



DR2 NEW ECONOMY

Next Level Strategies

CIRCULAIRE BUSINESS CASES IN DE MRA

Bouw- en sloopafval



VOORWOORD:

Wetenschappelijk innovatie in de praktijk

Hierbij presenteren wij vol trots de resultaten van het onderzoek om de reststromen binnen de MRA hoogwaardig te benutten. Er is veel potentie in de regio voor nieuwe circulaire verdienmodellen en het verwaarden van secundaire grondstoffen in de metropoolregio: met dit onderzoek maken we die potentie voor iedereen zichtbaar en concreet. In dit onderzoek is op regionale schaal wetenschappelijk data gecombineerd met kennis uit de markt om per MRA gemeente de potentiële waarde van de reststromen uit bouw- en sloopafval in kaart te brengen. Hierdoor wordt het mogelijk om concreet passende oplossingen te toetsen op haalbaarheid en de potentie voor waardecreatie per materiaalstroom te berekenen. Voor vijf materiaalstromen die een grote potentiële financiële waarde en mogelijke reductie van milieu-impact vertegenwoordigen, zijn samen met het bedrijfsleven concrete businesscases verkend voor inzameling, recycling, en hergebruik.

Zowel de database als het rekenmodel waarmee de hoeveelheid en waarde van bouwmaterialen zijn ingeschat, zijn openbaar. En we zijn er van overtuigd dat alle bedrijven in de regio die de reststromen willen benutten hier de komende jaren nog profijt van zullen hebben. We wensen iedereen veel leesplezier en zien uit naar de volgende momenten om gezamenlijk de kansen in de regio te benutten en zo de circulaire doelstelling van het MRA te gaan behalen.

Wij geloven in een economie met oneindig gebruik van grondstoffen, door dit traject is die (wetenschappelijke) innovatie een stap dichterbij.

Namens Metabolic:

Gerard Roemers
Martijn Kamps
Merlijn Blok

Namens DR2 New Economy:

Pepijn Duijvestein
Geert van der Linden
Rosalie Krebber

LEESWIJZER

Dit document is bedoeld als een praktisch naslagwerk waarin voor de materiaalketens die centraal staan in het onderzoek snel de belangrijkste conclusies, data en aanbevelingen zijn terug te vinden. Na de management samenvatting en een beschrijving van de onderzoeksmethodiek volgt dan ook in eerste instantie voor ieder van deze substromen een apart sectie.

Per materiaalstroom worden de volgende zaken behandeld:

- **Overzicht van de keten: kansen en knelpunten.** In een eerste centrale tabel worden de belangrijkste kansen en knelpunten voor de verschillende stappen in de waardeketen (van inzameling en verwerking tot het einde van de levenscyclus). Deze kansen en knelpunten zijn voortgekomen uit het onderzoek zelf, maar ook ter sprake gekomen in vele gesprekken en workshops met bedrijven uit de keten. Tot stand komen van de casus: vervolgens wordt uitgelegd hoe de specifieke case voor een substroom (bijvoorbeeld hout, gips, of bitumen) uit het onderzoek naar voren is gekomen als kansrijk en potentieel impactvol. Het volume van de materiaalstroom in kwestie, de potentiële economische waarde, en de met de reststroom geassocieerde milieu-impact worden beschreven.
- **Mogelijke oplossingen:** vervolgens beschrijven we per materiaalstroom kort de belangrijkste oplossingsrichtingen die uit het onderzoek naar voren zijn gekomen.
- **Haalbaarheid mogelijke oplossingen:** Voor ieder van deze oplossingsrichtingen is tijdens een workshop met ketenpartners op 11 september jongstleden gekeken naar organisatorische en technologische haalbaarheid. De belangrijkste bevindingen worden samengevat en voor ieder van de voorgestelde oplossingsrichtingen wordt aangegeven of de ketenpartners de potentie voor verwaarding van de reststroom onderschrijven en of betrokken bedrijven aangeven ook daadwerkelijk aan de slag willen om deze potentie te verwezenlijken (commitment).
- **Business cases verkend:** ten slotte is voor die materiaalstromen waarvan het circulair potentieel wordt onderschreven en waarvoor voldoende commitment is om actief aan de slag te gaan de business case verder doorgerekend. Op basis van informatie van stakeholders uit de keten, externe bronnen en inschattingen zijn in dit rekenmodel de terugverdientijd en benodigde schaalgrootte van oplossingen voor specifieke stromen verkend. Ook dit rekenmodel is toegankelijk via de links in de rapportage. Tijdens een tweede werksessie met het bedrijfsleven is gekeken of het mogelijk is de business cases compleet te maken. Dit is niet geheel gelukt. Hierdoor is er gekozen om tijdens de sessie te inventariseren welke instrumenten de Metropoolregio Amsterdam (MRA) zou kunnen inzetten om het bedrijfsleven te helpen tot een sluitende business case te komen in de praktijk.

Aanbevelingen en overheidsinstrumentarium samengevat

Ten slotte zijn uit het onderzoek voortkomende aanbevelingen voor het versnellen van de transitie naar een circulaire bouweconomie op een rij gezet. Daarbij zijn voor de verschillende materiaalstromen de belangrijkste aanbevelingen op een rij gezet, maar wordt ook gekeken welke mogelijke acties de MRA kan ondernemen om de gehele keten te ondersteunen in de transitie.

SAMENVATTING:

Een circulaire bouwketen in de MRA

Nieuwe circulaire verdienmodellen binnen de MRA voor reststromen uit de bouw & sloop, en het verwaarden van secundaire grondstoffen

Voor de MetropoolRegio Amsterdam (MRA) is er de afgelopen maanden uitvoerig onderzoek gedaan naar 'urban mining' van reststromen in de bouw & sloop. Belangrijkste conclusie is dat er veel waarde is opgeslagen in de regio en dat er jaarlijks veel beschikbaar komt. **Voor de bouw & sloop ligt die waarde jaarlijks op circa €688 miljoen.** Op dit moment gaat hiervan circa 50% 'verloren', doordat het terecht komt bij verwerkingsmethodieken die als 'laagwaardig' worden beschouwd, omdat ze de waarde van het materiaal niet optimaal benutten.

De belangrijkste conclusies van de substromen analyse bouw & sloop

In de eerste fase van het onderzoek is in samenwerking met kennispartners een database opgesteld die de materiaalstromen in de bouw- en sloopsector in de MRA in kaart brengt. Kansrijke substromen met een substantiële omvang en een hoge potentiële waarde zijn daarna verder onderzocht. Het betreft de materiaalstromen hout, isolatiemateriaal, gipsplaten en bitumen. Uit deze analyse is naar voren gekomen dat hoewel vervuilende fracties als keramiek, bitumen, isolatiemateriaal en gips maar circa 10% van de totale hoeveelheid bouw- en sloopafval vormen, ze toch maar liefst 51% van de totale waarde representeren. Doordat deze kansrijke materiaalstromen nog gedeeltelijk laagwaardig worden verwerkt ('downcycling'), gaat naar schatting €34 miljoen verloren. Voor hout geldt dat het ook ongeveer 10% van de totale massa bouw- en sloopafval representeert, maar wel gelijk staat aan 30% van de totale waarde van materialen die verwerkt worden na de sloop. Ongeveer 54% van deze reststroom hout wordt nu nog veelal verbrand of gestort: een potentieel verlies van €111,000,000 per jaar. Uit deze fase van het onderzoek blijkt dat het apart opvangen en hoogwaardig hergebruiken of recyclen van deze kansrijke materiaalstromen een potentiële goudmijn is.

Gevonden oplossingen voor benutten van de substromen

Om de potentiële waarde van de geselecteerde reststromen beter te benutten is vervolgens gezocht naar mogelijke oplossingen voor het oogsten bij de bron van deze stromen en alternatieven voor de huidige laagwaardige verwerkingsmethodieken. In totaal zijn in het onderzoek 14 oplossingsrichtingen aangedragen, waarvan een aantal veel potentie hebben. Zo levert selectief slopen grotere volumes schone monostromen op die meer waard zijn dan vervuilde, gemengde reststromen, omdat ze hoogwaardig verwerkt kunnen worden. Voor hout vormen de verwerking tot spaanplaat en direct hergebruik veelbelovende oplossingen voor hoogwaardige verwaarding. Ook voor bitumen en isolatiemateriaal is gevonden dat het één-op-één recyclen van deze materialen mogelijk is. Gebruikte gipsplaten kunnen met primaire materialen worden verwerkt tot nieuwe gipsplaten die direct kunnen worden gebruikt in de bouw of renovatie.

De belangrijkste conclusies van de werksessie ketenpartners substromen bouw & sloop

In een eerste werksessie met belangrijke ketenpartners, waaronder bouw- en sloopbedrijven, afvalinzamelaars en afvalverwerkers is de haalbaarheid van de verschillende oplossingen besproken. Uit de werksessie is gebleken dat bronscheiding inderdaad als een veelbelovende oplossing voor het apart inzamelen van waardevolle reststromen wordt gezien. Hoge arbeidskosten en het gebrek aan ruimte en tijd op sloopplaatsen worden echter als belangrijke barrières voor oogsten bij de bron bestempeld. Voor de reststroom hout bestaat onder ketenpartners veel enthousiasme voor direct hergebruik of de verwerking tot spaanplaat, hoewel daarvoor momenteel nog te weinig hoogwaardig houtafval beschikbaar is. Het hoogwaardig verwerken van bitumen blijkt vooralsnog praktisch en kostentechnisch niet haalbaar te zijn door de technologie die nodig is voor het verwijderen en zuiveren van bitumen. Deze casus is dan ook afgefallen. Voor het recyclen of hergebruiken van isolatiemateriaal is wel technologie beschikbaar in Nederland. Perverse prijsprikkels maken dat isolatiemateriaal nog niet op grote schaal hoogwaardig wordt verwerkt, maar door de groeiende vraag naar dit materiaal zit er volgens ketenpartners wel veel potentie in deze casus. De toenemende vraag naar gipsplaten maakt dat ook het verwerken van gebruikte gipsplaten tot circulaire gipsplaten een casus is met veel potentie. Voor alle waardevolle reststromen geven ketenpartners echter aan dat aparte inzameling van deze reststromen essentieel is om hoogwaardige verwerking mogelijk te maken. Met een rekenmodel, waarmee de veelbelovende oplossingen kunnen worden doorberekend in business cases, is de haalbaarheid van de verschillende oplossingen vervolgens beter inzichtelijk gemaakt.

Voor de reststroom hout bestaat onder ketenpartners veel enthousiasme voor direct hergebruik, hoewel daarvoor momenteel nog te weinig hoogwaardig houtafval beschikbaar is. Het hoogwaardig verwerken van bitumen blijkt vooralsnog praktisch en kostentechnisch niet haalbaar te zijn door de technologie die nodig is voor het verwijderen en zuiveren van bitumen. Deze casus is dan ook afgefallen. Voor het recyclen of hergebruiken van isolatiemateriaal is wel technologie beschikbaar in Nederland. Perverse prijsprikkels maken dat isolatiemateriaal nog niet op grote schaal hoogwaardig wordt verwerkt, maar door de groeiende vraag naar dit materiaal zit er volgens ketenpartners wel veel potentie in deze casus. De toenemende vraag naar gipsplaten maakt dat ook het verwerken van gebruikte gipsplaten tot circulaire gipsplaten een casus is met veel potentie. Voor alle waardevolle reststromen geven ketenpartners echter aan dat aparte inzameling van deze reststromen essentieel is om hoogwaardige verwerking mogelijk te maken. Na afloop van de werksessie met de ketenpartners is begonnen met een eerste doorberekening van de meest veelbelovende oplossingen in business cases dmv van het rekenmodel. Hiermee is de haalbaarheid van de verschillende oplossingen beter inzichtelijk gemaakt.

De belangrijkste conclusies rond de analyse van business cases bouw & sloop

In een tweede werksessie is het rekenmodel gepresenteerd en zijn de business cases wederom uitvoerig besproken met belangrijke ketenpartners. Er is toen geconcludeerd dat er niet genoeg informatie beschikbaar is om alle business cases volledig door te rekenen. Tijdens de sessie gaven de ketenpartners aan dat ze wel interesse hebben in ketensamenwerkingen, doch blijkt het moeilijk voor de partners zich concreet te committeren. De rol van een regisserende overheid tussen marktpartijen sluit mogelijk niet aan bij de behoefte van de commerciële activiteiten die in de keten al plaats vinden of nog ontwikkeld kunnen worden. Vervolgens is er gekozen om aan de ketenpartners te vragen welke instrumenten zij nodig achten om in het vervolgtraject aan de slag te kunnen gaan met het uitvoeren van de business cases. Uit deze werksessie is opnieuw gebleken dat ketenpartners veel potentie zien in het oogsten bij de bron van waardevolle reststromen en het hoogwaardiger verwerken van deze reststromen op verschillende manieren. Er bestaat veel enthousiasme om gezamenlijk aan de slag te gaan met een aantal circulaire verdienmodellen. In de verschillende ketens bestaan echter nog een aantal belemmeringen: zo is er weinig inzicht in vrijkomende materiaalstromen, is er vaak onvoldoende volume van waardevolle reststromen beschikbaar om hoogwaardige verwerking op significante schaal mogelijk te maken, en maken perverse prijsprikkels dat hoogwaardige verwerking van reststromen vooralsnog vaak onrendabel is. Met het oog op deze belemmeringen hebben de ketenpartners uiteenlopende oplossingen en gewenste instrumenten voor de vervolgfase aangedragen. Hieruit zijn concrete aanbevelingen voor het vervolgtraject en verschillende handelingsperspectieven voor de MRA afgeleid, waarmee de gemeenten binnen de MRA aan de slag kunnen gaan om de transitie naar circulaire bouw en sloop in de regio te ondersteunen (Zie appendix I). Eén belangrijk advies aan de MRA is om in het vervolgtraject in te zetten op het ontwikkelen van pilotprojecten, bijvoorbeeld op het gebied van selectief en circulair slopen. Daarbij is het goed regelen van distributie en retourlogistiek binnen de metropoolregio (eventueel middels het oprichten van een of meer bouwdepot waar secundaire materialen tijdelijk kunnen worden opgeslagen). Daarnaast wordt de MRA geadviseerd data over bouw- en sloopprojecten en de vrijkomende materialen op projectniveau te ontsluiten om zo vraag en aanbod naar vrijkomende materiaalstromen bij elkaar te brengen.

DE MRA ALS EEN CIRCULAIRE GRONDSTOFFEN HUB

Database: bouw- en sloopafval in de MRA gekwantificeerd

Database

Ten grondslag aan de ontwikkeling van business cases met betrekking tot circulaire waarde creatie ligt een kwantitatieve onderbouwing van de hoeveelheid bouw- en sloopafval in de Metropoolregio Amsterdam. Deze sectie beslaat een korte uiteenzetting van de gebruikte methodes om tot deze onderbouwing te komen.

Scope van het onderzoek

De geografische scope van dit onderzoek omvat de Metropoolregio Amsterdam (alle 33 gemeenten). Uit eerder onderzoek van Metabolic in samenwerking met SGS Search, zoals deze [urban mining rapporten](#) voor Amersfoort en 10 Utrechtse gemeenten, blijkt dat de grootste fracties bouw- en sloopafval de volgende substromen bevatten: Zand & Gravel, Beton, Baksteen, Steen, Keramiek, Glas, Gips, Staal & IJzer, Koper, Andere Metalen, Hout, Papier, Kunststoffen, Bitumen en Isolatie. Dit zijn dan ook de materiaalstromen die binnen de materiaalscope van het onderzoek vallen.

Om inzicht te verschaffen in de grootheden van deze substromen langs de gehele keten, van productie, tot gebruik, tot verwerking zijn deze substromen langs de materiaalketen gekwantificeerd. De keten omvat de stappen: 1. materiaal input (Nieuwbouw), 2. Voorraad, 3. Renovatie, 4. Sloop, 5. Verwerking, 6. Downcycling, 7. Recycling, 8. Niet herbruikbaar en 9. Niet ingezameld of niet traceerbaar (ketenscope).

Onderzoeksmethodiek:

Om de verschillende substromen per ketenstap in beeld te brengen zijn de volgende methodes en berekeningen toegepast.

Allereerst is er uit CBS een onderscheid gemaakt tussen de 'voorraad woningen' en 'niet-woningen' (2017) per gemeente. Conform onze ketenscope classificeert CBS de 'voorraad woningen' en 'niet-woningen' in Nieuwbouw, Eindstand Voorraad, Renovatie en Sloop. Een gemiddelde van het oppervlakte deze gebouwtypen is gebruikt en vermenigvuldigd met materiaal specifieke kengetallen uit het [urban mining rapport](#) om de substromen per gemeente te kwantificeren langs de keten. Dit is gedaan door een aggregatie te maken van de gebouwtypen: Vrijstaande woning, Rij-woning, 2-onder-1 kap woning, Appartement in het cluster 'voorraad woningen' en, Kantoor groot en Overige utiliteit (hotel) in het cluster 'niet-woningen'.

In een iteratief proces is de database vervolgens verrijkt met interviews met verschillende bedrijven en verwerkers in de keten, en deskresearch.

Waarde

Om de (virgin) waarde van de bouwmaterialen te bepalen zijn diverse groothandels en speciaalzaken benaderd alsmede deskresearch uitgevoerd. De secundaire waarde van deze materialen bleek niet nauwkeurig te bepalen wegens gebrek aan informatie omtrent het hergebruik van materialen. Om deze reden is voor de berekeningen gebruik gemaakt van primaire (nieuw)waarde.

Milieu impact

Om de milieu impact van de bouwmaterialen te bepalen is de EcolInvent (versie 3.4) database gebruikt. EcolInvent is een veelgebruikte database waarin de milieu impact van duizenden industriële processen is bepaald. Per proces bestaan rond de 750 milieu impact categorieën. Voor dit onderzoek is gekeken naar de 10 belangrijkste categorieën, zoals omschreven door de CML-baseline methode. Om de milieu impact van materialen te bepalen is gekeken naar het gehele proces van extractie, mogelijke verwerking en transport. Vervolgens is de milieu impact genormaliseerd om de verschillende categorieën met elkaar te kunnen vergelijken.

Keuze substromen

Aan de hand van deze data zijn er 15 substromen geïdentificeerd op basis van het relatieve gewicht en de potentiële waarde van de materialen. Deze 15 substromen zijn verder onderzocht op basis van interviews, stakeholdersessies en verdere datavalidatie. In onderstaand overzicht staan de belangrijkste bevindingen van per substroom:

- **Volume:** de hoeveelheid beschikbaar materiaal in de MRA. In tonnage en als % het totaal van bouw- en sloopafval.
- **Waarde:** de financiële waarde van de materialen. In euro en als % van de totale waarde van e-waste.
- **Impact:** de milieu impact relatief aan de milieu impact van alle e-waste.
- **Keten:** het aantal keer dat deze stroom als 'potentieel interessant' is aangemerkt door stakeholders in de keten

Stroom	Volume		Waarde		Impact		Keten
	ton	%	€	%	%	#	
Zand & Gravel	151,738	10.5%	€1,125,896	0.2%	0.02%	3	
Beton	691,068	47.6%	€30,144,386	4.4%	0.09%	8	
Baksteen	121,950	8.4%	€18,014,454	2.6%	0.27%	1	
Steen	108,823	7.5%	€4,051,480	0.6%	0.92%	0	
Keramiek	6,924	0.5%	€5,196,047	0.8%	2.40%	1	
Glas	4,894	0.3%	€215,336	0.0%	1.65%	1	
Gips	33,452	2.3%	€12,932,543	1.9%	0.52%	4	
Staal & IJzer	27,904	1.9%	€29,417,513	4.3%	3.14%	0	
Koper	2,800	0.2%	€16,101,392	2.3%	55.43%	0	
Andere Metalen	3,561	0.2%	€7,003,712	1.0%	19.60%	0	
Hout	143,418	9.9%	€206,091,666	29.9%	3.56%	5	
Papier	49,215	3.4%	€4,921,500	0.7%	6.72%	0	
Kunststoffen	4,182	0.3%	€4,600,200	0.7%	0.60%	3	
Bitumen	50,324	3.5%	€12,581,000	1.8%	3.21%	6	
Isolatie	50,268	3.5%	€336,587,152	48.9%	1.86%	4	

Casus: Scheiden vervuilende fracties

Waarde: €355 mln. (51.4%)
Volume: 140,968 ton (9.9%)

Casus: Gips recycleren tot gipsplaat

Waarde: €13 mln. (1.9%)
Volume: 33,452 ton (2.3%)

Casus: Van hout weer 'hout' maken

Waarde: €206 mln. (29.9%)
Volume: 143.418 ton (9.9%)

Casus: Dak voor dak

Waarde: €13 mln. (1.8%)
Volume: 50,324 ton (3.5%)

Casus: Isolatie hoogwaardig hergebruiken

Waarde: €337 mln. (48.9%)
Volume: 50,268 ton (3.5%)

AAN DE SLAG MET DE ONDERZOEKSDATA!

Middels de openbare database is dus niet alleen te zien hoe groot de massa en het volume van verschillende materiaalstromen in de bouwketen zijn, maar valt daaraan bovendien een economische én ecologische waarde toe te kennen. Daarmee wordt voor iedereen zichtbaar hoe groot de financiële potentie is wanneer op deze stromen een circulair verdienmodel zou worden toegepast. Om te zorgen dat deze informatie breed toegankelijk is, is de database met daarin de resultaten van het onderzoek openbaar gemaakt en online gezet.

DATABASE

We nodigen ketenpartners (zowel betrokken bedrijven als overheden) van harte uit niet alleen kennis te nemen van deze informatie, maar deze ook te verrijken en verbeteren met aanvullende data wanneer zij deze tot hun beschikking hebben. Samen kunnen we op die manier zorgen dat de circulaire potentie van bouw- en sloopafval en e-waste in de MRA op waarde wordt geschat!

Openbaar rekenmodel bouw en sloopafval en wat kan je er mee?

Aan de hand van de gecollecteerde informatie is een rekenmodel per casus opgemaakt en ingevuld. Het rekenmodel is 'activity-based' opgesteld zowel horizontaal over de keten als verticaal per soort activiteit in deze stap in de keten. Zo wordt het overzichtelijk op welke plekken in de keten de meeste veranderingen plaatsvinden met bijbehorende kosten en eventuele investeringen. Zo kan het zijn dat om een hogere waarde aan het einde van de keten te realiseren, er investeringen nodig zijn in het begin van de keten. De uiteindelijke potentiële waarde van de reststroom wordt zichtbaar. Met deze ketenaanpak kunnen we sleutelen om te kijken hoeveel volume er minimaal benut moet worden om het rendabel te maken door de keten heen.

In het model wordt per stap in de keten onderscheid gemaakt tussen: variabele kosten, vaste kosten, investeringen en verwerkingspercentages. Met deze uitgangspunten wordt een break-even volume berekend dat vergeleken wordt met het beschikbare volume in de MRA regio. Voor een deel van de informatie zijn er aannames gedaan en in het rekenmodel maken we onderscheid in drie verschillende data varianten:

Groen: De informatie die komt vanuit de stakeholders (sessie 11 september)

Paars: Er is een bron en bronvermelding staat in tablad 'variables'

Geel: Betreft aannames

Met behulp van deze ketenbrede blik op een gezamenlijk business model, kunnen scenario's verkend worden. Zo biedt het rekenmodel inzicht in:

- **Break-even volume voor een bepaald product met bijbehorende verwerkingstechniek.**
- **Benodigde volumes per stap in de keten, om uiteindelijk tot een bepaald volume eindproduct te komen.**
- **De kostenopbouw van een eindproduct, door investeringen en kosten per stap in de keten in kaart te brengen (activity-based).**
- **Opbrengsten en kosten van reststromen door verlies in de keten in kaart.**
- **Vergelijkingen van verwerkingstechnieken voor reststromen.**

Feedback en/of input op database & rekenmodel

We willen u wel vragen om, wanneer u wijzigingen in de online database en/of rekenmodel aanbrengt zowel Metabolic en DR2 New Economy op de hoogte te stellen van deze wijzigingen, en ze te markeren in de online database. Zo houden wij de regie en controle op de kwaliteit en accuraatheid van de informatie die in de database wordt opgenomen.

U kunt mailen naar Martijn Kamps (martijn@metabolic.nl) en Pepijn Duijvestein (pepijn@dr2neweconomy.com).

Niet alle stromen die als interessant naar voren komen zijn interessant om in dit onderzoek verder uit te werken. Zo is er bijvoorbeeld al veel aandacht voor de stromen: beton (groot volume), koper en andere metalen (hoge waarde). Relatief zijn er voor deze stromen veel partijen en verwerkingsprocessen aanwezig in de MRA. Dit onderzoek richt zich op kansrijke stromen waarvoor nog geen constante en lokale verwerking is. Op basis van deze inzichten zijn de volgende stromen geïdentificeerd en verwerkt in casussen: Keramiek, gips, hout, bitumen en isolatie. Verder in dit rapport leest u een uitgebreidere argumentatie voor de keuze voor deze stromen en de bijbehorende casussen.

Business case

Na identificatie van de belangrijkste substromen worden deze uitgewerkt en doorgerekend in een business case. Deze business cases zijn gevalideerd met stakeholders uit de keten.

SUBSTROMEN BOUW

APART INZAMELEN BELANGRIJKE FRACTIES	11
HOUT	16
ISOLATIE	20
BITUMEN	24
GIPS	27

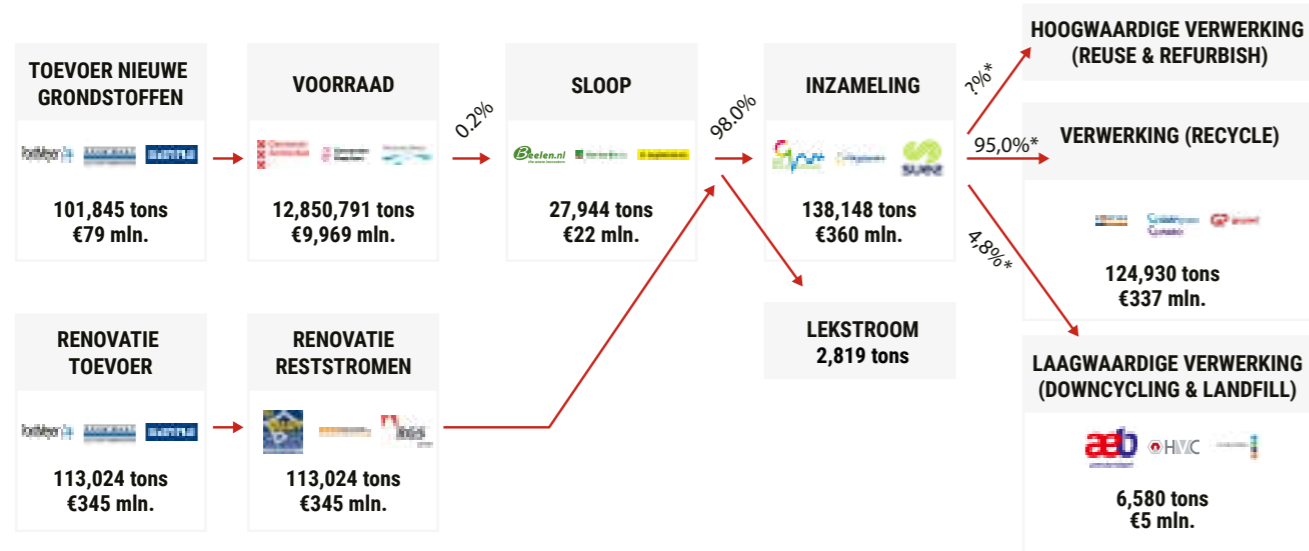
APART INZAMELEN BELANGRIJKE FRACTIES

Analyse keten en partners

RENOVATIE & SLOOP	INZAMELING & VERWERKING	INZAMELING	INZAMELING & LOGISTIEK	VERWERKING	VERBRANDING	STORT	KANSEN
<p>Ruimte voor verschillende containers op de bouwplaats is beperkt.</p> <p>E-waste gaat verloren tijdens de sloop: o. a. armaturen, technische onderdelen etc.</p>	<p>Grote consistente fracties missen: deze zijn nodig voor hoogwaardige verwaarding.</p> <p>Problematische stromen zoals asbest, dakleer (bitumen), gips vervuilen overige stromen.</p> <p>Hout: er wordt te weinig A/B/C hout apart ingezameld.</p>	<p>Logistiek rondom inzameling is moeilijk voor de kleine aannemerij, schaal en samenwerking is nodig.</p>	<p>Veel waardevolle fracties eindigen in het puin.</p> <p>Logistiek is een uitdaging: opslag is duur en een vergunning krijgen moeilijk, terwijl een 'just in time' planning lastig te realiseren is.</p>	<p>Hout: Trespas en MDF zijn niet recyclebaar, en worden verbrand.</p> <p>Bitumen vormt een grote stroom met weinig verwerkingsmogelijkheden. Milieuschadigende PAKS (inmiddels verboden) blijft vrijkomen. Benodigde kosten onderzoek hoog.</p>	<p>Veel onnodige sporen van hout, piepschuim, glas, kunststof, zand, isolatiemateriaal, gips en steenwol in residu van verbrandingsovens.</p>	<p>Keramiiek. Wordt mengpuin. Sulfaat-houdende lijm schadelijk.</p> <p>Gips: sommige gipsplaten worden gestort.</p>	<p>Bronscheiding verbeteren.</p> <p>Continuïteit van beleid/stromen: is een must voor business / investeringen.</p> <p>Buffer locaties voor materialen.</p> <p>Logistiek. Kansen voor schaalgrootte door samenwerking en slimme matching. Mogelijkheid van transport over het water of het langer plaatsen van bulkschepen in het stedelijke gebied.</p> <p>Samenwerking tussen privaat & publiek: AEB / Afvalzorg nog meer samenwerken met commerciële partijen.</p> <p>Hoogwaardig hergebruik: materialen & producten demonteren en apart inzamelen, zoals kozijnen, ramen, deuren, tussenwanden, verlichtingsarmaturen, gips, plafond platen, isolatie etc. Hoogwaardige verwerking biedt ook kansen voor werkgelegenheid.</p>

TOT STAND KOMEN VAN DE CASUS BRONSCHIEDING KERAMIEK, BITUMEN, ISOLATIE, GIPS

Maar 10% van het totale volume behelst de meest 'vervuilende' stromen zoals: Keramiek, Bitumen, Isolatie, C-Hout en E-waste, deze bevatten wel 53% van de totale waarde. Deze vervuilende stromen zorgen voor complicaties voor het juist verwerken van de grote stromen zoals o.a. Hout en Beton, welke 60% van de totale volume bevatten en 25% van de waarde. Hierdoor belanden veel waardevolle en goed recyclebare grondstoffen in het puin, dat nu veelal benut wordt als laagwaardige basis onder snelwegen. Het logistiek apart afvangen van deze vervuilende stromen is het doel van deze casus.



Aantallen zijn per jaar binnen het MRA gebied. De genoemde bedragen zijn gebaseerd op de waarde van de virgin grondstoffen in deze stromen. Genoemde organisaties zijn voorbeelden binnen het MRA gebied.

* Dit recyclepercentage komt uit het datamodel. Hierin is het waardeniveau van recycling niet meegenomen. Tijdens interviews met stakeholders zijn meerdere malen kansen voor hogere verwaarding genoemd.



DATABASE RESTSTROMEN MRA

Metabolic en DR2 New Economy hebben een model ontwikkeld waarmee de potentie van de materiaalstromen zowel voor de bouwketen als voor e-waste kunnen worden ingeschat, voor de MRA als geheel en voor individuele gemeenten. Om dit model blijvend te kunnen verfijnen en verbeteren, is het open-source beschikbaar gesteld, en zijn bedrijven en overheden in staat gesteld het model zelfstandig te bewerken en bekijken. Het economische perspectief van de verschillende stromen wordt hier duidelijk zichtbaar.

Heb je opmerking, feedback of wil je de data gebruiken om eigen berekeningen te maken? Voel je vrij en mail aub naar pepijn@dr2neweconomy.com en gerardoemers@metabolic.nl.

DATABASE

GEVONDEN OPLOSSINGEN VOOR BRONSCHIEDING VAN: KERAMIEK, BITUMEN, ISOLATIE, GIPS:

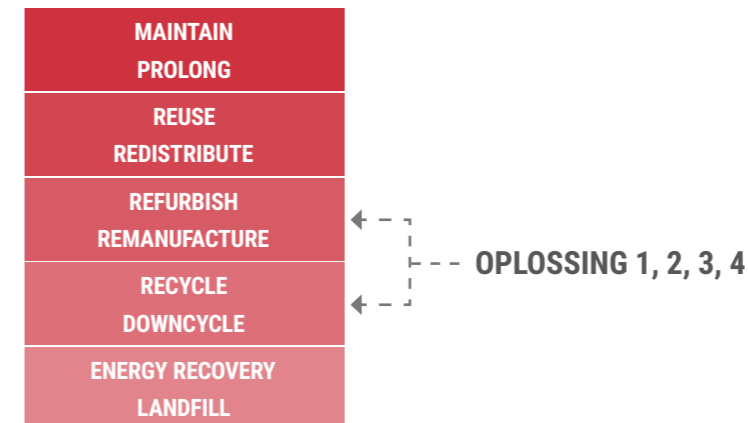
Het is belangrijk om te weten met welke stromen we nieuwe haalbare business cases kunnen creëren en zo kunnen bijdragen aan de doelstelling van de MRA. Hiervoor zijn een aantal oplossingen in kaart gebracht die interessant zijn om door te berekenen in een business case en tijdens de werksessie met ketenpartners zijn besproken.

	OPLOSSING 1	OPLOSSING 2	OPLOSSING 3	OPLOSSING 4
	Bronschieding is oogsten	Sloop adviseurs & scouters, 'jutters'	Aparte ophaaldienst waardevolle grondstoffen	Marktplaats herbruikbare grondstoffen
Omschrijving	Scheiden op locatie, waar vaak maar 1 enkele container past. Voorbeelden: aparte zakken of container met compartimenten.	Grondstoffen experts op locatie voor de sloop. Voorbeelden: adviseurs sloop, markeren van grondstoffen.	Heeft een relatie met oplossing 1 en 2. De focus is een aparte ophaaldienst voor de waardevolle fracties met een kleine volume.	Koppelen van vraag en aanbod van secundaire materialen voordat de sloop start. Voorbeelden: isolatiemateriaal, kabelgoten.
Verwerking	Creëert meer volume voor reuse en recycle.	Creëert meer volume voor reuse en recycle.	Creëert meer volume voor reuse en recycle.	Creëert meer volume voor reuse en recycle.
Voorbeelden	BRL-SVMS-007 Rockcycle	BRL-SVMS-007 Suez	Lastmile oplossingen	Excess Materials Exchange New Horizon Urban Mining Demolition traders Kruiswijk Remij
Mogelijke business modellen	Schone fracties zijn meer waard.	Schone fracties zijn meer waard.	Schone fracties zijn meer waard.	Handel in secundaire materialen.
Markt potentie	Secundaire grondstoffen worden steeds betaalbaarder vs. virgin die steeds duurder worden.	Secundaire grondstoffen worden steeds betaalbaarder vs. virgin die steeds duurder worden.	Secundaire grondstoffen worden steeds betaalbaarder vs. virgin die steeds duurder worden.	Circulair bouwen wordt de norm.
Kosten en investeringen	Laag	Laag	Laag	Laag

WERKSESSIE (11 SEPTEMBER JONGSTLEDEN)

Bevindingen

- In dit stadium loont nascheiden meer dan bronscheiden omdat bronscheiden relatief duur is (zeer arbeidsintensief). Bronscheiden levert wel hoogwaardigere reststromen, en biedt dus potentie.
- Bij sloopprojecten die geschikt zijn voor 'zorgvuldige sloop' en bronscheiden moet actief worden gezocht naar innovatieve sloopbedrijven die hier ervaring mee hebben.
- De sector kan inzetten op demontabel bouwen om zorgvuldige sloop en bronscheiding in de toekomst beter mogelijk te maken.
- Daarnaast is het van groot belang dat er data beschikbaar komt van de vrijkomende materiaalstromen, op projectniveau, om te zorgen dat deze specifiek fracties beter worden ontsloten.



Bronscheiden (1)

Bronscheiding is veelbelovend omdat monostromen meer waard zijn en hoogwaardiger kunnen worden hergebruikt. Bronscheiding vergt echter een flinke investering en is nu nog niet rendabel. Een belasting op 'nieuwe' grondstoffen in de bouw en het stellen van eisen aan hoogwaardig hergebruik van reststromen zouden bronscheiding stimuleren. Als er in de toekomst eisen worden gesteld omtrent demontabel bouwen wordt bronscheiding beter mogelijk.

● Potentie ● Commitment

Sloopadviseurs (2)

Ook is er bij bronscheiding meer tijd nodig voor sloopwerkzaamheden, omdat er 'zorgvuldig' gesloopt moet worden. Verder is ruimte nodig op een slooplocatie om bronscheiding mogelijk te maken, zo zijn meerdere containers nodig. Oplossing 2 hoort onderdeel te zijn van oplossing 1, bronscheiden op locatie is bijna onmogelijk zonder aanwezigheid van een expert die een inventarisatie kan maken van welke reststromen vrijkomen en hoogwaardig gescheiden moeten worden.

● Potentie ● Commitment

Ophaaldienst (3)

Hoewel de noodzaak tot het goed organiseren van (retour)logistiek wordt onderkend, blijkt in de sessie dat bij de ketenpartners geen energie is voor het apart oppakken van deze oplossingsrichting. Het zal wel altijd onderdeel moeten zijn van een grotere oplossing, en worden gecombineerd met andere oplossingsrichtingen.

● Potentie ● Commitment

Marktplaats (4)

Hier zit bij alle aanwezige partijen een duidelijke behoefte: er valt een wereld te winnen met het matchen van vraag en aanbod. Wel heerst de zorg dat hiervoor niet parallel verschillende systemen dienen te worden opgezet, maar dat samen moet worden gewerkt aan het ontsluiten en beheren van de data over vrijkomende en benodigde materiaalstromen.

● Potentie ● Commitment

Nascheiden

Dit is in feite de status quo en hoewel er vanuit sommige inzamelaars en verwerkers veel energie is voor het verder ontwikkelen en verbeteren van deze processen, wordt door een groot aantal andere spelers in de keten aangegeven dat nascheiding doorgaans resulteert in downcycling en het verlies van waarde en materialen. Wel wordt onderkend dat in een transitieperiode verdere optimalisatie en verbetering van nascheiding van waarde kan zijn.

● Potentie ● Commitment

Lees hier de volledige samenvatting van de werksessie: [Link rekenmodel business case en oplossingen:](#)

SAMENVATTING WERKSESSIE

REKENMODEL

De uitwerking van het rekenmodel vergt bij deze casus verdere integratie met de andere casussen, omdat deze casus zich richt op het scheiden van verschillende stromen en niet op de verwerking van deze stromen. Acceptabele kosten hangen sterk af van de waarde van het eindproduct. De kosten voor bronscheiding zijn in het begin van de keten hoger, waardoor schonere stromen uiteindelijk hoogwaardiger verwerkt kunnen worden. Bij een marktplaats voor direct hergebruik bouwproducten zijn de kosten door de keten heen nog hoger, omdat er meer menswerk nodig is (de)montage en verwerking. De potentiële waarde van deze producten is vele malen hoger dan de grondstofwaarde, waardoor deze oplossing kansrijk lijkt. Door betere scheiding aan de bron vergroten we de hoeveelheid onvervulde reststromen waardoor oplossingen en business cases verderop in de keten mogelijk worden.

WERKSESSIE BUSINESS CASES

Bevindingen:

BEVINDINGEN	RENOVATIE	SLOOP	INZAMELING	PRE-PROCESS /SORTEREN	VERWERKING	PRODUCTIE	ENERGIETE-RUGWINNING	STORT
Focus op scheiding bij de bron nodig voor hoogwaardige verwerking en voorkomen vervuiling	×	×						
Machinale scheiding is kansrijk, maar extra innovaties zijn benodigd voor hoogwaardige verwerking				×				
Overschotten van B-hout, aluminium en staal drukken de marktprijs, waardoor storten goedkoper blijft								×
Virgin gips is goedkoper en makkelijker te verwerken dan secundair materiaal						×		
Constante reststromen zijn cruciaal voor recycling en productie						×		
Financiële prikkels nodig bij stromen die een negatieve waarde hebben en alleen kosten opleveren						×		
Producentenverantwoordelijkheid rondom demontabel bouwen zorgt voor betere potentiële verwerking in de toekomst						×		
Tijd en (financiële) ruimte zijn nodig voor effectief bronscheiden	×	×						

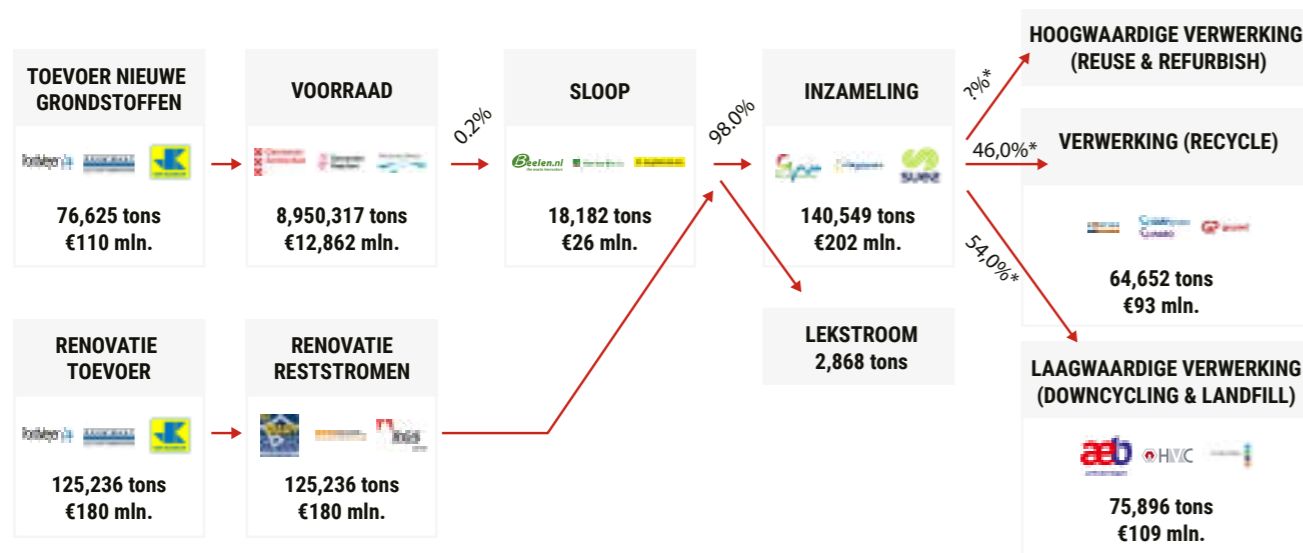
HOUT

Analyse keten en partners

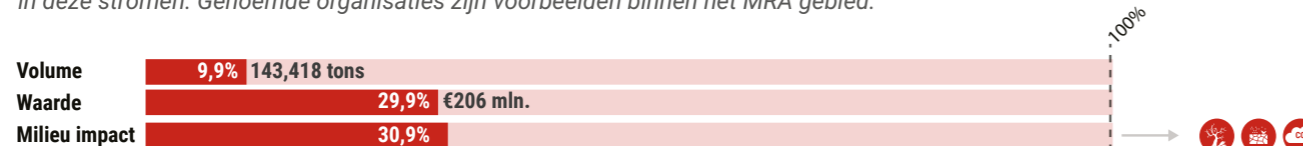


TOT STAND KOMEN VAN DE CASUS HOUT

Er zijn drie categorieën hout: A-hout, B-Hout en C-hout. A-hout is onbehandeld en heeft de hoogste waarde. B-hout is geveerd, gelakt en of verlijmd. C-hout is geïmpregneerd of verduurzaamd hout. Verduurzaamd hout klinkt milieuvriendelijk, maar is dat zeker niet. C-hout is behandeld met stoffen die schadelijk zijn voor mens en milieu zoals: koper-, chroom- en arseenverbindingen. A en B-Hout zijn goed te hergebruiken en recycelen tot hout-fabrikaten/oplossingen in de bouw. Nu wordt A en B-Hout vaak laagwaardig herbruikt tot pallets of wordt het bijgestookt als 'biomassa' in de energieopwekking. C-hout is niet recyclebaar en kan alleen gebruikt worden om energie uit terug te winnen, en dan alleen in speciale installaties die de giftige stoffen kunnen opvangen. Sommige pallets zijn van C-hout gemaakt. Bij deze casus gaan we kijken welke mogelijkheden zijn om 1 op 1 hout te herbruiken en recycelen to balken, platen en andere nieuwe producten.



Aantallen zijn per jaar binnen het MRA gebied. De genoemde bedragen zijn gebaseerd op de waarde van de virgin grondstoffen in deze stromen. Genoemde organisaties zijn voorbeelden binnen het MRA gebied.



DATABASE ALGEMEEN

Metabolic en DR2 New Economy hebben een model ontwikkeld waarmee de potentie van de materiaalstromen zowel voor de bouwketen als voor e-waste kunnen worden ingeschat, voor de MRA als geheel en voor individuele gemeenten. Om dit model blijvend te kunnen verfijnen en verbeteren, is het open-source beschikbaar gesteld, en zijn bedrijven en overheden in staat gesteld het model zelfstandig te bewerken en bekijken. Het economische perspectief van de verschillende stromen wordt hier duidelijk zichtbaar.

Heb je opmerking, feedback of wil je de data gebruiken om eigen berekeningen te maken? Voel je vrij en mail aub naar pepijn@dr2neweconomy.com en gerardroemers@metabolic.nl.

DATABASE

GEVONDEN OPLOSSINGEN HOUT

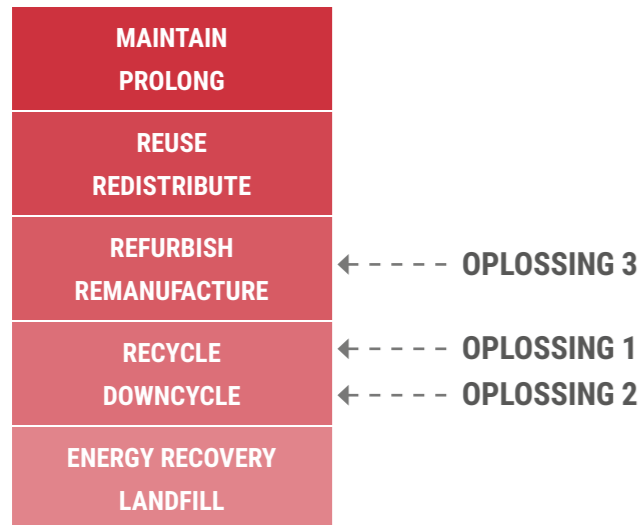
Het is belangrijk om te weten met welke stromen we nieuwe haalbare business case kunnen creëren en zo bijdragen aan de doelstelling van de MRA. Hiervoor zijn een aantal oplossingen in kaart gebracht die interessant zijn om door te berekenen in een business case en tijdens de werksessie partners substromen besproken.

	OPLOSSING 1	OPLOSSING 2	OPLOSSING 3
	Verwerking tot spaanplaat	Vezels opnieuw toepassen	Hout hergebruik
Omschrijving	B-hout: Verwerken tot hoogwaardig OSB en spaanplaat.	B-hout: Vezels scheiden en opnieuw toepassen in bv. kleding, stof, Hout-Kunststof-Composiet, isolatie, composieten.	A-hout en B-hout: Direct hergebruik van hout. Bv. Oude vloeren, balken, deuren.
Verwerking	Recycle	Recycle	Refurbish, remanufacture
Voorbeelden	Momenteel geen spaanplaatproductie in NL. Wel in: BE en DU Bv: Ecor	Gadero Gutex Hanse Groep Jacht Lenzing Swerea IVF	De Oude plank Replex
Mogelijke business modellen	Producten voor aannemerij en bouwmarkten.	Productie van vezels voor industrie.	Producten voor aannemerij en bouwmarkten.
Markt potentie	OSB en spaanplaat blijft belangrijk in bouw.	Stijgende aandacht voor duurzame kleding.	Stijgende vraag naar houten constructiedelen in de bouw en afwerking.
Kosten en investeringen	Medium	Hoog	Laag

WERKSESSIE (11 SEPTEMBER JONGSTLEDEN)

Bevindingen

- Hoogwaardiger hergebruik van hout biedt veel potentie, hierbij moet de MRA zich volgens de aanwezige partijen richten op een combinatie oplossing 1 en 3.
- Er zijn geen grote investeringen nodig om hout hoogwaardig te verwerken, en bovendien is er veel vraag naar gerecyclede houtproducten.
- Nu is er echter nog te weinig houtafval beschikbaar dat geschikt is voor hoogwaardig hergebruik door de subsidie op verbranding van biomassa en het feit dat houtafval vaak niet separaat wordt ingezameld.
- Volgens de aanwezige partijen moet er dus in ieder geval worden geïnvesteerd in separaat inzamelen en afvoeren van houtafval. Zeker gezien het feit dat deze reststroom in de toekomst zal toenemen door de enorme toename in nieuwbouw en verbouw in recente jaren.



Verwerking tot spaanplaat

Voor de fractie B-hout is als reststroom zeer geschikt voor verwerking tot spaanplaat. Daarbij is aparte inzameling een belangrijke voorwaarde, en moet vermenging met vervuilde stromen bouw- en sloopafval (waaronder C-Hout) ten alle tijden worden voorkomen. Het is van belang om het prijspeil van secundair en primair materiaal dichter bij elkaar te brengen als de business case voor circulair plaatmateriaal gesloten dient te worden.

● Potentie ● Commitment

Vezels opnieuw toepassen

Hoewel het winnen van vezels uit reststromen erkent wordt als mogelijke verwaardingsroute, is de commitment bij de aanwezige ketenpartners voor de overige oplossingsroutes groter. In buitenlandse markten (België en Duitsland) is wel een groeiende vraag naar houtvezels, maar dit zijn ook meteen de bestaande productielocaties. Scope voor uitbreiding lijkt gering.

● Potentie ● Commitment

Hout hergebruik

A hout is als fractie zeer geschikt is voor direct hergebruik. Er zijn al veel voorbeelden van direct hergebruik te bedenken, dit zijn echter vaak nog relatief kleinschalige initiatieven. Dit komt omdat er nu vaak onvoldoende hoogwaardig sloop hout beschikbaar is voor direct hergebruik. Belangrijk knelpunt hierbij is het feit dat 'zorgvuldig en circulair slopen' nog weinig voorkomt en houtafval niet wordt gescheiden van ander sloopafval, en dus niet in aanmerking komt voor hoogwaardig hergebruik. Dit in verband met hogere arbeidskosten ten opzichte van standaard sloopwerk.

● Potentie ● Commitment

Lees hier de volledige samenvatting van de werksessie: [Link rekenmodel business case en oplossingen:](#)

SAMENVATTING WERKSESSIE

REKENMODEL

Deelnemers aan de werksessie op 25 september gaven aan dat in de huidige situatie 97% van het hout ongescheiden aankomt bij de verwerkers. Dit percentage kan omlaag waardoor oplossingen voor hoogwaardige verwerking haalbaar worden. Met de ingevulde aannames lijkt de oplossing van spaanplaat productie rendabel op MRA niveau. 76-90% van het hout is niet bruikbaar voor spaanplaatproductie en kan gebruikt worden voor bijvoorbeeld energierugwinning. Het direct verwerken van hout als nieuw hout biedt grote kansen. De waarde van dit eindproduct ligt vele malen hoger dan snippers voor energierugwinning of spaanplaatproductie. Uit het rekenmodel blijkt wel dat de benodigde schaalgrootte voor de oplossing van direct hergebruik van hout groter is dan het MRA gebied. Dit komt door het kleine percentage dat met deze oplossing verwerkt kan worden. Uit het rekenmodel kunnen we concluderen dat een combinatie verwerkingstechnieken nodig is voor de hoogwaardige verwerking van hout in de MRA.

WERKSESSIE BUSINESS CASES

Bevindingen:

BEVINDINGEN	RENOVATIE	SLOOP	INZAMELING	PRE-PROCESS /SORTEREN	VERWERKING	PRODUCTIE	ENERGIETE- RUGWINNING	STORT
1. Subsidie op biomassa remt hoogwaardig hergebruik van B-hout. Kan gebruikt worden voor spaanplaat.							×	
2. Matchen van vraag en aanbod van circulaire materialen nodig. Transparantie. bouwkringloopwinkel.	×	×						
3. Inzicht in de bouw en sloop agenda en wat er bij gebouwen vrij kan komen.	×	×						
4. Bronscheiden essentieel voor hoogwaardige verwerking later in de keten, maar vergt meer tijd en (financiële) ruimte.	×	×						
5. Vervuiling van houtstromen bemoeilijkt hoogwaardige verwerking.				×	×	×		
6. Onduidelijkheid over wie verantwoordelijk is voor terugwinning materialen. Weinig kennis bij eigenaren gebouwen over sloop.	×	×						
7. Spaanplaat de meest kansrijke stroom volgens ketenpartners.						×		
8. Hoogste potentiële waarde in direct hergebruik hout.						×		

SAMENVATTING WERKSESSIE BUSINESS CASE

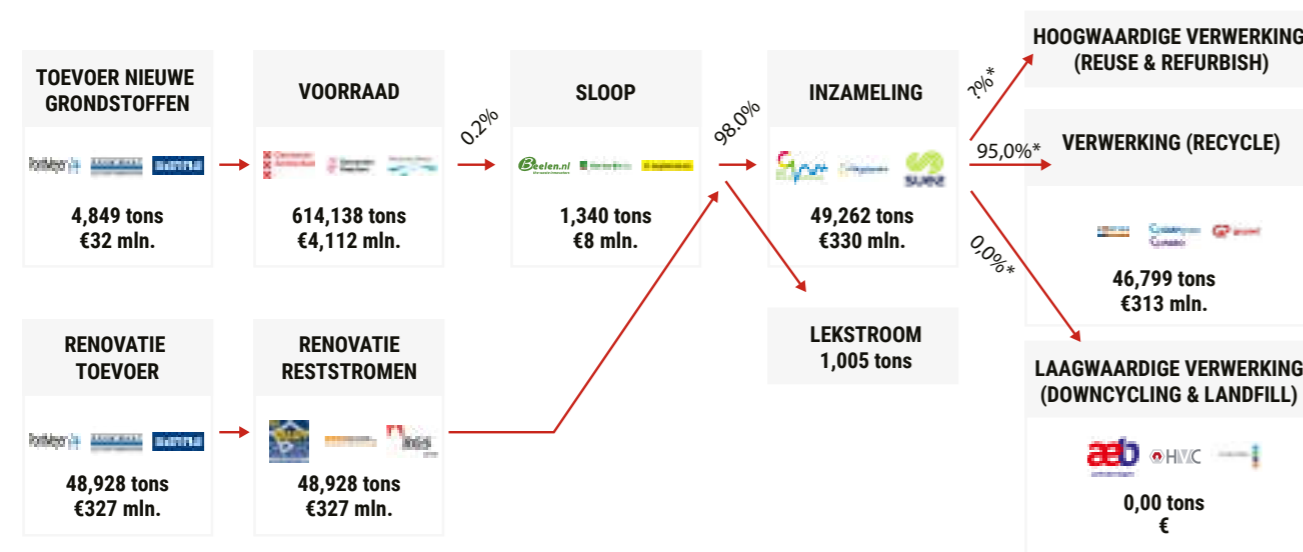
ISOLATIE

Analyse keten en partners



TOT STAND KOMEN VAN DE CASUS ISOLATIE

Isolatie is maar 3.5% van het volume en 49% van de potentiële waarde. Er zijn verschillende toepassingen voor het verwerken en recyclen van zowel glas- als steenwol. Hierbij is de toepassing waarbij direct opnieuw isolatie wordt gemaakt het meest waardevol. Bij deze casus is het doel om te kijken of 1 op 1 hergebruiken of het hoogwaardig verwaarden naar andere producten mogelijk is.



Aantallen zijn per jaar binnen het MRA gebied. De genoemde bedragen zijn gebaseerd op de waarde van de virgin grondstoffen in deze stromen. Genoemde organisaties zijn voorbeelden binnen het MRA gebied.

* Dit recyclepercentage komt uit het datamodel. Hierin is het waardeniveau van recycling niet meegenomen. Tijdens interviews met stakeholders zijn meerdere malen kansen voor hogere verwerking genoemd.



DATABASE ALGEMEEN

Metabolic en DR2 New Economy hebben een model ontwikkeld waarmee de potentie van de materiaalstromen zowel voor de bouwketen als voor e-waste kunnen worden ingeschat, voor de MRA als geheel en voor individuele gemeenten. Om dit model blijvend te kunnen verfijnen en verbeteren, is het open-source beschikbaar gesteld, en zijn bedrijven en overheden in staat gesteld het model zelfstandig te bewerken en bekijken. Het economische perspectief van de verschillende stromen wordt hier duidelijk zichtbaar.

Heb je opmerking, feedback of wil je de data gebruiken om eigen berekeningen te maken? Voel je vrij en mail aub naar pepijn@dr2neweconomy.com en gerardroemers@metabolic.nl.

DATABASE

GEVONDEN OPLOSSINGEN ISOLATIE

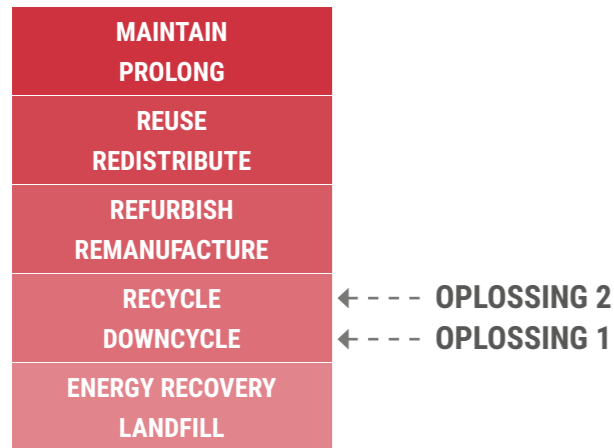
Het is belangrijk om te weten met welke stromen we nieuwe haalbare business cases kunnen creëren en zo kunnen bijdragen aan de doelstelling van de MRA. Hiervoor zijn een aantal oplossingen in kaart gebracht die interessant zijn om door te berekenen in een business case en tijdens de werksessie met ketenpartners zijn besproken.

	OPLOSSING 1	OPLOSSING 2
	Steenwol toepassen in baksteen	Isolatie-recycling
Omschrijving	In bakstenen kan 10% steenwol toegepast worden.	Steen- en glaswol isolatie een op een recyclen.
Verwerking	Recycle	Recycle
Voorbeelden		Paroc Rewool Rockwool
Mogelijke business modellen	Productie van product voor b2b en retail.	Producten voor aannemerij en bouwmarkten.
Markt potentie	Primaire grondstoffen bakstenen stijgen, bijmengen is mooi alternatief.	Blijvende stijgende vraag naar isolatiemateriaal in energietransitie.
Kosten en investeringen	Laag	Medium

WERKSESSIE (11 SEPTEMBER JONGSTLEDEN)

Bevindingen

- De technologie om isolatiemateriaal te recyclen of hergebruiken is beschikbaar in Nederland.
- Ook bij deze casus geldt echter dat een belangrijke voorwaarde voor hoogwaardig hergebruik betere inzameling (separaat scheiden) van isolatiemateriaal is. Dit is de eerste stap. Er zijn veel verschillende materiaalstromen en ieder van hen heeft een apart logistiek en verwerkingsproces. Dit dient te worden onderkend voordat oplossingsrichtingen voor verwerking effectief kunnen worden ingezet.
- Isolatiemateriaal wordt nu nog niet op grote schaal hergebruikt of gerecycled door perverse prijsprykkels. Hoewel er door de groeiende vraag naar isolatiemateriaal potentie in de casus zit, en de benodigde technologie in NL voorhanden is, is het hoogwaardig hergebruik van isolatiemateriaal op dit moment vaak onrendabel.



Baksteen

Deze oplossing is haalbaar want dit gebeurt al in de praktijk. Verschillende partners zijn hier actief mee aan de slag. In principe gaat het hier wel om een vorm van downcycling maar deze is nog altijd veel hoogwaardiger dan verbranden en storten. Wat noodzakelijk is om deze en andere oplossingen lonend te maken is handhaving, veel isolatie komt nu nog terecht bij restafval.

● Potentie ● Commitment

Rockwool

Ook deze oplossing is zeker haalbaar en gebeurt al veel in de praktijk. Prijspeil is hier wel een remmende factor: secundaire steenwol is duurder dan primaire, en dit remt de opschaling van het proces. Verschillende ketenpartners geven aan dat hier een kans ligt voor correctie van de markt door de overheid.

● Potentie ● Commitment

EPS

Mits inzameling goed wordt vormgegeven is EPS/XPS recycling tot Polystyreen (bijv. ingezet bij verpakkingen) goed mogelijk. Er wordt door verschillende ketenpartners gewerkt aan en geïnvesteerd in fabrieken voor het verwerken en recyclen van EPS.

● Potentie ● Commitment

Lees hier de volledige samenvatting van de werksessie: [Link rekenmodel business case en oplossingen:](#)

SAMENVATTING WERKSESSIE

REKENMODEL

Tijdens de sessie op 25 september zijn de verschillende oplossingen voor de casus isolatie doorgenomen. Hieruit is vooral naar voren gekomen dat isolatie nu nauwelijks gescheiden wordt verwerkt en grotendeels op de stort terecht komt: 95%. De kosten voor het storten van deze stroom zijn volgens de berekeningen in het rekenmodel rond de 382 miljoen euro. In theorie kan je deze kosten definiëren als maatschappelijke kosten. Het vervoeren van isolatiemateriaal is vanwege het gewicht kostbaar per ton. 5% stort en recycling van het overige isolatiemateriaal is mogelijk onder de juiste omstandigheden. Door de hoge transportkosten en de relatief lage waarde van baksteen ten opzichte van isolatie, lijkt verwerking tot baksteen niet rendabel te zijn. Toch lijkt dit een enorme kostenbesparing te zijn in vergelijking met de huidige situatie van verbranding en stort van isolatiemateriaal. Directe verwerking van steenwol tot nieuwe steenwol lijkt kansrijk, al is deze oplossing sterk afhankelijk van de prijs van virgin materiaalkosten en zijn ook hier transportkosten een bottleneck. EPS verwerking tot nieuwe EPS lijkt kansen te bieden. Wel spelen ook hier de hoge transportkosten en investeringen en kosten voor verwerking een sleutelrol.

WERKSESSIE BUSINESS CASES

Bevindingen:

BEVINDINGEN	RENOVATIE	SLOOP	INZAMELING	PRE-PROCESS /SORTEREN	VERWERKING	PRODUCTIE	ENERGIETE-RUGWINNING	STORT
Isolatiemateriaal wordt nog nauwelijks gescheiden. <5%.	×	×						
Recycling van steenwol en EPS is goed mogelijk.					×	×		
Transport van isolatie is de grootste kostenpost die recycling in de weg zit.			×					
Bij bouw wordt vaak 10% teveel isolatiemateriaal besteld, omdat het duurder is om de bouw stil te moeten leggen en extra bij te bestellen.	×							
Nieuwe steenwol die op bouwplaatsen overblijft, gaat nu meestal naar afval.	×							
Tijd en ruimte voor aparte inzameling isolatie nodig voor bronscheiding en hoogwaardige verwerking.	×	×						
Nascheiden van isolatie is lastig.				×				

SAMENVATTING WERKSESSIE BUSINESS CASE

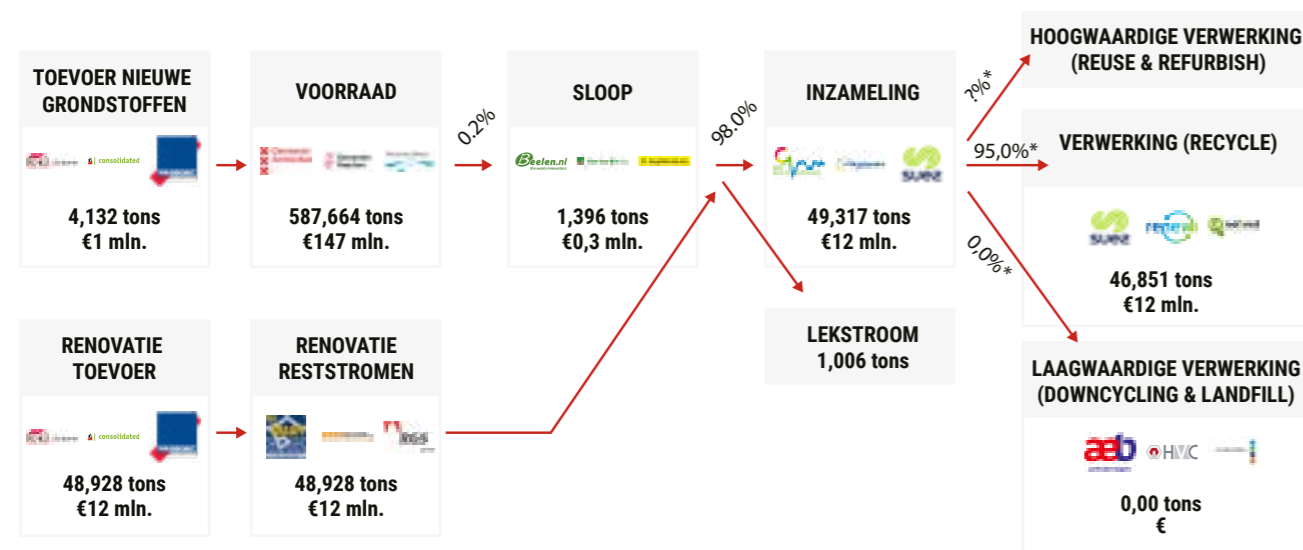
BITUMEN

Analyse keten en partners



TOT STAND KOMEN VAN DE CASUS BITUMEN

Bitumen wordt in de bouw voornamelijk gebruikt als dakbedekking en is bijna volledig recyclebaar mits niet vervuild met asbest of teer. De markt geeft aan dat bitumen toch gestort of verbrand omdat de onderzoekskosten voor bitumen hoog zijn, hoger zelfs dan de uiteindelijke waarde van het materiaal zelf. Kortom: goed recyclebare bitumen gaan verloren. Bij deze casus is het doel om te kijken of 1 op 1 hergebruik van bitumen mogelijk is.



Aantallen zijn per jaar binnen het MRA gebied. De genoemde bedragen zijn gebaseerd op de waarde van de virgin grondstoffen in deze stromen. Genoemde organisaties zijn voorbeelden binnen het MRA gebied.

* Dit recyclepercentage komt uit het datamodel. Hierin is het waardeniveau van recycling niet meegenomen. Tijdens interviews met stakeholders zijn meerdere malen kansen voor hogere verwaarding genoemd.



DATABASE ALGEMEEN

Metabolic en DR2 New Economy hebben een model ontwikkeld waarmee de potentie van de materiaalstromen zowel voor de bouwketen als voor e-waste kunnen worden ingeschat, voor de MRA als geheel en voor individuele gemeenten. Om dit model blijvend te kunnen verfijnen en verbeteren, is het open-source beschikbaar gesteld, en zijn bedrijven en overheden in staat gesteld het model zelfstandig te bewerken en bekijken. Het economische perspectief van de verschillende stromen wordt hier duidelijk zichtbaar.

Heb je opmerking, feedback of wil je de data gebruiken om eigen berekeningen te maken? Voel je vrij en mail aub naar pepijn@dr2neweconomy.com en gerardoemers@metabolic.nl.

DATABASE

GEVONDEN OPLOSSINGEN BITUMEN 'DAK VOOR DAK'

Het is belangrijk om te weten met welke stromen we nieuwe haalbare business cases kunnen creëren en zo kunnen bijdragen aan de doelstelling van de MRA. Hiervoor zijn een aantal oplossingen in kaart gebracht die interessant zijn om door te berekenen in een business case en tijdens de werksessie met ketenpartners zijn besproken.

	OPLOSSING 1	OPLOSSING 2	OPLOSSING 3
	Verplichte controle bitumen	Cyclisch bitumen in bestekken	Dak weer dak
Omschrijving	Kosteneffectieve analyse beschikbaar maken voor bv. PAK	Cyclische bitumen producten in bestekken wegebouw.	Bitumen direct recycleren voor hergebruik dak
Verwerking	Stimuleert recycling en voorkomt stort	Recycle	Recycle
Voorbeelden		Roof2Road Biturec	Roof2Roof
Mogelijke business modellen	Prijs verwerking bitumen wordt hetzelfde. Of subsidie of verwerken in de prijs.	Markt bepaalt prijs	Circulaire daken.
Markt potentie	Ondanks nieuwe soorten dakbedekkingen, blijvende vraag naar bitumen.	Wegbouw blijft groeien.	Ondanks nieuwe soorten dakbedekkingen, blijvende vraag naar bitumen.
Kosten en investeringen	Laag	Laag	Medium

WERKSESSIE (11 SEPTEMBER JONGSTLEDEN)

Bevindingen

- De technologie en kosten van het verwijderen en zuiveren van bitumen en dakleer zijn een barrière voor hoogwaardig hergebruik
- Hoewel het duidelijk is dat de sector naar hoogwaardig hergebruik toe wil werken (in plaats van downcycling) lijkt dit ideaalbeeld voorlopig praktisch en kostentechnisch niet haalbaar te zijn.



Verplichte controle bitumen (1)

De kennis in de sector is gemengd: hoewel sommige ketenpartners van mening zijn dat het testen op het type en de samenstelling van verschillende soorten bitumen snel en zonder schade aan het materiaal mogelijk is, zijn anderen van mening dat dit niet kan. Al met al zit er weinig energie in deze oplossing, met name omdat vooral de soort aanhechting aan het dak de meeste invloed heeft op de potentie voor recycling.

- Potentie
- Commitment

Cyclisch bitumen opnemen in bestekken (2)

Er zijn wat licht positieve reacties op deze oplossing maar het is duidelijk dat de sector uiteindelijk naar hoogwaardige recycling wil, en een lock-in in sub-optimale oplossingen en downcycling wil voorkomen. Het lijkt erop dat het bitumen meer waard is als dakbedekking wanneer het kan worden hergebruikt als dakbedekking in plaats van hoogwaardige oplossingen zoals asfalt, en de milieuprestaties zijn hier ook beter.

- Potentie
- Commitment

Dak tot dak (3)

De partijen lijken dit gezamenlijk te ambiëren, maar fysiek wordt dit lastig. Verschillende partners geven aan dat het niet te doen is om bitumen in 1 stuk los te krijgen van het dak, en dat er inderdaad thermische bewerking nodig is om de bitumenstroken aan elkaar te krijgen. De ideale situatie van hergebruik in plaats van recycling lijkt dus, in ieder geval op het moment van schrijven, niet goed haalbaar.

- Potentie
- Commitment

Lees hier de volledige samenvatting van de werksessie:

SAMENVATTING WERKSESSIE

Link rekenmodel: Niet van toepassing omdat deze case is afgefallen

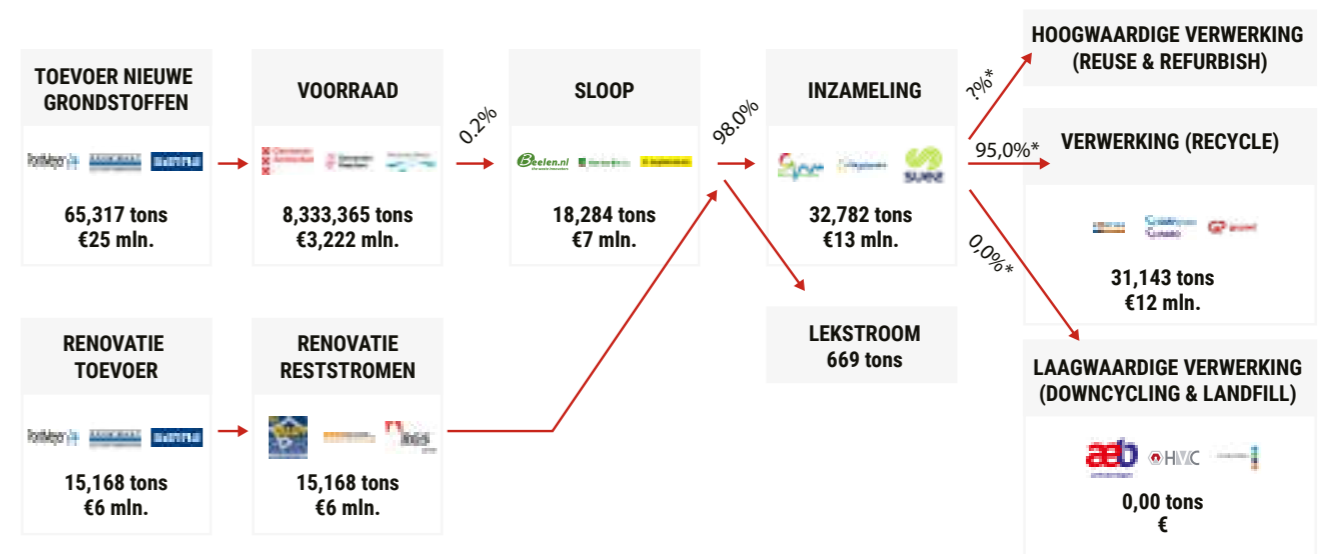
GIPS

Analyse keten en partners



TOT STAND KOMEN VAN DE CASUS GIPSPLAAT RECYCLEN TOT GIPSPLAAT

Gips is eendeloos te recyclen tot nieuwe gips, mits de reststroom niet is vervuild door andere stromen. Omdat de virgin grondstof goedkoop is komt deze vaak in laagwaardige stromen terecht. Het grootste gedeelte wordt echter direct gestort. Vaak zijn maatregelen nodig om uitloging van schadelijke stoffen te voorkomen. Het effect: verlies van grondstoffen, hoge kosten en negatieve milieu-effecten. Bij deze casus is het doel om te kijken wat de mogelijkheden zijn voor hergebruik en/of recycling van gipsplaten.



Aantallen zijn per jaar binnen het MRA gebied. De genoemde bedragen zijn gebaseerd op de waarde van de virgin grondstoffen in deze stromen. Genoemde organisaties zijn voorbeelden binnen het MRA gebied.



DATABASE ALGEMEEN

Metabolic en DR2 New Economy hebben een model ontwikkeld waarmee de potentie van de materiaalstromen zowel voor de bouwketen als voor e-waste kunnen worden ingeschat, voor de MRA als geheel en voor individuele gemeenten. Om dit model blijvend te kunnen verfijnen en verbeteren, is het open-source beschikbaar gesteld, en zijn bedrijven en overheden in staat gesteld het model zelfstandig te bewerken en bekijken. Het economische perspectief van de verschillende stromen wordt hier duidelijk zichtbaar.

Heb je opmerking, feedback of wil je de data gebruiken om eigen berekeningen te maken? Voel je vrij en mail aub naar pepijn@dr2neweconomy.com en gerardoemers@metabolic.nl.

DATABASE

GEVONDEN OPLOSSINGEN GIPS

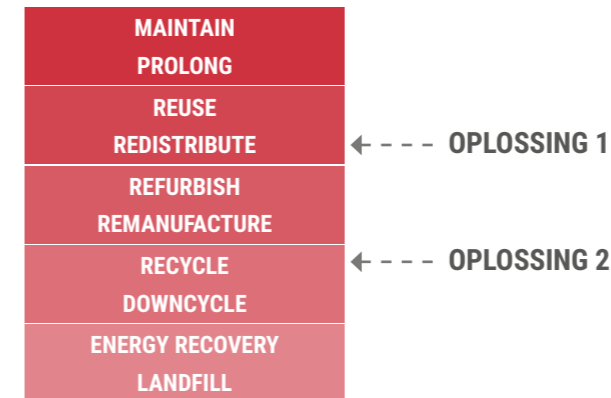
Het is belangrijk om te weten met welke stromen we nieuwe haalbare business cases kunnen creëren en zo kunnen bijdragen aan de doelstelling van de MRA. Hiervoor zijn een aantal oplossingen in kaart gebracht die interessant zijn om door te berekenen in een business case en tijdens de werksessie met ketenpartners zijn besproken.

	OPLOSSING 1	OPLOSSING 2
	Hybride circulair wandsysteem	Gips naar grondstof
Omschrijving	Nieuwe en gebruikte gipskartonplaten combineren tot een nieuwe scheidingswand.	Extraheren van grondstoffen die in gipsplaten zitten tot grondstof. Bijvoorbeeld door mobiele installatie bij grote projecten.
Verwerking	Reuse, refurb	Recycle
Voorbeelden	Knauf New Horizon Urban Mining	Gips Recycling Nederland NWGR Knauf
Mogelijke business modellen	Direct hergebruik door aannemers en/of bij renovatie	Levering van grondstof voor industrie. In NL enige in Farmsum verwerking tot gipsplaat, constant volume is essentieel.
Markt potentie	Vraag naar wandsystemen stijgt ivm stijgende woningvraag	Vraag naar gipsplaten stijgt ivm stijgende woningvraag .
Kosten en investeringen	Laag	Medium

WERKSESSIE (11 SEPTEMBER JONGSTLEDEN)

Bevindingen

- De vraag naar circulaire gipsplaten is groter dan het aanbod. De vraag naar gipsplaten neemt naar verwachting verder toe.
- Het produceren van circulaire gipsplaten is niet altijd rendabel en er is nog geen constante toevoer van gebruikt gips.
- Zorgvuldig slopen en bronscheiding lijken voorwaarden te zijn voor het hergebruiken van gipsplaten op componenten niveau.
- Regelgeving die het scheiden van gips verplicht stelt is nodig om te voorkomen dat sloopbedrijven onzorgvuldig slopen en gips gemengd wordt afgevoerd naar de stort of de verbrandingsoven.



Hybride circulair wandsysteem (1)

Dit is een haalbare oplossing: er zijn al producenten van dergelijke wandsystemen en wanneer deze breder worden toegepast kan de haalbaarheid van oplossing 3 verder worden vergroot.

- Potentie
- Commitment

Gips naar grondstof en half-fabrikaten (2)

Ook hier wordt door verschillende ketenpartners al volop aan gewerkt. Het aanbod is groot en groeit waarschijnlijk, schatten de ketenpartners in, en zeker wanneer de inzameling en scheiding van de afvalstroom verbeterd wordt ligt hier een aantrekkelijke business case.

- Potentie
- Commitment

Direct hergebruik (3)

Dit is mogelijk en aantrekkelijk, zeker gezien de grote verliezen die bij recycling en standaard sloop optreden (drop-off rates tot 50% zijn niet ongebruikelijk). Het vergt wel een ander ontwerp (zie oplossing 1) en een andere wijze van slopen en inzamelen.

- Potentie
- Commitment

Transportkosten over water (4)

Transport over het water, of het langer plaatsen van bulkschepen in het stedelijke gebied, biedt een mogelijkheid om de kosten en emissies die gepaard gaan met transport te verminderen. Amsterdam biedt met de grachtengordel een unieke kans op dit gebied, al zijn er wel meerkosten verbonden aan het op deze manier ontsluiten van de binnenstad. Verschillende partijen in de keten werken aan het oplossen van de logistieke problemen middels (vaste of langdurig tijdelijke) bulkschepen en bakken voor het inzamelen van gips op het water.

- Potentie
- Commitment

Lees hier de volledige samenvatting van de werksessie: [Zie hier de samenvatting van de werksessie business case Gipsplaat: 'gipsplaat recycelen tot gipsplaat'](#)

SAMENVATTING WERKSESSIE

SAMENVATTING

Gips is een goedkope grondstof die in de huidige situatie vaak in laagwaardig mengpuin terecht komt of op de stort belandt met de benodigde maatschappelijk kosten. Tijdens de sessie op 25 september gaven ketenpartners aan dat voor hoogwaardige verwerking schone monostromen ingezameld moeten worden. Gezien de lage prijs van primair gips is het lastig om een business case rond te krijgen voor de oplossing om de grondstof gips te winnen uit reststromen. De oplossing van direct hergebruik van gipsplaten in een hybride vorm met nieuwe gipsplaten lijkt kansrijk te zijn. Wel lijkt de benodigde schaalgrootte van deze oplossing tegen de grenzen van de beschikbare volumes binnen de MRA te komen. Door de transportkosten van gips te verlagen bijvoorbeeld door transport, zouden andere oplossingen makkelijker rendabel worden.

WERKSESSIE BUSINESS CASES

Bevindingen:

BEVINDINGEN	RENOVATIE	SLOOP	INZAMELING	PRE-PROCESS /SORTEREN	VERWERKING	PRODUCTIE	ENERGIETE-RUGWINNING	STORT
Laagste prijs is meestal leidend bij aanbesteding slooprojecten		×						
Indicatoren en raamwerken (MKI, MPG) worden te weinig toegepast, ook bij overheden. Regelgeving kan een uitkomst zijn.	×	×						
Gips(platen) onbeschadigd terugwinnen is lastig en duur.	×	×						
Voor hoogwaardige verwerking gips is constante en schone stroom gips nodig.			×					
Menggranulaat is nu de voornaamste optie voor verwerking gips.				×	×			
Er wordt geïnvesteerd in nascheiding waardoor gips uit de mengstroom gehaald kan worden.				×				
Producentenverantwoordelijkheid zou een middel kunnen zijn om gips uit de mengstroom te krijgen.						×		

SAMENVATTING WERKSESSIE BUSINESS CASE

AANBEVELINGEN EN VERVOLG

Naar een circulaire bouwketen in de MRA

In de MRA is een vonk ontstaan en nu is er energie! Relevante partners in het bedrijfsleven zijn geactiveerd en gemotiveerd om de volgende stap te nemen om zo circulaire ketens te vormen en de potentie van waardevolle reststromen beter te benutten. Het is nu zaak voor de MRA om hierop door te pakken en ervoor te zorgen dat de ontstane energie leidt tot daadwerkelijke actie. Op basis van het onderzoek zelf en de werksessies (op 11 en 27 september jongstleden) met belangrijke ketenpartners kunnen per casus een aantal concrete aanbevelingen worden geformuleerd, waarmee de MRA de transitie naar circulaire bouw en sloop in de regio kan stimuleren en ondersteunen. Daarnaast zijn ook enkele ketenbrede aanbevelingen te doen die, in meer of mindere mate, voor ieder van de casussen uit het onderzoek gelden.

SPECIFIEKE MATERIAALSTROMEN

Casus scheiden vervuulende fracties

- In dit stadium loont nascheiden meer dan bronscheiden omdat bronscheiden relatief duur is (zeer arbeidsintensief). Bronscheiden levert wel hoogwaardigere reststromen, en biedt dus potentie.
- Bij slooprojecten die geschikt zijn voor 'zorgvuldige sloop' en bronscheiden moet actief worden gezocht naar innovatieve sloopbedrijven die hier ervaring mee hebben.
- De MRA kan inzetten op demontabel bouwen om zorgvuldige sloop en bronscheiding in de toekomst beter mogelijk te maken.
- Daarnaast zouden de MRA en haar gemeenten data over vrijkomende materiaalstromen, op projectniveau, beter kunnen ontsluiten door de materiaalstroomanalyse te koppelen aan project kalenders en sloopmeldingen.

Casus hout

- Hoogwaardiger hergebruik van hout biedt veel potentie, hierbij moet de MRA zich volgens de aanwezige partijen richten op een combinatie oplossing 1 en 3.
- Er zijn geen grote investeringen nodig om hout hoogwaardig te verwerken, en bovendien is er veel vraag naar gerecyclede houtproducten.
- Nu is er echter nog te weinig houtafval beschikbaar dat geschikt is voor hoogwaardig hergebruik door de subsidie op verbranding van biomassa en het feit dat houtafval vaak niet separaat wordt ingezameld.
- Volgens de aanwezige partijen moet er dus in ieder geval worden geïnvesteerd in separaat inzamelen en afvoeren van houtafval. Zeker gezien het feit dat deze reststroom in de toekomst zal toenemen door de enorme toename in nieuwbouw en verbouw in recente jaren.

Casus isolatie

- De technologie om isolatiemateriaal te recyclen of hergebruiken is beschikbaar in Nederland.
- Ook bij deze casus geldt echter dat een belangrijke voorwaarde voor hoogwaardig hergebruik betere inzameling (separaat scheiden) van isolatiemateriaal is. Dit is de eerste stap. Er zijn veel verschillende materiaalstromen en ieder van hen heeft een apart logistiek en verwerkingsproces. Dit dient te worden onderkend voordat oplossingsrichtingen voor verwerking effectief kunnen worden ingezet.
- Isolatiemateriaal wordt nu nog niet op grote schaal hergebruikt of gerecycled door perverse prijsprikkels. Hoewel er door de groeiende vraag naar isolatiemateriaal potentie in de casus zit, en de benodigde technologie in NL voorhanden is, is het hoogwaardig hergebruik van isolatiemateriaal op dit moment vaak onrendabel.
- Vastgoedbedrijven en overheid zouden (met regelgeving) de juiste prijsprikkels moeten creëren zodat hergebruik van isolatiemateriaal aantrekkelijker wordt.

Casus bitumen

- De technologie en kosten van het verwijderen en zuiveren van bitumen en dakleer zijn een barrière voor hoogwaardig hergebruik
- Hoewel het duidelijk is dat de sector naar hoogwaardig hergebruik toe wil werken (in plaats van downcycling) lijkt dit ideaalbeeld voorlopig praktisch en kostentechnisch niet haalbaar te zijn.

Casus gips

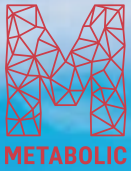
- De vraag naar circulaire gipsplaten is groter dan het aanbod. De vraag naar gipsplaten neemt naar verwachting verder toe.
- Het produceren van circulaire gipsplaten is niet altijd rendabel en er is nog geen constante toevoer van gebruikt gips.
- Zorgvuldig slopen en bronscheiding lijken voorwaarden te zijn voor het produceren van circulaire gipsplaten.
- Regelgeving die het scheiden van gips verplicht stelt is nodig om te voorkomen dat sloopbedrijven onzorgvuldig slopen en gips gemengd wordt afgevoerd naar de stort of de verbrandingsoven.

KETENBREDE AANBEVELINGEN

- Zet in op circulair ontwerpen en demontabel bouwen: dit maakt selectief slopen en het apart inzamelen van waardevolle reststromen in een later stadium mogelijk. Veel van de ketenpartijen die we hebben gesproken zien hier kansen, en door, zeker in Amsterdam waar de gemeente een sterke grondpositie heeft, in de gronduitgifte en aanbesteding dergelijke gebouwonwerpen te elonen kunnen deze circulaire koplopers op impact worden beloond!
- Bestaande bouw in kaart. Ontsluit en beheer data omtrent bouw- en sloop actief vanuit de MRA, op projectniveau: en creëer zo meer inzicht in de materiaalstromen die opgeslagen liggen in de gebouwde omgeving (en dus vrijkomen bij sloop) enerzijds, en de vraag naar bouwmaterialen ten behoeve van nieuwbouw anderzijds. Data op projectniveau is essentieel om meer materialen beschikbaar te kunnen stellen voor hergebruik of recycling. Vraag en aanbod moeten hiervoor op specifieke locaties (waar vindt sloop of bouw plaats) en tijden (wanneer vindt sloop of bouw plaats) bij elkaar worden gebracht.
- Nieuwbouw in kaart. Verzamel gedetailleerde informatie over de urban mine van de toekomst: door nu voor alle nieuwbouwprojecten in de Metropoolregio bij gunning en gronduitgifte het opstellen van een materiaalpaspoort verplicht te stellen. Voor nieuwbouw zijn de kansen voor demontabel bouwen en het vergroten van de restwaarde van gebouwen vele malen groter dan bestaande bouw, die daar niet op ontworpen is. Het is zaak die potentie nu te realiseren middels goed ontwerp (zie boven) maar ook om in detail vast te leggen waar materialen en economische waarde zich in de toekomst zullen bevinden.
- Verken de mogelijkheid voor het oprichten van een bouwdepot/marktplaats waar secundaire materialen tijdelijk kunnen worden opgeslagen zodat vraag en aanbod bij deze vrijkomende materialen beter wordt samengebracht. Dit draagt bij aan de inzameling van grote, consistente fracties en wordt schaalgrootte gecreëerd. Daarbij moet gezegd worden dat sommige marktpartijen hebben aangegeven dat bestaande locaties en infrastructuur van leveranciers hier wellicht ook voor kunnen benut.
- Zet in op circulair 'slopen': Ook hier kan niet alleen het bedrijfsleven haar verantwoordelijkheid nemen: bij de uitgifte van sloopvergunningen zou hierop ook actief kunnen worden gestuurd door de MRA gemeenten.
- Zorg voor voldoende kennis over de functionele eigenschappen van secundaire materialen en gebouwelementen: dit is belangrijke voor materialen met bijvoorbeeld brandwerende eigenschappen, maar geldt net zo goed voor bijvoorbeeld de isolatiewaarde van materialen. Voor materialen afkomstig uit recycling is dit eenvoudiger te realiseren dan materialen uit rechtstreeks hergebruik, omdat het verwerkings en productieproces bij recycling uiteindelijk gecontroleerd wordt, terwijl bij rechtstreeks hergebruik een inschatting moet worden gemaakt van de invloed die de levensloop van een element heeft gehad op de eigenschappen aan het einde van de levenscyclus.

VERVOLGSTAPPEN VOOR DE MRA

De aanbevelingen voor vervolgstappen vanuit de Metropoolregio Amsterdam en individuele gemeenten daarbinnen zijn opgenomen in een apart document: "Handelingsperspectief Metropoolregio Amsterdam en Gemeenten".



METABOLIC

+31 (0) 203690977
info@metabolic.nl
www.metabolic.nl

Meteorenweg 280M
1035RN Amsterdam
The Netherlands



DR2 NEW ECONOMY

Next Level Strategies

+31 (0) 703920212
info@dr2.nl
www.dr2neweconomy.com

Parkstraat 20
2514JK The Hague
The Netherlands

