Door het voortijdige faillissement ontstaat een verlies van € 16 miljoen, waarvan € 5 miljoen is betaald door de Noordelijk Ontwikkelingsmaatschappij (NOM) (Dagblad van het Noorden, 2011).

Van Passel et al. (2013) vermelden voor de kapitaalkosten van afvalverbranding een bedrag van € 450 tot € 550/ton geïnstalleerde capaciteit, met een gemiddelde van € 500, en voor de operationele kosten een bedrag van € 40 tot € 70/ton, met een gemiddelde van € 55.

In Tabel 8 zijn de investeringsbedragen samengevat zoals die zijn gemeld in het rapport van DEFRA (2007) voor afvalverbranding op basis van pyrolyse of vergassing. In de laatste kolom is het investeringsbedrag gedeeld door de geïnstalleerde capaciteit per ton. Er is duidelijk te zien dat een grotere AVI schaalvoordelen heeft. De bedragen voor een AVI van 25.000 ton/jaar komen overeen met de gegevens van Van Passel et al. (2013) en in grote lijnen met het bedrag van € 16 miljoen van de afvalvergasser van Bavin met een capaciteit van 26.000 ton/jaar (Dagblad van het Noorden, 2011). De gemiddelde levensduur van een kleinschalige pyrolyse of vergassingsinstallatie is 15 tot 25 jaar (DEFRA, 2013). Daarnaast moet rekening gehouden worden met een verbrandingsbelasting van € 13/ton (Duurzaambedrijfsleven.nl, 2014).

Tabel 8 Investeringsbedragen voor geavanceerde AVI op basis van pyrolyse of vergassing (DEFRA, 2007)

Capaciteit	Investeringsbedrag uit rapport	Omgerekend naar per ton geïnstalleerde capaciteit
25.000 ton/jaar	€ 12 miljoen	€ 480
40.000 ton/jaar	€ 16 miljoen	€ 400
80.000 ton/jaar	€ 23 miljoen	€ 288
100.000 ton/jaar	€ 26 miljoen	€ 260
600.000 ton/jaar	€ 68 miljoen	€ 113

3.4 Oorspronkelijk en wenselijke natuurwaarden

Wat zijn de oorspronkelijke natuurwaarden en de wenselijke natuurwaarden van stortlocaties in de provincie Limburg, welke economische- en milieuaspecten spelen een rol en wat zijn de mogelijkheden van natuurherstel?

3.4.1 Habitats en milieueisen per natuurdoeltype

De provincie Limburg heeft als doelstelling het behouden en uitbreiden van de biodiversiteit in Limburg (Provinciale Staten van Limburg, 2014). Zij heeft in het handboek Streefbeeld voor Natuur en Water in Limburg (Krekels et al., 2003) laten vastleggen welke natuurdoeltypen wenselijk zijn in de verschillende regio's in de provincie Limburg. In bijlage WP3.A1 staan de milieu- en natuureisen weergegeven per natuurdoeltype. Achter de natuurdoeltypen staat weergegeven in welke regio in Limburg dit type voorkomt. Bij het kiezen van het natuurdoeltype in de zilvergroezone is het belangrijk om te kijken op welke wijze dit natuurdoeltype de functionaliteit van de andere natuur in de goudgroezone (en de omgeving) kan versterken (Provinciale Staten van Limburg, 2014) en of de habitat voldoet aan de eisen van de doelsoorten.

De belangrijkste milieukundige knelpunten voor het realiseren van plantaardige natuurdoeltypen zijn vermessing, verdroging en verzuring (Westhoff, 1999). Om te bekijken of het haalbaar is bepaalde natuurdoeltypen te realiseren is het van belang te weten hoe gevoelig ze zijn voor deze knelpunten. Aan de hand van een omgevingsanalyse kan dan bekeken worden in hoeverre het haalbaar is een bepaald natuurdoeltype te realiseren. Uiteraard moeten de habitatseisen ook passen voor het natuurdoeltype zoals gedefinieerd in bijlage WP3.A1. In onderstaande tabellen staat per hoofdcategorie (bossen, struwelen, heiden enz.) weergegeven welk percentage van de voorkomende vegetatie valt binnen een bepaalde gevoeligheids categorie. Hierbij staat 0 voor niet gevoelig, 1 voor beperkt gevoelig, 2 voor gevoelig en 3 voor zeer gevoelig (Krekels et al., 2003). Met gevoeligheidsscore wordt bedoeld in welke mate een vegetatietype in zijn voortbestaan bedreigd wordt door vermessing of verzuring.

Tabel 9: Gevoeligheidsscore voor vermessing per hoofdcategorie natuurdoeltype

Labels	Bossen	GRASLANDEN	HEIDEN	HOOGVEEN	MOERASSEN	PIONIERGEMEEN	RUIGTEN	STRUWELEN	WATEREN
0						12,50%	33,33%		
1	50,00%	25,00%			20,00%	12,50%	66,67%	20,00%	
2	50,00%	8,33%			40,00%	12,50%		80,00%	50,00%
3		66,67%	100,00%	100,00%	40,00%	62,50%			50,00%

De heide- en hoogveenvegetatie scoren 100% (3) op zeer gevoelig voor vermessing zie tabel 10. Een voedselsarme bodem is bij heide en hoogveen dus een absolute must.

Tabel 10: gevoeligheidsscore voor verzuring per hoofdcategorie natuurdoeltypen.

Labels	Bossen	GRASLANDEN	HEIDEN	HOOGVEEN	MOERASSEN	PIONIERGEMEEN	RUIGTEN	STRUWELEN	WATEREN
0	40,00%	25,00%			20,00%	37,50%	100,00%	40,00%	50,00%
1	50,00%	33,33%			60,00%	37,50%		40,00%	
2	10,00%	25,00%			20,00%			20,00%	50,00%
3		16,67%	100,00%	100,00%		25,00%			

Uit tabel 10 valt op te maken dat ruigtevegetaties over het algemeen niet gevoelig zijn voor verzuring. 100% van de vegetatie scoort een 0; niet gevoelig. Hoogveen en heide zijn zeer gevoelig voor verzuring.

3.4.2 Normkosten voor de sanering van bodem en de inrichting van natuurgrond

Inrichtingsnormen natuurgrond

Het inrichten van een hectare droge natuurgrond kost 9.600 euro en het inrichten van een hectare natte natuurgrond kost 23.571 euro. De inrichtingskosten worden bepaald door (a) de voorbereidingsactiviteiten (vergunningen e.d.), (b) aard van het inrichtingswerk (grondwerkzaamheden e.a.) en (c) beplanting. Hierbij zijn natte habitatten volgens de literatuur duurder omdat hiervoor meer grondverzetwerkzaamheden noodzakelijk zijn (Silvis et al., 2013).

Reguliere saneringsnormen

De kosten voor het ontgraven en eventueel benodigde transport van de bodem zijn in tabel 11 benoemd. Deze kosten moeten bij de kosten voor de saneringstechniek worden geteld. Alvorens de grond te saneren kan het nodig zijn grond voor te behandelen, bijvoorbeeld om te ontwateren. De kosten voor de verschillende voorbehandelingstechnieken staan genoemd in tabel 12. Na sanering kan de grond worden hergebruikt. De toelichting op de verschillende bodemsaneringstechnieken staat weergegeven in bijlage WP3.A2.

Tabel 11: Reguliere Saneringskosten per verwerkingstechniek; richtlijn prijzen 2004
(Bodemrichtlijn.nl, 2015c)

Techniek	Kosten
Thermische reiniging	€ 40,- tot € 60,- / ton verwerkte grond
Natte reiniging	€ 30,- tot € 45,- / ton verwerkte grond
Biologische reiniging	€ 20,- tot € 35,- / ton verwerkte grond
Immobilisatie techniek	€ 30,- tot € 35,- / ton verwerkte grond
Ontgraven en transport	€ 5,- tot € 25,- / m ³ verwerkte grond
Depotkosten	€ 7,- a € 45,- / ton verwerkte grond

Tabel 12: Voorbehandelingskosten te saneren grond; richtlijn prijzen 2004
(Bodemrichtlijn.nl, 2015c)

Techniek	Kosten
Natuurlijke ontwatering	€ 15,- à € 30,- / ton verwerkte grond
Geforceerde ontwatering	€ 8,- à € 10,- / ton verwerkte grond
Zeven	€ 2,- à € 4,- / ton verwerkte grond

In Situ sanering

Bij deze techniek wordt de bodem niet afgegraven, maar worden technieken toegepast om de bodem lokaal te behandelen tegen de verontreiniging. De normkosten voor in situ technieken staan weergegeven in tabel 13.

Tabel 13: In Situ technieken met bijbehorende kosten; richtjaar prijzen 2004
(Bodemrichtlijn.nl, 2015c)

Techniek	Kosten
Biologische afbraak (in situ)	€ 10,0 tot € 100,- per m ³ grond
Chemische afbraak (in situ)	€ 50,- tot € 100,- per m ³ grond
Bodem luchtextractie	€ 10,- tot € 15,- per m ³ grond
Perslucht	€ 5,- tot € 35,- per m ³ grond
Electroreclamatie	€ 100,- tot € 225,- per m ³ grond
In situ extractie	Geen kostenindicatie in literatuur
Verhitting	Geen kostenindicatie in literatuur
Spoelen met grondwater ^A	€ 150,- tot € 250,- per boring tot 8 meter onder het maaiveld € 150,- tot € 450 per meter boring > 8 meter onder maaiveld € 450,- tot € 1.200,- euro per maand als de grondwaterontrekking in stand moet worden gehouden.

^A Soms moeten horizontale drains worden aangebracht omdat verticale drains niet mogelijk zijn of horizontale onttrekking wenselijk is. Indien dit gerealiseerd wordt door een graafmachine dan kost dit ca € 5,- tot € 15,- euro per meter extra. Indien de horizontale drains moeten worden aangebracht door horizontaal gestuurde boringen dan komt er ca € 80,- per meter bij.

In de bodemsaneringstabellen is een kostenspreiding zichtbaar per techniek. De bandbreedte van de kosten wordt veroorzaakt door de concentratie van de verontreiniging, het soort verontreiniging, de spreiding van de verontreiniging, bereikbaarheid van de locatie en de bodemsoort (Bodemrichtlijn.nl, 2015c).

Grondwatersanering

Soms moet het vrijgekomen bodemwater bij grondsanering ook worden behandeld. De vastgelegde prijzen in de literatuur hebben een zeer grote bandbreedte en zijn vaak niet volledig gedocumenteerd (Bodemrichtlijn.nl, 2015c). Niet van alle technieken stonden prijzen in de literatuur. De gevonden prijzen per techniek staan in WP3.A3 Kosten voor grondwatersaneringstechnieken

3.4.3 Keuze voor een natuurdoeltype en mogelijke alternatieven

De keuze van een natuurdoeltype hangt af van:

1. De regio in Limburg. In het Handboek Streefbeelden voor Natuur en Water (Krekels et al., 2003) is gedefinieerd wat de oorspronkelijke natuur is per regio in Limburg. De resultaten staan weergegeven in bijlage WP3.A1.
2. De omringende natuur en hoe deze omringende natuur versterkt kan worden door te kiezen voor een bepaald natuurdoeltype (Provinciale Staten van Limburg, 2014) .
3. De mogelijkheid om een natuurdoeltype milieu- en natuurtechnisch te realiseren.
4. De betaalbaarheid van het natuurdoeltype.

Afwaarderen natuur

Indien het natuurdoeltype van de eerste voorkeur niet haalbaar is, kan volgens ons worden "afgewaarderd" naar een natuurdoeltype dat wel haalbaar is en past bij de gebiedsindeling. Afwaardering kan plaatsvinden op basis van habitatseisen, milieunormen en economische kosten (Provinciale Staten van Limburg, 2014). Het gaat echter buiten de reikwijdte van dit onderzoek om hier verder op in te gaan. Dit kan nader worden uitgewerkt in een casestudie.

Opwaardering perceel

In verband met voedselveiligheid hebben agrarische percelen op een vuilstortplaats nauwelijks waarde in het economisch verkeer. Daarnaast is in elk geval sprake van een slecht imago van afgedekte stortplaatsen. De gemiddelde waarde van een dergelijk agrarisch perceel kan dan ook afgewaardeerd worden tot nihil (In het Veld & Krol, 2005b). Indien de grond na de sanering akkerbouwbestemming behoudt, vindt er een opwaardering plaats van ca. 51.000 euro per hectare (Silvis et al., 2013). Indien de voormalige agrarische grond een natuurbestemming krijgt, vindt er een opwaardering plaats van 10.200 euro per hectare (20% van de agrarische waarde) (In het Veld & Krol, 2005b). Indien de grond voor de vuilstortsanering al een natuurbestemming had, vindt uiteraard een economische opwaardering plaats daar het perceel beter verhandelbaar zal zijn. Hier zijn echter geen bedragen aan gekoppeld in de literatuur. De opwaarderingskosten kunnen worden gecorrigeerd op de inrichtingskosten wanneer de waarde van de grond toeneemt. Dit betreft wel een financiële reserve in de grond, die pas vrij komt na verkoop.

De grenzen van de zilvergroeene natuur zijn flexibel. De meeste zilvergroeene natuur moet nog ingericht worden en is momenteel in gebruik als agrarisch land. Als nu buiten de zilvergroeene omlijning een gebied wordt aangedragen voor zilvergroeene natuur dat een duidelijke meerwaarde heeft voor de kwaliteit van de omliggende natuur, dan is het mogelijk om dit gebied aan te merken als zilvergroen. Hierbij wordt een saldobenadering gehanteerd. Elders wordt dan een nog te realiseren zilvergroeene locatie ingekrompen. In de literatuur zijn geen eisen gevonden waaraan zo'n locatie zou moeten voldoen. Zo kan het bijvoorbeeld zijn dat een stuk grond, welke nog niet in de zilvergroeene natuur valt, geschikt is als zilvergroeene natuur omdat het kan dienen als verbindingzone tussen twee belangrijke natuurgebieden. Een dergelijk perceel kan dan worden toegevoegd aan de zilvergroeene zone omdat het een kwaliteitsverhogend effect heeft op de omringende natuur. Elders wordt dan een evengroot stuk vrijgegeven uit de zilvergroeene natuur (Provinciale Staten van Limburg, 2014).

3.4.4 Wie is verantwoordelijk voor de kosten van natuurherstel?

De kosten voor sanering en de herinrichting van de voormalige stortplaatsen zijn voor de eigenaar. Voor de zestien stortplaatsen (tabel 5 §3.1.1 en WP4.B2) zijn dat in vier gevallen de gemeenten. De andere twaalf stortplaatsen zijn in handen van bedrijven en particulieren. Deze eigenarenstatus is gebaseerd op de rapporten die omstreeks de eeuwwisseling zijn opgesteld. Door de aanwezigheid van bodemverontreiniging op voormalige stortplaatsen is het bevoegd gezag de Gedeputeerde Staten van de Provincie Limburg, op basis van de Wet bodem bescherming (Wbb). Er is echter een uitzondering. In het Besluit "aanwijzing bevoegd gezag gemeenten Wet bodembescherming" zijn de gemeenten Heerlen, Maastricht en Venlo ook aangewezen

(Overheid.nl, 2015a). Indien de gemeente niet bevoegd is, is de provincie bevoegd. De coördinatie van bodemsanering in Nederland is daarmee een zaak van gemeenten en provincies.

3.5 Afwegen waarden om te prioriteren

Wat zijn de mogelijkheden om de economische waarde of kosten van urban mining af te wegen tegen de maatschappelijke waarden van natuur en milieu? Kan de haalbaarheid van een urbanminingproject in Limburg worden ingeschat?

3.5.1 Het model en de basis

Na enig literatuuronderzoek is een eerste plan uitgewerkt om de prioritering aan te pakken van te saneren stortplaatsen. Het betrof een combinatie van KBA en MCA. Dit idee en de onderbouwing op basis van Albers (1987) en Van der Zee et al. (2004) zijn tussentijds voorgelegd aan prof. dr. Carolien Kroeze. Haar advies was om geen losse KBA en MCA toe te passen, maar de financiële criteria in de MCA onder te brengen. Ze adviseerde een raadpleging van de handleiding van het (Department for Communities and Local Government, 2009) en het boek van de (Center for International Forestry Research, 1999) over MCA/KBA. Deze bronnen vormen nu de basis voor de toegepaste MCA methode (zie bijlage WP4.A4).

Albers (1987) beschrijft een transparante manier van definiëring en scoring voor ordinale meetschalen, in dit geval voor cultuurlandschappen. Voorbeelden van criteria en gespecificeerde klassen in dit kader van cultuurlandschappen zijn gegeven in bijlage WP4.A2. Deze transparantie bij het scoren en bij het wegen is volgens Kroeze ook van groot belang. Tevens waarschuwt ze voor subjectiviteit van wegingsfactoren. In het ideale geval wordt weging gedaan door de gebruiker van de MCA in plaats van de onderzoekers. Ook is het een optie om meerdere weegsets te hanteren, aldus Kroeze. Nu wij meer inzicht hebben gekregen door onze deelonderzoeken, waarvan de gegevens samenkomen in de rapportage van het voorliggende deelonderzoek, zien wij als onderzoekers het toepassen van meerdere weegsets eveneens als een oplossing om de subjectiviteit te verminderen en tevens een gevoeligheidsanalyse uit te voeren voor de weegfactoren.

In vergelijking met Van der Zee et al. (2004) passen wij nog altijd een eerste *quick & dirty* sortering toe, namelijk door de minimale voorwaarden van onze opdrachtgever toe te passen op de lijst van opties (tabel 4 §3.1.1). De nadere prioritering vindt dan echter niet meer plaats op basis van een KBA zoals bij Van der Zee, maar op basis van een MCA waarin ook niet-financiële-criteria zijn opgenomen. Om de haalbaarheid in te kunnen schatten wordt daarna van de top 4 per stortplaats een exploitatiebegroting gemaakt.

Een MCA in het kader van *urban mining* is niet eerder uitgevoerd of beschreven. Daarom hebben wij een flexibel spreadsheet model ontwikkeld (bijlage WP4.B2), zodat ook andere onderzoekers hier in de toekomst gebruik van kunnen maken door eenvoudigweg aanpassingen door te voeren in het model.

3.5.2 Criteriumcategorieën en criteria van de MCA-light

Tabel 14: Criteriumcategorieën en criteria van de MCA-light

Criteriumcategorieën	Criteria
Natuur	1. Huidig gebruik omliggende terreinen 2. Huidig gebruik stortterrein
Milieu	3. Grondwatertoestand 4. Contactrisico met afval 5. Milieueffecten transport voor verder verwerking 6. Afstand tot verwerkingsinstallatie 7. Mate van gezondheidsrisico
Financiële	8. Samenstelling stortplaats 9. Oppervlakte van de stortplaats 10. Inhoud van de stortplaats

Door de onderzoekers en de opdrachtgever samen zijn aanvankelijk 48 criteria bedacht die allen het doel van de opdrachtgever zouden dienen. Er zijn twee belangrijke redenen voor deze reductie

tot 10 werkelijk te hanteren criteria: (a) Criteria zijn niet voor alle stortplaatsen te bepalen, omdat de benodigde gegevens niet voor alle stortplaatsen beschikbaar zijn. (b) de wens van de opdrachtgever voor een *MCA-light* en een exploitatiebegrotingsmodel. De overige overwegingen bij de selectie zijn opgenomen in bijlage WP4.A5.

Tabel 14 geeft het overzicht weer van de gehanteerde criteriumcategorieën en criteria en wordt gecomplementeerd door bijlage WP4.B1 waarin ook de gerelateerde (deel)doelen zijn beschreven, de meetschaal en de definities van klassen.

3.5.3 De geprioriteerde lijst van stortplaatsen

Tabel 15 geeft de geprioriteerde lijst van stortplaatsen weer op basis van het gebouwde model. Het model zelf is opgenomen in bijlage WP4.B2 als Excel-rekenblad. Om tot deze resultaten te komen zijn de tien criteria uit de criteriatabel (tabel 14 en bijlage WP4.B1) opgenomen in het MCA-model. Het model is in Excel gebouwd naast de oorspronkelijke lijst van stortplaatsen (WP4.B2). In dat MCA-model zijn ook de weegsets opgenomen (onder de criteria in kolom AQ-BL). En voor elke weegset is de gewogen somming uitgerekend volgens de methode beschreven in §2.3. Bij de eerste twee weegsets is sprake van gelijke weging. Weegset 3 is door ons bepaald en daarin wordt extra gewicht gegeven aan de criteria die volgens ons invloed hebben op draagvlak, zoals aangeduid in bijlage WP4.B1. Tevens wordt het financiële hoofdcriterium zwaarder gewogen dan de criteria milieu en natuur, omdat juist het financiële plaatje zo bepalend is voor de haalbaarheid van *urban mining*. De NMFL heeft als opdrachtgever weegset 4 aangeleverd. Op basis van weegset 3 en 4 is de geconsolideerde weegset samengesteld. De lijst is gesorteerd op basis van de gewogen somming in weegset 5. Voor meer details en specifieke argumenten voor bepaalde weegsets zie de bijgevoegde Excel in bijlage WP4.B2.

Ongeacht de gekozen weegset blijkt de top twee van stortplaatsen gelijk. In feite is hiermee ook een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd voor de weegsets. Dat juist in de gewogen weegsets het relatieve verschil toeneemt tussen de bovenste twee (13, 14) en de derde van boven (15 of 10) is voor ons reden om die twee aan te wijzen als meest geschikte stortplaatsen voor *urban mining*. Deze twee stortplaatsen vormen een cluster waardoor aanpak van beide stortplaatsen (13, 14) voor de hand ligt. Het verschil tussen de gewogen somming van stortplaats 15 en 10 is heel klein en in weegset 4 wisselen deze twee stortplaatsen van positie. Wat ons betreft staan deze twee stortplaatsen op een gedeelde derde plaats, omdat ons *MCA-light model* ook een foutmarge moet worden toegerekend van +/- 0,01.

Tabel 15: Geprioriteerde lijst van stortplaatsen op basis van weegset 5.¹⁴

Sortering op basis van weegset 5			Gewogen somming				Weegset 5 ▼ Geconsolideerd
#	Locatienaam	Gemeente	Zonder en Weegset 1 Ongewogen	met hierarchie Weegset 2 Ongewogen	Weegset 3 M136	Weegset 4 NMFL	
13	Trappistenveld I	Venlo	0,8667	0,8778	0,9333	0,8933	0,9150
14	Trappistenveld II	Venlo	0,8667	0,8778	0,9333	0,8933	0,9150
15	Walburgisstraat	Maasbracht	0,8000	0,8037	0,8083	0,7700	0,7850
10	Spaubeek 2	Beek	0,6670	0,7485	0,7675	0,7808	0,7808
1	Beertsenhoverbroek	Gulpen-Wittern	0,6500	0,6630	0,7625	0,7267	0,7433
16	Winkelweg, Melick	Roerdalen	0,7837	0,7707	0,7550	0,7275	0,7425
2	Gillissenstraat, Huls	Simpelveld	0,5833	0,6370	0,7042	0,6967	0,7050
12	Stortplaats Thull	Schinnen	0,6167	0,6778	0,6708	0,6767	0,6833
6	Linderweg	Vaals	0,4167	0,5407	0,6125	0,6500	0,6517
9	Schweiberg I	Gulpen-Wittern	0,4833	0,5704	0,5958	0,6300	0,6250
11	Moerslag	Margraten	0,6667	0,5944	0,6083	0,5700	0,5742
8	Panheeldersteeg	Thorn	0,5333	0,5667	0,5250	0,5367	0,5450
3	Haerweg I, Horn	Haalen	0,6167	0,5444	0,5375	0,5467	0,5300
7	Otterpad	Swalmen	0,5663	0,5274	0,4992	0,4825	0,4867
5	Hulsweg	Meerlo-Wanssum	0,4667	0,4926	0,4000	0,3933	0,4083
4	Holleweg, Kunderberg	Voerendaal	0,3333	0,3519	0,3333	0,4200	0,3817
Top 5			13, 14, 15, 16, 10	13, 14, 15, 16, 10	13, 14, 15, 10, 1	13, 14, 10, 15, 16	13, 14, 15, 10, 1

¹⁴ Voor een grotere weergave zie bijlage WP4.B2 tabblad 2

3.6 Inschatting haalbaarheid

Kan de haalbaarheid van een urbanminingproject in Limburg worden ingeschat?

Deze vraag staat in deze paragraaf centraal en vormt het tweede onderdeel van deelvraag 4 (§1.3), toegevoegd halverwege dit onderzoek op verzoek van de opdrachtgever.

3.6.1 Exploitatiebegrotingsmodel in Excel

De exploitatiebegroting is hieronder samengevat voor de vier hoogst geprioriteerde stortplaatsen uit tabel 15: de nummers 13, 14, 15, 10. In deze tabellen (tabel 16-tabel 19) worden alleen de totale gemiddelde kosten en opbrengsten genoemd. Voor details raadpleegt u bijlage WP4.B3 waarin het exploitatiebegrotingsmodel is opgenomen. Er is een tabblad aangemaakt voor elke stortplaats in de top 4. Voor nadere informatie over de andere stortplaatsen kan men het eerste tabblad gebruiken om zelf de basisgegevens¹⁵ uit bijlage WP4.B2 te kopiëren. Deze screencast laat zien hoe dat werkt: <http://youtu.be/igtv0lrmmaI> (6 min.).

Uitgangspunten en aannames voor het exploitatiebegrotingsmodel:

- Geen kapitaalkosten/afschrijving omdat uitgegaan wordt van huur of *operational-/lease*constructies voor de duurzame productiemiddelen zoals de sorteerinstallatie. Dit is in lijn met de richtlijnen voor financiering beschreven in bijlage WP4.B3.
- De getallen zijn gebaseerd op het opruimen en saneren van de gehele stortplaats. De looptijd is afhankelijk van de capaciteit van de afvalverwerkingsinstallaties.
- De kleine afvalverbrandingsinstallaties zijn beschikbaar vanaf een capaciteit van ongeveer 20.000 ton/jaar (Weatherby & Eddy, 2008).
- De maximale prijs voor energie is naar verwachting vergelijkbaar met industriële kosten voor warmte en elektra. Minimale prijzen vinden hun basis in relatief lagere consumentenpreisen voor warmte en elektra bij afname van kleine hoeveelheden.
- Afval ter verbranding wordt naar een bestaande AVI gebracht.
- Er is een aanname gedaan dat bodemsanering (grond onder het stortafval) noodzakelijk is. Kosten voor grondwatersanering zijn niet meegenomen omdat in de literatuur geen (gemiddelde) normen gevonden zijn over de hoeveelheid te saneren grondwater.

Tabel 16: Exploitatiebegroting, stortplaats 1: Trappistenveld I samengevat.

Exploitatiebegroting	Totaal gemiddeld
Opbrengsten	€ 22.400.000
Kosten	€ 35.200.000
Resultaat	€ -11.800.000

Tabel 17: Exploitatiebegroting, stortplaats 2: Trappistenveld II samengevat.

Exploitatiebegroting	Totaal gemiddeld
Opbrengsten	€ 16.000.000
Kosten	€ 25.300.000
Resultaat	€ -9.300.000

Tabel 18: Exploitatiebegroting, stortplaats 3: Walburgisstraat samengevat.

Exploitatiebegroting	Totaal gemiddeld
Opbrengsten	€ 4.000.000
Kosten	€ 6.500.000
Resultaat	€ -2.500.000

Tabel 19: Exploitatiebegroting, stortplaats 4: Spaubeek 2 samengevat.

Exploitatiebegroting	Totaal gemiddeld
Opbrengsten	€ 5.600.000
Kosten	€ 8.900.000
Resultaat	€ -3.300.000

¹⁵ In het model zijn de cellen voor basisgegevens met grijs gemarkeerd.

Tabel 20: Relatieve vergelijking van de top 4 stortplaatsen per hectare.

Stortplaats	Per hectare gemiddeld		
	Opbrengsten	Kosten	Resultaat
Trappistenveld I	€ 3.200.000	€ 4.900.000	€ -1.700.000
Trappistenveld II	€ 2.900.000	€ 4.600.000	€ -1.700.000
Walburgisstraat	€ 2.000.000	€ 3.300.000	€ -1.300.000
Spaubeek 2	€ 3.700.000	€ 5.900.000	€ -1.200.000

Dit zijn de resultaten zoals wij ze nu voor kunnen stellen met onvoltooid exploitatiebegrotingsmodel. Wij kunnen niet alle kosten en opbrengsten berekenen op basis van alleen de basisgegevens. De uitgespaarde kosten voor Nazorg Voormalige Stortplaatsen (NAVOS) zijn bijvoorbeeld niet in te schatten op grond van enkel de basisgegevens. Om deze uitgespaarde kosten te bepalen is nader onderzoek noodzakelijk. Doordat de berekende cijfers hun basis vinden in verouderde rapporten blijft er onzekerheid bestaan over de betrouwbaarheid van deze resultaten. Het model is wel zo gebouwd dat het eenvoudig kan worden geüpdatet wanneer meer actuele en/of betrouwbaardere gegevens beschikbaar komen. Brongegevens hebben veelal één of twee significante cijfers. De niet afgeronde getallen in het MCA-model moeten afgerond worden, zoals in deze paragraaf, om de mate van accuraatheid beter te reflecteren.

3.6.2 Effect-, mitigatie- en compensatieanalyse

Het ontginnen van een oude stortplaats geeft naar verwachting een extra belasting van natuur en milieu. Het scheiden en bewerken van afvalstromen kan leiden tot geur-, geluid- en stofoverlast. De afvoer van het afval en de aanvoer van aanvulgrond leidt tot veel transport en daarmee tot meer energieverbruik en een slechtere luchtkwaliteit. Bij de keuze van een stortplaats voor *urban mining* zal er dan ook steeds een locatiespecifieke, brede milieuanalyse nodig zijn (Provincie Gelderland, 2011). Die brede milieuanalyse vergt actueel onsite-onderzoek en dat valt buiten het bereik van deze studie. Enkele handvatten voor effect-, mitigatie- en compensatieanalyse worden gegeven in bijlage WP4.B4. Een dergelijke analyse is wenselijk voordat een casestudy wordt ondernomen, omdat daarmee risico's kunnen worden vermeden.

4. Discussie en conclusie

4.1 Discussie

De aanleiding voor dit onderzoek

Dit onderzoek begint met de opdracht van de NMFL om te onderzoeken of stortplaatsen in de zilvergroeie natuur van het NNN/de EHS gesaneerd kunnen worden, met behulp van de baten van *urban mining*. Het einddoel is gericht op het herstellen van de oorspronkelijke natuurwaarden. De onderliggende vraag is of deze stortplaatsen inmiddels al zijn opgegaan in de natuur en of het wel nodig is om alle stortplaatsen te saneren. Dit dient in een vervolgonderzoek uitgezocht te worden.

Haalbaarheid ook in dit onderzoek

Na de eerste review van het conceptrapport gaf de NMFL aan graag een advies te ontvangen over de haalbaarheid van *urban mining*, zowel economisch als ecologisch. Deelvraag 4 is daardoor aangevuld met de volgende tekst: *Kan de haalbaarheid van een urban mining project in Limburg worden ingeschat?*

In de beperkte tijd bleek het niet mogelijk een compleet beeld te schetsen, maar wel een voorzet te geven, dat nadere uitwerking in de toekomst mogelijk maakt.

Stortbelasting

Sinds 1 januari 2015 is de belasting op storten en verbranden van afval € 13 per 1000 kilogram. Door deze heffing wordt afvalrecycling gestimuleerd (Duurzaambedrijfsleven.nl, 2014). Wij zijn van mening dat zo'n heffing niet bijdraagt aan het succesvol uitvoeren van *urban mining* en dat een uitzondering op deze stortbelasting nodig is om *urban mining* wel succesvol te maken. Bovendien is stortbelasting in tegenspraak met het voorkeursbeleid voor afvalverwerking binnen Nederland. Dit beleid wordt gesymboliseerd door de ladder van Lansink, waarin recycling de voorkeur heeft boven het storten en verbranden van afvalstoffen (*De Minister van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, 1979*). Reeds gestort afval dat via *urban mining* wordt gewonnen als grondstof, kan op de ladder van Lansink vervolgens alleen maar stijgen als het alsnog wordt gerecycled, gecomposteerd of verbrand ten behoeve van energiewinning.

Draagvlak

Om *urban mining* succesvol te maken gaat het ook om (1) het vinden van economisch draagvlak bij de subsidieverstrekkende en investerende partijen, (2) politiek/bestuurlijk draagvlak bij overheden en (3) maatschappelijk draagvlak bij alle actoren die bij *urban mining* bij een gekozen locatie betrokken zijn of worden. Het ontbreken van draagvlak kan echter ook een signaal zijn dat de keuze misschien niet de juiste is rekening houdend met belangen van andere stakeholders (Duineveld & Beunen, 2006).

Rijksfinanciering

Om *urban mining* succesvol te maken is het ook van belang te realiseren dat financiering van bodemsanering aan verandering onderhevig is. Momenteel zit de rijksbijdrage in het provincie- en gemeentefonds (Rijksoverheid.nl, 2012). De financiering gaat met de komst van de Omgevingswet weer veranderen. Bodemsanering wordt onderdeel van de omgevingsvisie en daarmee van duurzame gebiedsontwikkeling. De verwachting is dat de omgevingswet in 2018 wordt ingevoerd. Er komt dan een ander financieel, juridisch en organisatorisch instrumentarium. Het streven is dat er een rijksbudget blijft in de vorm van een stimuleringsbudget. Hoe dat eruit gaat zien is nog niet zeker (Kiela, 2012).

Sorteren van afval in relatie tot regelgeving

Een punt van discussie is dat bij sanering van stortplaatsen regels kunnen gelden die van belang zijn voor saneringsplannen, zoals het eventueel verplicht sorteren van afval. Wanneer bij *urban mining* bouw- en sloopafval (BSA) vrijkomt, dan zou dit volgens het 2^e landelijk afvalbeheerplan (LAP2) eerst gesorteerd moeten worden. Wanneer dit inderdaad zo is zullen hiervoor specifieke voorschriften moeten worden opgenomen in de vergunning. Omdat bouw- en sloopafval (BSA) uit een oude stortplaats moeilijk van het huishoudelijk (rest)afval en bedrijfsafval te onderscheiden is, zal in de praktijk al het afval of in elk geval een groot deel gesorteerd moeten worden.

Opties voor thermische conversie na sortering

Voor thermische conversie van restmateriaal na sortering van afval kunnen wij de discussie als volgt samenvatten: Bij bestaande AVI's moet waarschijnlijk het dubbele poorttarief worden betaald, omdat de verbrandingswaarde van het restmateriaal stijgt naar ongeveer 18 MJ/kg door het uitsorteren van de inerte materialen (fijne fractie, metalen en granulaat) (Schuttenbeld et al., 2007). Een eigen installatie, speciaal ontworpen voor het omzetten van het hoogcalorische restmateriaal in energie, lijkt dan een reële optie. Voorzichtigheid is echter geboden, blijkt uit het voorbeeld van Bavin. Deze installatie is in 2011 failliet gegaan nog voordat deze in gebruik was genomen (Dagblad van het Noorden, 2011). Door overcapaciteit op de markt voor afvalverbranding in Nederland lijkt een eigen kleinschalige installatie voor het omzetten van het restmateriaal in energie onrendabel.

Samenstelling stortplaatsen en rentabiliteit voor sortering en verbranding van afval

De tabellen in §3.3 laten zien dat de kosten en baten voor de verwerking van afval bekend zijn. Er zit echter een grote bandbreedte in de samenstellingspercentages van het vrijkomende materiaal en daarmee in de te verwachte rentabiliteit. Voor de haalbaarheid is de samenstelling van de stortplaats daarom dan ook van cruciaal belang (Quaghebeur et al., 2013).

Opties voor het realiseren van natuurdoeltypen na sanering

In dit rapport is uitgegaan van het inrichten van oorspronkelijke natuurdoeltypen op percelen waarvan de stortplaats is gesaneerd. Het inrichten van sommige natuurdoeltypen zou moeilijk te realiseren zijn in verband met de milieugevoeligheid voor vermesting en verzuring (bijvoorbeeld hoogveen- en moerasvegetatie). Aan het inrichten van dergelijke natte natuurdoeltypen zijn hoge kosten verbonden. De hoge kosten voor het inrichten van oorspronkelijke natuur kan leiden tot een verminderd maatschappelijk draagvlak. Het kan een overweging zijn om te kiezen voor een natuurdoeltype dat makkelijker te realiseren is en minder kosten met zich meebrengt. Dit kan het maatschappelijk draagvlak ten goede komen. Daarnaast duurt het vormen van hoogveen eeuwen. Het realiseren van dit natuurdoeltype is dan ook geen realistische optie.

Bij de keuze van een natuurdoeltype dient overigens óók gekeken te worden naar de reeds bestaande natuur. De zilvergroeene natuur staat immers in dienst van de goudgroeene natuur en dient de effectiviteit en de functionaliteit van deze natuur te ondersteunen. Indien het natuurdoeltype van de eerste voorkeur niet haalbaar is wegens natuur-, milieu of economische aspecten, dan kan mogelijk worden "afgewaardeerd" naar een natuurdoeltype wat wel haalbaar is en past bij de gebiedsindeling.

Pluim met macroverbindingen

Uit een groot aantal stortplaatsen verspreidt zich een pluim met ongewenste macroverbindingen naar het grondwater door neerslag en het uitlogen van de afvalstoffen naar de bodem. Dit is een onwenselijke situatie indien een dergelijke stortplaats ligt nabij een natuurgebied, oppervlaktewater of een landbouwgebied waarbij voor voedselproductie gebruik gemaakt wordt van grondwater (beregening van gewassen) (In het Veld & Krol, 2005a). Dit kan mogelijk een extra argument zijn om een dergelijke stortplaats te saneren. Dit moet nader uitgezocht worden in een casestudie.

Ruilbaarheid grond

Grond in de zilvergroeene natuur is volgens de saldobenadering onderling ruilbaar met grond buiten de zilvergroeene natuur. De gebiedslijnen van de zilvergroeene zone zijn dus nog niet hard (Provinciale Staten van Limburg, 2014). Stortplaatsen in de nabijheid van of aansluitend op het NNN zouden dus mogelijk nog wel kunnen vallen in de zilvergroeene natuur.

Kostprijs saneren grondwater

De kostprijs van het saneren van grondwater heeft een erg grote bandbreedte in de literatuur. Daarnaast zijn geen normen beschikbaar voor de gemiddelde hoeveelheid grondwater die gesaneerd moet worden. Hierdoor kan geen goede inschatting gegeven worden aan de kosten voor grondwatersanering. Dit zal in een casestudie nader bepaald moeten worden.

Discussie over de gekozen methode

Voordat over is gegaan tot het literatuuronderzoek naar de geschikte MCA-methode is Marc Jansen geraadpleegd, een InCompany Milieuadvies medewerker die reeds ervaring heeft opgedaan met MCA in een ander project. Hij adviseerde ons om bij de keuze voor een geschikte MCA-methode vooral te kijken naar wat onderzoekers in het werkveld¹⁶ doen. Een gevolg van deze strategie is dat geen uitputtende inventarisatie is gemaakt van methoden om stortplaatsen te prioriteren. Het zou kunnen dat nog betere methoden bestaan, maar dat die toepassing vinden bij andere onderwerpen in andere disciplines. De actuele bronnen die de geraadpleegde deskundige Carolien Kroeze aandroeg (het boek van het Center for International Forestry Research, 1999 en de handleiding van het Department for Communities and Local Government, 2009) hebben in elk geval gezorgd voor een verbreding van het onderzochte werkveld. Het onderzochte werkveld is nog verder verbreed door bestudering van Jablonský (2009, 2014a, 2014b, n.d.) uit het werkveld van de econometrie.

Een combinatie van KBA en MCA, zoals beschreven door Van der Zee et al. (2004), is volgens Carolien Kroeze niet gebruikelijk. Het is volgens haar beter om de financiële criteria in de MCA op te nemen. Het idee van Van der Zee voor een *quick & dirty* eerste sortering spreekt ons echter nog altijd aan. Het is ook nodig, omdat bijna negenhonderd stortplaatsen teveel is om te onderzoeken.

Hoewel dus geen KBA meer wordt toegepast voor een snelle eerste sortering, vindt nog altijd een snelle sortering plaats in de MCA door een aantal nominale gemeten criteria te hanteren die slechts voor een select aantal stortplaatsen *waar* zijn (tabel 4). Dit is ook een legitieme manier om MCA-criteria toe te passen aldus Albers (1987). De nu gebruikte minimale voorwaarden, vooral *ligt in zilvergroeene natuur* beperkt het aantal stortplaatsen sterk. Misschien liggen er buiten de zilvergroeene natuur stortplaatsen met meer potentieel, maar dat weten wij nu niet.

Weging van criteria voor het tellen van prioriteiten is van belang als onderdeel van besluitvormingen, maar blijft een subjectieve aangelegenheid. Om dat bezwaar weg te nemen of in elk geval te reduceren hebben wij verschillende weegsets gemaakt: (1) een weegset zonder hiërarchie, (2) een weegset met hiërarchie en gelijke weging, (3) een weging die bepaald is door de onderzoekers, (4) een weging door de opdrachtgever en een (5) consolidatie van die laatste twee wegingen (3 en 4). Door deze prioritering op basis van vijf weegsets is ook gelijk een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd, stap 8 van de gebruikte MCA procedure. Het blijkt dat voor alle weegsets dezelfde twee stortplaatsen het hoogst geprioriteerd worden. Die twee stortplaatsen lijken ons daardoor het meest geschikt om het gestelde doel te bereiken: natuurontwikkeling in de zilvergroeene natuur door *urban mining*.

MCA en draagvlak

Albers (1987, p. 75) benadrukt dat MCA analyses de besluitvorming kunnen verbeteren. Verbale vergadertechnieken worden minder belangrijk, omdat de overwegingen tot hun fundamenteën zijn teruggebracht en tevens op papier staan. Die fundamenteën worden getypeerd als criteria inclusief beschrijving/definiëring van klassen binnen die criteria. Doordat de basis voor de beoordeling zo expliciet is beschreven wordt discussie en bijstelling mogelijk. Zo is in het verleden al gebleken dat juist interactie een positief effect kan hebben op het succes van milieubeleid. Door Driessen, Goverde en Leroy (2007) wordt dit beschreven als het *sociaal interactieperspectief* op beleid. Wij menen dat het door ons vervaardigde MCA model in Excel kan bijdragen aan draagvlak, omdat in overleg wegingsfactoren kunnen worden aangepast en het effect op de prioritering direct zichtbaar wordt.

Exploitatie

Het exploitatiebegrotingsmodel (onderwerp van deelvraag 4) geeft een eerste idee van de financiële haalbaarheid en laat een gemiddeld negatief resultaat zien voor de top 4 van stortplaatsen (tabel 16-tabel 19 in §3.6.1). Enkele gegevens ontbreken zoals de uitgespaarde kosten voor nazorg en beheer, omdat die niet op grond van basisgegevens kunnen worden berekend. Ook de subsidie opties zijn nog niet uitputtend ingevuld en mogelijke kosten voor grondwatersanering ontbreken. Nader onderzoek zou gericht moeten zijn op het sluitend maken van de exploitatiebegroting voor een specifieke stortplaats. De NFML heeft nu een handvat in dit model om dat aan te pakken in dialoog met potentiële partners.

Op dit moment is de provincie Limburg al bezig met grondwateronderzoek bij oude stortplaatsen (Patrick van de Heistee, persoonlijke communicatie, 13 april 2015). De uitkomst van dat onderzoek biedt mogelijk nog kansen voor een *urbanmining* project.

¹⁶ In dit geval: MCA, *urban mining* en waardering van landgoed

Bij elke sanering van een stortplaats kunnen de bevindingen uit deze rapportage worden meegenomen. Als uit onderzoek blijkt dat een stortplaats vanwege grote risico's moet worden gesaneerd, dan kan de opbrengst (tabel 20) van *urban mining* wel eens doorslaggevend zijn.

4.2 Conclusies

Wat zijn de mogelijkheden om de stortplaatsen in de zilvergroeene zones van het NNN/de EHS c.q. Ecologische Hoofdstructuur (EHS) in de provincie Limburg economisch rendabel te maken via urban mining en wat zijn - na sanering - de mogelijkheden om de oorspronkelijke natuur te herstellen?

Het blijkt mogelijk om een lijst te genereren van stortplaatsen die in de zilvergroeene natuur liggen van het NNN/de EHS. 34 van de bijna negenhonderd stortplaatsen liggen in de zilvergroeene natuur. 16 stortplaatsen blijken vervolgens op basis van een beperkt aantal criteria te prioriteren. Daarbij wordt de beperking van het aantal criteria ingegeven door een wens van de opdrachtgever, maar vooral door de beperkte informatie over de stortplaatsen. Veel criteria kunnen niet voor alle stortplaatsen gemeten worden en zijn daarmee niet geschikt. Het blijkt mogelijk een prioritering uit te voeren waarbij de economische waarde af wordt gewogen tegen natuurwaarden en milieuwaarden.

Uit het onderzoek komt het sorteren en hergebruiken van de vrijkomende materialen uit de stortplaats als beste oplossing naar voren. De sorteerkosten kunnen voor een deel betaald worden uit de baten van ferro en non-ferrometalen, die vrijkomen na het sorteerproces. Deze baten zijn onder andere afhankelijk van de kosten van de gekozen sorteertechnieken, de efficiency van de materiaal terugwinning, de actuele grondstofprijzen en de samenstelling van de stortplaats. Uit het onderzoek blijkt dat de samenstelling van een stortplaats en dus de opbrengstverwachting een grote bandbreedte heeft. De samenstelling van de stortplaats is daarmee van cruciaal belang voor de haalbaarheid (Kaartinen et al., 2013; Quaghebeur et al., 2013). Een eigen kleinschalige installatie voor omzetting van de overblijvende sorteeresiduen in energie is gezien het (negatieve) voorbeeld van Bavin niet aan te bevelen. Het afvoeren van het restmateriaal naar een bestaande AVI lijkt de meest reële optie. De nieuwe verbrandingsbelasting heeft hierbij een remmend effect op *urban mining*, omdat ook het afval dat vrijkomt bij *urban mining* bij verbranding wordt belast.

Wenselijke natuur is de natuur zoals die van oorsprong voorkwam in de provincie Limburg, voor de invloed van de mens. Veel van de gewenste natuurdoeltypen zijn gevoelig voor verzuring, verdroging of vermesting. De samenhang tussen de herstelde natuurwaarden en de activiteiten in de omgeving dienen dan ook niet met elkaar te concurreren. Het inschatten van de ecologische haalbaarheid voor het opnieuw inrichten van deze natuurdoeltypen moet ingeschat worden met behulp van een brede milieuanalyse. De analyse is hier niet uitgevoerd omdat het ons aan de tijd ontbreekt.

Om de haalbaarheid van *urban mining* beter in te schatten is voor de hoogst geprioriteerde stortplaatsen het exploitatiebegrotingsmodel toegepast. Het exploitatiebegrotingsmodel is een format dat nog aangevuld dient te worden. Op grond van beschikbare basisgegevens volgt uit het huidige exploitatiebegrotingsmodel een schatting van het netto resultaat van *urban mining*. Gemiddeld voorspelt het model een negatief resultaat, maar dat beeld wordt waarschijnlijk anders wanneer de basisgegevens worden aangevuld met *specifieke en actuele stortplaats* gegevens zoals de kosten van nazorg en beheer. Doordat de exploitatiebegroting nog niet compleet is en het noodzakelijke milieuonderzoek voor de specifieke stortplaatsen nog niet compleet en af is kan nog geen sluitend oordeel worden geveld over de financiële en ecologische haalbaarheid van een *urbanmining* project in Limburg.

5. Aanbevelingen

Veldonderzoeken

Gezien het grote aantal stortplaatsen in Limburg, is het niet mogelijk om gedetailleerde saneringsplannen op te stellen. Gedetailleerde analyses van de individuele stortplaatsen vallen buiten het bereik van dit onderzoek. De inhoud is per stortplaats verschillend en afhankelijk van verschillende factoren (Quaghebeur et al., 2013). Voor *urban mining* is het oppervlak, de inhoud en de samenstelling van belang. Uit de rapporten bleek dat representatieve bemonstering van het stortmateriaal nauwelijks mogelijk is. Bovendien is het stortmateriaal in oudere stortplaatsen gedeeltelijk veraard of met veel bodemmateriaal vermengd. In de praktijk worden stortplaatsen beoordeeld op basis van informatie over het gestorte materiaal (In het Veld & Krol, 2005a). Wij adviseren om na de voorselectie voor *urban mining* op basis van de multicriteria-analyse (MCA) een nadere analyse uit te voeren naar de inhoud van de stortplaats. Het betreft dus een snelle check om de geschiktheid te bepalen en daarna een uitgebreid onderzoek naar de inhoud van de stortplaats. Het onderzoek zou in elk geval moeten bestaan uit onsite-onderzoek, zoals stap 3 en 4 voorschrijven in het model van Van der Zee (2004) (figuur wp4.a1-2). Dit onderzoek is noodzakelijk om de financiële en ecologische haalbaarheid in te schatten. De gegevens die daaruit komen kunnen gebruikt worden om te bepalen of de stortplaats geschikt is voor *urban mining*. Met een dergelijk onderzoek wordt getracht om (a) grote milieutechnische en financiële tegenvallers te voorkomen en (b) eventuele risico's bij de uitvoering te beperken (Krook et al., 2012; Quaghebeur et al., 2013). Het resultaat van het onderzoek is nodig voordat *urban mining* in Nederland op grote schaal zal worden toegepast, omdat het een eis is bij financiers (deel 2 bijlage WP4.B3). De resultaten zorgen – naar verwachting – voor meer financiële zekerheden bij toekomstige ondernemingen en dat kan de drempel verlagen om *urban mining* projecten te starten.

Verouderde gegevens m.b.t. eigendom stortplaatsen

De kosten voor sanering en de herinrichting van de voormalige stortplaatsen zijn voor de eigenaar. Voor voornoemde 16 stortplaatsen (Bijlage WP4.B2) zijn dat in 4 gevallen de gemeenten. De andere 12 stortplaatsen zijn in handen van bedrijven en particulieren. Deze eigenarenstatus is echter gebaseerd op de rapporten die omstreeks de eeuwwisseling zijn opgesteld. Wij bevelen daarom aan om bij selectie van deze stortplaatsen het kadaster te raadplegen.

Uitvoeren van een levenscyclusanalyse (LCA)

Intrinsieke waarde natuur/milieu wordt in dit rapport niet behandeld. Dit is onze bewuste keuze geweest om het onderzoek af te bakenen. Om een vergunning te krijgen zal conform de Richtlijn Stortplaatsen een LCA moeten worden uitgevoerd. Dit geeft ook een goed inzicht in de te verwachten milieueffecten.

Stimuleringsplannen voor Natuur, Bos en Landschap

Bij het definiëren van de gewenste natuurdoeltypen is uitgegaan van het Handboek Streefbeelden voor Natuur en Water in Limburg (Krekels et al., 2003). Dit handboek is gebruikt voor de totstandkoming van de stimuleringsplannen in Limburg. Voor het uitwerken van een casestudie verdient het de aanbeveling de Stimuleringsplannen voor Natuur, Bos en Landschap te gebruiken.

Bij de inrichtingskosten van natuurdoeltypen is in ons rapport uitgegaan van normbedragen. Met behulp van het Normenboek Natuur, Bos en landschap 2014, Tijd- en kostennormen voor inrichting en beheer van natuurterreinen, bossen en landschapselementen (Raffe & Jong, 2014) kan gedetailleerd worden doorgerekend wat het kost om een natuurterrein in te richten.

Het effect van stortbelasting

Sinds 1 januari 2015 is de belasting op het storten en verbranden van afvalstoffen € 13,- per 1000 kilogram afval. Afval dat wordt gerecycled, wordt niet belast (Duurzaambedrijfsleven.nl, 2014). Wil *urban mining* echt succesvol worden dan is een uitzondering op deze stortbelasting voor *urban mining* wenselijk. Daar moet de politiek voor zorgen. Wij bevelen aan om samen met andere belanghebbenden hiervoor een brief op te stellen gericht aan de staatssecretarissen Eric Wiebes van Financiën en Wilma Mansveld van Milieu, met het verzoek voor *urban mining* een uitzondering te maken op de belastingmaatregel aangaande het storten en verbranden van afvalstoffen.

Gesprek aangaan met potentiële partners

Dit rapport biedt aanknopingspunten om het gesprek aan te gaan met potentiële partners, omdat het al enig inzicht geeft in de haalbaarheid en risico's. De gesprekken zouden gericht moeten zijn op het (a) sluitend maken van de exploitatiebegroting, (b) actueel milieuonderzoek in/rondom de hoogst geprioriteerde stortplaatsen en (c) de resultaten van milieuonderzoek.

Literatuur

- Albers, L. H. (1987). *Het gewichtloze gewogen*. Delft: Delftse Universitaire Pers.
- Billen, P., Costa, J., Van der Aa, L., Van Caneghem, J., & Vandecasteele, C. (2014). Electricity from poultry manure: a cleaner alternative to direct land application. *Journal of Cleaner Production*. doi: 10.1016/j.jclepro.2014.04.016
- Bodemrichtlijn.nl. (2015a). *Beleidsblad Investeringsbudget Stedelijke Vernieuwing en Investeringsbudget Landelijk Gebied*. Geraadpleegd 14 maart 2015 op <http://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/beleid/beleid-van-centrale-overheid/landelijk-beleid/beleidsblad-bodemsanering-wet-bodembescherming/beleidsblad-investeringsbud95116>
- Bodemrichtlijn.nl. (2015b). *Beleidsblad storten*. Geraadpleegd 01 maart 2015 op <http://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/beleid/beleid-van-centrale-overheid/landelijk-beleid/beleidsblad-wet-milieubeheer/beleidsblad-storten>
- Bodemrichtlijn.nl. (2015c). *Richtlijn herstel en beheer (water) bodemkwaliteit*. Geraadpleegd 12 april 2015 op www.bodemrichtlijn.nl
- Bogale, W., & Viganò, F. (2014). A Preliminary Comparative Performance Evaluation of Highly Efficient Waste-to-Energy Plants. *Energy Procedia*, 45, 1315-1324. doi: 10.1016/j.egypro.2014.01.137
- Bosma, W. (26 maart 2015). Klappijpen REC vooral een strop. *Leeuwarder Courant*.
- Bosmans, A., Vanderreydt, I., Geysen, D., & Helsen, L. (2013). The crucial role of Waste-to-Energy technologies in enhanced landfill mining: a technology review. *Journal of Cleaner Production*, 55, 10-23. doi: 10.1016/j.jclepro.2012.05.032
- Center for International Forestry Research. (1999). *Guidelines for applying multi-criteria analysis to the assessment of criteria and indicators*. Jakarta: Center for International Forestry Research (CIFOR).
- Compendium voor de Leefomgeving. (2009). *Bodemsanering: financiering en marktwerking, 2009*. Geraadpleegd 24 april 2015 op <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0446-Bodemsanering%3A-financiering-en-marktwerking.html?i=3-13>
- Consortiumgrensmaas. (2013). *Trierveld/Koeweide 2013*. Geraadpleegd 26 april 2015 op <http://www.grensmaas.nl/gallery-2/trierveldkoeweide/trierveldkoeweide-2013/>
- Dagblad van het Noorden. (17 november 2011). Energiefabriek Bavin al failliet voor oplevering. *Dagblad van het Noorden*. Geraadpleegd 18 juni 2015 op <http://www.energyvalley.nl/nieuws/Energiefabriek%20Bavin%20al%20failliet%20voor%20oplevering>
- De Minister van Volksgezondheid en Milieuhygiëne. (1979). *Wet milieubeheer*.
- De Wijk, R. (2012). *Grondstoffen schaars door geopolitiek*. Geraadpleegd 12 januari 2015 op <http://www.kennislink.nl/publicaties/grondstoffen-schaars-door-geopolitiek>
- DEFRA. (2007). *Advanced Thermal Treatment of Municipal Solid Waste*. Geraadpleegd 15 maart 2015 op <http://www.recycleforgloucestershire.com/CHttpHandler.ashx?id=59163&p=0>
- DEFRA. (2013). *Advanced Thermal Treatment of Municipal Solid Waste*. Geraadpleegd 15 maart 2015 op <https://www.gov.uk/government/publications/advanced-thermal-treatment-of-municipal-solid-waste>
- Department for Communities and Local Government. (2009). *Multi-criteria analysis: a manual*. London: Crown.
- Destentor.nl. (2013). *Stortplaats tikkende tijdbom*. Geraadpleegd 11 maart 2015 op <http://www.destentor.nl/regio/apeldoorn/stortplaats-tikkende-tijdbom-1.3782903>
- Driessen, P., Goverde, H., & Leroy, P. (2007). Milieubeleid als interactievraagstuk. In P. Leroy & P. Driessen (Eds.), *Milieubeleid - Analyse en perspectief* (pp. 159-181). Bussum: Cotinho.
- Duineveld, M., & Beunen, R. (2006). *DRAAGVLAK: 1.130.000 hits. Een kritische beschouwing van een populair begrip*. (Vol. nr. 8). Academia.edu: Wageningen Universiteit.
- Duurzaambedrijfsleven.nl. (2014). *Belasting ook voor verbranden van afval*. Geraadpleegd 01 maart 2015 op <http://www.duurzaambedrijfsleven.nl/66377/belasting-ook-voor-verbranden-van-afval/>
- ECN. (2006). *Bijlage bij Optiedocument 2010/2020*. Geraadpleegd 18 juni 2015 op <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2005/c05105.pdf>
- Elger, L. (2013). Landfill Mining: Ein realistischer Beitrag zum Ressourcenschutz? *Natur und Recht*, 35(4), 257-263. doi: 10.1007/s10357-013-2429-y
- Elsevier. (2007). *Ssst, de rugstreeppad*. Geraadpleegd 26 april 2015 op <http://www.elsevier.nl/Algemeen/nieuws/2007/5/Ssst-de-rugstreeppad-ELSEVIER125496W/>

- Europese Commissie. (2006a). *Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries*. Geraadpleegd 19 juni 2015 op http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/wt_bref_0806.pdf
- Europese Commissie. (2006b). *Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration*. Geraadpleegd 19 juni 2015 op http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/wi_bref_0806.pdf
- Economische Zaken. (1997). Besluit stortplaatsen en stortverboden afvalstoffen.
- Frändegård, P., Krook, J., Svensson, N., & Eklund, M. (2013). A novel approach for environmental evaluation of landfill mining. *Journal of Cleaner Production*, 55, 24-34. doi: 10.1016/j.jclepro.2012.05.045
- In het Veld, M., & Krol, J. J. (2005a). *Achtergronden bij het advies Nazorg voormalige stortplaatsen (NAVOS)*. Deventer: Tauw BV.
- In het Veld, M., & Krol, J. J. (2005b). *Advies Nazorg Voormalige Stortplaatsen (NAVOS)*. Deventer: Tauw BV.
- Jablonský, J. (2009). Software support for multiple criteria decision making problems. *International Scientific Journal of Management Information Systems*, 4(2), 029-034.
- Jablonský, J. (2014a). MS Excel based software support tools for decision problems with multiple criteria. *Procedia Economics and Finance*, 12(0), 251-258. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00342-6](http://dx.doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00342-6)
- Jablonský, J. (2014b). *SANNA 2014 - MS Excel based system for multicriteria evaluation of alternatives*. Geraadpleegd 14 maart 2015 op <http://nb.vse.cz/~jablon/sanna.htm>
- Jablonský, J. (n.d.). *MS Excel based system for multicriteria evaluation of alternatives*. Geraadpleegd 14 maart 2015 op <http://www.fhi.sk/files/katedry/kove/ssov/VKOX/Jablonsky.pdf>
- Jones, P. T., Geysen, D., Tielemans, Y., Van Passel, S., Pontikes, Y., Blanpain, B., . . . Hoekstra, N. (2013). Enhanced Landfill Mining in view of multiple resource recovery: a critical review. *Journal of Cleaner Production*, 55, 45-55. doi: 10.1016/j.jclepro.2012.05.021
- Kaartinen, T., Sormunen, K., & Rintala, J. (2013). Case study on sampling, processing and characterization of landfilled municipal solid waste in the view of landfill mining. *Journal of Cleaner Production*, 55, 56-66. doi: 10.1016/j.jclepro.2013.02.036
- Kamp, H. G. J. (2015). *Kamerbrief Warmtevisie*. Den Haag.
- Kenniscentrum InfoMil. (2015a). *BBT, IPPC en BREFs*. Geraadpleegd 17 maart 2015 op <http://www.infomil.nl/onderwerpen/duurzame/bbt-ippc-brefs/>
- Kenniscentrum InfoMil. (2015b). *Handboek EU-milieubeleid en Nederland*. Geraadpleegd 01 maart 2015 op <http://www.infomil.nl/onderwerpen/integrale/handboek-eu/afval/storten-afvalstoffen/omzetting-nationale/>
- Kiela, P., van Tol, A. (2012). *Wet Bodembescherming en Omgevingswet*. Paper presented at the Congres Impuls Lokaal Bodembeheer, Utecht. Geraadpleegd 18 juni 2015 op <http://www.rwsleefomgeving.nl/onderwerpen/bodem-ondergrond/bodembeleid/impuls-lokaal/impressie-congres/>
- Krekels, R., Peeters, G., & Brouw, T. (2003). *Handboek streefbeelden voor natuur en water in Limburg*. Duiven: Drukkerij Tamminga.
- Krook, J., Svensson, N., & Eklund, M. (2012). Landfill mining: a critical review of two decades of research. *Waste Manag*, 32(3), 513-520. doi: 10.1016/j.wasman.2011.10.015
- Lamers, F., Fleck, E., Pelloni, L., & Kamuk, B. (2013). *Alternative Waste Conversion Technologies (W. G. o. E. Recovery, Trans.)*: International Solid Waste Association.
- Lansink, A., De Vries - in't Veld, H. (2010). *De Kracht van de Kringloop. Geschiedenis en toekomst van de Ladder van Lansink*. Apeldoorn/Nijmegen: Vrilan.
- Leckner, B. (2015). Process aspects in combustion and gasification Waste-to-Energy (WtE) units. *Waste Manag*, 37, 13-25. doi: 10.1016/j.wasman.2014.04.019
- Leefomgeving, R. (2015). *Nazorg Voormalige stortplaatsen*. Geraadpleegd 08 maart 2015 op <http://www.rwsleefomgeving.nl/onderwerpen/bodem-ondergrond/nazorg/producten/producten-overig/voormalige/>
- Merrild, H., Larsen, A. W., & Christensen, T. H. (2012). Assessing recycling versus incineration of key materials in municipal waste: The importance of efficient energy recovery and transport distances. *Waste Management*, 32(5), 1009-1018. doi: 10.1016/j.wasman.2011.12.025
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2014a). *Landelijk afvalbeheerplan 2009-2021*. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu. Geraadpleegd 18 mei 2015 op [http://www.lap2.nl/sn_documents/downloads/01%20Beleidskader/Beleidskader\(ttw2\)_00_compleet.pdf](http://www.lap2.nl/sn_documents/downloads/01%20Beleidskader/Beleidskader(ttw2)_00_compleet.pdf).
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2014b). *Landelijk afvalbeheerplan 2009 - 2021 (LAP) Bijlage 6; Invulling beleidskader voor specifieke afvalstoffen (sectorplannen)*.

- Nederveen, J. (2009). *Ruimtelijke inpassing van lijninfrastructuur - Een onderzoek naar de geschiktheid van inspraakreacties*. (Publicatie), TU-Delft, Kennisplatform CROW. Geraadpleegd 15 maart 2015 op <http://www.crow.nl/documents/kpvv-kennisdocumenten/ruimtelijke-inpassing-van-lijninfrastructuur-een-o.aspx>
- Nillesen, T. (2009). *De creatie van maatschappelijk draagvlak. Het ontwerp van een procesmodel voor de toepassing van communicatie & participatie bij bouwprojecten*. (Msc. Construction Management & Engineering Afstudeerverslag), Technische Universiteit Eindhoven (TU/e). Geraadpleegd 18 juni 2015 op <http://alexandria.tue.nl/repository/books/642153.pdf>
- Overheid.nl. (2015a) *Besluit aanwijzing bevoegd gezag gemeenten Wet bodembescherming*. Geraadpleegd 19 juni 2015 op http://wetten.overheid.nl/BWBR0011935/geldigheidsdatum_19-06-2015
- Overheid.nl. (2015b). *Natuurbeschermingswet 1998*. Geraadpleegd 11 maart 2015 op http://wetten.overheid.nl/BWBR0009641/geldigheidsdatum_18-06-2015
- Overheid.nl. (2015c). *Wet Bodembescherming*. Geraadpleegd 1 maart 2015 op http://wetten.overheid.nl/BWBR0003994/geldigheidsdatum_01-03-2015#HoofdstukIV
- Panepinto, D., Tedesco, V., Brizio, E., & Genon, G. (2014). Environmental Performances and Energy Efficiency for MSW Gasification Treatment. *Waste and Biomass Valorization*, 6(1), 123-135. doi: 10.1007/s12649-014-9322-7
- Provinciale Staten van Limburg. (2014). *Voor de kwaliteit van Limburg - POL2014*. Geraadpleegd 12 januari 2015 op http://www.limburg.nl/Beleid/Milieu/Bodem/Bodemgebruik/Nazorg_stortplaatsen
- Provincie Gelderland. (2011). *Kansen voor hergebruik en herontwikkeling van stortlocaties in Gelderland* (p. 36). Arnhem: Provincie Gelderland.
- Provincie Limburg. (2015). *Subsidieverordening inrichting landelijk gebied Limburg 2015 e.v.* http://www.limburg.nl/e_Loket/Subsidies/Actuele_Subsidieregelingen/Natuur_Landschap_en_Landbouw/Subsidieverordening_Inrichting_Landelijk_Gebied_SILG: Provincie Limburg.
- Quaghebeur, M., Laenen, B., Geysen, D., Nielsen, P., Pontikes, Y., Van Gerven, T., & Spooren, J. (2013). Characterization of landfilled materials: screening of the enhanced landfill mining potential. *Journal of Cleaner Production*, 55, 72-83. doi: 10.1016/j.jclepro.2012.06.012
- Raffe, v. J. K., & Jong, d. J. J. (2014). *Normenboek Natuur, Bos en landschap 2014, Tijd- en kostennormen voor inrichting en beheer van natuurterreinen, bossen en landschapselementen*. Wageningen: Alterra Wageningen UR.
- Ricardo-AEA Ltd. (2013). Case Study 1 - Lahti Gasifier, Finland. *Case Study for Zero Waste South Australia*, RICARDO-AEA/R/ED58135(Issue Number 1).
- Richers, U., & Bergfeldt, B. (1996). *Das Siemens Schwel-Brenn-Verfahren*. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Institut für Technische Chemie.
- Rijksoverheid.nl. (2012). *Investeringsbudget Landelijk Gebied afgerond*. Geraadpleegd 14 maart 2015 op <http://www.rijksoverheid.nl/nieuws/2012/11/23/investeringsbudget-landelijk-gebied-afgerond.html>
- Rijkswaterstaat. (2014). *Afvalstoffenheffing 2014* (p. 47).
- RTV Oost. (2014). *Tuintjes woningen bij stortplaats Diepengoor in Denekamp moeten worden afgegraven*. Geraadpleegd 11 maart 2015 op http://w.rtvoost.nl/nieuws/default.aspx?cat=1&nid=193279&p=221311&_ga=1.72979413.773489408.1426088444
- RVO.nl. (2015). *Zoeken in de Energielijst en Milieulijst 2015*. Geraadpleegd 14 maart 2015 op <http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/milieulijst-en-energielijst/huidig-jaar/2015>
- Schuttenbeld, J., De Vries-in 't Veld, J., Kloetstra, S., & De Vries, M. (2007). *Naar duurzaam grondstoffenmanagement, Recycling als voorportaal* (D. Van de Hoeven Ed.). Zaltbommel: Branchevereniging Recycling Breken en Sorteren (BRBS).
- Silvis, H. J., Schrijver, R. A. M., Rijk, P. J., & Gaaff, A. (2013). Ecologische Hoofdstructuur en Recreatie om de Stad (2007-2010) *Evaluatie van methoden, kosten en prestaties in ILG-kader*. Den Haag: LEI Wageningen UR
- Sips, K., Ballard, M., Craps, M., Wulf, de, A.,. (2013). *Local community participation in enhanced landfill mining: The challenge to bridge between communities*. Paper presented at the 2nd International Academic Symposium on Enhanced Landfill Mining Houthalen-Helchteren.
- Stein, W., & Tobiasen, L. (2004). Review of Small Scale Waste Conversion Systems (B. A.-T. 36, Trans.): IEA.
- Tweede Kamer. (1979-1980). *Rijksbegroting voor het jaar 1980*.
- Van der Zee, D. J., Achterkamp, M. C., & De Visser, B. J. (2004). Assessing the market opportunities of landfill mining. *Waste Management*, 24(8), 795-804. doi: 10.1016/j.wasman.2004.05.004
- Van Grinsven, H., & Willems, J. (2013). *Bijlage notitie 8. Ex ante evaluatie mestbeleid 2013*

Evaluatie van betekenis van de Biomassa Centrale Moerdijk voor de oplossing van het mestoverschot.

Van Passel, S., Dubois, M., Eyckmans, J., de Gheldere, S., Ang, F., Tom Jones, P., & Van Acker, K. (2013). The economics of enhanced landfill mining: private and societal performance drivers. *Journal of Cleaner Production*, 55, 92-102. doi: 10.1016/j.jclepro.2012.03.024

Vehlow, J. (2015). Air pollution control systems in WtE units: An overview. *Waste Manag*, 37, 58-74. doi: 10.1016/j.wasman.2014.05.025

Weatherby, J., & Eddy, P. (2008). *States of Jersey - Solid Waste Strategy Technology Review 2008*. (S0871-0010-3868MDI Technology Review 2008). Bابتie Fichtner.

Westhoff, V. (1999). *Natuurbeheer, onze verantwoordelijkheid voor de biosfeer*. Nijmegen: Nijmegen University Press.

Wikipedia.org. (2015). *Crowdfunding*. Geraadpleegd 11 maart 2015 op <http://nl.wikipedia.org/wiki/Crowdfunding>

Wikipedia.org. (2014). *Vuilnishoop*. Geraadpleegd 12 januari 2015 op <http://nl.wikipedia.org/wiki/Vuilnishoop>

Bijlagen

Bijlage WP1.A Deskresearchdata

WP1.A1 Wetgeving

Deze details uit WP1 zijn relevant in verband met de haalbaarheid van een *urbanmining* project.

Europese richtlijnen

De Europese richtlijnen met betrekking tot afvalstoffen, gevaarlijke afvalstoffen en in het bijzonder de Richtlijn 1999/31 betreffende het storten van afvalstoffen, stellen vooral eisen aan nieuwe of in gebruik zijnde stortplaatsen. Deze richtlijnen zijn opgenomen in de nationale Nederlandse wet- en regelgeving (Kenniscentrum InfoMil, 2015b). Helaas bieden deze richtlijnen geen aanknopingspunten voor de problematiek van de voormalige stortplaatsen in de Provincie Limburg, omdat de stortactiviteiten beëindigd zijn vóór 1 september 1996 bij de 16 stortplaatsen in dit onderzoek.

Stortplaatsen die op en na 1 september 1996 nog in gebruik waren of zelfs nu nog zijn, vallen onder de wettelijke regeling voor de *nazorg bij operationele stortplaatsen* van de Nazorgregeling Wet milieubeheer (Leefomgeving, 2015). Stortplaatsen die voor 1 september 1996 zijn gesloten vallen niet onder deze wettelijke bepalingen. Om uiteenlopende – planologische, economische en milieubeheersmatige – redenen waren al veel stortplaatsen gesloten. Van circa 1000 in 1976 via 90 in 1991 naar 32 in 2001 en 22 in 2008 (Lansink, 2010).

Voorkeursbeleid voor afvalverwijdering

In Nederland gebruikt men de zogenaamde 'ladder van Lansink' (Tweede Kamer, 1979-1980) waarbij het storten van afval wordt gezien als de minst wenselijke vorm van afvalverwijdering na preventie van afvalproductie.

De ladder van Lansink ordent de verschillende vormen van afvalbeheer van het meest milieuvriendelijke tot het meest milieubelastende. De voorkeursvolgorde naast preventie is: hergebruik - verbranden - storten.

Deze prioriteitsvolgorde staat ook vastgelegd in artikel 10.4 van de Wet milieubeheer. (De Minister van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, 1979)

Reeds gestort afval dat via *urban mining* wordt gewonnen als grondstof, kan op de ladder van Lansink vervolgens alleen maar stijgen als het bijvoorbeeld wordt gerecycled, gecomposteerd of verbrand ten behoeve van energiewinning. *Urban mining* past daarmee in het voorkeursbeleid voor afvalverwijdering binnen Nederland.

Beperking stortplaatssanering door wet en regelgeving

De huidige wet- en regelgeving maakt het ontginnen van voormalige stortplaatsen voor *urban mining* en het verplaatsen van afvalstoffen afkomstig van voormalige stortplaatsen niet gemakkelijk. Na het heropenen en opnieuw in gebruik nemen van een voormalige stortplaats, zijn gelijk de regels van de volgende wetten van toepassing: de Wet milieubeheer, de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht en het Besluit omgevingsrecht. Het Besluit stortplaatsen en stortverboden afvalstoffen (Bssa) (Ministerie van Economische Zaken, 1997) bevat voor diverse categorieën afvalstoffen een stortverbod, alsmede bepalingen waaraan stortplaatsen moeten voldoen.

In het kader van het Stortbesluit bodembescherming (Bodemrichtlijn.nl, 2015b) dien je vervolgens rekening te houden met de volgende richtlijnen:

- Richtlijn drainagesystemen en controlesystemen grondwater voor stort- en opslagplaatsen;
- Richtlijn onder afdichtingen voor stort- en opslagplaatsen;
- Richtlijn voor dichte eindafwerking van op afval- en reststofbergen;
- Richtlijn geohydrologische isolatie van bestaande stortplaatsen;
- Ontwerp-procedure grondwatermonitoring stortplaatsen.

Bij het ontginnen van een stortplaats komen echter ook stoffen vrij die om verschillende redenen alleen maar gestort mogen worden. (Denk daarbij bijvoorbeeld aan asbest.) De consequentie is dat bij het verplaatsen van afval buiten de grenzen van de oude stortplaats er formeel sprake is van een nieuwe stortactiviteit. Hieraan zijn grote bezwaren en beperkingen verbonden vanuit huidige wetgeving (Stortbesluit), door het inwerkingtreden van bovengenoemde richtlijnen, beleid en kader van het Landelijk afvalbeheerplan 2009 - 2021 (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2014a).

Beperking stortplaatsanering door groene wetten

Bij de voormalige stortplaatsen kunnen de volgende beperkingen gelden:

1. beperkingen in het kader van Natura 2000 instandhoudingsdoelstellingen of
2. beperkingen die voortvloeien uit de Flora- en Faunawet ten aanzien van de mogelijke effecten van de activiteit *urban mining*.

Volgens Artikel 19d van de Natuurbeschermingswet 1998 is het verboden zonder vergunning, handelingen te verrichten die instandhoudingsdoelstellingen van de natuurlijke habitats en de habitats van soorten in een Natura 2000-gebied kunnen verslechteren, of een significant verstrend effect kunnen hebben op de soorten waarvoor het gebied is aangewezen. Zodanige projecten of andere handelingen zijn in elk geval projecten of handelingen die de natuurlijke kenmerken van het desbetreffende gebied kunnen aantasten (Overheid.nl, 2015b).

De Natura 2000 gebieden maken deel uit van het Europees netwerk van beschermde natuurgebieden. Het Nederlandse NNN/de EHS maakt hier deel vanuit. Dit netwerk vormt de basis van het EU beleid voor behoud en herstel van biodiversiteit. Binnen de goudgroene zone streeft de provincie naar behoud en beheer van de bestaande natuur, en de ontwikkeling van nieuwe natuur. Herstel van biodiversiteit buiten goudgroen vindt plaats door de aanleg van zilvergroeene natuur en agrarisch natuur- en landschapsbeheer in zilvergroeene en bronsgroene zones (Provinciale Staten van Limburg, 2014). Bij activiteiten, zoals *urban mining* van stortplaatsen in de zilvergroeene zones, moet daarom worden gelet op de vraag of er geen externe werking optreedt binnen de goudgroene zone en in het bijzonder in de Natura 2000 gebieden.

De Flora- en Faunawet heeft als doel de bescherming en het behoud van de gunstige staat van instandhouding van in het wild levende planten- en diersoorten. Deze bescherming is vastgelegd in een aantal verbodsbepalingen waarvoor onder voorwaarden vrijstelling kan worden verkregen. Wie kent niet het voorbeeld van de Korenwolf die in 2000 de bouw van bedrijventerrein Avantis bij Heerlen stillegde? (Elsevier, 2007)

Wet Bodembescherming

Binnen de Wet Bodembescherming is artikel 28 Wbb (Overheid.nl, 2015c) van belang. Die luidt: "Degene die voornemens is de bodem te saneren dan wel handelingen te verrichten ten gevolge waarvan de verontreiniging van de bodem wordt verminderd of verplaatst, doet van dat voornemen melding bij Gedeputeerde Staten van de betrokken provincie."

Bij herschikking en verplaatsing van afval binnen de eigen grenzen van een oude stortplaats zou *urban mining* kunnen worden uitgevoerd als onderdeel van een saneringsplan in het kader van de wet Bodembescherming (Wbb).

Stortbelasting

Een bijkomend probleem is dat een heffing in het kader van de Wet belastingen op milieugrondslag kan worden opgelegd bij het her-storten van afval dat is vrijgekomen bij het afgraven van een voormalige stortplaats. Deze stortbelasting was in januari 2012 afgeschaft, maar is in april 2014 opnieuw geïntroduceerd. Hierdoor wordt de ogenschijnlijk positieve milieumaatregel (*urban mining*) ten onrechte zwaar belast. Vanaf 2015 moeten bedrijven en gemeenten ook belasting gaan betalen over het verbranden van afval. Sinds 1 januari 2015 is de belasting op afvalstoffen € 13 per 1000 kilogram afval. Dit tarief geldt voor afval dat wordt gestort of verbrand. Afval dat wordt gerecycled, wordt niet belast. De staatssecretarissen Eric Wiebes van Financiën en Wilma Mansveld van Milieu hebben de verbranding in afvalenergiecentrales belast omdat dat eerlijker is ten opzichte van bedrijven en gemeenten die werk maken van recycling. (Duurzaambedrijfsleven.nl, 2014)

WP1.A2 Beschikbare stimuleringsmaatregelen

Deze details uit WP1 zijn relevant in verband met de haalbaarheid van een *urban mining* project. Ze zijn/worden - voor zover mogelijk - toegepast in de exploitatiebegrotingsexcel (bijlage WP4.B3).

Crowdfunding

Crowdfunding is een alternatieve manier om financiële middelen bij elkaar te krijgen om bijvoorbeeld *urban mining* te financieren. De financiering gaat dan niet via een bank, maar komt tot stand door direct contact tussen publieke investeerders en het *urban mining* project. Om de benodigde financiering bij elkaar te krijgen kun je *urban mining* op een platform aanbieden en daarbij vermelden hoeveel geld er nodig is om de stortplaats weer terug te brengen naar de oorspronkelijke natuurwaarden. Crowdfunding is gebruikelijk bij filantropische doeleinden waarbij iedereen kan investeren in het project. De vele kleine bedragen financieren uiteindelijk het project. De meest interessante manieren van crowdfunding voor *urban mining* zijn:

- Vragen om donaties voor een leefbaarder en aantrekkelijkere omgeving.
- Sponsoring: Het verschil tussen donaties en sponsoring is dat de investeerder beloning in het vooruitzicht wordt gesteld. Denk aan een boom, een exemplaar van een boek of naamsvermelding in een blad. (Wikipedia.org, 2015)

Rijksfinanciering

Om de financiering van bodemsaneringen via de Wbb meer decentraal te organiseren, is in juli 2009 afgesproken dat deze financiering in het vervolg zou plaatsvinden via het provincie- en gemeentefonds. Deze rijkssubsidie was opgenomen in de regeling Investeringsbudget landelijk gebied (ILG) (Bodemrichtlijn.nl, 2015a). Het doel van het ILG was om de provincies, de gemeenten en de waterschappen te financieren bij het realiseren van de rijksdoelen voor de fysieke inrichting van het landelijk gebied, als onderdeel van een integrale regionale gebiedsontwikkeling. In 2012 is het ILG afgerond. Tegenwoordig ontvangen bevoegde overheden middelen voor de aanpak van bodemverontreiniging via de decentralisatie-uitkering 'bodem', een gelabelde uitkering in het provincie- en gemeentefonds (Rijksoverheid.nl, 2012). In Limburg zit de gelabelde uitkering in de Subsidieverordening inrichting landelijk gebied Limburg 2015 e.v. (Provincie Limburg, 2015). De Rijksfinanciering gaat met de komst van de Omgevingswet in 2018 wel veranderen. Er komt dan een ander financieel, juridisch en organisatorisch instrumentarium. Er wordt gestreefd naar een rijksbudget in de vorm van een stimuleringsbudget. Dat is echter nog niet zeker (Kiela, 2012).

Subsidieverordeningen Provincie Limburg (SILG)

In de Subsidieverordening inrichting landelijk gebied Limburg 2015 e.v. (Provincie Limburg, 2015) staan mogelijkheden voor het verkrijgen van subsidie voor activiteiten die bijdragen aan het bereiken van de doelstellingen van het gebiedsgerichte beleid. Onder de doelen in de bijlage van deze verordening staan onder andere de recreatieve inrichting in kerngebieden in de goudgroene natuur, de functiewijziging en inrichting in de zilvergroene natuurzones en de aanleg en herstel van natuurlijke, half natuurlijke en cultuurhistorische landschapseenheden vermeld.

Voor de recreatieve inrichting in kerngebieden in de goudgroene natuur geldt een maximum van 75% van de subsidiabele kosten en maximaal € 100.000,00 per project.

Voor de functiewijziging en inrichting in de zilvergroene natuurzones geldt een maximum van 50% van de kosten van de inrichtingsmaatregelen gericht op ontwikkeling van natuur die past in de provinciale natuurambities zoals vastgelegd in het Provinciaal Natuurbeheerplan. De subsidie bedraagt maximaal € 30.000,00 per ha.

Voor de aanleg en herstel van natuurlijke, half natuurlijke en cultuurhistorische landschapseenheden geldt een maximum van 80% van de subsidiabele kosten. Voor investeringen door ondernemers (inclusief landbouwers) bedraagt de subsidie echter maximaal 40% van de totale subsidiabele kosten. De totale steun aan een onderneming is daarnaast maximaal € 200.000,00 over een periode van 3 belastingjaren. Echter, in de SILG zijn kosten van bodemsanering uitgezonderd voor zover verhaal mogelijk is op de vervuiler of als een beroep kan worden gedaan op fondsen.

Financiering voor energiezuinige en milieuvriendelijke technieken

Deze paragraaf heeft een relatie met de resultaten van werkpakket 2, waarin de bestaande technieken voor *urban mining* onder de loep worden genomen. De keuze voor een energiezuinige en milieuvriendelijke techniek kan rekenen op fiscaal voordeel. In de Energie- en Milieulijst 2015 zijn energiezuinige en milieuvriendelijke technieken opgenomen die fiscaal voordeel genieten (RVO.nl, 2015). In de lijst zijn de volgende, voor *urban mining* relevante, energiezuinige en milieuvriendelijke technieken opgenomen;

- Afval gestookte installaties bestemd voor het nuttig aanwenden van warmte die vrijkomt bij het verstoren van afval, waarvan het totaal energetisch rendement tenminste 55% bedraagt. Het maximum investeringsbedrag dat voor energie-investeringsaftrek in aanmerking komt bedraagt € 400 per kW totaal vermogen;
- Apparatuur voor recycling van grondstoffen bestemd voor het terugbrengen van afval tot een grondstof;
- Pyrolyse-installaties voor recycling van afvalstoffen;
- Installaties voor het vervaardigen van bouwstoffen uit afvalstromen.

WP1.A3 Overig, van belang voor haalbaarheid

In de Wbb wordt voor bodemsaneringen onderscheid gemaakt tussen bestaande gevallen (gevallen ontstaan voor 1 januari 1987), nieuwe gevallen (gevallen ontstaan na 1 januari 1987) en ongewone voorvallen. Bij verontreinigingen die zijn ontstaan na 1987 moet de vervuiler betalen voor de schoonmaak. De saneringsparagraaf Wbb is van toepassing op de bestaande gevallen

(Overheid.nl, 2015c). De totale sanering is in de melding begroot en de eventuele nazorg wordt hierin beschreven. De begroting omvat een schatting van de kosten van de sanering en een overzicht van de daarvoor beschikbare middelen (Art. Wbb 39 lid 1 sub b). Bij verontreinigde locaties die geen spoed zijn, is de aanpak gericht op beheer en sanering op een geschikt tijdstip, samengaan met de herinrichting van het gebied. Marktpartijen zouden 75% van de kosten moeten dragen; in de praktijk is dit 50% (Compendium voor de Leefomgeving, 2009). Marktpartijen zijn bedrijven, particulieren, maar ook overheden als eigenaar van de stortplaatsen. De andere 50% kan worden gefinancierd met de Subsidieverordening Inrichting Landelijk Gebied Limburg 2015 (Provincie Limburg, 2015).

Bijlage WP2.B Grootschalige thermische conversie

WP2.B1 Nederlandse AVI's en de R1 status

Een grootschalige AVI kan afhankelijk van de gekozen techniek een maximaal elektrisch rendement behalen van 20 tot 33% (Jones et al., 2013). In richtlijn 2008/98/EG wordt een onderscheid gemaakt tussen de D10 status (afvalverbranding met een laag rendement of zonder energieopwekking) en de R1 status (afvalverbranding met een hoog rendement als nuttige toepassing). AVI's met de R1 status die voldoen aan de eisen voor nuttige toepassing mogen afval importeren uit andere Europese landen. Alle Nederlandse AVI's hebben de R1 status (zie tabel 1). De grenswaarde is de drempel voor het verkrijgen van de R1 status. Voor oudere AVI's is de drempel 0,6, voor nieuwe AVI's 0,65. De R1 waarden van elke AVI worden elk jaar door de overheid vastgesteld en zijn in de onderstaande kolommen te vinden.

Tabel 1 Capaciteit en R1 status van Nederlandse AVI's (bron: www.lap2.nl)

Installatie	Capaciteit (kton)	Grens-waarde	Waarde najaar 2011	Waarde zomer 2012	Waarde zomer 2013	Waarde zomer 2014	Status zomer 2014
Attero, Moerdijk	1.000	0,6	1,01	1,05	1	1,03	R1
AEB HRC, Amsterdam	500	0,6	0,91	0,92	0,94	0,95	R1
EEW, Delfzijl	384	0,6	0,75	0,83	1,04	1,09	R1
ARN, Nijmegen	310	0,6	0,86	0,82	0,85	0,86	R1
Twence lijn 3, Hengelo ****	289	0,6	0,88	0,75	0,82	0,86	R1
REC, Harlingen	280	0,65	1	0,76	0,76	0,78	R1
Twence lijn 3, Hengelo ****	289	0,6	0,88	0,75	0,82	0,73	R1
Twence, lijnen 1 en 2, Hengelo ***	363	0,6	0,79	0,76	0,74	0,73	R1
Twence, lijnen 1 en 2, Hengelo ***	363	0,6	0,79	0,76	0,74	0,68	R1
Sita, Roosendaal	336	0,6	0,75	0,7	0,76	0,76	R1
AEB AEC, Amsterdam	850	0,6	0,67	0,71	0,74	0,74	R1
HVC, Alkmaar	675	0,6	0,69	0,7	0,71	0,72	R1
Attero, Wijster	624	0,6	0,62	0,66	0,7	0,74	R1
HVC, Dordrecht **	396	0,6	0,71	0,65	0,64	0,65	R1
Bavin, Veendam *	26	0,6	0,65	-	-	-	R1
HVC, Dordrecht **	396	0,6	0,71	0,65	0,64	0,51	R1
AVR, Rozenburg	1.300	0,6	0,62	0,61	0,63	0,62	R1
AVR, Duiven	400	0,6	0,61	0,62	0,6	0,62	R1
Totaal	8.781						

* Deze installatie was niet operationeel in 2011, 2012 en 2013, hierom zijn de waarden voor zomer 2012, zomer 2013 en zomer 2014 niet berekend.

** In 2013 was er een storing bij HVC Dordrecht aan de generator. De waarde van 0,51 betreft het hele jaar 2013 inclusief de periode dat de generator buiten bedrijf was. De waarde van 0,65 betreft de periode dat er geen storing was.

*** In 2013 was er een storing bij de elektriciteitsproductie bij Twence, lijnen 1 en 2. De waarde van 0,68 betreft het hele jaar 2013 inclusief de periode met storing. De waarde van 0,73 betreft de periode dat er geen storing was.

**** In 2013 was er een storing bij de elektriciteitsproductie bij Twence, lijn 3. De waarde van 0,73 betreft het hele jaar 2013 inclusief de periode met storing. De waarde van 0,86 betreft de periode dat er geen storing was.

Voor een R1 status moet (1) het elektrisch rendement groter zijn dan 24,3% of (2) het grootste deel van de warmte moet gedurende het jaar nuttig gebruikt worden of (3) er moet sprake zijn van een combinatie van (1) en (2). Een elektrisch rendement van 25% is de bovengrens voor bestaande AVI's in Europa. Dit komt overeen met stoomparameters van 40 bar en 400°C en een lucht/brandstof-verhouding λ van 1,6 (Leckner, 2015). De elektrische rendementen liggen normaliter tussen de 18 en 27% (Lamers, Fleck, Pelloni, & Kamuk, 2013).

De nieuwe roosterovens van de hoogrendementscentrale (HRC) van het afval- en energiebedrijf (AEB) in Amsterdam met elk een capaciteit van 265.000 ton/jaar voeren de internationale ranglijst aan (Vehlow, 2015). Door herverhitting na een hoge druk stoomturbine, $\lambda=1,4$, stoomparameters van 130 bar en 440°C en andere optimalisaties is het elektrisch rendement van deze ovens 30% (Bogale & Viganò, 2014; Leckner, 2015).

De nieuwste AVI in Nederland is de reststoffenenergiecentrale (REC) in Harlingen met een capaciteit van 280.000 ton afval per jaar en stoomparameters van 90 bar en 465°C (Bosma, 2015).

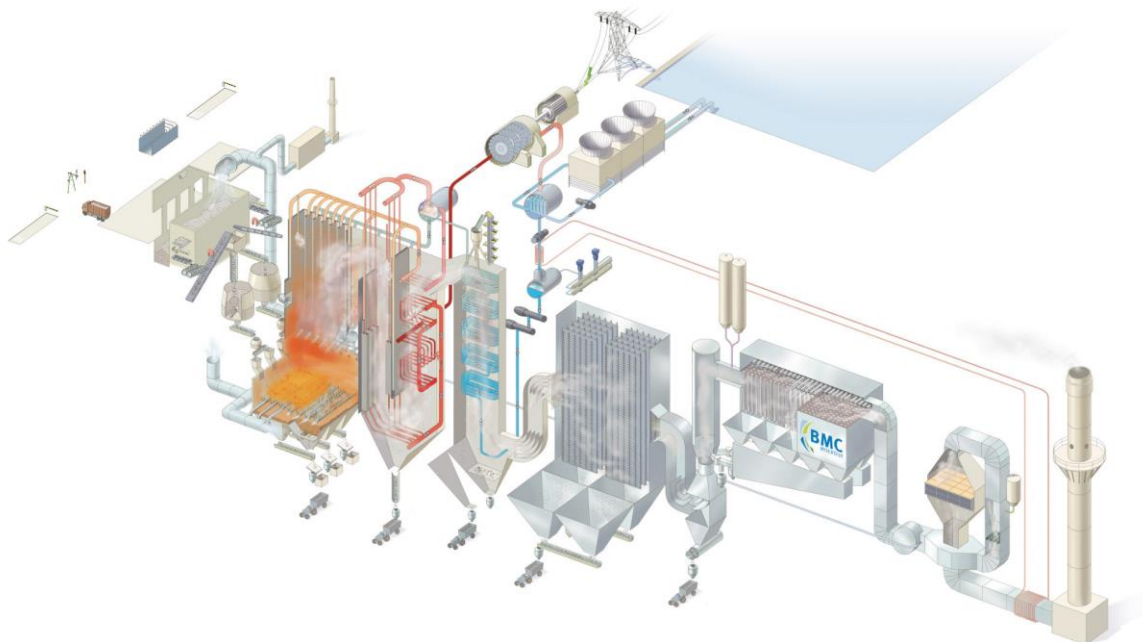


Figuur 1 REC Harlingen, AVI met een capaciteit van 280.000 ton afval per jaar (Jorritsma Bouw)

Het restafval (grijze container) van de deelnemende Friese gemeenten gaat naar een sorteerinstallatie in Heerenveen. Hier wordt het ONF vergist voor de productie van biogas. De metalen, inerte materialen en plastic worden uit het restafval verwijderd. Het overblijvende RDF gaat naar de REC in Harlingen voor de productie van stoom voor de ernaast gelegen zoutfabriek. In tegenstelling tot conventionele kolen- en gascentrales met een elektrisch rendement van rond de 45% zijn de stoomparameters van AVI's beperkt om chemische corrosie van de verbrandingsketel te verminderen. Normaal neemt de wanddikte van ketelpijpen in AVI's af met 0,4 mm per jaar (Bosma, 2015). Dit wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van halogenen in het afval, waaronder chloor. Bij verbranding hiervan ontstaan zuren (bij chloor bijvoorbeeld zoutzuur). De ketelpijpen moeten daarom regelmatig worden vervangen. De chemische corrosie bij de REC is bijvoorbeeld 0,7 mm per jaar (Bosma, 2015). Een hogere temperatuur veroorzaakt meer chemische corrosie, waardoor ketelpijpen vaker vervangen moeten worden, of waardoor duurdere materialen of een grotere afstand tussen de oven en de ketelpijpen (zoals bij HRC) toegepast moeten worden. Er zijn dus technische grenzen aan het realiseren van een zo hoog mogelijk rendement bij een met roosteroven uitgeruste conventionele AVI.

WP2.B2 Wervelbedoven

RDF/SRF zonder plastic kan ook verbrand worden voor de productie van duurzame elektriciteit in een biomassacentrale, bijvoorbeeld zoals in de Biomassa Centrale (BMC) in Moerdijk. Hier wordt jaarlijks 450.000 ton pluimveemest – circa 1/3 deel van de Nederlandse pluimveemest en onderdeel van het mestoverschot – met een gemiddeld vochtgehalte van 44,8% en een lage verbrandingswaarde van 6-8 MJ/kg verbrand, waarbij de opgewekte 250.000 MWh aan elektriciteit wordt verkocht als groene stroom en vrijgesteld is van deelname aan EU ETS. Door de inzet van een jaarlijkse MEP subsidie van € 20 miljoen over een periode van 10 jaar verwacht men in 2018 schuldenvrij te zijn. De installatie kan hierna nog zeker 20 jaar mee en zou zonder subsidie verder kunnen. Het verdienmodel is echter kwetsbaar en afhankelijk van stijgende stroomprijzen en of er aan de verkoop van as verdiend kan worden (Van Grinsven & Willems, 2013). Vanwege de lage verbrandingswaarde en het hoge vocht-, ammoniak- en nitraatgehalte wordt voor de verbranding een wervelbedoven van Austrian Energy & Environment (AEE) toegepast en de rookgasreiniging is identiek aan die van AVI's. De installatie heeft een elektrisch vermogen van 31MW en een elektrisch rendement van 28% (Billen, Costa, Van der Aa, Van Caneghem, & Vandecasteele, 2014; Vehlow, 2015). Een speciaal hiervoor ontworpen wervelbedoven is ook zeer geschikt voor het verbranden van hoogcalorisch restmateriaal dat vrijkomt bij bijvoorbeeld *urban mining*.



Figuur 2 Procesoverzicht van BMC in Moerdijk, een wervelbedoven met een capaciteit van 450.000 ton laagcalorisch afval (6-8 MJ/kg) per jaar (BMC)

WP2.B3 Pyrolyse en vergassing

Pyrolyse of vergassing van afval in plaats van verbranding is een andere mogelijkheid:

- Bij pyrolyse wordt het brandbare materiaal zonder lucht of zuurstof ($\lambda=0$) verhit, waarbij onder andere synthesesgas en pyrolysecokes vrijkomen. Dit principe is bekend van de productie van stadsgas uit steenkool.
- Bij vergassing wordt te weinig stoom, lucht of zuurstof ($\lambda < 1$) toegevoegd voor volledige verbranding. Hierbij komt voornamelijk synthesesgas vrij.

Pyrolyse en vergassing staan ook in het BREF-document voor afvalverbranding (Europese Commissie, 2006b). Omdat bij pyrolyse en vergassing geen of geen volledige verbranding plaatsvindt kan de gasreiniging en daarmee de omvang van de installatie aanzienlijk kleiner zijn. Door bij vergassing pure zuurstof te gebruiken kan de installatie zelfs tot een factor tien kleiner zijn (Europese Commissie, 2006b). Het gebruik van pure zuurstof bij vergassing zorgt voor een hogere verbrandingswaarde van het gas, maar is een dure oplossing, omdat een luchtscheidingsinstallatie nodig is voor de productie van zuurstof. Bij hoge temperatuur pyrolyse van huishoudelijk afval

wordt ongeveer 70% van het materiaal omgezet in synthesesgas en blijft ongeveer 18% over als pyrolysecokes. Het synthesesgas bevat bij pyrolyse meer teer dan bij vergassing, maar kan in beide gevallen voor ernstige verstoppingen zorgen in de installatie (DEFRA, 2013). Dit probleem kan opgelost worden door de teer en de eventuele pyrolysecokes te verwerken in een secundair hoge temperatuurproces. Zoals in een verbrandingsketel bij het *Schwel-Brenn-Verfahren* van Siemens (Richers & Bergfeldt, 1996). Hierbij is een pyrolysetrommel gekoppeld aan een verbrandingsketel en wordt uiteindelijk alles verbrand, ook de pyrolysecokes. Het volledige volume aan rookgassen moet hierbij worden gereinigd. Dit biedt daarom nauwelijks voordelen ten opzichte van standaard AVI's. Pyrolyse moet dus altijd gecombineerd worden met vergassing of verbranding om de vrijkomende teer te verwerken. Dit maakt de installatie onnodig complex en dus duurder. Bij pyrolyse is daarnaast externe verwarming nodig, omdat het materiaal tijdens de pyrolyse alleen verhit en niet verbrand wordt. Dit zorgt voor energieverlies. Het is daarom beter om direct vergassing toe te passen (Lamers et al., 2013). Vergassing met behulp van lucht of stoom is dus de goedkoopste oplossing.

WP2.B4 Plasmatechnologie

Door ruimtegebrek mag vliegashuis in Japan niet onbehandeld gestort worden en wordt daarom vaak in een secundair hoge temperatuurproces vergaasd. Dit proces vergt veel energie, wat ten koste gaat van de levering van elektriciteit en stoom. Hiervoor wordt onder andere plasmatechnologie gebruikt. Er staan ongeveer 15 van dergelijke installaties in Japan (Lamers et al., 2013). Deze techniek wordt ook door Advanced Plasma Power (APP) toegepast (DEFRA, 2013). APP heeft een proefinstallatie in Engeland bestaande uit een wervelbedvergasser gekoppeld aan een secundair hoge temperatuurproces op basis van plasma. De plasmatechnologie is echter ontwikkeld voor het verwerken van chemisch afval. De toepassingen voor het verwerken van afval bevinden zich nog in de experimentele fase en zijn nog maar weinig commercieel werkende installaties voor het verwerken van gewoon huisvuil (DEFRA, 2013; Panepinto, Tedesco, Brizio, & Genon, 2014). Bovendien kan plasmatechnologie erg complex, duur en moeilijk regelbaar zijn (Europese Commissie, 2006b). In een artikel van Leckner (2015) wordt plasmatechnologie uitgesloten, omdat een groot gedeelte van de geproduceerde elektriciteit binnen het proces weer wordt verbruikt door de plasmareactor. Hierbij wordt het verbruik van 400 tot 845 kWh/ton uit Bosmans, Vanderreydt, Geysen en Helsen (2013) geciteerd en vergeleken met de elektriciteitsproductie bij een verbrandingswaarde van 10MJ/kg en een efficiency van 30% van 830 kWh/ton.

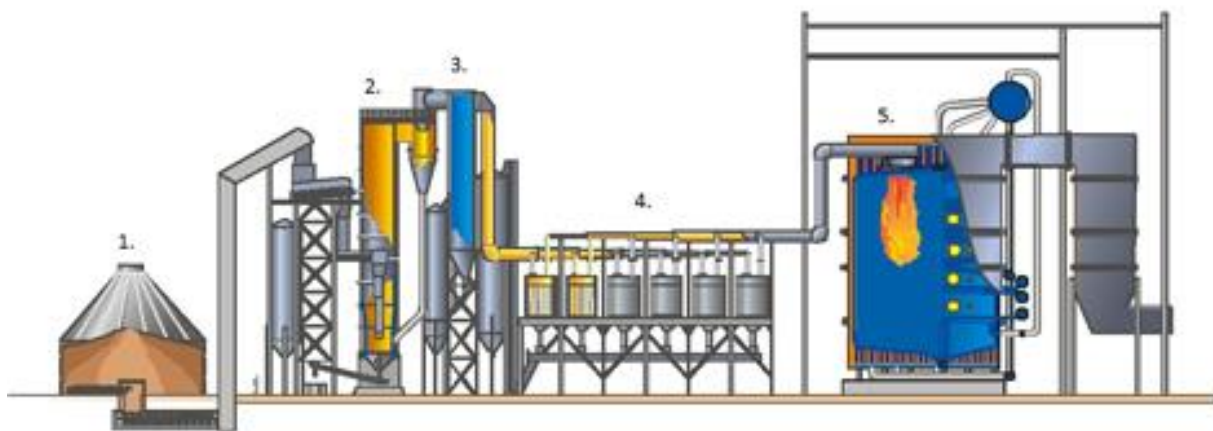


Figuur 3 Proefinstallatie op basis van plasmatechnologie van APP (Advanced Plasma Power)

Secundaire hoge temperatuurverbranding zoals bijvoorbeeld in het eerder genoemde *Schwel-Brenn-Verfahren* is goedkoper. Het *Schwel-Brenn-Verfahren* is in Duitsland nooit een succes geworden, maar er staan diverse van dergelijke installaties in Japan. De kosten voor afvalverbranding in Japan zijn door de nadruk op het behandelen van vliegas en minder op energieopwekking met € 300/ton echter aanzienlijk hoger dan in andere ontwikkelde landen (Lamers et al., 2013). Tegenwoordig mag het vliegas in Japan verwerkt worden in bouw materiaal, mits het aan bepaalde eisen voldoet. In Europa mag het vliegas daarnaast ook als gevaarlijk afval worden gestort (Leckner, 2015).

WP2.B5 Wervelbedvergassing

Voor het behalen van een zo hoog mogelijk rendement kan een nieuwe AVI het beste als wervelbedvergasser worden gebouwd, waarbij het RDF/SRF niet wordt verbrand, maar omgezet wordt in synthesesgas (hoofdzakelijk bestaande uit koolstofmonoxide en waterstof) (DEFRA, 2013; Lamers et al., 2013; Panepinto et al., 2014). In een case study van Ricardo-AEA Ltd (2013) wordt voor de Lahti wervelbedvergasser in Finland met innovatieve gasreiniging met keramische filters een bedrag genoemd van € 160 miljoen. Dit is inclusief de conventionele gascentrale waarin het synthesesgas wordt verstoekt met een elektrisch vermogen van 50MW en een warmtevermogen van 90MW voor stadsverwarming. Omgerekend is dit € 3200/kWe. De installatie van Metso/Kvaerner en Valmet bestaat uit twee parallelle lijnen voor de verwerking van in totaal 250.000 ton SRF/jaar, wat overeenkomt met ongeveer 500.000 ton/jaar aan ongesorteerd afval. Omgerekend zijn de investeringskosten dus ongeveer € 320/ton geïnstalleerde capaciteit. Deze installatie heeft een bijzonder hoog rendement van ruim 30%, maar is erg duur (zie ook tabel 4 in paragraaf 3.3). De installatie is mede gebouwd in het kader van 7^e framework programma, een onderzoeksprogramma van de Europese Unie.



Figuur 4 Procesoverzicht van Lahti wervelbedvergasser in Finland (Ricardo-AEA Ltd)

1. Brandstofopslag (SRF)
2. Wervelbedvergasser
3. Rookgaskoeler
4. Innovatieve gasreiniging met keramische filters
5. Conventionele gascentrale

In een optiedocument van ECN (2006) wordt voor een wervelbedvergasser een investeringsbedrag genoemd van € 2170/kWe met operationele kosten van 3,1 cent/kWh en een levensduur van 15 jaar. Uitgangspunt hierbij is het bijstoken van biomassa in moderne gascentrales (STEG) met een elektrisch vermogen van 85MW en een thermisch vermogen van 155MW. Wanneer het synthesesgas in een kolencentrale of zoals bij Lahti een conventionele gascentrale wordt bijgestookt, dan is het elektrisch vermogen ook ongeveer 50MW. De investeringskosten in alleen een wervelbedvergasser

met dezelfde capaciteit als bij Lahti zijn omgerekend ongeveer € 217/ton geïnstalleerde capaciteit. Bij de kolencentrale Amer 9 van RWE/Essent in Geertruidenberg wordt een dergelijke wervelbedvergasser gebruikt voor het bijstoken van synthesesgas uit verontreinigd afvalhout (B-hout). Hoogcalorisch restmateriaal (RDF/SRF) kan zoals bij Lahti na gasreiniging met keramische filters worden bijgestookt in bestaande conventionele gascentrales, zoals de cluster Velsen voor het verstoken van hoogovengas van Nuon/Vattenfall, of bestaande kolencentrales. Het synthesesgas kan ook gebruikt worden als basisgrondstof in de chemische industrie. In Japan staan twee vergassingsinstallaties voor het verwerken van 30 ton en 65 ton plasticafval per dag. Het vrijkomende synthesesgas wordt hierbij door de chemische industrie gebruikt voor de productie van ammoniak (Europese Commissie, 2006b). Foster Wheeler en Metso/Kvaerner kunnen dergelijke wervelbedvergassers leveren (Weatherby & Eddy, 2008).

Bijlage WP3.A Deskresearchdata

WP3.A1 milieukenmerken per natuurdoeltype

Op basis van Krekels et al. (2003).

Natuurdoeltype basis	Vegetatie type	Oorspronkelijk	bodemtype	Grondwaterst.	Milieugevoeligheid	Score
BOSSEN	wintereiken-beukenbos	Heuvelland	lemig zand, leem	:-80 tot -40 cm	Vermesting	2
BOSSEN	wintereiken-beukenbos	Maasterassen			Verzuring	1
BOSSEN	wintereiken-beukenbos	Laagland			Verdroging	0
BOSSEN	parelgras-beukenbos		lemig zand, leem	:-80 tot -40 cm	Vermesting	1
BOSSEN	parelgras-beukenbos		stenig substraat		Verzuring	0
BOSSEN	parelgras-beukenbos				Verdroging	1
BOSSEN	Bronbos	Heuvelland	lemig zand, leem,	:-40 tot 0 cm	Vermesting	2
BOSSEN	Bronbos	Maasterassen	veen		Verzuring	0
BOSSEN	Bronbos	Laagland			Verdroging	3
BOSSEN	eiken-haagbeukenbos	Heuvelland	zand, lemig zand, leem	:-80 tot -40	Vermesting	1
BOSSEN	eiken-haagbeukenbos		zavel, klei		Verzuring	1
BOSSEN	eiken-haagbeukenbos				Verdroging	2
BOSSEN	berken-zomereikenbos	Maasterassen	zand	:-< 40 cm	Vermesting	2
BOSSEN	berken-zomereikenbos	Laagland			Verzuring	2
BOSSEN	berken-zomereikenbos				Verdroging	0
BOSSEN	Vogelkers-essenbos	Heuvelland	zand, lemig zand	:-80 tot 0 cm	Vermesting	1
BOSSEN	Vogelkers-essenbos				Verzuring	1
BOSSEN	Vogelkers-essenbos				Verdroging	2
BOSSEN	elzenbroekbos	Maasterassen	zand, lemig zand	:-80 tot -40 cm	Vermesting	2
BOSSEN	elzenbroekbos	Laagland	leem veen		Verzuring	1
BOSSEN	elzenbroekbos				Verdroging	1
BOSSEN	berkenbroekbos	Maasterassen	veen	:-40 tot 0 cm	Vermesting	2
BOSSEN	berkenbroekbos				Verzuring	1
BOSSEN	berkenbroekbos				Verdroging	3
BOSSEN	essen-iepenbos	Maasdal	bodem, lemig leem	:-< 0 cm	Vermesting	1
BOSSEN	essen-iepenbos		zavel, klei, veen		Verzuring	0
BOSSEN	essen-iepenbos				Verdroging	2
BOSSEN	zwarte populieren wilgenbos	Maasdal	zavel, klei	:-40 tot + 40 cm	Vermesting	1
BOSSEN	zwarte populieren wilgenbos				Verzuring	0
BOSSEN	zwarte populieren wilgenbos				Verdroging	3
STRUWELEN	doornstruweel		zand, leem, klei	:-< 80 cm (soms)	Vermesting	2
STRUWELEN	doornstruweel		stenig substraat		Verzuring	1
STRUWELEN	doornstruweel				Verdroging	1
STRUWELEN	bremstruweel		zand, lemig zand	:-< 80 tot -40 cm	Vermesting	2
STRUWELEN	bremstruweel				Verzuring	2
STRUWELEN	bremstruweel				Verdroging	0
STRUWELEN	gagelstruweel	Maasterassen	zand, veen	:-80 tot 0 cm	Vermesting	2
STRUWELEN	gagelstruweel	Laagland			Verzuring	1
STRUWELEN	gagelstruweel				Verdroging	3
STRUWELEN	wilgenstruweel	Maasterassen	zand, lemig zand	:-40 tot + 40 cm	Vermesting	2
STRUWELEN	wilgenstruweel	Laagland	leem, klei, veen		Verzuring	0
STRUWELEN	wilgenstruweel	Maasdal			Verdroging	3
STRUWELEN	stroomdalwilgenstruweel	Maasterassen	zavel, klei	:-40 tot + 40 cm	Vermesting	1
STRUWELEN	stroomdalwilgenstruweel	Laagland			Verzuring	0
STRUWELEN	stroomdalwilgenstruweel	Maasdal			Verdroging	0
HEIDEN	droge heide		zand	:-< 80 cm	Vermesting	3
HEIDEN	droge heide				Verzuring	3
HEIDEN	droge heide				Verdroging	0
HEIDEN	vochtige heide		zand, lemig zand	:-< 0 cm	Vermesting	3
HEIDEN	vochtige heide		leem		Verzuring	3
HEIDEN	vochtige heide				Verdroging	2
HEIDEN	natte heide		zand, lemig zand	:-80 tot 0 cm	Vermesting	3
HEIDEN	natte heide		veen, leem		Verzuring	3
HEIDEN	natte heide				Verdroging	3
HOOGVEEN	HOOGVEEN	Maasterassen	veen	:-80 tot + 40 cm	Vermesting	3
HOOGVEEN	HOOGVEEN				Verzuring	3
HOOGVEEN	HOOGVEEN				Verdroging	3

Milieuvadvises

GRASLANDEN	kalkgrasland	Heuveland	leem, stenig substraat	<-80cm	Vermesting	3
GRASLANDEN	kalkgrasland				Verzuring	1
GRASLANDEN	kalkgrasland				Verdroging	0
GRASLANDEN	lossschraalgrasland		lemig zand, leem	<-40 cm	Vermesting	3
GRASLANDEN	lossschraalgrasland		zavel		Verzuring	2
GRASLANDEN	lossschraalgrasland				Verdroging	1
GRASLANDEN	heischraalgrasland	Heuveland	zand, lemig zand	<-40 cm	Vermesting	3
GRASLANDEN	heischraalgrasland				Verzuring	3
GRASLANDEN	heischraalgrasland				Verdroging	2
GRASLANDEN	zandschraalgrasland		zand	<-80 cm	Vermesting	3
GRASLANDEN	zandschraalgrasland				Verzuring	3
GRASLANDEN	zandschraalgrasland				Verdroging	0
GRASLANDEN	matig voedselrijke graslanden		zand, lemig zand	:-80 tot 0 cm	Vermesting	2
GRASLANDEN	matig voedselrijke graslanden		leem, zavel, klei, veen		Verzuring	0
GRASLANDEN	matig voedselrijke graslanden				Verdroging	2
GRASLANDEN	Dotterbloemgrasland		lemig zand, klei, veen	:-80 tot 0 cm	Vermesting	3
GRASLANDEN	Dotterbloemgrasland				Verzuring	0
GRASLANDEN	Dotterbloemgrasland				Verdroging	3
GRASLANDEN	natte schraalgraslanden		zand, lemig zand	:-80 tot 0 cm	Vermesting	3
GRASLANDEN	natte schraalgraslanden		veen		Verzuring	2
GRASLANDEN	natte schraalgraslanden				Verdroging	3
GRASLANDEN	natte schraalgraslanden		zand, lemig zand	:-80 tot 0 cm	Vermesting	3
GRASLANDEN	natte schraalgraslanden				Verzuring	2
GRASLANDEN	natte schraalgraslanden				Verdroging	3
GRASLANDEN	sikkelklaver-kruisdistelgrasland		zand, zavel	:-<80 cm	Vermesting	3
GRASLANDEN	sikkelklaver-kruisdistelgrasland				Verzuring	1
GRASLANDEN	sikkelklaver-kruisdistelgrasland				Verdroging	0
GRASLANDEN	inundatiegrasland		zand, lemig zand, leem	:-80 tot 0 cm	Vermesting	1
GRASLANDEN	inundatiegrasland				Verzuring	0
GRASLANDEN	inundatiegrasland				Verdroging	3
GRASLANDEN	vochtig kruidenrijk grasland		zand, lemig zand	<0 cm	Vermesting	1
GRASLANDEN	vochtig kruidenrijk grasland		leem, zavel, klei, veen		Verzuring	1
GRASLANDEN	vochtig kruidenrijk grasland				Verdroging	1
GRASLANDEN	droog kruidenrijk		zand, lemig zand	<-40cm	Vermesting	1
GRASLANDEN	droog kruidenrijk		leem, zavel, klei, veen		Verzuring	1
GRASLANDEN	droog kruidenrijk				Verdroging	0
MOERASSEN	klein zeggenmoeras	Maasterassen	zand, leem, veen	>-40cm	Vermesting	3
MOERASSEN	klein zeggenmoeras	Laagland			Verzuring	1
MOERASSEN	klein zeggenmoeras	Maasdal			Verdroging	3
MOERASSEN	kalkmoeras	Maasterassen	veen	:-40 tot +40 cm	Vermesting	3
MOERASSEN	kalkmoeras	Laagland			Verzuring	2
MOERASSEN	kalkmoeras	Maasdal			Verdroging	3
MOERASSEN	rietmoeras	Maasterassen	zand leem, zavel	>-40 cm	Vermesting	2
MOERASSEN	rietmoeras	Laagland	klei of veen		Verzuring	1
MOERASSEN	rietmoeras	Maasdal			Verdroging	3
MOERASSEN	grote zeggenmoeras	Maasterassen	zand, leem, zavel	>-40cm	Vermesting	2
MOERASSEN	grote zeggenmoeras	Laagland	klei of veen		Verzuring	1
MOERASSEN	grote zeggenmoeras	Maasdal			Verdroging	3
MOERASSEN	inundatiemoeras	Maasterassen	klei	:-40 tot +40 cm	Vermesting	1
MOERASSEN	inundatiemoeras	Laagland			Verzuring	0
MOERASSEN	inundatiemoeras	Maasdal			Verdroging	3
RUIGTEN	droge ruigte		zand, leem, zavel	:-<80cm	Vermesting	1
RUIGTEN	droge ruigte		klei		Verzuring	0
RUIGTEN	droge ruigte				Verdroging	0
RUIGTEN	vochtige oeverruigte		zand, leem, zavel	>-80 cm	Vermesting	1
RUIGTEN	vochtige oeverruigte		klei, veen		Verzuring	0
RUIGTEN	vochtige oeverruigte				Verdroging	2
RUIGTEN	verbindingsruigte		droge matig voedsel-	<0cm	Vermesting	0
RUIGTEN	verbindingsruigte		rijke bodems		Verzuring	0
RUIGTEN	verbindingsruigte				Verdroging	0

PIONIERGEMEENSCHAPPEN	pionier op kalk		stenig substraat	-	Vermesting	3
PIONIERGEMEENSCHAPPEN	pionier op kalk				Verzuring	0
PIONIERGEMEENSCHAPPEN	pionier op kalk				Verdroging	0
PIONIERGEMEENSCHAPPEN	pionier op zand		zand	<-80 cm	Vermesting	3
PIONIERGEMEENSCHAPPEN	pionier op zand				Verzuring	3
PIONIERGEMEENSCHAPPEN	pionier op zand				Verdroging	0
PIONIERGEMEENSCHAPPEN	pionier op zand		zand, lemig zand	>-80 cm	Vermesting	3
PIONIERGEMEENSCHAPPEN	pionier op zand				Verzuring	3
PIONIERGEMEENSCHAPPEN	pionier op zand				Verdroging	3
PIONIERGEMEENSCHAPPEN	Pionier op grind		stenig substraat	<-80 cm tot >+80 cm	Vermesting	0
PIONIERGEMEENSCHAPPEN	Pionier op grind				Verzuring	0
PIONIERGEMEENSCHAPPEN	Pionier op grind				Verdroging	2
PIONIERGEMEENSCHAPPEN	Pionier op klei		klei	:-40 tot 40 cm	Vermesting	1
PIONIERGEMEENSCHAPPEN	Pionier op klei				Verzuring	1
PIONIERGEMEENSCHAPPEN	Pionier op klei				Verdroging	2
PIONIERGEMEENSCHAPPEN	Kruidenrijke akkers		kalkrijke bodem	<-80 cm	Vermesting	3
PIONIERGEMEENSCHAPPEN	Kruidenrijke akkers				Verzuring	1
PIONIERGEMEENSCHAPPEN	Kruidenrijke akkers				Verdroging	0
PIONIERGEMEENSCHAPPEN	kruidenrijke akker		kalkarm zand	<-80 cm	Vermesting	3
PIONIERGEMEENSCHAPPEN	kruidenrijke akker				Verzuring	1
PIONIERGEMEENSCHAPPEN	kruidenrijke akker				Verdroging	1
PIONIERGEMEENSCHAPPEN	Kruidenrijke akker		vochtig zware bodem	:-80 cm tot 0 cm	Vermesting	2
PIONIERGEMEENSCHAPPEN	Kruidenrijke akker				Verzuring	0
PIONIERGEMEENSCHAPPEN	Kruidenrijke akker				Verdroging	2

WP3.A2: Toelichting op bodemsaneringstechnieken

Sanering van grond kan middels afgraving en behandeling van de grond geschieden of via in situ technieken wanneer afgraving niet mogelijk is. In deze bijlage worden eerst de technieken genoemd voor afgraven en behandelen van de grond. Vervolgens worden de in situ technieken behandeld.

Afgraven en behandelen van de grond.

Thermische reiniging is geschikt voor het verwijderen van organische verontreinigingen en sommige anorganische verontreinigingen als cyaniden en kwikverbindingen. Deze techniek kan de vervuulende stoffen weer onder de grenswaarden krijgen ongeacht de ingangswaarden.

Natte reiniging is geschikt het reinigen van organische en anorganische verbindingen en is daarom bij uitstek geschikt als beide verontreinigingen als een cocktail aanwezig zijn.

Biologische reiniging zet aromatische koolwaterstoffen en olie om in water en CO_2 .

Immobilisatie technieken zijn gebaseerd op het toevoegen van anorganische of organische bindmiddelen, chemische fixatie en thermische technieken. Thermische technieken zijn met name geschikt voor mixen bestaande uit verschillende verontreinigingen. De eerder genoemde technieken richten zich met name op grond die met zware metalen of cyaniden is vervuild (Bodemrichtlijn.nl, 2015c).

De volgende In Situ Technieken zijn beschikbaar.

Biologische afbraak

Door het inbrengen van chemische verbindingen in de bodem kan de aerobe of anearobe afbraak door microorganismen worden gestimuleerd.

Chemische afbraak

Chemische oxidatie wordt toegepast in de verzadigde zone, dus onder de grondwaterspiegel. Door het inbrengen van een krachtig oxidatiemiddel wordt de chemische verontreiniging omgezet in water, koolstofdioxide, chloride en sulfaat.

In elke bodem worden **metalen vastgelegd**. Soms is extra hulp nodig. Om de verontreiniging op te ruimen kan een organisch substraat ingebracht worden in de bodem.

Fysische in situ technieken

Door het spoelen **met grondwater** kunnen wateroplosbare vervuulende stoffen oplossen in het grondwater en worden afgevoerd.

Bodemluchtextractie: dit is een techniek waarmee door het aanbrengen van onderdruk in de bodem verversing van lucht in de bodem wordt gerealiseerd. Dit heeft tot gevolg dat vluchtige stoffen als chloorethenen en aromaten verdwijnen en er meer zuurstof in de bodem komt wat de aerobe afbraak stimuleert. De kosten bedragen gemiddeld 10 tot 15 euro per m^3 grond.

Persluchtinjectie: deze techniek wordt in hoofdzaak gebruikt bij biologisch afbreekbaren vervuilingen. Bij deze techniek wordt onder hoge druk perslucht geïnjecteerd in de grond. Door de luchtinjectie gaan de vervuulende stoffen van de waterfase naar de luchtfase en vervluchtigen.

WP3.A3 Kosten voor grondwatersaneringstechnieken

Tabellen zijn afkomstig van Bodemrichtlijn.nl (2015).

In onderstaande tabellen worden de termen bemaling, sanering en beheersing gebruikt.

Grondwatersanering bij bemaling kenmerkt zich door de grote hoeveelheden grondwater die worden opgepompt en gezuiverd moeten worden. De gemiddelde tijdsduur van grondwatersanering bij bemaling bedraagt ca 6 weken.

Grondwatersanering bij bodemsanering heeft in regel als doel het reinigen van de bodem met het bijbehorende grondwater. De gemiddelde tijdsduur hiervan is 1,5 jaar. De hoeveelheden grondwater die tegelijk gereinigd moeten worden is lager dan bij bemaling.

Beheersing is het onder controle houden van een vervuilde bron (Bodemrichtlijn.nl, 2015c).

Tabel 1: Kostenindicatie van zuivering via actieve koolfiltratie, uitgedrukt in euro/m³ gezuiverd water (Bodemrichtlijn.nl, 2015c).

	Zandfilter	BTEX	Minerale olie	VOC	PAK
Range verontreiniging	-	500 - 10.000 µg/l	1.000 - 50.000 µg/l	100 - 10.000 µg/l	100 - 10.000 µg/l
Bemaling	0,24 - 0,36	0,72 - 0,84	0,72 - 0,84	0,72 - 1,08	± 0,72
Sanering	0,36 - 0,45	0,36 - 0,48	0,36 - 0,48	0,36 - 0,66	0,33 - 0,36
Beheersing	0,90 - 1,20	1,50 - 2,70	1,20 - 3,00	1,50 - 3,60	1,20 - 1,50

Bij actieve koolfiltratie adsorbeert een opgeloste stof (verontreiniging) aan het oppervlak van de actieve kool. Dit proces is gevoelig voor dichtslibbing met zwevende deeltjes. Om deze reden wordt vaak voorbehandeld met een zandfilter die de zwevende deeltjes eruit filtert.

Tabel 2: Zuiveringskosten van behandeling via strippen met afgasbehandeling, aromaten, vluchtige minerale olie en gechloreerde koolwaterstoffen (prijspeil 2006) (Bodemrichtlijn.nl, 2015c).

Range verontreiniging	Vluchtige minerale olie 1 - 50 mg/l	Aromaten 100 - 10.000 µg/l	Chloorkoolwaterstoffen en 100 - 10.000 µg/l
Kosten bemaling [€/m³]	0,45 - 1,59	0,45 - 1,13	0,45 - 0,91
Kosten sanering	0,23 - 0,91	0,23 - 0,69	0,23 - 0,69
Kosten beheersing	1,13 - 2,27	1,13 - 2,27	1,13 - 1,82

Bij strippen wordt grondwater actief in contact gebracht met lucht. Hierdoor vervluchtige verontreinigingen. De "vervuilde" lucht wordt nabehandeld met een biobed filter of een actieve kool.

Tabel 3: Kosten van gravitatie bezinking (prijspeil 2006) (Bodemrichtlijn.nl, 2015c).

Debiet [m ³ /uur]	Vaste kosten [€/m ³ /uur]	Hulpstoffen [€/m ³]	Arbeidsloon [€/m ³]	Totale kosten [€/m ³]
10 - 100	0,05 - 0,45	0,02 - 0,11	0,02 - 0,07	0,09 - 0,64

Gravitatie bezinking vindt plaats op scheiding door verschil in soortelijke massa en dichtheid van de verschillende deeltjes. Sedimentatie wordt vaak toegepast als voor- of nabehandelingstechniek indien veel zwevende deeltjes of ijzerverbindingen in het water aanwezig zijn.

Tabel 4: Kosten van katalytische oxidatie (prijspeil 2006) (Bodemrichtlijn.nl, 2015c).

	[€/m ³ water]	[€/m ³ water]
Bemaling	0,91 - 1,36	0,91 - 2,27
Sanering	0,91 - 1,36	2,95 - 3,40
Beheersing	1,36 - 3,18	± 16

Bij katalytische oxidatie worden opgeloste verontreinigingen afgebroken door het toevoegen van een oxidatiemiddel.

Tabel 5: De kosten van precipitatie, coagulatie en flocculatie zijn hieronder indicatief weergegeven (prijsniveau 2006) (Bodemrichtlijn.nl, 2015c).

Bemaling	OH--precipitatie	± € 2,27 per m ³ gezuiverd water
	S2--precipitatie	± € 2,27 per m ³ gezuiverd water
Sanering	OH--precipitatie	€ 0,45 tot € 1,36 / m ³ gezuiverd water
	S2--precipitatie	€ 0,45 tot € 1,36 / m ³ gezuiverd water
Beheersing	OH--precipitatie	€ 2,72 tot € 3,18 / m ³ gezuiverd water
	S2--precipitatie	€ 2,72 tot € 3,18 / m ³ gezuiverd water

Met precipitatie wordt een chemische stof toegevoegd aan het water waardoor verontreinigingen die in ionvorm aanwezig zijn neerslaan. Bij coagulatie worden chemische stoffen toegevoegd waardoor emulsies instabiel worden en vlokvorming optreedt. Flocculatie is een bevorderen van samenklontering van deeltjes door het toevoegen van hulpstoffen. De vlokken worden afgevangen.

Tabel 7: De kosten voor zuivering met een ionenwisselaar bedragen (prijspeil 2006) (Bodemrichtlijn.nl, 2015c).

Bemaling	€ 1,83 tot € 3,18/ m ³ gezuiverd water
Sanering	€ 0,91 tot € 1,36 per m ³ gezuiverd grondwater
Beheersing	€ 1,82 tot € 3,18 per m ³ gezuiverd grondwater

Ionenwisselaars worden gebruikt voor het uitwisselen van kat- of anionen. Hierdoor wordt de vervuiling omgezet in een onschuldige verbinding.

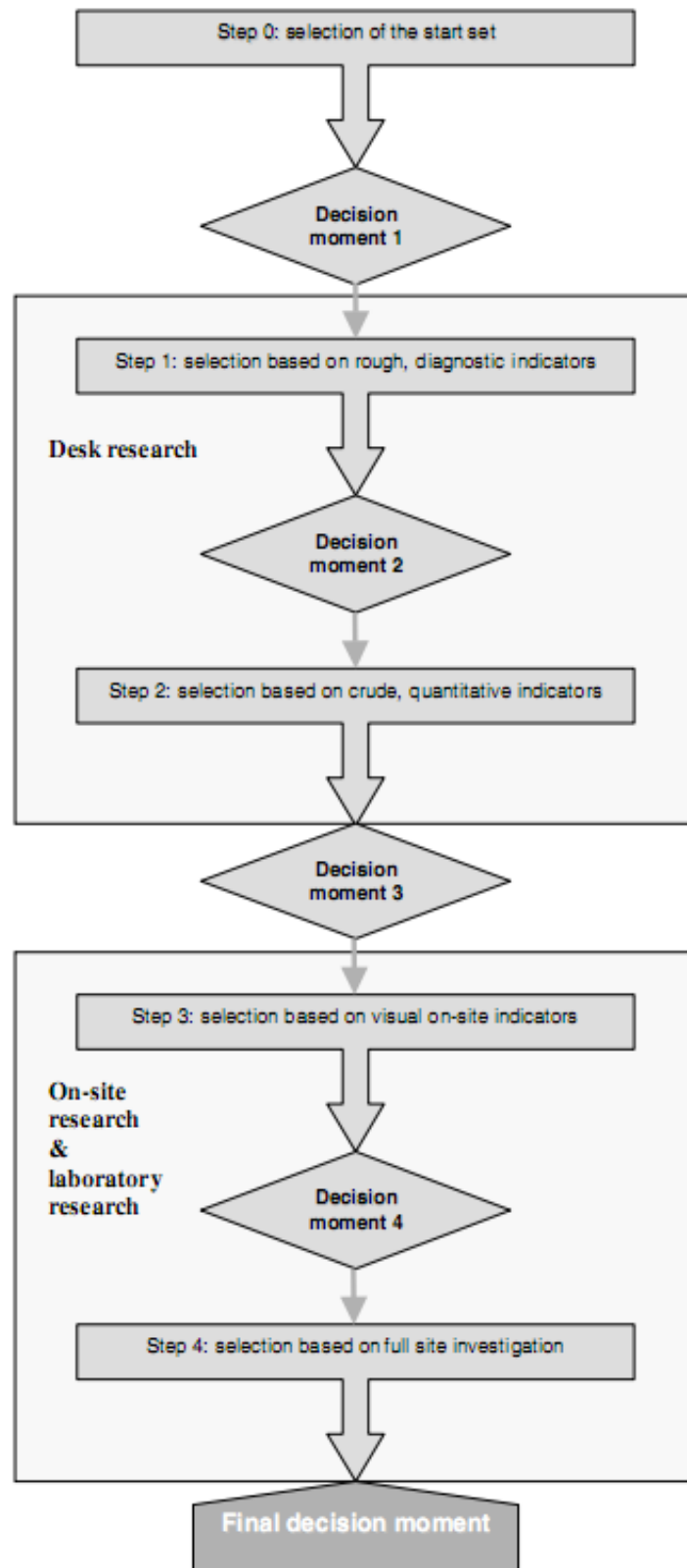
De totale kosten voor omgekeerde osmose liggen tussen de € 0,91 en € 6,81 per m³ gezuiverd grondwater (Bodemrichtlijn.nl, 2015c).

Bijlage WP4.A

Deskresearchdata

WP4.A1. Tabellen en model uit Van der Zee et al. (2004)

In figuur wp4.a1-2 zijn de stappen weergegeven die Van der Zee voorstelt om stortplaatsen te prioriteren voor *urban mining*. Het effect van elke stap is weergegeven in tabel A1.2. Elke stap beperkt het aantal potentieel interessante stortplaatsen voor *urban mining* op basis van de gespecificeerde indicatoren. De KBA wordt beperkt tot de belangrijkste indicatoren in stap 2. Een uitgebreidere KBA zou rekening kunnen houden met meer indicatoren zoals weergegeven in tabel A1.1



Figuur WP4.A1-2: Een stapsgewijze benadering om de winstgevenheid van storten te onderzoeken (Van der Zee, 2004)

Tabel A1.1 Benefits and costs of the reclamation of a landfill

Benefits	Costs
Increased disposal capacity	Expenses incurred in project planning
Avoided or reduced costs of: • Landfill closure • Post-closure care and monitoring • Purchase of additional capacity or sophisticated systems • Liability for remediation of surrounding areas	Capita costs: • Site preparation • Rental or purchase of reclamation equipment • Rental or purchase of personnel safety equipment • Construction or expansion of materials handling facilities • Rental or purchase of hauling equipment
Revenues from: • Recyclable and reusable materials • Combustible waste sold as fuel • Reclaimed soil used as cover materials, sold as construction fill, or sold for other uses	Operational costs: • Labor • Equipment fuel and maintenance • Land filling non-reclaimed waste or noncombustible fly and bottom ash if waste material is sent off site for final disposal • Administrative and regulatory compliance expenses • Worker training in safety procedures • Hauling costs
Land value of sites reclaimed for other uses	

Tabel A1.2 Method application – selection model for Essent plot

Step	Type of research	Indicators used	Time spent	Research costs	# landfills
0	Desk research	• Familiarity with region • Land prices • Proceeds of recyclables • Supportive authority (province)	16 h	€1600	147
1	Desk research	• Location of landfill: rural/urban region • Location of landfill: distance towards the built-up area • Recyclables: amount of building and demolishing waste	3 h 2 h 1 h	€300 €200 €100	147 → 76 76 → 41 41 → 9
2	Desk research	Cost /benefit analysis based on: • Research costs • Mining costs • Costs of non-recyclable waste • Revenues recyclables • Revenues regained land	16 h	€1600	9 → 4
3	• On-site • Laboratory	• On-site checks	2 days, 2 people 32 h	€3200	4 → 2
4	Beyond the scope of this pilot				

WP4.A2 Voorbeeld: MCA-criteria en definiëring van de bijbehorende klassen

Op basis van Albers (1987).

Hieronder zijn enkele voorbeelden gegeven van criteria en hun indeling in klassen (5 klassen). De klassen zijn zo concreet mogelijk geformuleerd. Deze hebben tevens gediend als voorbeeld voor de schrijvers van werkpakketten 1, 2, 3 om ervoor te zorgen dat criteria eenduidig zouden worden aangeleverd voor dit werkpakket.

Er is gekozen voor een onderverdeling in 4 klassen die lopen van 0 minst wenselijk → 3 meest wenselijke situatie.

Voorbeelden van enkele criteria en de gespecificeerde klassen

Albers (1987, p. 112):

Criterium: Kwaliteit van het stijlvoorbeeld

Klassen voor de kwaliteit van het stijlvoorbeeld in de stijlperiodes 7-1

Het uitgangspunt is dat men een voorbeeld van een stijl uit een bepaalde periode niet kan vergelijken met een stijlvoorbeeld uit een andere periode. Daarom werd per stijlperiode aangegeven of, en in welke mate het betreffende park er een voorbeeld van was.

- 5 (hoogste) voor een kenmerkend of goed herkenbaar voorbeeld van een bepaalde stijlperiode en/of tuinarchitect,
- 4 voor een herkenbaar en
- 3 voor een moeilijk of nauwelijks herkenbaar voorbeeld.
- 0 het betreffende park is geen voorbeeld van de door het criterium aangeduide stijl.

Vier klassen bleken bij dit criterium voldoende te zijn. (Ter herinnering: de scores vertegenwoordigen slechts een volgorde. Nooit wordt gerekend met de getalswaarde, dus de onderlinge afstand tussen de scores. Er wordt alleen gekeken of de ene score hoger is dan de andere. Zie 5.3.)

Albers (1987, pp. 116-117):

Criterium: Zeldzaamheid incl. toelichting/overwegingen

Klassen van het criterium 'zeldzaamheid'

- 5 enig in zijn soort in de tijd van ontstaan, of vroegste, mooiste, meest volledige of enig overgebleven voorbeeld van een bepaalde stijl of van een bepaalde architect in Zuid-Kennemerland.
- 4 mooi voorbeeld van een bepaalde stijl of van een bepaalde architect in Zuid-Kennemerland, of nog herkenbaar als aanleg voor 1700.
- 3 werk in een bepaalde stijl of van een architect in Zuid-Kennemerland.
- 0 niet van toepassing; er is te weinig sprake van aanleg volgens een stijl (veelal natuurterrein).

(Voor algemene opmerkingen betreffende de klasseindeling zie par. 5.3.)

Overige toelichting bij het criterium Zeldzaamheid en de totstandkoming van de klassen:

7.3. Zeldzaamheid

Dit criterium kan op zeer veel aspecten betrekking hebben. Onder de selectiecriteria voor de architectuur van Amsterdam (zie par. 4.5) worden een aantal verschillende zeldzaamheidswaarden genoemd, te weten:

- zeldzaamheidswaarde qua type,
- zeldzaamheidswaarde qua stijl,
- zeldzaamheidswaarde qua materiaalgebruik
- zeldzaamheidswaarde binnen het oeuvre van een architect
- zeldzaamheidswaarde qua bestemming,
- zeldzaamheidswaarde qua gaafheid,
- zeldzaamheidswaarde qua ouderdom per individueel object,
- zeldzaamheidswaarde qua ensemble/complex,
- zeldzaamheidswaarde qua aanleg,
- zeldzaamheidswaarde qua structuur,
- zeldzaamheidswaarde qua relatie met de omgeving.

Wegens het grote aantal mogelijke zeldzaamheidswaarden is het noodzakelijk om bij gebruik van het criterium zeldzaamheid dit eenduidig te definiëren. Men is namelijk gauw geneigd op grond van het woord zeldzaamheid een aspect van een landgoed deze qualificatie toe te kennen. Men zou geneigd zijn ieder park van 200 jaar oud, zeldzaam te achten. Maar relatief zijn er in Kennemerland vrij veel (restanten van) parken in vroeg-landschapelijke stijl, een vijftientig-tal. Daarvan verkeren er echter weinig in redelijke staat. Bij het vaststellen van het criterium zeldzaamheid moeten twee dingen gedefinieerd worden:

1. de eigenschap die men in beschouwing neemt;
2. de groep, de verzameling dingen, waaraan de eigenschap wordt toegedicht.

Dikwijls zal zeldzaamheid gezien worden binnen het kader van het betreffende onderzoek. Dat geldt voor het architectuuronderzoek

van Baarn. Blijdenstein betrok in dit onderzoek zeldzaamheid op de architectuurstijl en op het bouwtype.

In het Kennemerland rapport en in het onderhavige onderzoek zijn twee aspecten van zeldzaamheid aangehouden:

- enig in zijn soort in de tijd van ontstaan in Zuid-Kennemerland;
- meest volledige of enig overgebleven voorbeeld van werk in een bepaalde stijl of van een bepaalde architect binnen Zuid-Kennemerland.

Op grond hiervan werd de volgende klasse indeling gemaakt.

WP4.A3 Het scoren van de opties na invoer van de klassen per optie.

Na het classificeren of invoeren van de meetgegevens per stortplaats moeten de gegevens nog gescoord worden. Dat wordt gedaan door *relative scaling* de laagste score op 0 te stellen (minst wenselijk) en de hoogste op 100% (meest wenselijk) de rest wordt relatief in die schaal ingedeeld. Zoals in het voorbeeld hieronder waar men van *performance matrix* (tabel a3-21) naar een *gescoorde matrix* (tabel a3-22) toewerkt:

Tabel A3-21: Performance matrix. Vergelijking van broodroosters ter verduidelijking (Department for Communities and Local Government, 2009).

Options	Price	Reheat setting	Warming rack	Adjustable slot width	Evenness of toasting	Number of drawbacks
Boots 2-slice	£18				☆	3
Kenwood TT350	£27	✓	✓	✓	☆	3
Marks & Spencer 2235	£25	✓	✓		★	3
Morphy Richards Coolstyle	£22				☆	2
Philips HD4807	£22	✓			★	2
Kenwood TT825	£30				☆	2
Tefal Thick'n'Thin 8780	£20	✓		✓	★	5

A tick indicates the presence of a feature. Evenness of toasting is shown in *Which?* on a five-point scale, with a solid star representing the best toaster, and an open star the next best. The family eliminated from consideration all the toasters that scored less than best or next best.

Tabel A3-22: Scoring the options (Department for Communities and Local Government, 2009)

Options	Price	Reheat setting	Warming rack	Adjustable slot width	Evenness of toasting	Drawbacks	Total
Boots 2-slice	100	0	0	0	0	50	35
Kenwood TT350	25	100	100	100	0	80	61
Marks & Spencer 2235	42	100	100	0	100	50	53
Morphy Richards Coolstyle	67	0	0	0	0	100	30
Philips HD4807	67	100	0	0	100	90	49
Kenwood TT825	0	0	0	0	0	90	9
Tefal Thick'n'Thin 8780	84	100	0	100	100	0	70

WP4.A4 Gevolgde procedure om tot een MCA-model te komen

Om de MCA-analyse uit te voeren op een geaccepteerde manier is de procedure gevolgd in de handleiding van het Department for Communities and Local Government (2009, p. 31). Deze bron werd ons aangeraden door de geraadpleegde MCA-expert, prof. dr. Carolien Kroeze. De volgende acht stappen zijn ondernomen en worden hier toegelicht.

1. Besliscontext bepalen.
Uiteindelijk moet een keuze gemaakt worden of *urban mining* wordt toegepast (voor een casestudy). Als *urban mining* wordt toegepast dan willen wij ook weten voor welke stortplaats de kans op een succes het grootst zal zijn. Van succes kan worden gesproken als (a) de stortplaats is opgeruimd, (b) natuur is ontwikkeld in de zilvergroeene natuur van het NNN/de EHS met de opbrengsten van *urban mining* (c) zonder het milieu te verslechteren.
2. Opties identificeren.
Hoewel er bijna negenhonderd stortplaatsen in Limburg liggen, zijn maar enkele interessant voor dit onderzoek. De opdrachtgever is namelijk alleen geïnteresseerd in stortplaatsen in de zilvergroeene natuur van het NNN/de EHS. Dat zijn er in totaal 34. Daarvan worden er door de provincie Limburg 16 geclassificeerd als code 6. Daarmee wordt aangeduid dat de stortplaats al gesaneerd is of dat er op deze stortplaats geen stortmateriaal is aangetroffen (Provinciale Staten van Limburg, persoonlijke communicatie, 15 februari 2015). Wanneer van een stortplaats geen rapport beschikbaar is, kunnen wij hiervoor geen performance van die optie inschatten en moeten wij de stortplaats ook uitsluiten van het onderzoek. Dat blijkt voor twee stortplaatsen het geval, waardoor 16 stortplaatsen (opties) over blijven voor de analyse. In bijlage WP4.B2 worden – voor de volledigheid – alle 890 stortplaatsen weergegeven. De nominale meetschaal wordt toegepast om te kunnen sorteren op de relevante stortplaatsen voor dit onderzoek, zonder dat informatie verloren gaat over de andere stortplaatsen.

Tabel A4-23: Criteria “minimale voorwaarde” om interessant te zijn voor het onderzoek (zie ook bijlage WP4.B2).

Criterium	Meetschaal	Eenheid	Opmerking	Aantal stortplaatsen
				890 stortplaatsen
Ligt in Zilvergroeene natuur van het NNN/de EHS	Nominaal	1 of 0 Geen eenheid	1 = waar	34 stortplaatsen
Heeft geen code 6 in de lijst van stortplaatsen van de provincie en grote gemeenten. Code 6 betekend: is gesaneerd of er is bij onderzoek geen stortmateriaal aangetroffen.	Nominaal	1 of 0 Geen eenheid	1 = heeft geen code 6	18 stortplaatsen
Informatie over stortplaats beschikbaar	Nominaal	1 of 0 Geen eenheid	1 = rapport bij provincie beschikbaar	16 stortplaatsen

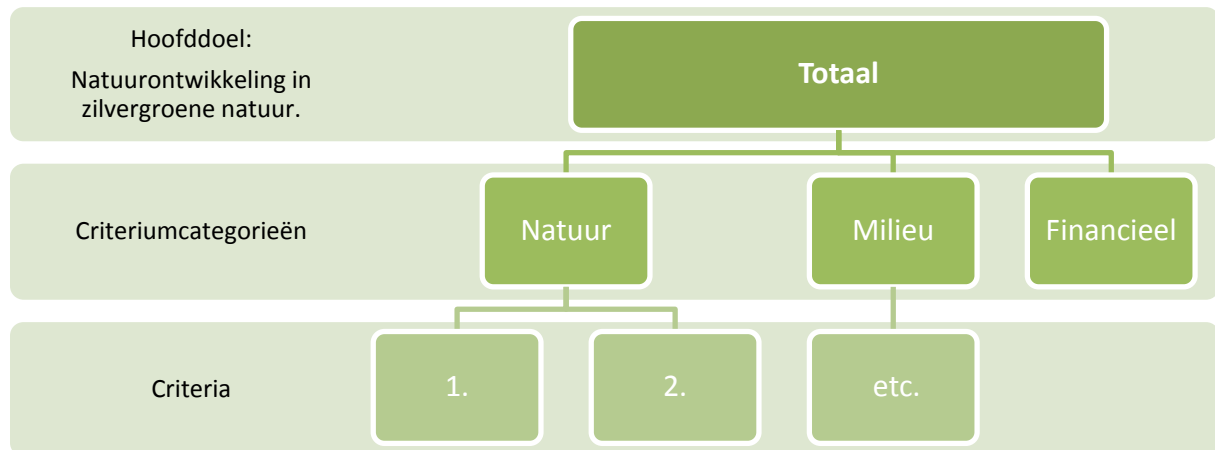
3. Identificeren van de doelen en criteria die de waarde reflecteren van de consequentie voor elke optie.
Doelen en criteria zijn gedefinieerd in de criteriatabel, bijlage WP4.B1. De doelen zijn gebaseerd op factoren die het succes bepalen. Die succesfactoren zijn beschreven in de besliscontext, zie stap 1 van deze lijst.
De klassen van de ordinale meetschaal zijn voor elk criterium gedefinieerd. Voor elk criterium is klasse 0 het minst wenselijk en 3 het meest wenselijk.

In bijlage WP4.A2 zijn enkele voorbeelden gegeven van criteria en definities van klassen, zoals die door Albers (1987) zijn beschreven. Deze hebben gediend als *blauwdruk* voor het onderzoek om de klassen voor elk criterium te kunnen definiëren.

4. Beschrijf de verwachte performance van elke optie tegen de criteria incl. scoren van de opties.
De klassen die bij stap drie gedefinieerd zijn worden in deze stap gebruikt om voor elke stortplaats de klasse te bepalen. Tevens wordt de score per optie onder een criterium bepaald nadat alle opties zijn getypeerd met een klasse per criterium (zie ook bijlage WP4.A3 en het voorbeeld in tabel 1 §2.3). Dat gebeurt volgens formule 1.1, deze methode wordt *relative scaling* genoemd.
5. Weging
Aan elk criterium wordt ook een wegingsfactor verbonden, afhankelijk van hoe zwaar een criterium in de hiërarchie dient mee te tellen en hoe zwaar elk hoofdcriterium dient mee te tellen in de *gewogen somming*. De geraadpleegde bronnen (Albers, 1987; Center for International Forestry Research, 1999; Department for Communities and Local Government, 2009) en de expert benadrukken dat dit een subjectieve aangelegenheid is.
6. Combineren van gewichten en scores voor elke optie om tot een totaalscore te komen.
Dit is gedaan door de rekenmethode toe te passen uit §2.3. Het resultaat is te zien in bijlage WP4.B2 in de vorm van het gebruikte Excel werkblad.
7. De resultaten examineren
De examinering van de geprioriteerde lijst van stortplaatsen wordt beschreven in §3.5.3.
8. Gevoeligheidsanalyse uitvoeren om het effect van veranderingen in scores of gewichten te bekijken op het resultaat.
Ook dit is uitgevoerd en wordt besproken in §3.4

WP4.A5 Criteria/parameters en vergelijkbare eenheden

Zoals beschreven in stap 3 van de MCA-procedure uit de vorige paragraaf dient elk criterium een bepaald doel. Hier is gekozen voor een hiërarchische indeling van de doelen. Daaronder worden de deeldoelen en criteria verdeeld. De hiërarchie wordt weergegeven in figuur a5-3. In de *criteriatabel* van bijlage WP4.B1 staan de criteria en doelen in meer detail. Criteriumcategorieën voor dit onderzoek zijn gebaseerd op de doelen van de opdrachtgever.



Figuur A5-3: The value tree

Om bruikbaar te zijn moeten criteria voldoen aan de volgende eisen:

- Criteria moeten onafhankelijk van elkaar zijn.
- De klassen - van een ordinale meetschaal - moeten elkaar uitsluiten en alles omvatten. Bijv. <1 (0), tussen 1 tot 2 (1) en >2 (2)
- Daarnaast moet elk criterium meetbaar zijn voor alle stortplaatsen. Dat is de reden dat de twee stortplaatsen, waarvan geen rapport beschikbaar is, niet worden meegenomen in de analyse (tabel 4).

Tevens moeten criteria meetbaar zijn op een van de gebruikte schalen:

- Nominaal: waar of niet waar.
- Ordinale schaal: indeling in klassen, te specificeren volgens bijlage WP4.A2.
- Continue meetschaal, zoals de prijs van aluminium per ton.

Op 15 april is er op basis van de wens van de opdrachtgever besloten om een *MCA-light* uit te voeren (§2.2). Er is besloten om de circa 48 criteria, die wij op dat moment hadden, in te delen. Er is besloten om criteria niet op te nemen indien ze goed passen in een exploitatiebegroting. Dan blijven er nog 26 potentiële criteria over voor het prioriteringsmodel. Op dat moment hebben wij criteria geselecteerd op basis van drie eisen: (a) criteria zijn onafhankelijk van elkaar, (b) klassen zijn te definiëren en (c) stortplaatsen zijn te classificeren. Of *b* en *c* mogelijk zijn is vooral afhankelijk van de informatie in de rapporten over de betreffende stortplaatsen. Daarom valt een criterium als "gevoeligheid omringende habitat voor vermessing" af en blijkt het criterium "oppervlakte van de stortplaats" goed hanteerbaar.

Na deze oefening blijven de volgende 10 criteria over:

- Huidig gebruik omliggende terreinen
- Huidig gebruik stortterrein
- Grondwatertoestand
- Contactrisico met afval
- Milieueffecten transport voor verder verwerking
- Afstand tot verwerkingsinstallatie
- Mate van gezondheidsrisico
- Samenstelling stortplaats
- Oppervlakte van de stortplaats
- Inhoud van de stortplaats

In de criteriatabel in bijlage WP4.B1 zijn deze criteria onder de criteriumcategorieën geplaatst respectievelijk: natuur, milieu en financieel. De tabel bevat tevens de gehanteerde definities van klassen.

Tien criteria is een vrij normaal aantal vergeleken met het *gemiddeld aantal* criteria voor een MCA zoals genoemd in de MCA Manual van het Department for Communities and Local Government (2009). Tevens is het gerechtvaardigd om alleen criteria te gebruiken die voor alle stortplaatsen gemeten kunnen worden. Volgens Albers (1987) is dit zelfs een noodzakelijke voorwaarde.

Bijlage WP4.B Criteriatabel en Excel werkbladen

WP4.B1 Criteriatabel

Tabel B1-24: De criteriatabel inclusief definities van klassen.

Criterium	Doel	Meetschaal en klassen	Definities van klassen & opmerkingen
Natuur	Natuur ontwikkelen in zilvergroe zone.		
1. Huidig gebruik omliggende terreinen (WP1)	Natuurontwikkeling mag niet gepaard gaan met destructie van naastliggende natuur.	Ordinaal 0, 1, 2, 3	3, Braakliggend 2, Weiland, akkerland 1, Bos, Natuur 0, Tuinen, kerkhof, woningen Belangrijk voor draagvlak
2. Huidig gebruik stortterrein (WP1)	We willen de natuurkwaliteit verbeteren.	Ordinaal 0, 1, 2, 3	3, Braakliggend 2, Weiland, akkerland 1, Bos, natuur 0, onbekend en anders Belangrijk voor draagvlak
Milieu en maatschappelijk	Stortplaats opruimen en milieu niet verslechteren.		
3. Grondwatertoestand (WP1)	Vervuiling van grondwater verminderen.	Ordinaal 0, 1, 2, 3	3, Hoog risico 2, Verhoogd risico 1, Gering risico 0, Geen risico
4. Contactrisico met afval (afval is zichtbaar, plaatselijke openingen) (WP1)	Contactrisico met afval verminderen.	Ordinaal 0, 1, 2, 3	3, Hoog risico 2, Verhoogd risico 1, Gering risico 0, Geen risico
5. Milieueffecten transport voor verder verwerking (WP2)	Verwerken van stortafval moet het milieu zo min mogelijk belasten.	Ordinaal 0, 1, 2, 3	Afstand tot dichtstbijzijnde thermische verwerker In Nederland: ARN Weurt/Nijmegen 3, Minder dan 100 km 2, 100 tot 125 km 1, 125 tot 150 km 0, Meer dan 150 km
6. Afstand tot verwerkingsinstallatie voor levering van warmte en groene stroom in Limburg (WP2)	Groene stroom en warmte uit oud afval.	Ordinaal 0, 1, 2, 3	Aan de hand van kamerbrief Warmtevisie: Roermond of Chemelot 3, Minder dan 12,5 km 2, 12,5 tot 25 km 1, 25 tot 37,5 km 0, Meer dan 37,5 km
7. Mate van gezondheidsrisico (WP1) Stortgas 0-3 Afdeklaag 0-3 Oppervlaktewater 0-3 Grondwater freatisch 0-3 1 ^e watervoerend pakket 0-3 2 ^e watervoerend pakket 0-3	Het opruimen van de stortplaats moet geen gevaar opleveren voor de volksgezondheid.	Ordinaal 0, 1, 2, 3	Totale mate van risico in rapporten 0/3 per factor (6) = 0 tot 18. 3, Hoog 5 tot 18 2, Verhoogd risico 3 tot 5 1, Gering risico 0,4 tot 3 0, Geen risico minder dan 0,4 Belangrijk voor draagvlak

Financieel	Maximale opbrengst tegen minimale kosten.		
8. Samenstelling stortplaats (WP1 en WP2)	Zoveel mogelijk opbrengst genereren door recycling en hergebruik van oud afval.	Ordinaal 0, 1, 2, 3	- Wat zit erin % - Wat is het meest gunstig Berekening score op basis van opmerking na deze tabel. 3 = 3,5 – 4,0 2 = 3,0 – 3,5 1 = 2,0 – 2,9 0 = 1,0 – 1,9
9. Oppervlakte van de stortplaats (WP4)	Investeringskosten zo laag mogelijk houden.	Ordinaal 0, 1, 2, 3	3, Tien hectare en groter evt. door clustering van stortplaatsen die niet meer dan 5 km? van elkaar liggen. 2, 1 hectare tot 10 hectare 1, Een tiende tot 1 hectare 0, Kleiner dan 0,1 hectare
10. Inhoud van de stortplaats (WP1)	Investeringskosten zo laag mogelijk houden.	Ordinaal 0, 1, 2, 3	3, 1 miljoen m3 en groter evt. door clustering van stortplaatsen. 2, 100.000 tot 1 miljoen m3 1, 10.000 tot 100.000 m3 0, Kleiner dan 10.000 m3

Toelichting bij criterium 8

Inhoudspercentage x wenselijkheidsscore afvalsoort = deelscore afvalsoort

Wenselijkheidsscores

Meest gewenst = huishoudelijk = score 4
 Gewenst = BSA = score 3
 Ongewenst = Chemisch = score 2
 Meest ongewenst = Onbekend en overig = score 1

Bijvoorbeeld een stortplaats met:

Huishoudelijk 50% = $50\% \times 4 =$ 2
 BSA 10% = $10\% \times 3 =$ 0,3
 Onbekend 40 % = $40\% \times 1 =$ 0,4 +
 Totaalscore 2,7 = klasse 1

WP4.B2 Lijst van stortplaatsen en MCA-rekenmodel (Excel)

Deze bijlage bestaat uit twee delen:

- Deel 1: Het MCA-rekenmodel met lijst van stortplaatsen (Excel)
Deze bijlage wordt als los Excel document meegestuurd. Links de complete lijst van stortplaatsen. En rechts(boven) het MCA-rekenmodel. De 10 criteria van de MCA-light zijn gerangschikt en gescoord. Vervolgens is op basis van de weegsets de gewogen sommering berekend. De Excel is onbeveiligd waardoor alle gebruikte formules en andere input kunnen worden bekeken (en desgewenst) aangepast. In de weegset zijn de belangrijkste argumenten voor wegingen toegevoegd in de vorm van *opmerkingen*.
- Deel 2: Excel add-in als aanvulling op ons MCA-rekenmodel
Hierna beschreven.

Excel add-in als aanvulling

Dit onderzoek leverde ook nog een alternatief op voor ons MCA-model de Excel add-in van Jablonský, maakt het mogelijk om ook nog andere MCA technieken los te laten op onze meetgegevens in het MCA-model. Wij deden dit zelf niet doordat de opdrachtgever andere prioriteiten stelde, zoals de haalbaarheidsanalyse.

Maakt prioritering mogelijk

We hebben ook onderzocht of wij zelf een model kunnen bouwen in Excel of gebruik kunnen maken van bestaande Excel-rekenbladen voor MCA. Wij vonden een add-in voor Excel genaamd Sanna (Jablonský, 2009), die wij ook aan Kroeze voorlegden. Het toepassen van de Sanna add-in voor Excel is volgens Carolien Kroeze niet noodzakelijk. De berekeningen bleken niet moeilijk en wij kunnen ze prima zelf in Excel invoeren. Wij hadden echter onvoldoende tijd gehad om nog andere MCA-methoden toe te passen, vooral als gevolg van het uitwerken in Excel, dat veel tijd kost, te meer omdat het model aanpasbaar dient te zijn voor de gebruiker. Als wij toch nog een extra MCA-methode toe zouden passen – naast de gewogen sommering – dan zien wij de Excel add-in van Jablonský (2009, n.d.) als een goed alternatief voor het maken van een eigen Excel-rekenblad. Wij vonden geen rekenfouten in het programma en Jablonský heeft enkele wetenschappelijke publicaties (Jablonský, 2009, 2014a) die verder bijdragen aan de betrouwbaarheid en acceptatie van het programma in de wetenschap. Volgens Kroeze zijn dat noodzakelijke voorwaarden om het gebruik van dit programma te rechtvaardigen.

Discussie

Toepassing van een MCA-programma of spreadsheet werkblad is naar verwachting alleen verantwoord als daarover is gepubliceerd in peer-reviewed journals, omdat het dan een wetenschappelijk geaccepteerde methode is. Op basis daarvan is gezocht naar MCA Excel add-ins/werkbladen in wetenschappelijke publicaties.

Het onderzochte werkveld is daarmee nog verder verbreed doordat wij zoekresultaten vonden in het wetenschappelijke werkveld van de econometrie bestudering (Jablonský, 2009, 2014a, 2014b, n.d.).

Door (Jablonský, 2009, 2014a) wordt een spreadsheet add-in beschreven – genaamd Sanna – en gepubliceerd (Jablonský, n.d.) om gratis te gebruiken. Met deze add-in is het mogelijk om een tabel te maken met maximaal 100 opties/alternatieven en 50 criteria. Na het vullen van de tabel met meetgegevens kan op basis van verschillende MCA-methoden een uitkomst worden berekend. Wij zien dit als een geschikt programma om vrij vlot aangepaste versies te maken van ons eigen MCA-model met een andere MCA-techniek. Bijvoorbeeld nu ons model is gemaakt in Excel op basis van de gewogen sommering en met ordinale meetgegevens. Dan is het mogelijk om met behulp van Sanna daar ook een concordantieanalyse (Electre genaamd in deze add-in) op los te laten, zonder dat dit veel tijd kost. Een nadeel van de add-in is dat de spreadsheet gedeeltelijk beveiligd is waardoor de formules in cellen niet zichtbaar zijn voor controle. Het is ook niet mogelijk om met een wegingshiërarchie te werken in deze add-in.

De gewogen sommering kan ook hiermee toegepast worden en wel (gewogen/ongewogen) op maximaal 100 stortplaatsen met maximaal 50 criteria. Het biedt zeker mogelijkheden als meer/actuele meetgegevens over al die stortplaatsen bekend worden.

Bronvermelding bij bijlage WP4.B2 (deel 2)

Jablonský, J. (2009). Software support for multiple criteria decision making problems. *International Scientific Journal of Management Information Systems*, 4(2), 029-034.

Jablonský, J. (2014a). MS Excel based software support tools for decision problems with multiple criteria. *Procedia Economics and Finance*, 12(0), 251-258. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00342-6](http://dx.doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00342-6)

Jablonský, J. (2014b). *SANNA 2014 - MS Excel based system for multicriteria evaluation of alternatives*. Geraadpleegd 14 maart 2015 op <http://nb.vse.cz/~jablon/sanna.htm>

Jablonský, J. *MS Excel based system for multicriteria evaluation of alternatives*. Geraadpleegd 14 maart 2015 op <http://www.fhi.sk/files/katedry/kove/ssov/VKOX/Jablonsky.pdf>

WP4.B3 Haalbaarheidsanalyse: exploitatiebegrotingen (Excel) en effect-, mitigatie- en compensatieanalyse

Deze bijlage bestaat uit twee onderdelen:

- Deel 1: Het exploitatiebegrotingsmodel in Excel (los Excel document)
- Deel 2: Aandachtspunten financiering (hieronder)

In dit deel van deze bijlage geven wij kort weer welke stappen ondernomen moeten worden om te komen tot een financiering door een externe kredietgever (bank) of sponsor. In het exploitatiebegrotingsmodel is hiermee rekening gehouden door uit te gaan van *huur of operational lease* voor alle duurzame productiemiddelen. Een aantrekkelijke constructie voor kredietverstrekkers en noodzakelijk om een rekenmodel te maken op grond van basisgegevens.

STAP 1: Voorbereidende fase

Alvorens naar een externe financier te gaan is het van groot belang om:

- een businesscase te hebben,
- een stakeholdersanalyse te hebben uitgevoerd,
- een risico-analyse te hebben uitgevoerd, waarin naast financiële componenten ook maatschappelijke (people, planet) componenten zijn meegewogen.

Zorg dat bovengenoemde documenten opgesteld of gecontroleerd zijn door een accountant van een gerenommeerd accountantskantoor.

Tip: Het heeft voordelen om het *urbanmining* project onder te brengen in een nieuwe juridische entiteit¹⁷. Voor externe financiers (fondsen/ bankiers) is het hierdoor duidelijk welke activiteit zij financieren en het geeft transparantie in de cijfers. Laat hierin de accountant meedenken (Rvo.nl, 2015) (zie ook stap 3).

STAP 2: Werven risicodragend kapitaal.

Omdat banken vaak solvabiliteitseisen¹⁸ stellen is het aan te raden te beginnen met het zoeken van potentiële investeerders. Voor een succesvolle fondsenwerving is een fondsenwervingsplan noodzakelijk. In een volledig fondsenwervingsplan worden (a) de relatiedoelgroepen benoemd, (b) de fondsenwervende doelstellingen, (c) de wijze waarop deze doelstellingen gerealiseerd worden en (d) de planning hierbij. Belangrijke fondsen zijn (Transmissie.nl, 2015):

1. mogelijke subsidies van de overheid;
2. bijdrage van particuliere vermogensfondsen;
11. giften van donateurs;
12. eenmalige grote giften;
13. bijdragen van bedrijven.

Maak een longlist van mogelijk te benaderen fondsen en sponsors na het opstellen van het fondsenwervingsplan. Hierbij moet gekeken worden naar de maatschappelijke betrokkenheids- en financieringsdoelstellingen van het bedrijf of fonds. Het heeft immers weinig zin om aanvragen in te dienen, indien het bedrijf of de instelling geen affiniteit heeft met dergelijke projecten (Rvo.nl, 2015). In werkpakket 1 §3.4 staan enkele belangrijke mogelijkheden genoemd voor het werven van risicodragend vermogen.

STAP 3: Werven risicomijdend kapitaal

Voor het bancaire financieren van het project zelf is een bedrijfsfinanciering of een projectfinanciering mogelijk. Bij een bedrijfsfinanciering wordt een financiering verstrekt aan het bedrijf die de desbetreffende activiteit of het project uitvoert. De entiteit is met al zijn activiteiten en activa aansprakelijk voor de financiering. Bij een projectfinanciering wordt de financiering verstrekt op basis van het project zelf. Het project wordt dan vaak in een aparte juridische entiteit geplaatst. De financiers lopen alleen risico over het project en kunnen alleen activa/ winst claimen van het project zelf en niet van de eigenaren (Rvo.nl, 2015). Daarnaast behoort het verstrekken van objectfinancieringen ook tot de mogelijkheden.

Een voorbeeld hiervan is een financial of *operational lease*. *Operational lease* komt overeen met het huren van het object, dit is een *off-balance* constructie. Het object is dan niet in eigendom. Bij een financial lease is het object het onderpand, de overige activa is dan niet betrokken bij het onderpand. Het opstapelen van de financieringsconstructie is maatwerk en kan per bank of instelling verschillen. Dit moet nader uitgewerkt worden op caseniveau.

Banken hanteren voor het verstrekken van bedrijfsfinancieringen (objectfinancieringen vallen hier dus niet onder) de volgende richtlijnen (Rvo.nl, 2015):

¹⁷ Onder entiteit wordt verstaan een rechtsvorm als BV, NV, Stichting en dergelijke.

¹⁸ Dit zijn eisen met betrekking tot de verhouding tussen het eigen vermogen en vreemd vermogen.

1. Een toereikende cashflow om alle verplichtingen inclusief aflossingen te kunnen betalen. De operationele cashflow moet vaak zo'n 10-50% boven de financieringsverplichtingen liggen.
2. Een bij het project passende solvabiliteit (20 – 50%) uitgaande van het risico van het project. Hoe hoger het risico, hoe hoger de eigen inbreng van het vermogen moet zijn. Banken stellen solvabiliteitseisen, het is daarom aan te raden zo snel mogelijk te starten met het benaderen van potentiële investeerders. Het mogelijke financieringstekort kan dan uit de bancaire sector gehaald worden.
3. Het risicoprofiel moet bij de kredietverstrekker passen.
4. De terugbetaling van de uitstaande financiering moet zo goed als zeker zijn.

In de praktijk kan dit betekenen dat sommige innovatieve projecten moeilijk financierbaar zijn omdat de risico's van te voren moeilijk in te schatten zijn. Daarnaast kan het zijn dat dergelijke projecten niet onder de scope vallen van de financiële instelling. Een mogelijke oplossing is door de eigenaar van een dergelijke stortplaats, bijvoorbeeld een gemeente of provincie, een garantie af te laten geven voor een deel van de financiering (Rvo.nl, 2015).

Bronvermelding bij WP4.B3

Rvo.nl. (2015). *Instrument: Projectfinanciering bij een warmte-uitwisselingsproject*. Geraadpleegd 20 mei 2015 op <http://www.rvo.nl/sites/default/files/Projectfinanciering.pdf>

Transmissie.nl. (2015). *Wat is het belang van een strategisch plan voor fondsenwerving*. Geraadpleegd 20 mei 2015 op <http://www.transmissie.nl/wat-we-doen/fundraising/vragen/fondsenwervingsplan>

WP4.B4 Effect-, mitigatie- en compensatieanalyse

De voor *urban mining* beoogde stortplaatsen liggen geheel in het NNN/de EHS. Verschillende stortplaatsen zijn wellicht al volledig opgegaan in het NNN/de EHS. Het ontginnen van een oude stortplaats geeft naar verwachting een extra belasting van natuur en milieu. Het scheiden en bewerken van afvalstromen kan leiden tot geur-, geluid- en stofoverlast. De afvoer van het afval en de aanvoer van aanvulgrond leidt tot veel transport en daarmee tot meer energieverbruik en een slechtere luchtkwaliteit. Bij de keuze van een stortplaats voor *urban mining* zal er dan ook steeds een locatiespecifieke, brede milieuanalyse nodig zijn (Provincie Gelderland, 2011).

Regelgeving

De belangrijkste wetgeving voor flora en fauna staat in de Natuurbeschermingswet 1998 (NB-wet) en de Flora- en Faunawet. Beiden zijn gebaseerd op Europese wetgeving.

Flora en Faunawet

In de Flora- en Faunawet is de bescherming van soorten geregeld. Wanneer plannen bestaan voor projecten die negatieve gevolgen kunnen hebben voor onder de Flora- en Faunawet beschermde soorten, dienen deze effecten in een aparte toetsing te worden beschreven en dient mogelijk ontheffing te worden aangevraagd. Om te bepalen of er een ontheffing nodig is moet er een onderzoek worden uitgevoerd naar de mogelijke vrijstellingen en gedragscodes. Er zijn hiervoor vier stappen:

- Stap 1: Ga na of er beschermde soorten aanwezig zijn. Een ecologisch deskundige kan het best vaststellen of er beschermde planten of dieren aanwezig zijn. Als er geen beschermde soorten zijn dan is er geen ontheffing voor de Flora- en Faunawet nodig.
- Stap 2: Treden er schadelijke effecten op bij de aanwezige beschermde soorten?
Bijvoorbeeld: Bomen kappen bij broedende vogels, het slopen van bouwwerken waar mogelijk vleermuizen leven. Als de werkzaamheden niet schadelijk zijn is er geen ontheffing nodig. Uit het onderzoek kan blijken dat er schadelijke effecten zijn, er is dan een vervolgonderzoek noodzakelijk. Uit het vervolgonderzoek zal naar voren komen welke soorten er van het plangebied gebruik maken, welke functie het plangebied heeft (verbindingszone, nestplaats, voortplanting- of type vaste rust- of verblijfplaats). Het vervolgonderzoek is seizoensgebonden. Een tijdige start van de toetsing aan de Flora- en Faunawet is dus belangrijk.
- Stap 3: Probeer schade te voorkomen. Door het nemen van mitigerende maatregelen kunnen schadelijke effecten worden voorkomen. Het gaat vooral om maatregelen waarbij de soorten en hun voortplantingsplaatsen of vaste rust- of verblijfplaatsen worden ontzien. Bijvoorbeeld door te zorgen voor alternatieve verblijfplaatsen of het plaatsen van hekken. Als de mitigerende maatregelen effectief zijn hoeft er geen ontheffing voor de Flora- en Faunawet te worden aangevraagd.
- Stap 4: Maak gebruik van een gedragscode. Naast de algemeen vrijgestelde soorten zijn er ook andere soorten waarvoor een vrijstelling mogelijk is bij toepassing van een goedgekeurde gedragscode.

Met behulp van dit onderzoek wordt nagegaan welke regels en voorschriften kunnen worden overgenomen in de werkprotocollen. Vaak moet later een monitoringsonderzoek worden uitgevoerd. Bij het uitvoeren van sommige maatregelen is de aanwezigheid van een deskundige noodzakelijk. Soms is het niet mogelijk voor alle beschermde soorten een vrijstelling te krijgen. In dat geval moet voor de resterende soorten een ontheffing worden aangevraagd (RVO, 2015).

De Natuurbeschermingswet 1998

De NB-wet regelt de bescherming van natuurgebieden die zijn aangewezen als Natura 2000-gebied of beschermd natuurmonument. De hoofdregel is een verbod op activiteiten die de kwaliteit van de natuurlijke leefgebieden van planten- en diersoorten in een Natura 2000-gebied of beschermd natuurmonument kunnen verslechteren. Hetzelfde geldt als deze een significant verstorend effect kunnen hebben op de soorten waarvoor het gebied als Natura 2000-gebied of beschermd natuurmonument is aangewezen. Gevolgen zijn 'significant' wanneer de instandhoudingsdoelstellingen van een Natura 2000-gebied op lange termijn niet gerealiseerd kunnen worden. De stortplaatsen in de zilvergroeie natuur liggen meestal in de nabijheid van een Natura 2000-gebied. Omdat door externe werking de activiteit mogelijk negatieve gevolgen heeft voor de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied, is het nodig een habitattoets uit te voeren. De habitattoets dient om vast te stellen of, en zo ja, onder welke voorwaarden een menselijke activiteit in en rondom een Natura 2000-gebied kan worden toegelaten. De beoogde

activiteiten worden getoetst op hun effect op de instandhoudingsdoelstellingen en of er ten gevolge daarvan geen verstoring optreedt. Om dit toetsbaar te maken kent de NB-wet voor plannen die gevolgen voor de betreffende gebieden zouden kunnen hebben een goedkeuringsvereiste (artikel 19j), en voor projecten en andere handelingen die gevolgen voor de betreffende gebieden zouden kunnen hebben een vergunningplicht (artikel 19d). De goedkeuring of de vergunning wordt alleen verleend wanneer zeker is dat de instandhoudingsdoelstellingen voor het gebied niet in gevaar worden gebracht (Van Groen, 2014). Alle mogelijke effecten zijn te beschouwen als 'externe werking' omdat de stortplaatsen in de zilvergroene natuur buiten het Natura 2000-gebied liggen. Aangezien *urban mining* daarnaast beperkt is in ruimte en tijd kan alleen sprake zijn van tijdelijke effecten tijdens de saneringsfase. Er zijn daarbij drie mogelijkheden:

1. Er is geen negatief effect. Dit betekent dat er geen NB-wet vergunning nodig is.
2. Er is wel een mogelijk negatief effect, maar zeker geen significant negatief effect. Dit betekent dat vergunningverlening aan de orde is. Met de zogenoemde verslechteringstoets wordt in kaart gebracht wat de effecten (kunnen) zijn van de activiteit op de relevante natuurwaarden in het gebied.
3. Er is kans op een significant negatief effect. Ook hier is vergunningverlening aan de orde. Hier is een passende beoordeling vereist (artikel 19f lid 1). Uit dit onderzoek, waarbij ook cumulatieve effecten moeten zijn meegenomen, kan blijken dat:
 - b. er geen kans is op een negatief effect. In dat geval wordt de vergunning verleend;
 - c. er kans is op een aanvaardbaar negatief effect. In dat geval wordt de vergunning verleend onder voorschriften/beperkingen.
 - d. er significant effect optreedt. Hier moet worden aangetoond dat er geen alternatieven zijn, dat er een dwingende reden van groot openbaar belang is en dat voorzien is in compensatie (ADC-toets).

Er is voor *urban mining* en de sanering Wbb in de nabijheid van een Natura 2000 gebied naar verwachting een aparte NB-wet vergunning nodig. De vergunningaanvraag wordt door de provincie beoordeeld. Indien de bodemsanering wordt gecombineerd met activiteiten waarvoor een omgevingsvergunning nodig is (bijv. kappen van bomen, slopen, bouwen) dan wordt de NB-wet vergunning met een verklaring van geen bedenkingen hier een onderdeel van. In het geval van een omgevingsvergunning is de gemeente het bevoegde gezag (SIKB, 2015).

Bronvermelding bij bijlage WP4.B4

Provincie Gelderland. (2011). *Kansen voor hergebruik en herontwikkeling van stortlocaties in Gelderland* (p. 36). Arnhem: Provincie Gelderland.

RVO. (2015). *Ontheffing of vrijstelling*. Geraadpleegd 14 mei 2015 op <http://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/beschermde-planten-dieren-en-natuur/flora-en-faunawet-ffw/ontheffing-vrijstelling>

SIKB. (2015). *Sanering in of in de buurt van Natura 2000-gebied of ander beschermd natuurgebied*. Geraadpleegd 14 mei 2015 op <http://www.voordatubegintmetbodemsaneren.nl/612>

Van Groen, F. M. (2014). *Habitattoets Bodemsanering KNSF-terrein* (Vol. G&G rapport). Alkmaar: Van der Goes en Groot.



InCompany **Milieuadvies**

faculteit Natuurwetenschappen/School of Science
Open Universiteit
Postbus 2960
6401 DL Heerlen, NL
tel. +31 45 576 2877
nw.sec@ou.nl
www.ou.nl/nw
www.Incompany-milieuadvies.nl