

# Naar een circulaire keten voor bulkmetalen

Cijfers, kansen en drempels



amsterdam  
economic  
board

Dr. Joppe van Driel  
Utrecht Sustainability Institute  
April 2019

## Voorwoord

In mei 2015 lanceerden Board Ambassadeurs professor Jacqueline Cramer en wethouder Haarlemmermeer John Nederstigt het grondstoffentransitieprogramma 'de Metropoolregio Amsterdam als circulaire grondstoffen hub'.

Dit met als doel de urgentie van de verandering en de noodzaak tot systemische aanpak van een lineaire naar een circulaire economie onder de aandacht te brengen. Uitgangspunt van deze ambitie is het initiëren, verbinden, versnellen en opschalen van lokale en regionale initiatieven op het gebied van circulariteit, daarbij aansluitend op de eigen dynamiek die elke regio kent. In 2016 voerde de Board gesprekken met burgemeesters, wethouders en ambtenaren uit de regio met de intentie om circulaire economie hoog op de agenda te krijgen en concrete kansen voor samenwerking te bespreken. Dit resulteerde in juni 2016 tot een gezamenlijke uitvoeringsagenda, hierin is de samenwerking tussen overheden, bedrijfsleven en kennisinstellingen cruciaal.

De aanpak van de Board richt zich op:

- het aanbod van grondstofstromen voor hoogwaardig hergebruik door nauwe samenwerking met overheden (interventies, wet- en regelgeving en schaal)
- nieuwe bedrijvigheid op het gebied van impactvolle rest/grondstofstromen
- de vraag naar circulair ontworpen producten en diensten.

## Circulaire transitie

We leven in een lineaire economie waar het systeem is ingericht op consumptie, eenmalig gebruik, (vaak) laagwaardige recycling en (in Nederland) verbranding. De transitie naar een andersoortige economie gaat niet over één nacht ijs. Het zijn langzame, maar gestage processen, met belangrijke mijlpalen en successen onderweg. Aan de ene kant hebben we te maken met een bestaand systeem met de nodige beperkingen waarbinnen we optimaliseren en aan de andere kant zetten we vol in op systeem innovatie. Die twee paden bestaan in deze transitieperiode naast elkaar.

De Board zet samen met haar partners in op hoogwaardige verwaarding van impactvolle rest/grondstofstromen en tegelijkertijd op het herontwerp van product- en productketens en hergebruik, veelal via inkopen en aanbesteden.

## **Metalen is 1 van de geselecteerde impactvolle grondstofstromen in het grondstoffentransitieprogramma.**

De keuze voor de stromen is gemaakt op basis van de mate waarin grote volumes worden afgedankt, het milieubelastende karakter en de potentie voor hoogwaardigere verwerking in de regio.

Onderliggende studie is uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in de huidige 'metaalketens', in het potentieel voor circulariteit, en om de Board en haar partners ideeën aan te reiken om hoogwaardige verwerking van metalen (in gezamenlijkheid) mogelijk te maken.

## Circulaire transitie

We leven in een lineaire economie waar het systeem is ingericht op consumptie, eenmalig gebruik, (vaak) laagwaardige recycling en (in Nederland) verbranding. De transitie naar een andersoortige economie gaat niet over één nacht ijs. Het zijn langzame, maar gestage processen, met belangrijke mijlpalen en successen onderweg. Aan de ene kant hebben we te maken met een bestaand systeem met de nodige beperkingen waarbinnen we optimaliseren en aan de andere kant zetten we vol in op systeem innovatie. Die twee paden bestaan in deze transitieperiode naast elkaar.

De Board zet samen met haar partners in op hoogwaardige verwaarding van impactvolle rest/grondstofstromen en tegelijkertijd op het herontwerp van product- en productketens en hergebruik, veelal via inkopen en aanbesteden.

### **Metalen is één van de geselecteerde impactvolle grondstofstromen in het grondstoffentransitie programma.**

De keuze voor de stromen is gemaakt op basis van de mate waarin grote volumes worden afgedankt, het milieubelastende karakter en de potentie voor hoogwaardigere verwerking in de regio.

Onderliggende studie is uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in de huidige ‘metaalketens’, in het potentieel voor circulariteit, en om de Board en haar partners ideeën aan te reiken om hoogwaardige verwerking van metalen (in gezamenlijkheid) mogelijk te maken.

Deze studie is geïnitieerd door de Amsterdam Economic Board, in het kader van het grondstoffentransitieprogramma van de MRA. Veel dank aan Robert van Beek, Gerard Wyfker, Jules Wilhelmus, Martijn van de Poll, Alex Verkuijlen, Michel Baars, Elmer Rietveld, Ted Luiten, Jan Henk Wijma, Hans Hage, Koen Meijer, Roger Steens, Menno Rubbens, Peter Rem, Pim Jonkman en Han van Son voor hun medewerking.

## Inhoud

1. Waarom een circulaire metaalketen moet en kan.....	5
2. De keten voor bulkmetalen in Nederland: stromen en cijfers.....	9
3. Kansen en drempels voor een circulaire metaalketen .....	13
3.1 Initiatieven bulkmetalen in bouw en infra: producthergebruik en circulair ontwerp .....	14
3.2 Initiatieven schrootinzameling en -sortering: robotics en toxisch staalschroot.....	16
3.3 Initiatieven staal- en maakindustrie: HIsarna en circulair ontwerp.....	18



# Naar een circulaire keten voor bulkmetalen: Cijfers, kansen en drempels

## 1. Waarom een circulaire metaalketen moet en kan

De keten voor metaalschroot is in beweging. Met name op het gebied van bulkmetaal-reststromen (ferro en non-ferro) is hier winst te boeken. Denk bij bulkmetalen aan staal, aluminium, koper, messing – metalen die overal om ons heen zitten, in de waterkranen, leidingen, draden, auto's, deurklinken of in de draagconstructies van onze gebouwen. Met veel gebruik komt veel afval. Zo produceert Nederland elke dag weer vele schroothopen, gemiddeld zo'n 5 kton per dag, ofwel 100 volgeladen vrachtwagens per dag.

### Onderscheid tussen ferro en non-ferrometalen:

*Ferrometalen:* metalen waarbij ijzer het voornaamste bestanddeel vormt (staal, gietijzer)

*Non-ferrometalen:* alle overige metalen (aluminium, koper, messing, etc.)

Normaal gesproken wordt dit schroot slechts gedeeltelijk in Nederland gerecycled en voor meer dan de helft

geëxporteerd voor verwerking in het buitenland – grotendeels buiten de EU. Sinds kort, echter, is de wereldmarkt voor metalen in beweging. Verschuivingen op de markt gekoppeld aan circulaire innovaties zorgen voor een reorganisatie van de keten, met kansen voor circulaire initiatieven.

### Instabiele wereldmarkt voor schroot

Aan de ene kant zorgt een instabiele wereldmarkt voor een reorganisatie van de metaalketen. Een hoofdrolspeler is China, de mondiale grootimporteur van met name non-ferro schroot. Zo trok China jarenlang onder meer ruim 50% van al het koperschroot en 25% van het aluminiumschroot in de wereld naar zich toe. Sinds 2018 voert China een strenger beleid ten aanzien van afvalimport. Het land sloot haar grenzen voor verschillende soorten lage kwaliteit metaalschroot, zoals gebruikte koperen draden of afgedankte motoren. Daardoor zijn schroothandelaren wereldwijd op zoek naar nieuwe afzetmarkten, of naar innovaties om hoogwaardiger schroot te produceren.

Tegelijkertijd is ook de markt voor ferroschroot onrustig, en politiek instabiel. Turkije importeert wereldwijd het meeste staalschroot, al jarenlang zo'n 30-40% van de mondiale stroom. Dit maakt de schrootmarkt afhankelijk van internationale politiek en handelsconflicten. Zo volgde op de sancties van de VS tegen Turkije in 2018 (o.a. verhoogde importheffingen van 50% op Turks staal) en de dalende Turkse lira, een dalende schrootimport en mondiaal dalende vraag naar staalschroot. Ondertussen daalt de prijs van staal al ruim een jaar, terwijl de ijzerertsprijs juist toeneemt (dit jaar al met 20%). Hierdoor komt de winstgevendheid van staalfabrieken onder druk te staan.<sup>1</sup>

Opgeteld heeft de bovenstaande situatie een toenemende volatiliteit en onzekerheid in de prijs van metaalschroot én basismetalen tot gevolg. Voor enkele non-ferro metalen wordt deze onzekerheid verder gevoed door toenemende schaarste van de primaire grondstoffen, waaronder koper en zink, waarvan de prijzen alleen al sinds januari 2019 met 9% zijn toegenomen.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Casper Burgering, "Verhoogde druk op marge staalfabrieken", ABN AMRO (7 februari 2019).

<sup>2</sup> Casper Burgering, "Wat gaat de richting van de basismetalenprijzen bepalen?", ABN AMRO (28 februari 2019).

### Circulaire innovaties in opkomst

Aan de andere kant, en tegen deze economische achtergrond, investeren steeds meer ondernemers in de sector in innovaties die nieuwe markten helpen te creëren voor metaalreststromen. Producthergebruik is voorzichtig in opkomst. Denk hierbij, bijvoorbeeld, aan een aluminiumkozijn uit de sloop dat niet langer op de schroothoop, maar als opgeknapt kozijn in een nieuw pand terecht komt. Ook begint de ontwikkeling van Artificial Intelligence en Robotics z'n vruchten af te werpen, met nieuwe toepassingen in het hoogwaardig sorteren van schroot. Innovaties in ontwerp, 'design for reuse and recycling', stimuleren deze ontwikkelingen. (Zie ook paragraaf 3.)

Zo ontstaan er circulaire kansen voor de Nederlandse markt. Deze publicatie brengt de kansen en bijbehorende cijfers in kaart, op basis van een visualisatie van de metaalketen. Voordat we hiertoe overgaan, is het belangrijk eerst de voordelen te benoemen. Waarom zouden we een circulaire metaalketen willen?

### Voordelen circulaire metaalketen met oog op klimaat en milieu

Metaal is een niet vernieuwbare grondstof die in principe eindeloos in de kringloop kan blijven. De productie van de primaire grondstoffen voor bulkmetalen (i.e. kwaliteitsersten) vergt veel energie in de keten en heeft grote impact op het landschap. In Nederlandse koperdraden of staalplaten, bijvoorbeeld, zit koper uit mijnen in Chili – waar het almaar dalende kopergehalte in de opgegraven ertsen gepaard gaat met stijgende CO<sub>2</sub>-emissies per ton geproduceerd koper – of ruwijzer uit Brazilië – waar de ijzerertsmijnen voor giftige concentraties ijzeroxide zorgen in rivieren en grondwater. Eenmaal in omloop kunnen metalen echter opnieuw gebruikt worden, door producthergebruik of door het schroot om te smelten en als grondstof voor nieuwe metalen in te zetten.

Met oog op winst voor klimaat en milieu maakt het uit wáár en volgens welke methode metaalrecycling plaatsvindt. Hoe hoogwaardig dit gebeurt in landen die veel Nederlands schroot importeren – China en Turkije, maar ook de VS, Marokko, Bangladesh en India – is vanuit sociaal en milieutechnisch oogpunt niet altijd transparant. Zo gebeurt het sorteren van gemend schroot in China en Turkije vooral handmatig, met goedkope arbeidskrachten – mensen die de bruikbare stukken ijzer en koper eruit moeten vissen. De vervuilde, laagwaardige resten van deze doorsortering komen op vuilstortplaatsen terecht.

Door méér binnenlandse metaalresten beschikbaar te maken voor de Nederlandse en Europese staal- en maakindustrie, wordt de keten transparanter en krijgen we meer grip op goede opwerking. Daarbij zijn Nederlandse smelters – waaronder Tata Steel, maar ook bijvoorbeeld de Nederlandse aluminiumsmelters Zalco en E-Max, of de metaalfabrieken bij onze burens in Duitsland en België, op mondiaal niveau relatief schoon.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Ter vergelijking, uit de meest recente cijfers (2015) blijkt dat Tata Steel 1,737 ton CO<sub>2</sub> per ton ruw staal uitstoot, tegenover 1,981 ton CO<sub>2</sub> per ton ruw staal bij de Turkse vestiging van ArcelorMittal. Voor een productie van zo'n 7 miljoen ton staal (groveweg de Nederlandse jaarproductie) stoot Tata Steel dus zo'n 1,7 miljoen ton CO<sub>2</sub> minder uit per jaar dan de Turkse concurrent. Simon Dietz et al., "Management Quality and Carbon Performance of Steel Makers: A commentary", *Transition Pathway Initiative*, 2017. Tata Steel, *Sustainability Report Tata Steel in the Netherlands 2015/2016*.



Een hoger percentage metaalproductie op basis van schroot helpt bovendien om de Nederlandse klimaatdoelen te halen in termen van CO<sub>2</sub>-reductie. Productie van basismetalen uit schroot kost tot 75% minder energie dan uit ertsen. Bij producthergebruik is deze winst nog groter. Er hoeft dan niet meer gesmolten, maar alleen nog lokaal verplaatst en opgewerkt te worden.

Ten slotte zorgt een circulaire keten, met een meer lokale herverdeling van metaalresten, voor minder mondiaal maritiem transport en daarmee voor significante CO<sub>2</sub>-reductie. Ter vergelijking, een modern containerschip dat volgeladen met non-ferro schroot van Rotterdam naar China vaart, stoot bij deze reis in z'n eentje al zo'n 17 kton CO<sub>2</sub> uit. Vrachtwagens op diesel, voor lokaal transport over de weg, zijn per kilometer wel vervuilender dan containerschepen (tot ongeveer een factor 15 meer uitstoot per kilometer). Toch zorgen de kortere afstanden binnen een circulaire keten voor een significante CO<sub>2</sub>-reductie. Als dezelfde scheepslading schroot, te verdelen over 3400 vrachtwagens, 200 km verplaatst wordt over de weg – zeg, van een Nederlandse inzamelaar naar een Duitse smelter – dan komt daarbij zo'n 2 kton CO<sub>2</sub> vrij. De meer lokale, circulaire logistiek zorgt dus voor een CO<sub>2</sub>-reductie van zo'n 88% per volle scheepslading.<sup>4</sup>

### Voordelen circulaire metaalketen met oog op sociale en economische aspecten

Een circulaire metaalketen, waarbij de sector inzet op producthergebruik en hoogwaardige recycling van schroot binnen Nederland of Europa, biedt werkgelegenheid en mogelijkheden voor nieuwe bedrijvigheid. Een kleiner aandeel van de basismetalen in onze producten wordt dan gewonnen door mijnwerkers overzees, en een groter aandeel wordt beschikbaar gemaakt uit secundaire bronnen door vakmensen in de bouw, logistiek en binnenlandse metaalindustrie. Opkomende innovaties zoals schrootsortering op basis van A.I. of circulair ontwerpen in de maakindustrie (zie paragraaf 3) vergroten bovendien de interesse voor de jongere generatie om in deze sector te gaan werken.

Ook vermindert een circulaire metaalketen de afhankelijkheid van de Nederlandse metaal-, maak- en schrootindustrie van buitenlandse markten. Het gaat hier enerzijds om de aanvoer van primaire grondstoffen en basismetalen, waarvan prijs en beschikbaarheid bij de huidige instabiele wereldmarkt onzeker zijn. Anderzijds gaat het om de afzetmarkt voor schroot in o.a. China en Turkije, waar de sector alternatieven voor zoekt (zie hierboven). Kort gezegd krijgt de sector met een circulaire reorganisatie van de metaalketen toegang tot een beheersbare, constante bron van ijzer, zink, koper en andere basismetalen. Kopererts raakt op, koperschroot is er elke dag opnieuw.

Geavanceerde scheidings- en monitoringstechnieken, die nu door Nederlandse ondernemers ontwikkeld worden met oog op circulaire oplossingen in de metaalketen, zorgen er daarbij voor dat Nederland concurrerend wordt met lage lonen landen. Als toepassingsgebied voor ICT en A.I. versterkt dit bovendien de Nederlandse kenniseconomie.

Wat kunnen we op korte en lange termijn doen om bovenstaande voordelen te verzilveren en de transitie naar een circulaire metaalketen in Nederland te versnellen? En welke stromen komen hiervoor het eerste in aanmerking? Om hier inzicht in te krijgen, brengen we eerst de Nederlandse

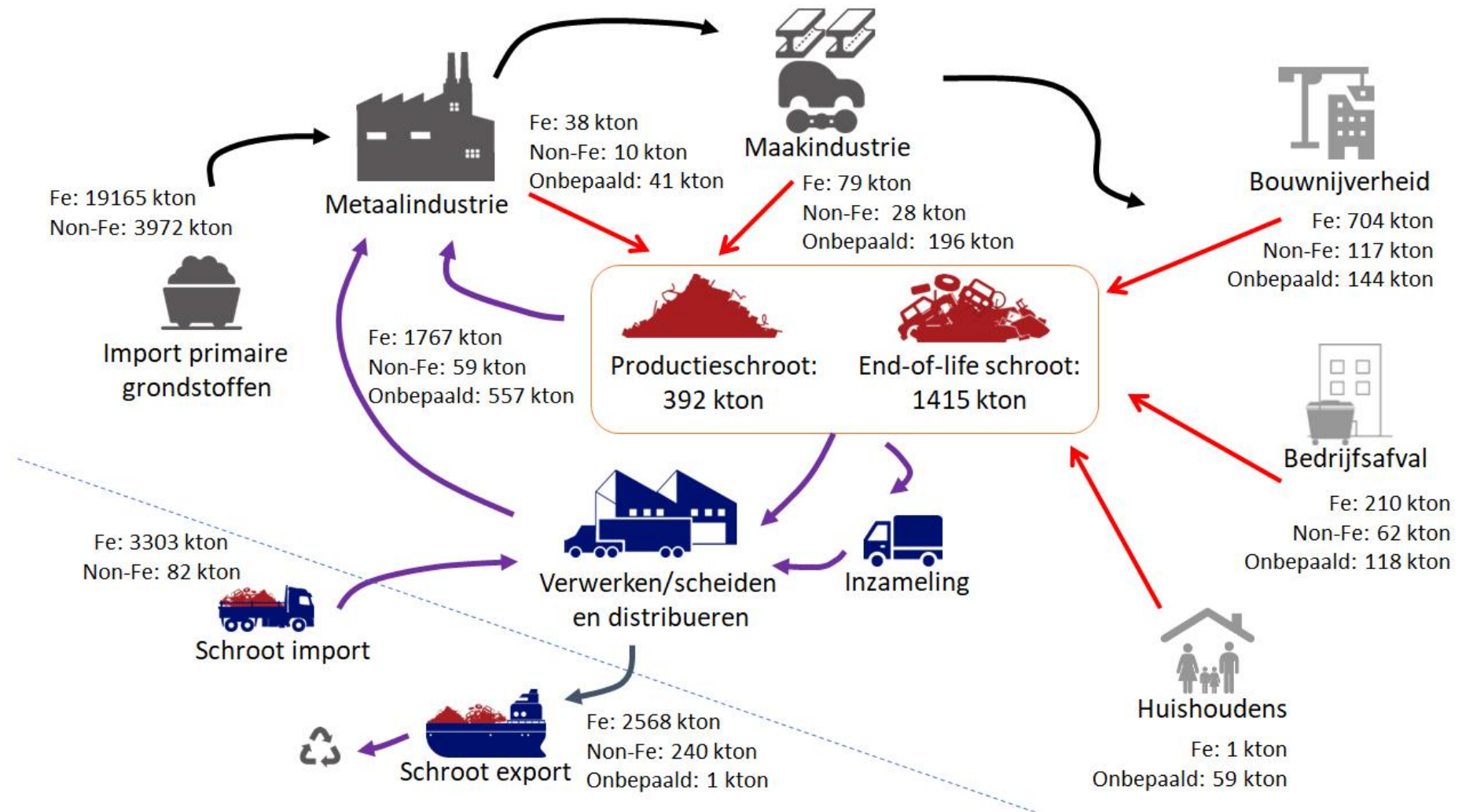
---

<sup>4</sup> Hierbij gaan we uit van een containerschip van 20.000 teu – zoals de meest moderne, schone schepen die van Rotterdam met non-ferro schroot op China varen – dat een afstand overbrugt van 22.200 km met een uitstoot van 37,9 gr CO<sub>2</sub>/teu/km, tegenover 3400 vrachtwagens die ieder 200 km rijden met een lading van 50 ton, en een uitstoot van 62 gr CO<sub>2</sub>/ton/km produceren.

metaalketen met haar verschillende stromen en bijbehorende cijfers in kaart. Zo zien we waar de meeste impact ligt, en waar we welk initiatief moeten plaatsen.



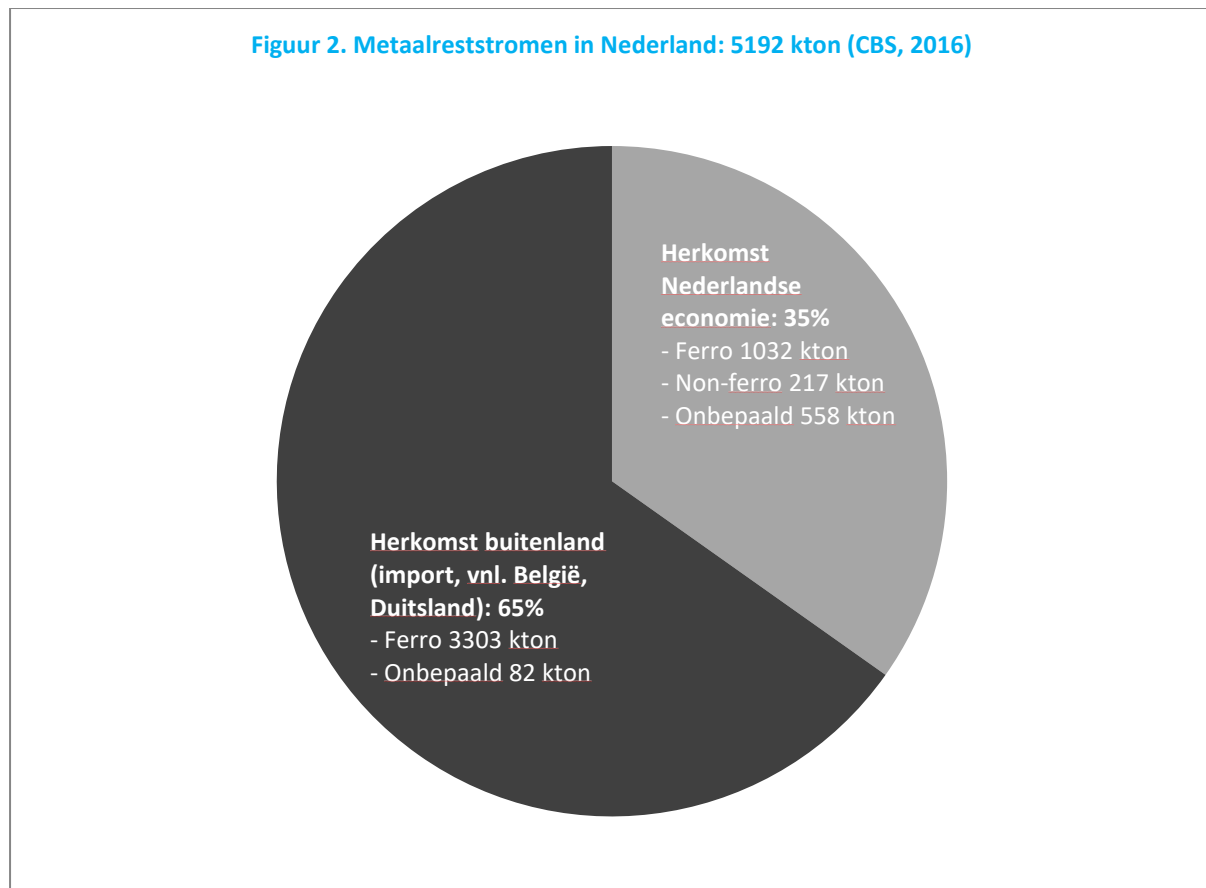
## 2. De keten voor bulkmetalen in Nederland: stromen en cijfers



Figuur 1. De Nederlandse metaalketen, indicatieve cijfers. Bron: CBS, afvalbalans 2016.

De keten voor bulkmetalen loopt als volgt (figuur 1). De metaal- en maakindustrie produceert metaalproducten uit een combinatie van primaire grondstoffen (import) en schroot (deels import, deels Nederlands schroot). Bij deze productie komt productieschroot vrij – zgn. “new scrap” – dat deels terug de smelters in gaat voor een nieuwe productieronde, en deels via tussenhandelaren op de schrootmarkt terecht komt. De eindproducten van de metaal- en maakindustrie, zoals stalen balken of autodeuren, vinden vervolgens hun weg naar de bouw en andere bedrijfstakken, en huishoudens. Na gebruik levert dit end-of-life schroot op. Inzamelaars en sorteerdere maken het schroot vervolgens klaar voor export of voor recycling in de Nederlandse industrie.

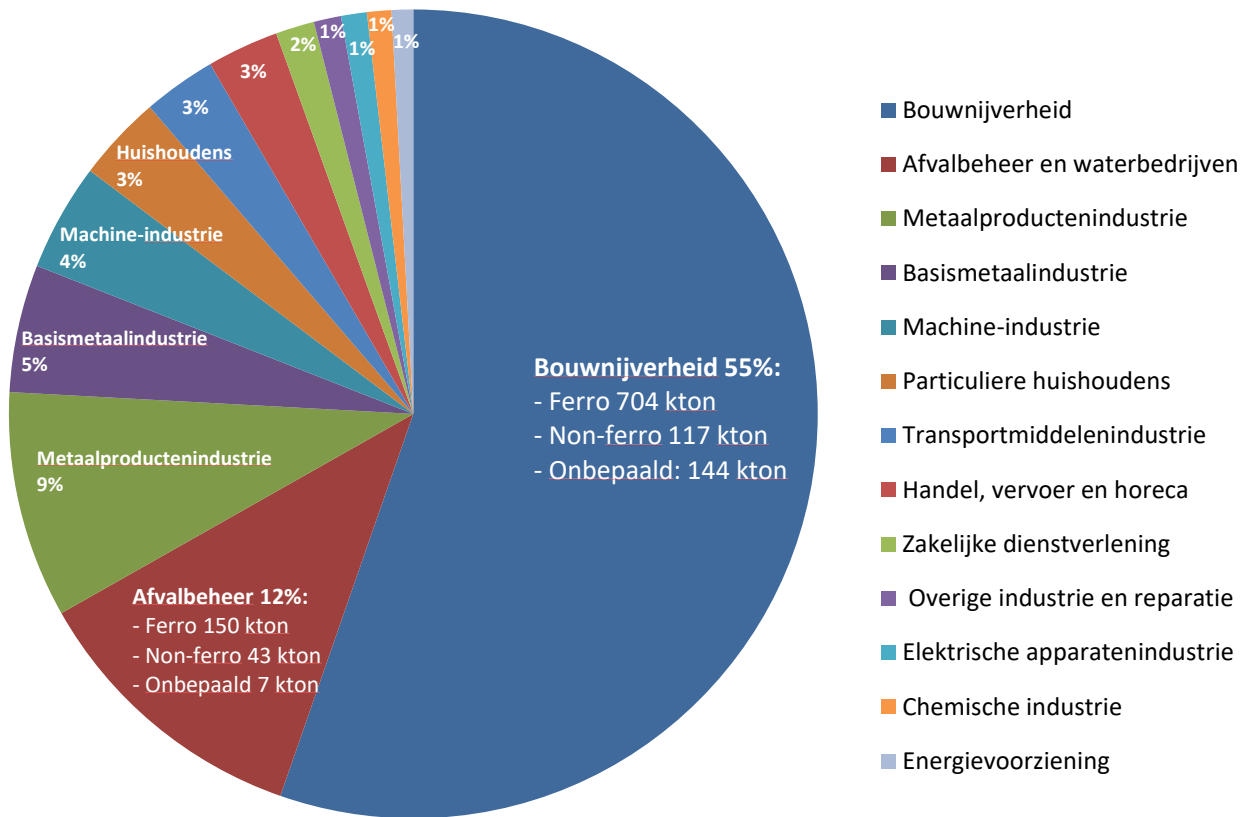
Met behulp van de afvalbalans van het CBS kunnen we deze metaalreststromen kwantificeren.



In totaal verwerkt en verhandelt de Nederlandse sector ruim 5000 kton schroot per jaar, waarvan 65% geïmporteerd schroot en 35% schroot dat in Nederland vrijkomt (figuur 2). Om te zien waar de meest impact ligt, kunnen we de Nederlandse stroom verder uitsplitsen per toepassingsgebied.

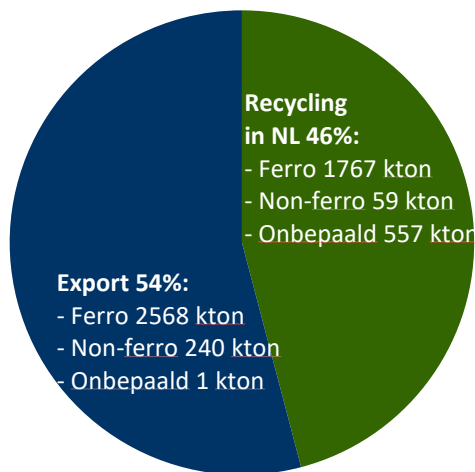
Van het schroot dat in Nederland vrijkomt (jaarlijks ruim 1800 kton), komt verreweg de grootste stroom uit de bouw: 55% (figuur 3). Op de tweede plek, met 12%, staat de heterogene stroom schroot die vrijkomt uit algemene afvalbehandeling en recycling - waaronder gemengd bedrijfsafval. Daarna volgt het productieschroot uit de metaal- en maakindustrie, en pas daarna de metaalreststroom die vrijkomt uit huishoudens.

**Figuur 3. Herkomst per sector 1807 kton Nederlandse metaalresten (CBS, 2016)**



De geïmporteerde metaalreststromen uit het buitenland vormen in de binnenlandse schroothandel een gecombineerde, heterogene stroom, samen met het schroot dat in de Nederlandse economie

**Figuur 4. Bestemming 5192 kton metaalresten (CBS, 2016)**



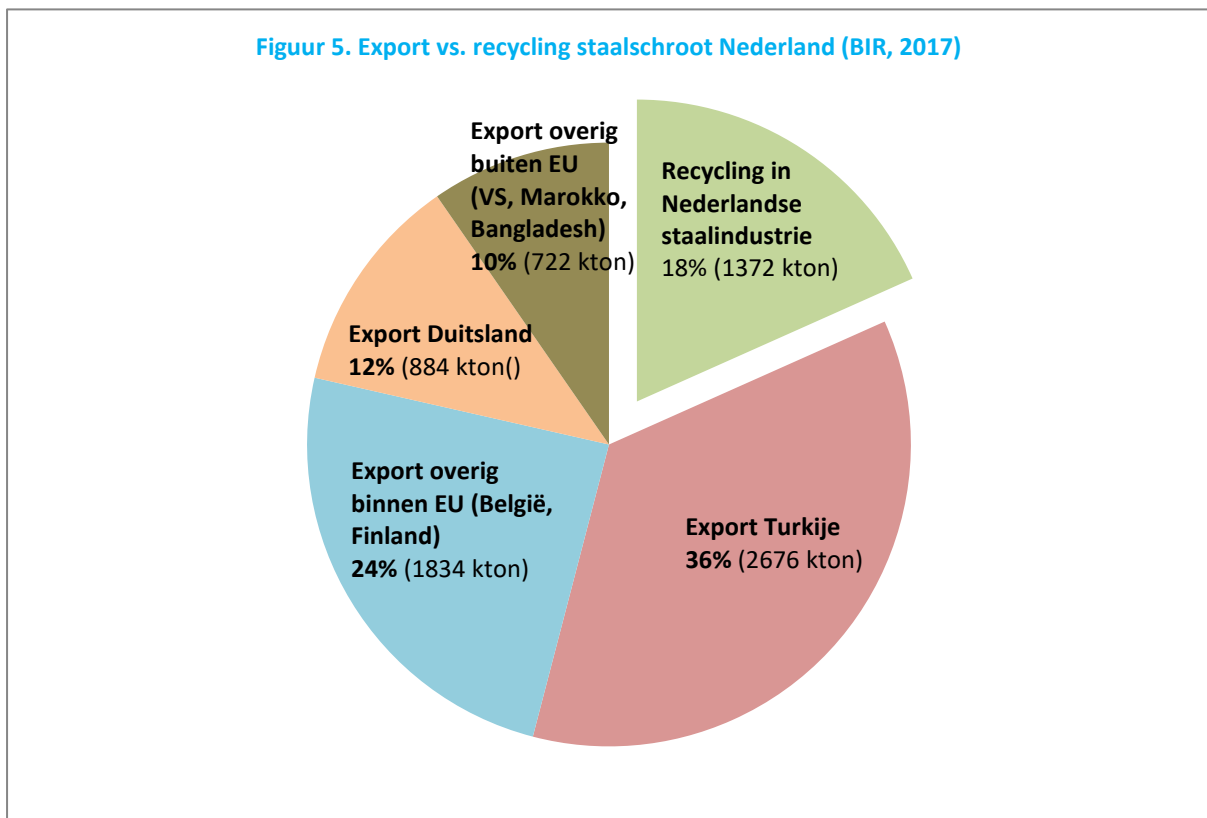
vrijkomt. Wat gebeurt er met dit schroot? Van de jaarlijkse totale schroothoop van 5000 kton exporteert de sector het merendeel: 54% (figuur 4). De Nederlandse metaal- en maakindustrie recyclet jaarlijks een totaal van 2383 kton schroot, ofwel 46% van de totale schroothoop.

Uit interviews met stakeholders in de sector blijkt dat de binnenlandse recycling grotendeels geïmporteerd kwaliteitsschroot uit het buitenland betreft; het schroot dat vrijkomt in de Nederlandse economie wordt vooral geëxporteerd. Dat verklaart ook waarom de absolute hoeveelheid schroot die de Nederlandse industrie jaarlijks recyclet groter is dan de hoeveelheid schroot die in Nederland vrijkomt (respectievelijk 2383 kton vs. 1807 kton) – men smelt vooral buitenlands schroot. De exacte samenstelling van de export- en recyclingstroom in termen van de relatieve hoeveelheden geïmporteerd vs. binnenlands schroot staan niet vermeld in de statistieken.

Verder valt op dat de Nederlandse industrie verhoudingsgewijs van de totale reststroom ferrometalen een groter aandeel recyclet dan van de totale reststroom non-ferrometalen. Ter vergelijking: ca. 60% ferro export vs. 40% ferro recycling in Nederland. En 80% non-ferro export vs. 20% non-ferro recycling in Nederland. Dit komt vooral doordat China het gros van de non-ferro metaalproducten voor de Europese markt produceert. China bezit dan ook de benodigde productiekennis, goedkope arbeid én smeltcapaciteit voor non-ferro recycling – volgens ingewijden meer dan de helft de mondiale non-ferro smeltcapaciteit. Bij gevolg is er in Nederland een beperkte afzetmarkt voor non-ferro schroot. Hoogwaardig aluminiumschroot vormt hierbij een uitzondering, waar Nederland met de bedrijven Zalco en E-Max een jaarlijkse productiecapaciteit van zo'n 300 kton ruw aluminium in de weegschaal legt – sinds januari 2019 verder uitgebreid met de doorstart van aluminiumproducent Aldel in Delfzijl.

Voor ferrometalen heeft Nederland met de ovens van Tata Steel in IJmuiden wél een significante afnemer van schroot. Tata Steel stelt echter hoge eisen aan de kwaliteit van ferroschroot. Veel schroot dat in de Nederlandse economie vrijkomt heeft lastige metallische coatings, zoals het zink in gegalvaniseerd staal, dat staalproducten beschermt voor corrosie voor o.a. toepassing in de bouw. Dit schroot verstoort het productieproces van Tata Steel; om voor hoogwaardige recycling in aanmerking te komen, zou het eerst verwaard moeten worden om de ijzerconcentratie op te voeren. Goedkope aanbieders uit bijvoorbeeld Turkije accepteren lagere kwaliteit schroot, waardoor de exportstroom aanzienlijk blijft.

**Figuur 5. Export vs. recycling staalschroot Nederland (BIR, 2017)**



De cijfers van het Bureau of International Recycling (BIR) maken de exportstromen van ferroschroot inzichtelijk (figuur 5). De cijfers van BIR wijken enigszins af van het CBS en laten een aanzienlijk grotere ferro-exportstroom zien (in totaal ruim 6000 kton ferro-export volgens BIR, vs. 2500 kton ferro-export volgens het CBS) – waarschijnlijk door een grote stapel doorvoerhandel mee te rekenen, waarbij de Nederlandse havens functioneren als stapelmarkt voor staalschroot. Verreweg de grootste afnemer is Turkije, dat 36% van al het staalschroot uit Nederland ontvangt.

Waar liggen nu, gegeven bovenstaande stromen en bijbehorende cijfers, de kansen voor een circulaire metaalketen?

### 3. Kansen en drempels voor een circulaire metaalketen

Nieuwe initiatieven richting een circulaire metaalketen in Nederland spelen zich grofweg op drie plekken in de keten af (zie figuur 6):

1. in de zakelijke markt waar metaalproducten toepassing vinden, m.n. in de bouw;
2. bij het inzamelen en sorteren van schroot;

3. bij de productie van metaalproducten in de staal- en maakindustrie.

### **3.1 Initiatieven bulkmetalen in bouw en infra: producthergebruik en circulair ontwerp**

Voor een circulaire economie heeft producthergebruik prioriteit boven recycling. Ook de Transitieagenda Circulaire Maakindustrie onderstreept het belang hiervan.<sup>5</sup> Voor de metaalketen betekent dit dat producten waar metalen in zijn verwerkt na eerste levensduur zo hoog mogelijk – in dezelfde functie – door een andere gebruiker opnieuw worden gebruikt. Producthergebruik van metalen verkeert nog in de kinderschoenen; hier is nog veel te winnen. Met name in de bouw, waar de grootste volumes ferro- en non-ferrometalen in omgaan, is hier veel impact te behalen. En juist hier ontstaan sinds kort de eerste initiatieven.

#### **Modulair ontworpen staalconstructies in de bouw**

Er is een markt in opkomst voor demontabele staalconstructies, waarvan de elementen zonder verlies van waarde uit elkaar geschroefd en op productniveau hergebruikt kunnen worden. Met name voor tijdelijke huisvesting (b.v. hallen, loodsen, parkeergarages, maar ook tijdelijke kantoorgebouwen) begint er een rendabele business case te ontstaan voor circulair ontwerp langs deze lijnen. Twee voorbeelden:

- Architectenbureau Cepezed ontwierp de Tijdelijke Rechtbank Amsterdam, een circulair gebouw dat voor de opdrachtgever slechts vijf jaar dienst hoeft te doen. Het gebouw wordt gedragen door een demontabele staalconstructie met geboute verbindingen. De staatconstructie is zó ontworpen dat het zich prima leent voor andere gebouwfuncties. Over vijf jaar kunnen de stalen elementen eruit gehaald worden om als draagconstructie dienen voor een school, kantoor of laboratorium.
- Van den Brink Staalbouw uit Barneveld heeft het circulair concept LOGISTAAL ontwikkeld voor de nieuwbouw van logistiek vastgoed: een demontabele stalen draagconstructie, in te kopen met terugkoopgarantie of via een leaseconstructie. Het bedrijf paste dit concept al toe voor distributiecentra in Amsterdam, Vianen, 's-Heerenberg en Venlo. Van den Brink heeft ook een circulaire parkeergarage ontworpen met demontabel staalprofiel, toegepast bij de P+R Parkeergarage in Elst.

#### **Monitoren van restwaarde aluminium kozijnen en raamprofielen**

VMRG, de brancheorganisatie voor gevels, werkt aan het Façade Identification System. Dit systeem maakt een materialenpaspoort voor gevelelementen mogelijk. Gevels die hierop zijn aangesloten, krijgen een digitale representatie waarin staat opgeslagen welke materialen in de gevel zijn toegepast en hoe de restwaarde van de gevelelementen verandert door gebruik. Denk bijvoorbeeld aan sensoren die het gebruik van aluminium raamprofielen monitoren, zodat leveranciers en consumenten kunnen herleiden hoe vaak een raam open en dicht is geweest. Dergelijke monitoring maakt het voor de gevelbranche mogelijk om gericht onderhoud te plegen en terugname van gevelelementen tegen dagwaarde te garanderen. Hiermee kan de branche de jaarlijkse 117 kton aan non-ferro metaalresten uit bouw en slooptrajecten reduceren – door o.a. aluminium gevelproducten een langere eerste levensduur te geven en op productniveau her te gebruiken.

---

<sup>5</sup> *De transitie naar een circulaire economie voor de maakindustrie*, 2018.

### **Producthergebruik uit de sloop**

Oogstbedrijf New Horizon Urban Mining werkt aan de opschaling van producthergebruik van gebruikte kabelgoten. Dit materiaal, gegalvaniseerd staal, wordt normaal gesproken als ferroschroot of als ongesorteerd sloopafval afgevoerd. In sloopopdrachten demonteert New Horizon waar mogelijk de stalen kabelgoten, om ze geschikt te maken voor hergebruik. De kabelgoten gaan terug naar de elektrotechnische groothandel Rexel, die ze verkoopt als circulair bouw materiaal (o.a. toegepast in ABN AMRO's Circl).

### **Producthergebruik van staal en koper uit spoorwegen**

Producthergebruik speelt een belangrijke rol in de duurzaamheidsstrategie van ProRail. Denk aan hergebruik van spoorstaven, dwarsliggers, wissels en koper in o.a. transformatoren en bovenleidingsystemen. Het gaat om grote volumes. ProRail beheert ruim 7000 kilometer spoor, een metalenbank van staal en koper met naar schatting 680 kton staal aan spoorstaven en 57 kton koper in de railinfrastructuur. Vrijkomend materiaal uit onderhoud, vervanging en sloop wordt nu voornamelijk afgevoerd voor recycling. Voor spoorstaven alleen al is dit zo'n 15 kton per jaar.

Voor 20% van de vrijkomende gebruikte spoorstaven vindt ProRail sinds een aantal jaar een tweede leven op rustiger trajecten en opstelsporen. Om dit aandeel op te schalen onderzoekt de spoorbeheerder mogelijkheden voor hergebruik van spoorstaven in bouwconstructies en bruggen – met succesvolle toepassing bij het hoofdkantoor van ProRail en Het Hof van Cartesius in Utrecht. Ook heeft ProRail succesvolle pilots gedaan met hergebruik van stalen wisselelementen. Zo hergebruikte ProRail recentelijk 36 wissels voor o.a. de spoorverdubbeling rondom Utrecht Centraal. Voor de koperstroom onderzoekt ProRail mogelijkheden voor hergebruik en reductie, samen met de Nederlandse netbeheerders in de coalitie Groene Netten.

Producthergebruik is daarmee één van de pijlers onder ProRail's duurzaamheidsstrategie. Het bedrijf wil in 2030 het eigen energieverbruik CO<sub>2</sub>-neutraal hebben, onder meer door minimaal 10% van alle vrijkomende materialen na demontage beschikbaar te maken voor hergebruik. ProRail becijfert dat dit overeenkomt met een CO<sub>2</sub>-reductie van ca. 30 kton. Zo werd met het hergebruik van de 36 wissels bij Utrecht Centraal al rond 0,5 kton CO<sub>2</sub> bespaard.<sup>6</sup>

### **Drempels voor opschaling producthergebruik en circulair ontwerp**

Betrokkenen in de keten bij bovenstaande initiatieven voor producthergebruik en circulair ontwerp formuleren de volgende drempels voor versnelling en opschaling:<sup>7</sup>

- Er is meer inzicht nodig in de betrouwbaarheid en veiligheid van gebruikte metaalproducten in een tweede leven; b.v. hoeveel belasting kan een versleten wissel of spoorstaaf nog aan?
- Er zijn oplossingen nodig om onder tijdsdruk demontage en installatie van gebruikte elementen te realiseren; b.v. aannemers moeten binnen 4 uur een wissel vervangen.
- Het ontbreekt aan sector brede, geaccepteerde kwaliteitskeuring van gebruikte metaalproducten. Nieuwe gebruikers willen dezelfde garantie als voor een nieuw product, dus er zijn professionele keurmerken nodig om hierin te voorzien. Als je een partij gebruikte bouwproducten opnieuw moet laten wegen en doorrekenen, wordt hergebruik te duur.

<sup>6</sup> G. Olde Monnikhof, *CO<sub>2</sub>-besparingsplan 2018-2020, met doorkijk naar 2030* (ProRail, 2018).

<sup>7</sup> Interviews met Cepezed, New Horizon Urban Mining, ProRail, Avans Hogeschool (Expertisecentrum Sustainable Business).



- Normen voor bouwproducten aan de voorkant laten vaak samengestelde producten uit verschillende gebruikte elementen niet toe, zodat leveranciers van bouwproducten en aannemers ze vaak niet accepteren.
- In slooptrajecten moet men meer scheiden bij de bron, zodat er meer bruikbare monostromen ontstaan – e.g. aluminium kozijnen, gescheiden van messing hang- en sluitwerk, stalen draagbalken en kabelgoten.
- In aanbestedingstrajecten wordt nog te weinig naar gebruikte metaalproducten, of demontabele ontwerpen gevraagd.
- Producthergebruik en losmaakbaarheid kunnen een prominentere rol krijgen in duurzame inkoop- en rekentools als DuboCalc en BREEAM.

### **3.2 Initiatieven schrootinzameling en -sortering: robotics en toxisch staalschroot**

Logistiek ligt Nederland gunstig om hoogwaardige metaalrecycling op te schalen, als producent én doorvoerhaven van grote volumes schroot. Toch is dit een flinke uitdaging. Om opschaling mogelijk te maken, moeten we concurreren met goedkope, handmatige sortering in Azië (voor non-ferro metaalresten) en Turkije (voor ferro metaalresten). Tegelijkertijd moeten we in staat zijn om het schroot nog beter te scheiden dan daar het geval is, zodat de reststromen aan de kwaliteits- en duurzaamheidseisen van de Nederlandse en andere Europese smelters voldoet. Met nieuwe initiatieven komt dit doel binnen handbereik, waarbij inzamelaars metaalstromen scannen en sorteren met behulp van intelligente ICT en high-tech.

#### **Circular Scrap Facility: A.I. en robotics toegepast op schroot**

Om bovenstaande uitdagingen aan te gaan, ontwikkelt het bedrijf Reukema met de TU Delft en de UvA de Circular Scrap Facility (CSF), een innovatieve scheidingstechnologie. Als één van de grootste non-ferro verwerkers in Nederland ontvangt en verhandelt Reukema jaarlijks ruim 220 kton materiaal, ingekocht bij meer dan 600 kleinere schrootinzamelaars uit binnenland en buitenland. Dit levert een chaotische, gemengde schrootstroom op, vol lastig te herkennen legeringen en moeilijk te scheiden metaal-plastic combinaties. Met huidige techniek is dit niet tegen concurrerende prijzen om te vormen tot schone reststromen aluminium, koper, messing. CSF biedt een oplossing door met A.I. en Robotics een intelligent, geautomatiseerd sorteerproces te realiseren. High-tech sensors scannen daarbij het inkomend gemengd schroot en uitgaand gesorteerd schroot, om het schroot nauwkeurig te definiëren en een hoge kwaliteit en betrouwbare zuiverheidsgraad te garanderen aan Europese afnemers.

Een dergelijk sorteersysteem kan de keten flexibel maken met oog op hoogwaardige recycling. Aan de voorkant hoeft er niet al teveel in productontwerp te veranderen om aan de achterkant m.b.v. A.I. tóch snel en goed metaalresten te scheiden. En om de cirkel rond te blijven maken, is het systeem in de toekomst aan te passen aan de verschuivende behoeften van de smelters voor specifieke samenstelling van schrootstromen.

Reukema heeft al verschillende succesvolle pilots hiermee lopen. Een intelligente messing-scheidingsmachine is sinds kort operationeel, waarmee voor het eerst een afzetmarkt voor Nederlands messingschroot in Europa binnen beeld komt. Ook heeft TU Delft een prototype

ontwikkeld voor e-waste scrap recycling, voor kabels met waardevol koper, dat door de aanwezige plastic en aluminiumwikkels en te hoge vervuilingsgraad heeft.

### **Purified Metal Company: schoonmaken van toxische staalstromen**

Bij de opschaling van hoogwaardige ferro recycling komt nog een extra uitdaging kijken. Veel staalschroot (uit m.n. de bouw) is vervuild met gevaarlijke stoffen zoals asbest, chroom-6, kwik of PCB's. Alleen al voor asbesthoudend staalschroot gaat het volgens ingewijden om 35-70 kton per jaar. Deze stroom komt voornamelijk niet in aanmerking voor recycling – en valt dan ook buiten de statistieken voor metaalrecycling van het CBS (zie paragraaf 2). Het vervuilde schroot belandt samen met het ander asbesthoudende afval op de stort.

Het bedrijf Purified Metal Company (PMC) bouwt momenteel een fabriek in Delfzijl waar juist deze stromen schoongemaakt kunnen worden, zodat het staalschroot weer beschikbaar komt voor recycling in de staalindustrie – in de vereiste kwaliteit en met bekende chemische samenstelling. De fabriek zal medio 2020 operationeel zijn, met een capaciteit om jaarlijks 150 kton vervuild staal te verwerken. Daarmee kan PMC alle vervuilde stromen (met uitzondering van radioactiviteit) van Nederland aan en een stukje van Duitsland en België.

Het smeltproces dat PMC hierbij gaat toepassen, is een elektrisch smeltproces en geen verbandingsproces. Het bedrijf beoogt om de benodigde energie hiervoor (ongeveer 100.800 MWh per jaar) zoveel mogelijk groen in te kopen. Dat kan bijvoorbeeld bij het nabijgelegen SunPort Delfzijl waar 123.000 zonnepanelen worden aangelegd.

### **Drempels voor opschaling hoogwaardige metaalrecycling**

Betrokkenen in de keten formuleren de volgende drempels voor versnelling en opschaling:<sup>8</sup>

- De beschikbare smeltcapaciteit voor non-ferro in Nederland en omliggende landen is een beperkende factor, waardoor er voornamelijk altijd een schrootoverschot zal zijn dat bestemd is voor export. Door onze metaalproducten voornamelijk uit China te blijven importeren, houden we deze situatie in stand. Als we via onze inkooptrajecten de vraag naar binnenlands/Europees metaal vergroten, helpen we een grotere binnenlandse/Europese afzetmarkt voor schroot te creëren.
- De lage concurrerende marktprijs voor schroot, door goedkope handsortering in lage lonen landen, vormt voor afvalverwerkers een drempel voor investering in hoogwaardige scheidingstechnieken.
- De logistiek van overzeese bulktransport is veel goedkoper dan lokale distributie met vrachtwagens.
- Het gebrek aan transparantie, waarbij het onduidelijk blijft wat de exacte samenstelling van een partij schroot is, vormt een drempel voor binnenlandse/Europese smelters om meer schroot in te kopen.
- Het ontbreekt nog aan sector brede keurmerken voor hoge kwaliteit gesorteerd en/of schoongemaakt schroot.

---

<sup>8</sup> Interviews met Reukema, Purified Metal Company, MRF, TU Delft.

### 3.3 Initiatieven staal- en maakindustrie: Hlsarna en circulair ontwerp

Ook in de staal- en maakindustrie komen initiatieven op om meer hoogwaardige schrootrecycling mogelijk te maken. In de staalindustrie werkt Tata Steel aan een methode om een groter aandeel productieschroot ("new scrap") geschikt te maken voor hoogwaardige recycling. In de maakindustrie werken ontwerpers en leveranciers van metaalproducten aan circulaire oplossingen, gericht op o.a. repurposing en levensduurverlenging.

#### Tata Steel: opschaling recycling productieschroot met Hlsarna

Tata Steel ontwikkelt het Hlsarna proces, dat eind jaren '20 operationeel moet zijn. Hlsarna is een volledig nieuwe technologie om staal te maken, met 20% CO<sub>2</sub>-reductie ten opzichte van de bestaande hoogovens. Dit is mogelijk doordat met Hlsarna geen voorbereiding van erts en kolen meer nodig is, zodat Tata Steel een complete productiestap kan uitfaseren. Als bijvangst speelt Hlsarna ook een rol in het opschalen van de hoogwaardige recycling van productieschroot.

In het Hlsarna proces kunnen drie metaalreststromen die nu als laagwaardig schroot de export in gaan, opgewaarderd worden tot grondstof voor staal- en zinkproductie:

- (a) Zinkhoudend productieschroot van Tata Steel. Het verzinken van staal beschermt de eindproducten tegen corrosie, maar maakt het eigen productieschroot door de hoge zinkconcentraties ongeschikt voor omsmelting in de hoogovens. Hlsarna kan het zink concentreren, zodat enerzijds het overblijvende zink geschikt wordt voor recycling door zinksmelters en anderzijds de overblijvende ijzerhoudende resten door Tata Steel gerecycled kunnen worden. Het gaat om een volume van 100 kton per jaar in IJmuiden - bijna een kwart van al het productieschroot dat in Nederland vrijkomt.
- (b) Het ijzerrijke productieschroot van zinkfabriek Nyrstar, net over de grens in België. Hlsarna kan het ijzer concentreren en in de eigen ovens recyclen, en tegelijkertijd de overblijvende zinkresten geschikt maken voor recycling door Nyrstar. Ook hier gaat het om een stroom van ca. 100 kton schroot per jaar, dat nu nog onbruikbaar is.
- (c) Productieschroot van afnemers van verzinkt staal, zoals autofabrikanten. Denk aan de resten van staalplaten waar autodeuren uit gestencild zijn.

Momenteel ontwikkelt Tata Steel de benodigde technologie voor bovenstaande recycling in haar Hlsarna pilotfabriek in IJmuiden, in samenwerking met Nyrstar, TU Delft en CRM Group in het project ReclaMet. Ook de verwerking van andere lastig te recyclen legeringen wordt onderzocht, zoals ijzer-lood, ijzer-cadmium en ijzer-zilver.

#### Initiatieven circulaire metalen in de maakindustrie

Er zijn verschillende initiatieven in opkomst om de waarde van metalen langer in de keten te houden, corresponderend met verschillende circulaire oplossingen. Hieronder een twee voorbeelden.

- Repurposing: Ontwerpbureau Scope Design & Strategy heeft een proces ontworpen om gemengd schroot van onder meer autowrakken en witgoed met een simpele bewerking een nieuwe bestemming te geven als badkameraccessoires. Door het schroot onder hoge druk tot een product te persen, slaat het ontwerpbureau de productiestappen over die ten grondslag liggen aan conventionele recycling: omsmelting, productie tot halffabricaten en

chrombehandeling voordat de grondstoffen opnieuw als onderdeel van een product gebruikt kunnen worden. Scope Design is voor dit project, genaamd Raw Metals, een samenwerking aangegaan met HKS Metals (als schrootleverancier) en Geesa (als producent van badkameraccessoires). Het bureau is op zoek naar andere bedrijven in de maakindustrie om voor meer productgroepen dergelijke productielijnen op te zetten.

- Levensduurverlenging: NEBIFA (Nederlandse Binnenwandsysteem Fabrikanten) wil het industrieel productieproces van metalen binnenwandsystemen zó aanpassen, dat langere levensduur van de producten mogelijk is. Circulaire ontwerpcriteria draaien om het verplaatsbaar maken van de wandsystemen, waarbij er steeds meer mogelijkheden voor ombouw ontstaan om aan nieuwe functionele criteria te kunnen voldoen. Doel is om de huidige 10% herplaatsing van binnenwanden in utiliteitsgebouwen op te schalen naar 50% herplaatsing.

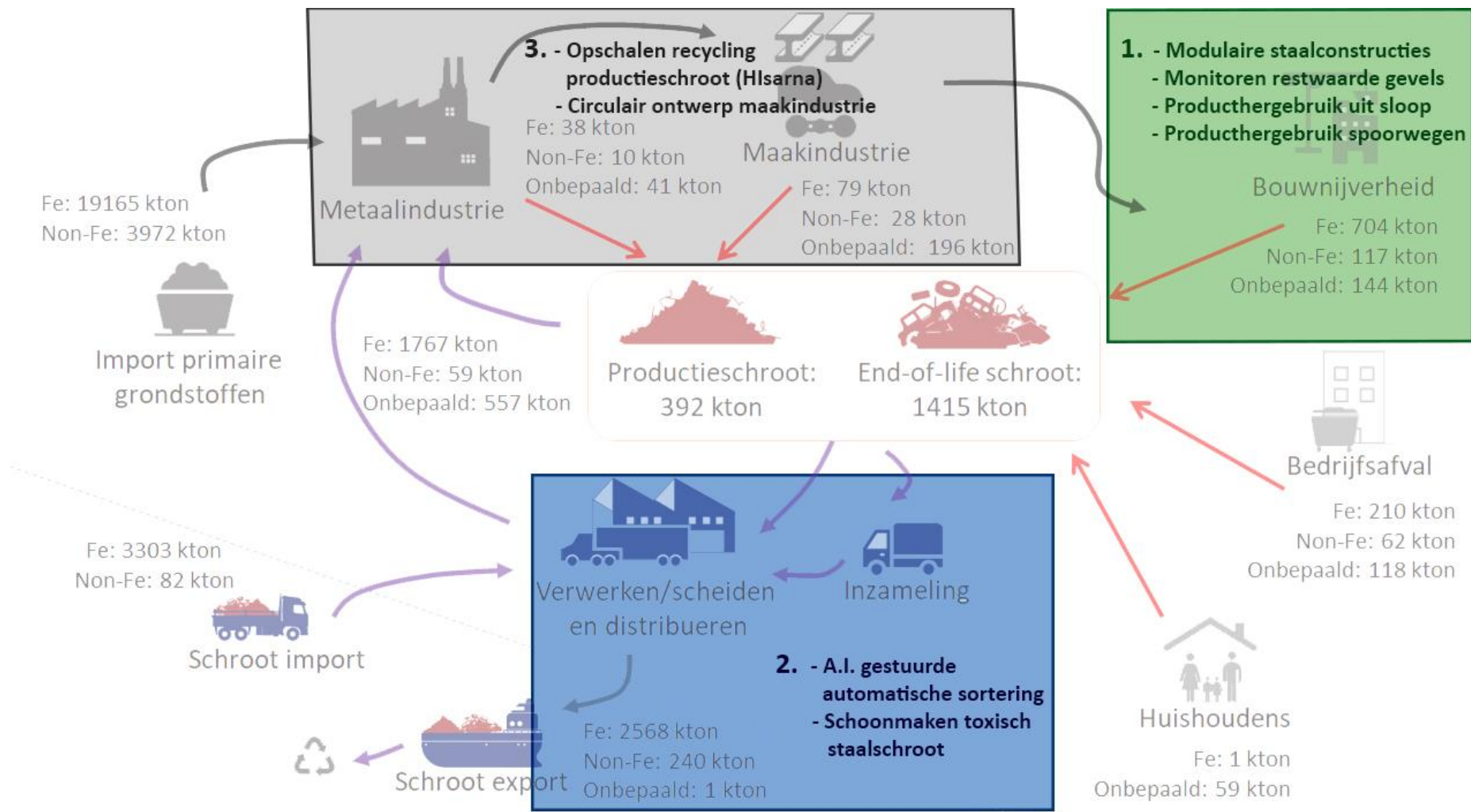
### Drempels voor circulair ontwerp maakindustrie

Complementair aan bovenstaande drempels, zien betrokkenen de volgende drempels voor versnelling en opschaling:<sup>9</sup>

- Om aan keurmerken te voldoen, moeten producenten zoals Geesa laten zien wat de herkomst van de metalen is. Maar in de gemengde afvalstromen is die herkomst ambigu en onbekend. Dit maakt initiatieven waarbij gebruikte metalen rechtstreeks tot nieuw product worden verwerkt, zoals die van Scope Design, minder aantrekkelijk voor afnemende producenten.
- Circulair inkopen van producten met circulair ontwerp – zoals herplaatsbare, ombouwbare binnenwandsystemen, blijft ondanks goede bedoelingen tot op heden beperkt.

---

<sup>9</sup> Interviews met Tata Steel, Scope Design, FME, Metaalunie



Figuur 6. De Nederlandse metaalketen: driedeling circulaire initiatieven