

# HISARNA: EINDRAPPORTAGE DUURPROEF 2018 - 2019

## Processtabiliteit, installatiebeschikbaarheid en -betrouwbaarheid

Zorg voor de omgeving en het milieu behoort tot de kernwaarden van Tata Steel Group. Tata Steel zet zich in om door middel van product- en procesinnovaties een bijdrage te leveren aan het creëren van een duurzame maatschappij.

Tata Steel is één van de meest CO<sub>2</sub>-efficiënte staalbedrijven ter wereld. In de afgelopen 30 jaar hebben we de hoeveelheid energie die nodig is voor het maken van 1 ton staal, met meer dan 30% verminderd. Het is onze ambitie om vanaf 2050 een CO<sub>2</sub>-neutrale staalproducent te zijn. Daarom zetten we in op de ontwikkeling van baanbrekende technologieën die de manier van staal maken verduurzamen.

De Europese staalindustrie heeft grote vooruitgang geboekt in het reduceren van

CO<sub>2</sub>-emissies. De mogelijkheden om het energiegebruik en de CO<sub>2</sub>-uitstoot verder te reduceren, zijn beperkt. Dat komt doordat de Europese staalindustrie het punt heeft bereikt waarop verdere significante technologische vooruitgang op dit vlak alleen mogelijk is door het ontwikkelen van doorbraaktechnologieën.

In 2004 is een groep Europese staalbedrijven, met steun van de Europese Unie, het ULCOS-project gestart. Dat staat voor Ultra-Low Carbon Dioxide Steelmaking. De oorspronkelijke doelstelling was om technologieën te

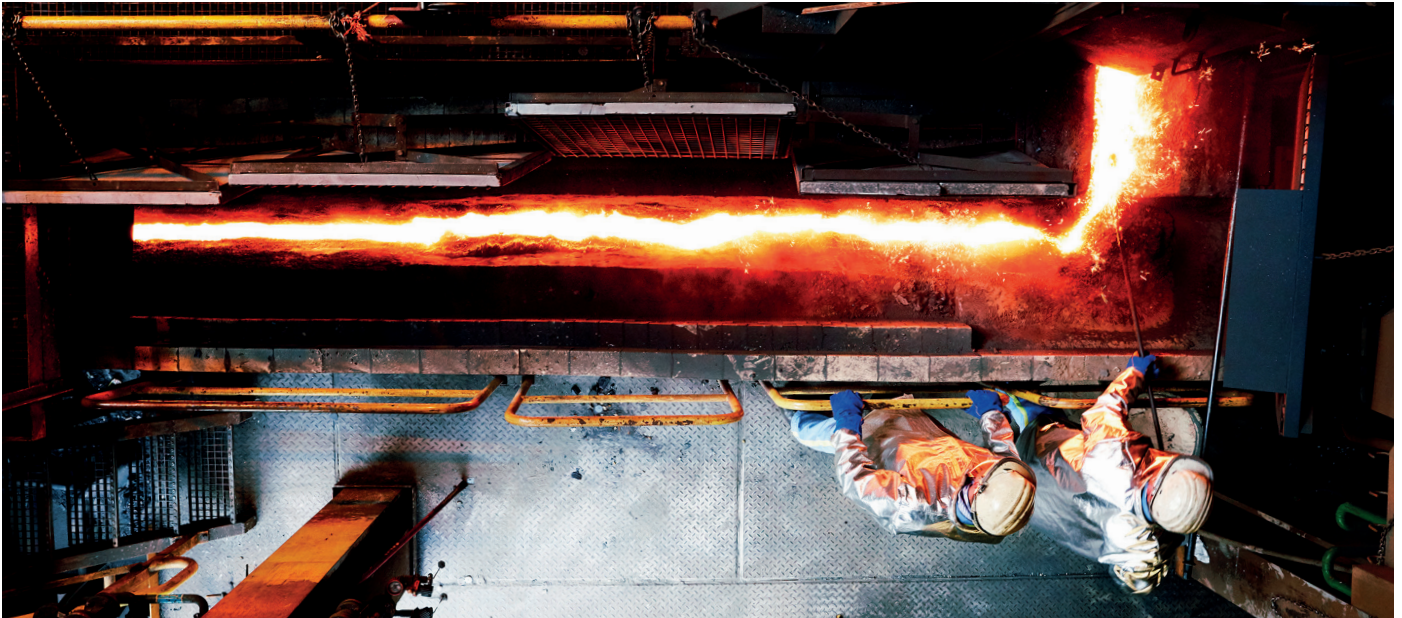
identificeren waarmee de CO<sub>2</sub>-uitstoot per ton staal in 2050 met 50% is gereduceerd. Hisarna is zo'n veelbelovende technologie.

Op het terrein van Tata Steel in IJmuiden is in 2010 de Hisarna-proefinstallatie gebouwd. Sinds de eerste testcampagnes in 2011 zijn diverse proeven uitgevoerd. In 2018 is de installatie onderdeel geworden van de productieketen en in 2019 is de vijfde proefcampagne met succes afgesloten.

### Hisarna:

- Toont het commitment van de Europese staalindustrie om de CO<sub>2</sub>-uitstoot structureel drastisch te verlagen
- Verlaagt de CO<sub>2</sub>-uitstoot met minimaal 20%
- Verlaagt het energiegebruik met minimaal 20%
- Verlaagt de uitstoot van fijnstof, zwaveloxiden en stikstofoxiden
- Leidt tot een efficiënter gebruik van grondstoffen en reststoffen vanuit de staalindustrie
- Is ideaal voor het afvangen, opslaan of gebruik van CO<sub>2</sub> (verlaging CO<sub>2</sub>-uitstoot tot meer dan 80%)
- Verlaagt de operationele kosten





## Wereldtop

Waar het gaat om verantwoord staal maken, met een zo laag mogelijk energiegebruik en een zo laag mogelijke CO<sub>2</sub>-uitstoot, behoort Tata Steel in IJmuiden tot de wereldtop. Eveneens loopt Tata Steel voorop met betrekking tot de ontwikkeling van technologieën waarmee productieprocessen in de toekomst kunnen worden verduurzaamd.

## Game changer

Tata Steel in IJmuiden heeft een technologie bedacht en ontwikkeld om in de toekomst staal te kunnen maken met minimaal 20%

minder CO<sub>2</sub>-uitstoot: Hlsarna. Deze technologie kan op termijn de duurzaamheidsprestaties van het staalproductieproces ingrijpend veranderen.

Wetenschappers en staalfabrikanten uit de hele wereld volgen de ontwikkeling van Hlsarna nauwlettend. Hlsarna heeft alles in zich om uit te groeien tot een echte 'game changer' in de staalindustrie.

Hlsarna is een alternatief voor het hoogovenproces. Om vloeibaar ruwijzer in een hoogoven te kunnen maken is het nodig om erts en metallurgische kolen (de grondstoffen) voor

te bewerken tot sinter (luchtige brokken ijzererts), pellets (knikkers ijzererts) en kooks. Het Hlsarna-proces maakt deze stappen overbodig: in de Hlsarna-installatie kunnen de grondstoffen in poedervorm rechtstreeks worden omgezet in vloeibaar ruwijzer. Als Hlsarna op industriële schaal succesvol wordt ontwikkeld, dan is het in de toekomst mogelijk om staal te maken met minimaal 20% minder energie en 20% minder CO<sub>2</sub>-uitstoot.

## Tot 80% minder CO<sub>2</sub>

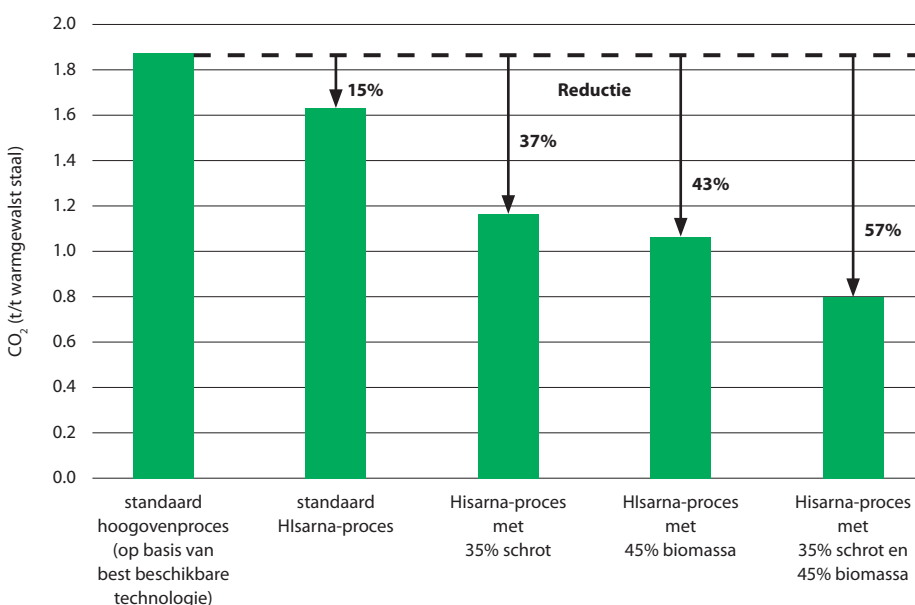
Tata Steel onderzoekt, in samenwerking met diverse andere partners, de haalbaarheid van afvang, gebruik en opslag van CO<sub>2</sub> (CCUS, Carbon Capture, Utilisation and Storage) in het Noordzeekanaalgebied. Daarmee kan de CO<sub>2</sub>-uitstoot in combinatie met het Hlsarna-proces, verminderd worden met 80%. Bijkomend voordeel is het volledig verdwijnen van de uitstoot van stikstofoxiden, zwaveloxiden en fijnstof.

Om de Hlsarna-technologie te testen en te ontwikkelen is op de site in IJmuiden een proefinstallatie gebouwd. Sinds 2011 zijn daar verschillende testcampagnes geweest. De resultaten zijn veelbelovend. Tata Steel en de partners in het project zijn erin geslaagd om aan te tonen dat het proces werkt en stabiel is. Vloeibaar ruwijzer, geproduceerd in de proeffabriek, wordt vervolgens succesvol tot staal verwerkt.

Het testen en verder ontwikkelen van de technologie gebeurt in samenwerking met, ArcelorMittal, thyssenkrupp, voestalpine en technologieleverancier Paul Wurth.

## CO<sub>2</sub>-UITSTOOT PER TON WARMGEWALST STAAL\*

CO<sub>2</sub>-uitstoot van Hlsarna op industriële schaal ten opzichte van hoogovens.



\* Bron: H. Meijer, C. Zeilstra, H. Hage, P. Broersen and J. v. Boggelen, "Various roads to CO<sub>2</sub> reduction with Hlsarna technology", in Proceedings of METEC/ESTAD conference, 24 - 28 June 2019, Duesseldorf, Germany, 2019.



## Steun

Ontwikkelingen van grootschalige doorbraakprocessen, zoals Hlsarna, waarbij een proces van idee tot industriële commercialisatie wordt gerealiseerd, zijn niet mogelijk zonder steun van Europese en landelijke overheden. Door de schaalgrootte en uitdagende procesomstandigheden, is Hlsarna een ontwikkeltraject van vele jaren, waarmee tot honderden miljoenen euro's zijn gemoeid. De ontwikkeling van Hlsarna heeft de afgelopen jaren steun ontvangen van het Research Fund for Coal and Steel, het Europese Horizon 2020 programma, de EIT RawMaterials en het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. De recentste ontwikkelingsstap binnen het Hlsarna-project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, begeleid door de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. Samen met Nationale regelingen, EZK-subsidies en de Topsector Energie zijn deze ontwikkelingen uitgevoerd.

## Volgende stap: opschalen

Sinds 2018 is Hlsarna onderdeel van de productieketen in IJmuiden. De volgende fase is het ontwerpen, bouwen en testen van een proeffabriek op industriële schaal. Deze stap is noodzakelijk om de technologie uiteindelijk commercieel in de markt te kunnen zetten en het maken van staal voorgoed te verduurzamen.

Tata Steel overweegt om een grotere testfabriek in India te bouwen. De Hlsarna-fabriek in IJmuiden assisteert bij deze opschaling door diverse proeven te doen. Daarmee start het proces van opschaling zo soepel mogelijk op. Als het testen op industriële schaal ook een succes blijkt, dan duurt het zo'n vijf tot tien jaar voordat de technologie commercieel in de markt kan worden gezet. Nieuwe staalbedrijven kunnen overstappen op deze technologie. Bestaande staalbedrijven zullen in een geleidelijk proces de huidige technologie uitfasen. Het is de ambitie om rond 2030 in IJmuiden een Hlsarna-fabriek op industriële schaal te hebben draaien.

## DE VOORDELEN VAN HISARNA

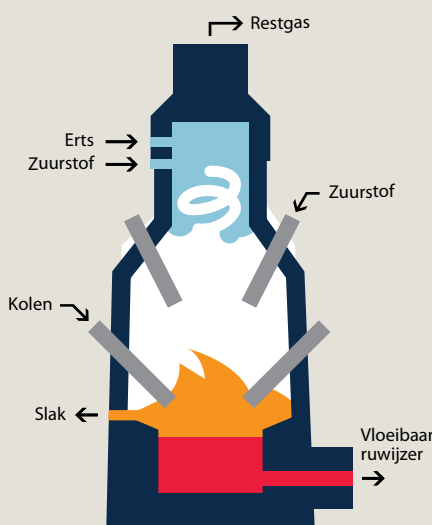
### Beter voor het milieu

De belangrijkste milieuvordelen van Hlsarna zijn: de reductie van het energiegebruik en de CO<sub>2</sub>-uitstoot met minimaal 20% en de sterk verminderde uitstoot van fijnstof, zwaveldioxide en stikstofoxide. In combinatie met het afvangen van CO<sub>2</sub>, zal de uitstoot hiervan geheel verdwijnen. Doordat de Hlsarna-installatie nagenoeg zuivere CO<sub>2</sub> produceert (zonder resten van stikstof), is deze uitermate geschikt voor afvang, opslag of gebruik. Er is geen kostbaar raffinageproces nodig. Als de overheid daartoe besluit, kan door het afvangen en opslaan van CO<sub>2</sub> de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij het maken van staal met 80% worden gereduceerd. Daarnaast kan in een Hlsarna-installatie een breder palet aan restproducten uit het staalproductieproces opnieuw worden ingezet, waardoor de kringloop van de staalproductie nog beter gesloten wordt.

### Verlaging productiekosten

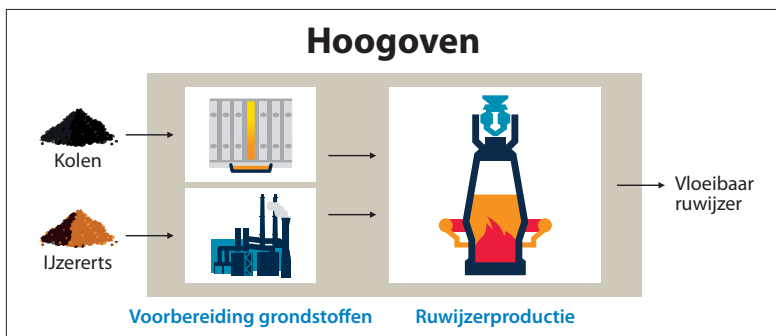
Het productieproces van Hlsarna is efficiënter dan het huidige proces, omdat er geen voorbereiding van de erts en metallurgische kolen meer nodig is. Complete productiestappen kunnen worden uitgefaseerd: er zijn geen kooks-, sinter- en pelletfabrieken meer nodig. Door het vervallen van die productiestappen wordt ook veel energie bespaard, hetgeen goed is voor het milieu én de kosten verlaagt. Tenslotte kan in het Hlsarna-proces gebruik worden gemaakt van een veel breder palet aan erts- en kolenkwaliteiten, waardoor je als staalproducent met goedkopere en beter beschikbare grondstoffen dezelfde hoge kwaliteit staal kunt maken.

### Hoe werkt Hlsarna?

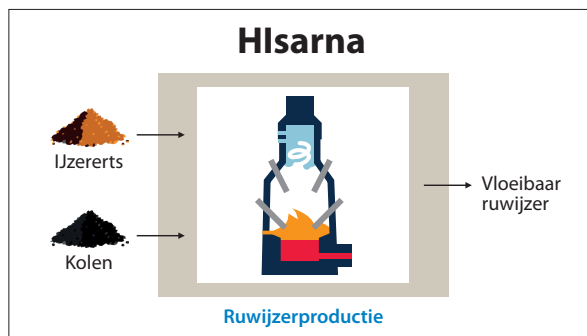


Hlsarna bestaat uit een reactor, waarin op alle plekken de temperatuur boven het smeltpunt van ijzer is, zodat het geïnjecteerde ijzererts direct smelt en wordt omgezet in vloeibaar ruwijzer. De procesgassen in het smeltvat hebben een hoge temperatuur. Bovenin de reactor (in de cycloon) wordt de temperatuur verder verhoogd door pure zuurstof toe te voegen, die reageert met het aanwezige koolmonoxide. Door de turbulentie in de cycloon kan het hete gas het ijzererts (dat bovenin wordt geïnjecteerd) doen smelten. Dat druppelt vervolgens naar de bodem van het vat. Dat is waar de poederkolen wordt geïnjecteerd, die ervoor zorgt dat het zuurstof in het ijzererts (= ijzeroxide) zich aan de koolstof bindt, waardoor puur vloeibaar ruwijzer ontstaat, dat vervolgens kan worden afgetapt.

### Hoogoven



### Hlsarna



## FEITEN OVER HISARNA

### Ontwikkeld door Tata Steel

Het cycloongedeelte (bovenste deel) van de Hlsarna-installatie is ontwikkeld door Tata Steel in IJmuiden. Het onderste deel, het Smeltreductievat, is oorspronkelijk ontwikkeld door Rio Tinto. Tata Steel is sinds 2017 volledig eigenaar van alle patenten op de Hlsarna-technologie.

### Revolutionaire doorbraaktechnologie

Hlsarna is een revolutionaire doorbraak-technologie. De impact is te vergelijken met de introductie van het continugieten in de vorige eeuw, waardoor de processtappen van het blokgieten en blokwalsen overbodig werden (die werden in 30 jaar tijd nagenoeg volledig uitgefaseerd in de staalindustrie).

### Oven voorverwarmen tot 1.200°C

Voor aanvang van productie, wordt de reactor in de Hlsarna proeffabriek met branders voorverwarmd tot zo'n 1.200°C. Vervolgens wordt een laag vloeibaar ruwijzer in het smeltvat gegoten om het proces te kunnen opstarten.

### Over de naam Hlsarna

De naam Hlsarna is een samenstelling van het oud-Keltische woord voor ijzer ('Isarna') en de naam van het smeltvat ('Hlsmelt').

### 'Maar' 60.000 ton vloeibaar ruwijzer per jaar

De maximale productiecapaciteit van de Hlsarna proeffabriek in IJmuiden bedraagt 60.000 ton vloeibaar ruwijzer per jaar. Ter vergelijking: Hoogoven 7 in IJmuiden produceert 10.000 ton per dag. Tata Steel in IJmuiden heeft de ambitie om na succesvolle opschaling in India, een fabriek op industriële schaal te bouwen.

### Investeringen

Voor de ontwikkelingen van Hlsarna zijn inmiddels grote investeringen gedaan die voor het overgrote deel afkomstig zijn van Tata Steel en de partnerbedrijven, met steun van de Nederlandse en Europese overheid.

## PROEFINSTALLATIE

- 1 Opslagsilo's voor alternatieve grondstoffen
- 2 Afvoerkanal procesgas
- 3 Gaskoeler
- 4 Opslagsilo's kolen en kalk
- 5 Koeltorens
- 6 Doekfilter
- 7 Secundaire ontstopping
- 8 Smeltcycloon
- 9 Smeltreductievat
- 10 Voorhaard
- 11 Bedieningsruimte
- 12 Maal-, droog- en zeefinstallatie voor kolen
- 13 Droog- en zeefinstallatie voor ertsen
- 14 Grondstoffenopslag
- 15 Kantoren
- 16 Werkplaats



2004



Om de koolstofemissies bij de staalproductie drastisch te verminderen, is in 2004 het Europese ULCOS-project gestart. Hierbij werkten een grote groep van staalbedrijven, onderzoeksinstituten en ingenieursbureaus samen om nieuwe technologieën te ontwikkelen voor de productie van staal met een sterk verminderde CO<sub>2</sub>-uitstoot. Uit dit project zijn vier technologieën voortgekomen, waarvan het Hlsarna smeltreductieproces het verst ontwikkeld en veelbelovend is.

2010 - 2014

Op het terrein van Tata Steel in IJmuiden is in 2010 de Hlsarna-proefinstallatie gebouwd. Sinds de eerste experimenten in 2011 is nog een aantal proeven uitgevoerd, waarbij is aangetoond dat het proces technisch werkt en het voldoet aan de verwachtingen met betrekking tot energie-efficiëntie en het grondstoffenpalet.

Tijdens deze proeven is de installatie om logistieke- en operationele redenen nooit langer dan drie dagen continu in bedrijf geweest.

2016 - 2018

In 2016 is de proefinstallatie aangepast om lange duurproeven in continubedrijf mogelijk te maken. De installatie is ingrijpend gewijzigd. Er is onder andere een nieuw afgassysteem geplaatst en een volledige kolenmaallijn en een droog- en zeefinstallatie voor erts en kalk is gebouwd. Tevens is er een lab voor gasanalyses bijgebouwd. Daarbij zijn korte proefnemingen uitgevoerd om aan te tonen dat een CO<sub>2</sub> besparing van 35% mogelijk is, ook zonder carbon capture technologie. Dit werd mede mogelijk gemaakt door de inzet van duurzame biomassa en schrot. Ook is een proef gedaan om aan te tonen dat het procesgas dat vrijkomt dusdanig rijk in CO<sub>2</sub> kan zijn dat het direct geschikt is voor CO<sub>2</sub>-afvang. Ook is de capaciteit bepaald om energie terug te winnen uit de warmte van het procesgas.

2018 - 2019

In 2018 is de Hlsarna-installatie opgenomen in de productieketen van IJmuiden. Daarmee is ook de duurtest gestart om aan te tonen dat de Hlsarna-installatie ook gedurende lange aaneengesloten periodes ruwijzer kan produceren. Hierbij moest naast een hoge processtabiliteit ook een hoge installatiebeschikbaarheid en betrouwbaarheid bewezen worden.

2020 en verder

Als het testen op industriële schaal een succes blijkt, dan duurt het zo'n vijf tot tien jaar voordat de technologie commercieel in de markt kan worden gezet.



# DUURPROEF VOOR HET AANTONEN VAN PROCESSTABILITEIT EN INSTALLATIE BETROUWBAARHEID

In 2018 en 2019 vond er een duurproef met de Hlsarna-installatie plaats. Deze stap is nodig om op te kunnen schalen naar industrieel niveau.

## Doelstellingen

- Het aantonen van stabiliteit en werkbaarheid van het Hlsarna-proces gedurende een langere periode in een industrieel relevante omgeving.
- Het ontwikkelen van een onderhoudsstrategie.



## Resultaten

- De twee langste continue runs binnen dit traject duurden 12 en 19 dagen. Daarbij is respectievelijk 1065 en 1577 ton ruwijzer geproduceerd.
- Gedurende het project heeft de installatie in totaal 98 dagen gedraaid en is de installatiebeschikbaarheid (de tijd gedurende een run waarin ook daadwerkelijk productie plaatsvindt) toegenomen van minder dan 50% naar 87%.
- Er was significante verbetering van processtabiliteit door stabiele grondstoffeninjectie in samenwerking met een goede beheersing van de slak.
- De logistieke planning en systemen zijn dusdanig ontwikkeld dat deze zoveel mogelijk aansluiten op bestaande systemen voor de site als geheel.
- Om onderhoud en installatieverbetering tijdens een continue productie te kunnen plannen en uitvoeren, zijn de onderhouds- en strategie geïntegreerd in de bestaande structuur voor de site IJmuiden.

## Leerpunten

- Een stabiel doseersysteem voor kolen/erts/kalk is cruciaal voor een succesvolle Hlsarna-installatie.
- Een goede beheersing van de slakwaliteit en hoeveelheid zijn voorwaarden voor een stabiele procesvoering.
- Goede afstemming en planning van alle logistieke stromen is van cruciaal belang om de installatie langdurig te laten draaien.
- Voor het integreren van een Hlsarna-installatie op industriële schaal moeten de gevolgen voor een site als geheel goed in kaart worden gebracht.
- Verdere metingen met betrekking tot onder andere het effect van verschillende procesomstandigheden zijn nodig om de warmteterugwinning en energieopwekking voor een industriële installatie te optimaliseren.

## OVERZICHT VAN OPENBARE PUBLICATIES

- Een Vandaag, 20 oktober 2017: **Hebben de Hoogovens van IJmuiden nog toekomst?**
- KRO Reporter, 17 december 2017: **De prijs van het klimaat**
- BNR, 10 september 2018: **100 jaar staal**
- NH-Nieuws, 19 september 2018: **Hlsarna: de hoogovens van de toekomst**
- Het Financieel Dagblad, 20 september 2018: **Project voor duurzame staalproductie kan CO<sub>2</sub>-uitstoot met de helft terugdringen**
- Persbericht, 6 september 2018: **Project Hlsarna voor duurzame staalproductie op koers**
- H. Meijer, C. Zeilstra, H. Hage, P. Broersen and J. v. Boggelen, "Various roads to CO<sub>2</sub> reduction with Hlsarna technology", in Proceedings of METEC/ESTAD conference, 24 - 28 June 2019, Duesseldorf, Germany, 2019.

Het Hlsarna project, met projectnummer DEI1160014 aangaande 'Operationele stabiliteit van een innovatief doorbraakproces voor de geïntegreerde ijzer- en staalproductie route', is uitgevoerd met Topsector Energiesubsidies van het Ministerie van Economische Zaken.

Deze uitgave is te downloaden via <https://www.tatasteel.nl/nl/duurzaamheid/innovatie/Hlsarna>  
 Voor meer informatie: [nieuws@tatasteeleurope.com](mailto:nieuws@tatasteeleurope.com)

