

(Openbaar) Eindrapport Subsidie TESN 221012

"Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Nationale regelingen EZK- en LNV-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland."

1. GEGEVENS

- a. Projectnummer TESN 221012
- b. Project titel: Procesoptimalisatie Urban Mining Factory - Printed Circuit Boards
- c. Penvoerder: Circular Industries
- d. Project periode: 01 oktober 2021 - 30 September 2023.

2. DOELSTELLING VAN HET PROJECT

a. *Probleemstelling.*

Circular Industries B.V. (hierna: CI) is de projectontwikkelaar van de Urban Mining Factory – Printed Circuit Boards (hierna: UMF-PCB). Deze fabriek heeft tot doel de maximale en duurzame herwinning van (kritieke) grondstoffen. In essentie is de UMF-PCB een grote producent van Koper, afkomstig van low-grade non-ferro uit bodemas, en low-grade printplaten, afkomstig uit elektronisch afval.

Naast dat metaalwinning uit primaire mijnbouw vervuilend en op termijn eindig is, is het technisch complex om metalen terug te winnen uit bovengenoemde feedstock, aangezien metalen hier vaak in lage hoeveelheden aanwezig zijn. Hierdoor gaan veel grondstoffen verloren en blijven er laagwaardige reststromen over. CI ziet de noodzaak en kansen om (non-ferro) metalen op een duurzame manier terug te winnen en de kringloop te sluiten. De zuiverheid van deze metalen is een absoluut speerpunt, net als de wens om een nieuw concept te introduceren om maximaal elementen terug te winnen voor de metaalindustrie. Tot slot speelt mee dat het herwinnen van grondstoffen zoals groen Koper de transitie naar een schone energiesector zal ondersteunen en versnellen.

b. *Doelstelling van het project.*

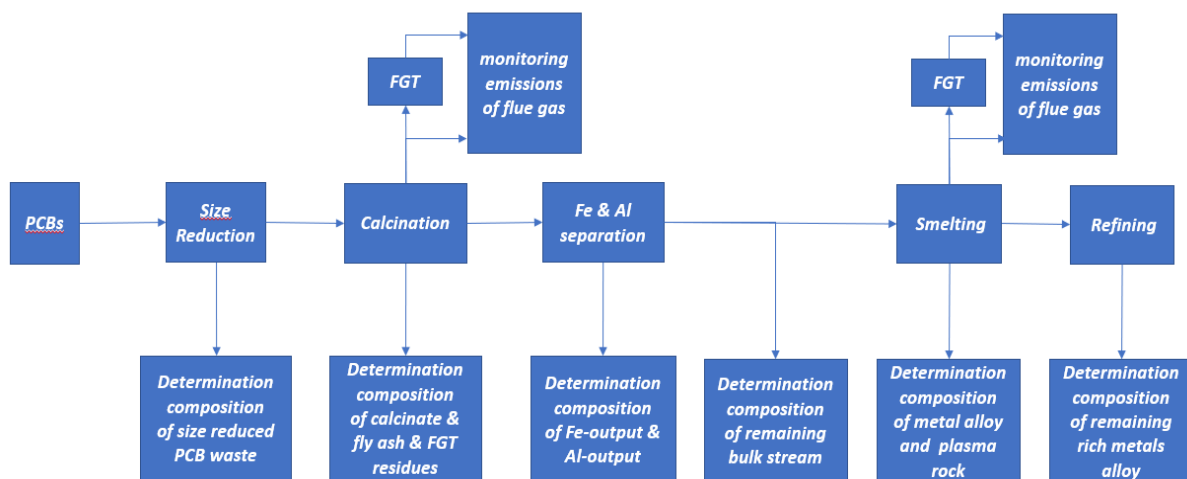
Doel van dit project is de optimalisatie van het door CI reeds ontwikkelde urban mining proces, bestaande uit drie industrieel bewezen en onafhankelijk van elkaar functionerende hoofd technologieën: calcineren, smelten en raffineren, op unieke wijze worden gecombineerd in een sequentiële proces configuratie. Daar zijn twee interface technologieën, shredderen (< 6 mm) en granuleren (< 1 mm) aan toegevoegd om aan de input eisen van de hoofd technologieën te voldoen. Het gehele proces maakt gebruik van groene energie en vindt plaats zonder toxische emissies en zonder afvalstromen.

De ontwikkeling van de UMF-PCB is uitgevoerd o.b.v. de FEL-methodiek (Front End Loading). CI is in 2015 begonnen met FEL-0 en heeft inmiddels (zonder subsidie) FEL-3 bereikt. Gezien de hoge kosten van één van de laatste stappen in de FEL-3 – de

integrale procesoptimalisatie om tot definitie van de verfijnde massa-, warmte- en energiebalans te komen – doet CI een beroep op de subsidieregeling Topsector Energiestudies Industrie.

3. UITVOERING VAN HET PROJECT.

a. *Proces Schema*



b. Korte omschrijving van de activiteiten. De optimalisatie activiteiten betreffen zowel het toevoegen van processtappen als het aanpassen van bestaande processtappen in de huidige proces configuratie, zijnde:

- i. Automatic Sorting, een techniek waarbij IJzer en Aluminium worden verwijderd, tussen de calcinatie stap en het smelten om zowel de efficiëntie van de smeltovens te verhogen als de capaciteit daarvan beter te benutten.
- ii. Laser Sensor Trial om de samenstelling van de feedstock in-proces te analyseren. Dit voorkomt het trekken van samples, het analyseren daarvan in laboratoria en de daarmee gepaard gaande logistieke bewegingen.
- iii. Vervanging van de met fossiele brandstof aangedreven Incinerator door een elektrisch aangedreven Incinerator.
- iv. Circulaire (groene) electrowinning technologie voor het herwinnen van Koper. Dit betreft een elektrolyse technologie in een 100% gesloten systeem met roterende kathode en anode om Koper binnen 24 uur te herwinnen. Een conventioneel elektrolyse systeem heeft 4 à 6 weken nodig om tot de eerste productie van Koper te komen. Dit leidt direct tot een lager energieverbruik.

4. EINDRESULTAAT EN CONCLUSIES

- a. **Resultaat Optimalisatie activiteiten.** Alle activiteiten zoals vastgelegd in het projectplan zijn uitgevoerd en beschreven in bijgevoegde bijlage en onderbouwd in aanvullende annexen.

- i. De proef met Automatic Sorting toonde aan dat de technologie in staat is om ijzer en aluminium uit het calcinaat te verwijderen. Door het klonteren van het calcinaat was het rendement van de scheiding echter te laag. Als gevolg hiervan heeft Automatic Sorting nog steeds niet bewezen deel uit te maken van de basistechnologie configuratie.
 - ii. De Laser Sensor-proef heeft bewezen dat de LIBS in staat is om alle elementen te meten die van belang zijn in zowel de grondstof als het calcinaat.
 - iii. De statisch elektrische oven was in staat om de organische stoffen voldoende te verwijderen, maar in een te lange doorlooptijd en veroorzaakte bovendien klontering, waardoor het calcinaat niet representatief was voor de volgende processtap, namelijk Automatic Sorting. Het resulterende calcinaat, na Automatic Sorting, bleef echter geschikt om te worden gesmolten met behulp van de standaard smeltoven, wat voldoende bleek te zijn om informatie over energie- en massabalansen te verkrijgen uit de raffinage laboratoriumtesten.
 - iv. Raffinage laboratoriumtesten zijn in uitvoering.
- b. **Energiemanagement na procesoptimalisatie.** Aangezien het calcinatieproces werd uitgevoerd met een statisch elektrisch aangedreven oven die niet aan de calcinaat eisen voldeed, hebben de resultaten niet geleid tot verbeteringen in het energiebeheer. Aangezien het doel was om het verbruik van fossiele brandstoffen van de huidige standaard verbrandingsoven te verminderen, zou de volgende stap moeten zijn om ovens met een laag fossiel verbruik te onderzoeken met de kenmerken om kunstmatige vortexen te creëren met behulp van mechanische systemen.
- c. **Massabalans.** De totale massabalans, voor en na elke processtap, kon worden bepaald. De balans van de (essentiële) elementen kon echter niet absoluut worden bepaald met behulp van de standaard steekproefmethoden. Als we in staat zouden zijn om de LIBS te kalibreren, zou dit wereldwijd de oplossing kunnen zijn!!

5. OVERIG

- a. Nog geen spin-off binnen en buiten de sector. Daartoe is doorontwikkeling noodzakelijk (tevens aanleiding voor een opvolgende subsidie aanvraag).
- b. Er zijn vanuit concurrentie / IP overwegingen geen specifieke inhoudelijke publicaties over dit subsidieproject naar buiten gebracht. Wel meer algemene, waaronder:
 - i. Het Financieel Dagblad: <https://fd.nl/tech-en-innovatie/1498711/wij-willen-kostbare-grondstoffen-voor-de-maakindustrie-terugwinnen-uit-printplaten>
 - ii. Chemie Magazine. Onderdeel van het artikel: <https://www.vnci.nl/chemie-magazine/actueel/artikel/recycling-is-mooi-maar-circulaire-chemie-is-de-echte-oplossing>

- c. Dit rapport kan worden gedownload via
<https://www.circular.industries/rapport/Openbaar Eindrapport Subsidie TESN 221012t.pdf>
- d. Contactpersonen: Niels Wagemaker en Martin van Zanten