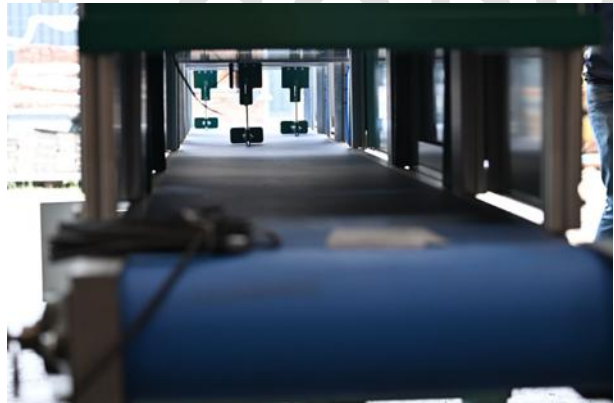


# Metasort

## TSE Haalbaarheidsstudie Openbare Eindrapportage



**Soort studie:**

Haalbaarheidsstudie niet zijnde CCUS

**Locatie waar het project uitgevoerd wordt:**

Delft op het adres Schieweg 15 A, 2627AN

## 1 PROJECT GEGEVENS

<b>Titel project</b>	Haalbaarheid van LIBS-gebaseerde metaalsortering
<b>Penvoerder en deelnemers</b>	Nexet B.V.
<b>Projectperiode</b>	Startdatum 1-11-2024 project einddatum 1-10-2025
<b>Projectnummer</b>	TESN24-03761313
<b>Toegekend bedrag</b>	€ 124.320, -
<b>Indiener</b>	Metasort B.V.
<b>Projecttype</b>	TSE Industrie – Haalbaarheidsproject
<b>Datum</b>	23 december '25
<b>Versie</b>	Openbaar eindrapport in het door RVO voorgeschreven format

## 2 SAMENVATTING

Dit TSE Industrie - haalbaarheidsproject analyseert de technische en economische mogelijkheden voor het scheiden van metaalreststromen met behulp van de bestaande LIBS-sensor-technologie van Spectral Industries. Uit het marktonderzoek blijkt dat er een behoefte is aan verbeterde sorteersystemen en dat de LIBS-technologie daarbij een belangrijke bijdrage kan leveren. Deze behoefte is ontstaan als gevolg van strengere regelgeving en de toenemende aandacht voor duurzaamheid binnen de metaalsector.

Op een testplatform zijn experimenten uitgevoerd met materiaal afkomstig uit de industrie. Dit bewijst dat de LIBS-technologie van Spectral Industries BV verder ontwikkeld kan worden, zodat deze geschikt is voor integratie in sorteersystemen die werken op basis van LIBS. Het is ook duidelijk geworden welke investeringen nodig zijn voor deze verdere ontwikkeling. Hiervoor is een businesscase opgesteld voor de vervolgstappen die Metasort BV zal nemen. De nadruk ligt op twee toepassingen: 1) beter sorteren van aluminiumlegeringen voor groen aluminium, en 2) een systeem voor kwaliteitscontrole bij het hergebruik van staal. Beide toepassingen leveren aanzienlijke CO<sub>2</sub>-emissiereductie en rechtvaardigen verdere technologische investeringen doordat dit leidt tot een positieve businesscase. Staal efficiënter sorteren met LIBS-technologie kan op middellange termijn een gunstige businesscase opleveren, maar vereist aanpassingen in de metaalverwerkingsketen.

<b>Aspect</b>	<b>Omschrijving</b>
Doelstelling	Ontwikkelen van innovatieve recyclingtechnologie.
Technologisch voordeel	Zorgt voor het verkrijgen van hoogwaardige secundaire grondstoffen en voorkomt dat ongesorteerde materialen onnodig door shredders worden verkleind en als reststromen geëxporteerd.
Beoogd resultaat haalbaarheidsstudie	Uitgewerkte businesscase voor het aantrekken van financiering voor het vervolgtraject, waarin geïnvesteerd wordt in de benodigde technologie- en productontwikkeling.
Rol van Metasort	Gebruikt bestaande lasertechnologie en ontwikkelt en verkoopt sorteersystemen verder.

## 2.1 Uitgangspunten

In theorie kan het gebruik van metalen volledig duurzaam want metalen kunnen, bij einde levensduur van een toepassing, opnieuw gesmolten worden en daardoor eindelijk vaak gerecycled worden. Bij onvolledig sorteren is de kwaliteit van het gerecycled metaal (secondair metaal) echter niet zo goed als metaal dat van (primaire metaal) uit ertsen (primaire metaal). Bij bepaalde metalen kunnen verontreinigingen na het smelten alsnog verwijderd worden. De kwaliteit van secondair metaal is dan niet minder maar dat vergt wel energie, hogere CO<sub>2</sub>-emissies en gebruik van chemicaliën. Het maatschappelijk belang van het optimaal sorteren van metalen is daardoor zeer groot en de LIBS-technologie kan daar uitkomst in bieden.

Spectral Industries heeft in de afgelopen jaren succesvol LIBS-technologie ontwikkeld en kan daarmee de chemische samenstelling van erts en metaal exact meten en identificeren meten, maar deze apparatuur kan goederen niet sorteren. Daarom is een joint venture opgericht, genaamd Metasort B.V., die de bestaande Spectral LIBS-technologie gebruikt en zich richt op het ontwikkelen en verkopen van sorteersystemen. Voordat in de ontwikkeling wordt geïnvesteerd, wordt een haalbaarheidsstudie uitgevoerd vanwege de hoge kosten.

## 2.2 Doelstelling van het project

Het doel van de haalbaarheidsstudie is een solide businesscase ter onderbouwing van een investeringsbesluit in de gewenste technologieontwikkeling. Daarbij wordt onderzocht voor welke sorteertoepassingen markt is en welke vervolgstappen nodig zijn om tot een goed werkend systeem te komen en wat de daarbij behorende risico's zijn.

De haalbaarheidsstudie kent de volgende subdoelen zijn het bepalen van:

<b>Subdoel haalbaarheidsstudie</b>	<b>Korte toelichting</b>
De markt vraag naar metaalsorteersystemen	Onderzoeken in hoeverre er behoefte is aan geavanceerde sorteersystemen binnen de metaalverwerkende industrie.
De capaciteit en nauwkeurigheid van bestaande LIBS-technologie voor specifieke reststromen van metalen	Bepalen of de huidige LIBS-systemen voldoende snel en precies zijn voor de relevante metaalstromen.
Nieuwe technologieën die ontwikkeld moeten worden om aan de gewenste markt vraag te voldoen	Identificeren welke technologische innovaties nog noodzakelijk zijn om aan de eisen van de markt te voldoen.
De beoogde industriële verwerkingscapaciteit	Vaststellen hoeveel materiaal per uur verwerkt moet kunnen worden.
Een functioneel ontwerp	Ontwikkelen van een eerste ontwerp, afgestemd op de eisen van de markt en de technische mogelijkheden.
De economische haalbaarheid en CO <sub>2</sub> -impact van de vervolginvestering	Doorrekenen of de investering rendabel is en welke impact deze heeft op CO <sub>2</sub> -reductie.
Het valideren van de bevindingen bij ketenpartners	Terugkoppeling en toetsing van de resultaten bij betrokken bedrijven en stakeholders in de keten.

## 2.3 De gebruikte testopstelling

Bij uiteenlopende bedrijven die in Nederland actief zijn met het verzamelen en verwerken van metaalreststromen zijn materialen verzameld en zijn op een proefopstelling test gedaan. De proefopstelling bevat een Lasersysteem en een lopende band waarmee materialen gemeten kunnen worden en waarmee de materialen in verschillende bakken kan worden uitgeworpen. De gebruikte testopstelling is weergegeven op de onderstaande foto:



## 2.4 Financiering studie

Het project is uitgevoerd met behulp van subsidie van het Ministerie van Klimaat en Groene Groei, het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur, en voor zover van toepassing, het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Regeling nationale EZK- en LNV-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

## 3 RESULTATEN

### 3.1 Introductie

Metasort introduceert een fundamenteel nieuwe manier om metalen te scheiden door het geavanceerde gebruik van Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS). Waar traditionele sorteertechnieken vaak zijn gebaseerd op uiterlijke kenmerken, dichtheid of globale materiaaleigenschappen, maakt Metasort gebruik van directe elementanalyse op het oppervlak van elk individueel metaaldeeltje.

Met LIBS kan in theorie de exacte chemische samenstelling van een metaal in real time worden vastgesteld. Door een korte, krachtige laserpuls ontstaat een plasma, waarvan het emissiespectrum een unieke "vingerafdruk" vormt van de aanwezige elementen en legeringselementen. Deze fundamentele eigenschap maakt het mogelijk om metalen niet alleen als "staal" of "aluminium" te classificeren, maar te onderscheiden naar specifieke legeringen en verontreinigingen.

Door deze technologie toe te passen in een industriële sorteerlijn, kan Metasort metalen aanzienlijk nauwkeuriger scheiden dan met de huidige stand van de techniek mogelijk is. Dit leidt tot zuiverdere metaalstromen, hogere opbrengsten, minder afkeur en een betere benutting van hoogwaardige metaalresiduen. Daarmee vormt de LIBS-gebaseerde aanpak van Metasort een belangrijke stap richting efficiëntere, circulaire en toekomstbestendige metaalrecycling.

### 3.2 Beschrijving van de behaalde resultaten

De geplande werkzaamheden zijn uitgevoerd aan de hand van de omschreven werkpakketten.

Daarbij is onderzoek gedaan naar de relevante wet- en regelgeving voor metaalreststromen en is deskresearch uitgevoerd naar de keten: metaalindustrie, metaalverwerkers, smelters en gieterijen. Vervolgens is de impact van nieuwe wetgeving en de innovatieve behoefte met uiteenlopende bedrijven besproken. Geïnventariseerd is welke procesverbeteringen mogelijk zijn en er is berekend wat de economische voordelen zijn. Tot slot is bepaald hoeveel CO<sub>2</sub>-reductie behaald kan worden door verbeterde scheiding en sortering van metaalstromen.

Als eerste is aangetoond dat de LIBS-technologie geschikt is om diverse metaalreststromen te identificeren en om geschikte signalen te verkrijgen ten behoeve van het geautomatiseerd sorteren. Nadat is aangetoond dat de technologie voor het doel geschikt was, zijn aanvullende subdoelen gedefinieerd om de statistische betrouwbaarheid en de verwerkingsnelheid te bepalen. Materialen zijn verzameld bij bedrijven in Nederland

die actief zijn op het gebied van metaalverwerking. Deze materialen zijn op de testopstelling onderzocht onder verschillende omstandigheden.

Omdat de LIBS-technologie een oppervlaktemeting is, zijn verstoringen onderzocht die zich in de praktijk blijken voor te doen bij bedrijven die dergelijke metalen verwerken. Daarbij lag het accent op verschillen in vormen en de mate van vervuiling van het oppervlak van de te sorteren materialen. Testcampagnes zijn uitgevoerd met meerdere aluminium- en koperlegeringen. Onderzocht is welke technieken geschikt zijn om de materiaalstromen fysiek te sorteren nadat een object is geïdentificeerd met de LIBS-technologie. Op basis daarvan is een pakket van eisen en een functioneel ontwerp opgesteld waarbij rekening is gehouden met vorm, grootte en gewenste verwerkingsvolume per uur. Op basis van het functioneel ontwerp is samen met potentiële klanten de toegevoegde waarde bepaald in economische termen en uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-emissiereductie. Tot slot zijn de resultaten gedeeld met marktpartijen en zijn de marktpartijen gevraagd naar de bereidheid om te participeren in het vervolg. Uiteindelijk zijn drie verschillende toepassingen zijn uitgewerkt waarvoor een aparte businesscases zijn opgesteld.

### 3.3 Knelpunten

De LIBS-technologie is in staat om betere sorteersystemen te maken dan nu in de sector in gebruik zijn maar de technologie zal niet één op één te vervangen zijn met de huidige sorteersystemen.

De metaalverwerkende industrie is gewend aan het verwerken van grote volumes met een grote verwerkingssnelheid. De technieken die nu beschikbaar zijn, veroorzaken verontreinigingen in het eindproduct maar deze technieken hebben wel een hoger verwerkingssnelheid. Voor het inzetten van een LIBS-sorteersysteem is een verwerkingssnelheid van 5.000 kg per uur nodig. Door het lichte gewicht van de meeste metaalstukken (>25 per seconde) vraagt dit om snelle verwerking. Hoewel LIBS-technologie theoretisch snel is, bemoeilijken de variërende vormen het positioneren en mechanisch scheiden. Een LIBS-sorteersysteem kan materiaal scheiden in een groot aantal verschillende fracties terwijl de huidige systemen materiaal slechts scheiden in twee verschillende fracties. Om het potentiële voordeel van LIBS te kunnen benutten zullen veel meer verschillende fracties ontstaan dan gewenst maar stelt wel aanvullende eisen aan de huidige logistiek. De LIBS-technologie bestaat uit een oppervlakte meting die gevoelig is voor verontreinigingen zoals verfresten.

Om een LIBS-sorteer systeem succesvol te kunnen invoeren is een demonstratie nodig waarbij rekening wordt gehouden met de plaats in de keten, het type materiaal, de vorm en afmetingen van het materiaal. Zonder een dergelijk demonstratie zullen de voordelen van LIBS niet tot haar recht komen en bestaat het risico dat ten onrechte geconcludeerd dat worden dat deze meer geavanceerde technologie niet geschikt is.

### 3.4 Doelgroep en perspectief voor Toepassing

De LIBS-technologie geeft voor schoon en homogeen materiaal zeer bruikbare meetsignalen voor de realisatie van in-line LIBS-sorteersystemen. LIBS-gebaseerde sorteersystemen maken verduurzaming en versterking van de industrie mogelijk op drie gebieden:

LIBS-technologie geeft bij weinig vervuilde maalstromen zeer nauwkeurige signalen en zorgt samen met een goed sorteermecanisme voor uitstekende sorteerrendementen. Veel toegevoegde waarde van sorteren met LIBS-technologie wordt behaald bij reststromen van de aluminium verwerkende industrie doordat er veel verschillende soorten aluminium zijn die bij constructiebedrijven voornamelijk op basis van visuele kenmerken gescheiden worden en verschillende legeringen daardoor niet uit gesorteerde worden wat ten koste gaat van de kwaliteit van een gerecycled eindresultaat. Door LIBS-technologie te combineren met geavanceerde scheidingsmethoden, kan hoge kwaliteit groen aluminium worden verkregen.

- I) Hoewel de LIBS-technologie staal en andere metalen technisch goed sorteert, wordt de extra inspanning op dit moment niet gerechtvaardigd door een betere verkoopprijs van het gesorteerde schroot. Dit komt doordat de verkoopprijs van schroot gedomineerd wordt door de inkoopprijs van TATA hoogovens in Nederland en TATA in stat is om te werken met een lage kwaliteit staal schroot. LIBS-staalsortering kan in de toekomst effectief zijn bij recycling met kleine ovens, omdat dit de goedkoopste en meest energiezuinige manier is voor de productie van groen staal. Hiervoor moet het huidige sorteerproces echter worden verbeterd.
- II) Sorteren met LIBS kan ook goed tot haar recht komen bij het bepalen van de kwaliteit van staal dat in aanmerking komt voor hergebruik. Het potentieel van hergebruik is heel groot, maar ontwerp & bouw staan in de materiaalketen onvoldoende in contact met sloop & metaalverwerking. Er is ook geen financiële beloning is voor de extra CO<sub>2</sub>-emissiereductie van hergebruik. Partijen worden daardoor ook niet gestimuleerd om te investeren in kwaliteitsborging die nodig is om hergebruik wel mogelijk te maken. De LIBS-technologie kan gebruikt worden bij een nauwkeurige classificatie van metalen. Voorwaarde daarbij is wel dat de meting met LIBS gecombineerd wordt met een lokale oppervlakte reiniging op het meetpunt. Staal hergebruiken levert maximale CO<sub>2</sub>-reductie op, maar vereist aanpassingen in de keten. Architecten kunnen bij

het ontwerpen van een gebouw niet zeker zijn van de beschikbaarheid van hergebruikte materialen bovendien is het onzeker de veiligheidseisen kan worden voldaan als de kwaliteit van hergebruikte materialen niet goed bepaald en georganiseerd is.

### 3.5 VERVOLGSTAPPEN

Een deel van de metaalverwerkende bedrijven is zich bewust van de noodzaak om te veranderen en is bereid om bij te dragen aan het ontwikkelen van verbeterde sorteersystemen. De meeste toegevoegde waarde wordt verkregen bij hergebruik en bij het sorteren van relatief grote stukken non-ferro metalen voordat deze verkleind worden met een shredder.

De vervolgstap is het aangaan van een samenwerkingsverband met metaalverwerkende bedrijven om een pilot uit te voeren en daarbij de technologie door te ontwikkelen tot een commercieel bruikbaar systeem.

- I) Om het lasersysteem minder gevoelig te maken van vervuiling is een tweede vervolgstap het onderzoek naar gebruik van een sterkere laser waarmee oppervlakkige vervuiling zoals verfresten kunnen worden weggebrand. De versturende vervuiling is minder aanwezig bij metaalverwerkende industriële bedrijven om die reden zal bij het aangaan van een samenwerkingsverband in eerst instantie gekeken worden naar aluminium verwerkende bedrijven mechanische en verspanende bewerkingen.
- II) Afhankelijk van de specifieke toepassing zal het accent van de technologieontwikkeling verschillend zijn. Aandachtgebieden zijn: borgen van de veiligheid door gebruik van een hermetisch afgesloten systeem, technieken voor het verhogen van de verwerkingssnelheid.
- III) Aanvullende haalbaarheidsstudie is een logische vervolgstap met het bestaande testsysteem gericht op LIBS als kwaliteitsmeting ten behoeve van hergebruik van staal stelt aanvullende eisen waarbij meer het accent ligt op het kalibreren van de meetsignalen.

## 4 BIJDRAGE VAN HET PROJECT AAN DE DOELSTELLINGEN VAN DE REGELING

### 4.1 Belang van de studie voor de sector

De LIBS-technologie is technisch, economisch en ecologisch haalbaar. Opschaling naar een demonstratie om tot een commerciële toepassing te komen is wenselijk en past binnen de Europese circulariteitsdoelen.

Dit is voor de verduurzaming van veel verschillende sectoren van belang. De verdeling van de sectoren is als volgt:

Sector	Aandeel
Bouwnijverheid	55%
Afvalbeheer	12%
Metaalproductenindustrie	9%
Basismetalaalindustrie	5%
Machine-industrie	4%
Huishoudens	3%
Transportmiddelenindustrie	3%
Handel, vervoer en horeca	1 % of minder

Verreweg het grootste metaalvolume is afkomstig uit de bouwnijverheid, dat voor het grootste deel voortkomt uit de sloop en renovatie. In de onderstaande tabel is de herkomst van metalen en het soort metaal weergegeven:

Oorzaak	Metaalsoorten	Geschat aandeel in metaalafvalstroom
Sloop en renovatie	Staal, ijzer, aluminium, koper	Grootste aandeel (>50%), vooral uit constructies en installaties
Bouw- en productieresten	Staal, aluminium	Circa 10-15%, afhankelijk van projecttype
Vervanging van installaties	Koper, staal, aluminium	Circa 10%, vooral uit HVAC, liften en elektra
Kortere levensduur van componenten	Aluminium, staal	Circa 5-10%, afhankelijk van toegepaste materialen
Onvoldoende circulair ontwerp	Gemengde metalen, vaak vermengd met andere materialen	Moeilijk kwantificeerbaar, maar bemoeilijkt hoogwaardig hergebruik

#### 4.2 Openbare publicaties en externe communicatie

Tijdens de haalbaarheidsstudie zijn meer dan 20 verschillende bedrijven bezocht. Hier zijn verbetermogelijkheden besproken en zijn materialen meegenomen en zijn de resultaten teruggekoppeld. Met meer dan 100 bedrijven is telefonisch contact geweest en is het verbeterpotentieel van sorteren met LIBS besproken.

Bij de branchevereniging FME is het potentieel van LIBS onder de aandacht gebracht en op de drie daagse jaarlijkse recycling vakbeurs is in zowel 2024 als in 2025 actief deelgenomen.

Om het potentieel van hergebruik onder de aandacht te brengen zijn alle landelijke geregistreerde architectenbureaus benaderd. Ook is met de Nederlandse Emissie Autoriteit gesproken over de mogelijkheid om de emissiereductie bij hergebruik te stimuleren. Om hergebruik te stimuleren is de Nederlandse Staalbank opgericht.

Staalbank ziet het enorme potentieel van hergebruik en heeft de ambitie om hergebruik wel mogelijk te maken. Door de recente wetswijzigingen is dit bovendien een geschikt moment om de ketenverandering door te voeren. Dat vereist niet alleen een andere organisatie maar heeft ook behoefte aan andere meer geavanceerde technieken <https://staalbank.com/>

## 5 BESCHIKBAARHEID INFORMATIE

Metasort B.V. zet de ontwikkeling van de genoemde technologieën voort.

De nieuwste resultaten en dit rapport zijn beschikbaar op <https://metasort.nl/>.

Voor nadere informatie of indien u wenst deel te nemen, kunt u contact opnemen met dhr. Ralph van Hof via [vanhof@nexet.nl](mailto:vanhof@nexet.nl).