

Haalbaarheidsstudie klimaatneutrale paden TSN IJmuiden

IJMUIDEN, NOVEMBER 2021
IN OPDRACHT VAN TATA STEEL NEDERLAND & FNV



TATA STEEL

Roland
Berger



Managementsamenvatting

Tata Steel Nederland (TSN) committeert zich aan het verduurzamen van de staalproductie in IJmuiden. TSN heeft gekozen voor de waterstofroute op basis van de Direct Reduced Iron (DRI) technologie om te voldoen aan de klimaatdoelstellingen en om lokale emissies te verminderen. Dit rapport geeft een samenvatting van de belangrijkste resultaten van een onafhankelijk onderzoek naar de economische haalbaarheid, impact en realisatie van verschillende varianten binnen die waterstofroute.

TSN heeft een capaciteit om jaarlijks ruim 7 Mton staal te produceren in twee hoogovens en een oxy-staalfabriek. Bij dat volume komt ongeveer 12,6 Mton CO₂ vrij, via de eigen emissiepunten én die van de naastgelegen Vattenfall centrales. TSN IJmuiden zal transformeren tot een site waar groen staal wordt geproduceerd met behulp van groene elektriciteit en waterstof, met minder omgevingsoverlast en op den duur zonder CO₂-uitstoot.

Om een groen staalbedrijf te realiseren, zal TSN haar site in drie stappen transformeren: vervanging van twee hoogovens door DRI's en op termijn geheel opereren op waterstof. Het eerste DRI-project kan, met steun van de overheid en versnelling van gebruikelijke tijdslijnen, naar verwachting tussen 2028 en 2030 gerealiseerd zijn en resulteert in een CO₂-reductie van 3,1-3,8 Mton per jaar. Het tweede DRI-project volgt vanuit het oogpunt van CO₂- en overige emissiereductie zo snel mogelijk, naar verwachting tussen 2032 en 2037, en levert additioneel 4,4-6,4 Mton CO₂-reductie per jaar op. Over deze stappen heen brengt TSN de resterende CO₂-uitstoot geleidelijk naar nul door (meer) waterstof te gebruiken en andere additionele maatregelen te nemen.

Naast de CO₂-reductie, willen TSN, FNV en stakeholders ook lokale emissies zo snel mogelijk terugdringen. De uitvoering van Roadmap Plus zet op dit vlak een grote stap. Met de transitie van hoogovens naar DRI-technologie kan TSN de lokale emissies verder reduceren, vooral door sluiting van de kooks- en gasfabrieken en sinterlijnen. Deze sluitingen zorgen naar verwachting voor een forse reductie in emissies van zeer zorgwekkende stoffen (ZZS), NO_x en geur.

Vrijwel alle geïnterviewde stakeholders willen dat het staalbedrijf in IJmuiden en de bijbehorende werkgelegenheid behouden blijven. Er klinkt een oproep om ambitieus te zijn in de timing van de realisatie om zo snel mogelijk CO₂- en lokale emissies te verminderen en een impuls te geven aan verduurzaming in andere sectoren. In interviews gaven nationale en provinciale overheden aan technologieneutraal te zijn, maar bereid de beste optie te faciliteren, zolang de klimaatdoelstellingen worden gehaald.

Voor de transitie naar een groen staalbedrijf zullen miljarden aan investeringen nodig zijn. Ook zullen productiekosten hoger liggen vergeleken met hoogovenstaal, zeker wanneer de overgang wordt ingezet van aardgas naar (duurder) waterstof. De reductie van CO₂ uitstoot en de stijgende Europese en Nederlandse CO₂ heffingen brengen de productiekosten van DRI-staal en hoogovenstaal op termijn dicht bij elkaar. Daarnaast moet een *level playing field* worden gecreëerd en moet er bereidheid van de markt zijn om een hogere prijs te betalen voor groen staal. Tot die tijd is sprake van een onrendabele top.

Er moet aan drie externe randvoorwaarden worden voldaan om TSN in staat te stellen de eerste DRI-installatie vóór 2030 te realiseren:

1. Realisatie van ondersteunende infrastructuur voor groene elektriciteit, waterstof en aanvankelijk aardgas
2. Marktomstandigheden voor kosteneffectieve beschikbaarheid van voldoende hoeveelheden groene waterstof, groene elektriciteit en aardgas
3. Steun vanuit de overheid op vier gebieden:
 - I. *Inrichten maatwerk ondersteuningsmechanismen en level playing field in Europa*
 - II. *Faciliteren snelle vergunningverlening en daarmee verkorten realisatietijdslijn (zonder verlies van procedurele zorgvuldigheid)*
 - III. *Aanpassen wet- en regelgeving voor realisatie van de energietransitie*
 - IV. *Stimuleren waterstofmarkt en -infrastructuur.*

Inhoudsopgave

1. Achtergrond

TSN committeert zich aan het verduurzamen van de staalproductie en heeft daarvoor de waterstofroute gekozen 4

2. De toekomstvisie: groen staal met DRI

In de toekomst zal TSN volledig groen staal produceren met behulp van DRI-technologie en waterstof 7

3. De transitie: van hoogovens naar DRI en waterstof

Om een groen staalbedrijf te realiseren, zal TSN haar site veranderen in drie stappen 8

4. Stakeholders

Stakeholders benadrukken het belang van vermindering van lokale emissies 16

5. Impact op overige emissies

Met de waterstofroute en DRI-technologie kan TSN lokale emissies reduceren 18

6. Economische implicaties

Er zullen grote investeringen nodig zijn en productiekosten zullen hoger liggen - overheidssteun zal nodig zijn 20

7. Randvoorwaarden voor succes

TSN kan de eerste DRI-installatie voor 2030 realiseren, mits wordt voldaan aan drie randvoorwaarden 24

Lijst met afkortingen

..... 26

1. Achtergrond

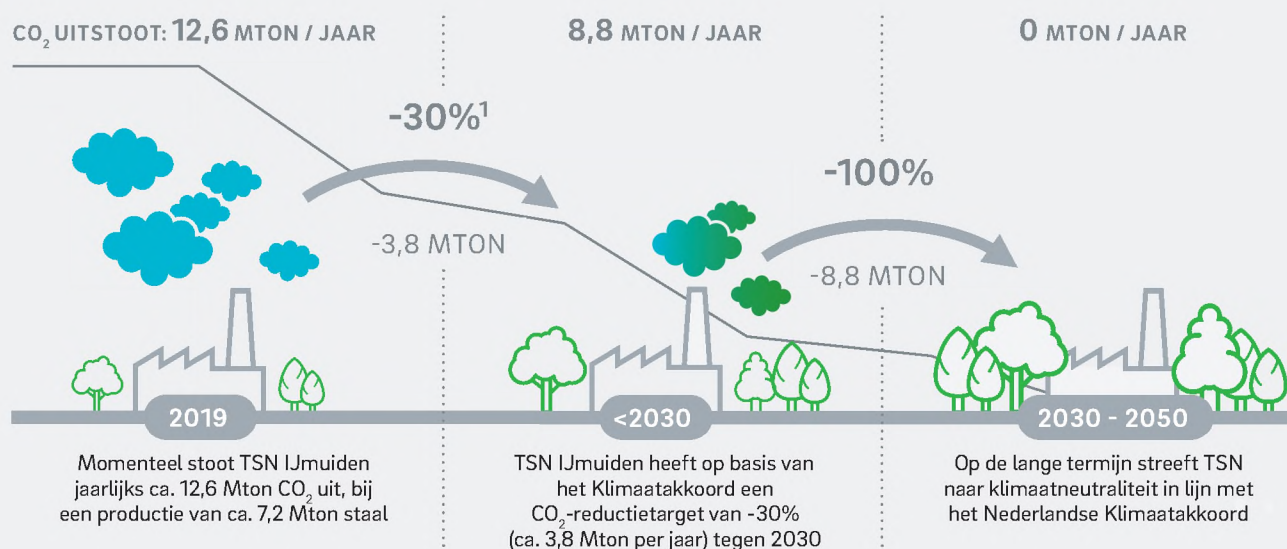
TSN committeert zich aan het verduurzamen van de staalproductie in IJmuiden en heeft daarvoor diverse routes overwogen

Tata Steel Nederland (TSN) is één van de meest CO₂-efficiënte staalbedrijven in de wereld op basis van hoogovens, maar tegelijkertijd de grootste industriële CO₂-uitstoter van Nederland. TSN heeft gekozen voor de waterstofroute en voor DRI-technologie om te voldoen aan de klimaatdoelstellingen en de verduurzaming van de staalproductie, in combinatie met het verminderen van lokale emissies. Op basis van afspraken in het Klimaatakkoord met betrekking tot de Nederlandse industrie heeft TSN een reductiedoel van 30% van de CO₂-uitstoot (ca. 3,8 Mton per jaar) in 2030. TSN heeft zelf een CO₂-reductieambitie van 40% (ca. 5 Mton per jaar) uitgesproken in een *Expression of Principles* met het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK). Het uiteindelijke doel is volledig klimaatneutrale

staalproductie. Daarnaast investeert TSN momenteel € 300 miljoen in de Roadmap Plus om overige emissies op korte termijn te verminderen. → **A**

Het verduurzamen van de staalproductie is wereldwijd een grote uitdaging en TSN bestudeert al lang actief verschillende mogelijke technologieën en routes daarvoor. Roland Berger heeft in opdracht van FNV en TSN een onafhankelijke haalbaarheidsstudie uitgevoerd. Uit tussentijdse resultaten bleek dat meerdere routes mogelijk en technisch haalbaar zijn om de CO₂-reductiedoelstellingen te halen. Zie ook "Haalbaarheidsstudie klimaatneutrale paden TSN IJmuiden – Tussentijdse parlementaire memo" van 2 september 2021.

A Reductietarget voor de jaarlijkse CO₂-uitstoot van TSN IJmuiden



¹Reductietarget o.b.v. Klimaatakkoord is -30%, maar TSN heeft in een Expression of Principles met het Ministerie van EZK een ambitie van -40% (5 Mton/jaar) uitgesproken / Bron: TSN Nederland / Expression of Principles tussen TSN en het Ministerie van EZK (maart 2021)

TSN heeft gekozen voor de waterstofroute om de klimaatdoelstellingen te halen, de staalproductie te verduurzamen en lokale emissies te verminderen

Op 15 september 2021 maakte TSN bekend te zullen overgaan op productie van groen staal via de waterstofroute, met DRI-technologie (zie ook kader *DRI-technologie als vervanging van hoogovens*). TSN nam deze beslissing in samenspraak met FNV, die al eerder had aangegeven voorstander van deze route te zijn. De belangrijkste overwegingen voor deze keuze zijn:

De tijd is rijp

Recente technologische en economische ontwikkelingen maken beschikbaarheid en gebruik van DRI-technologie en waterstof voor decarbonisatie van staalproductie niet langer een verre droom, maar een aanstaande werkelijkheid.

Lokale emissies kunnen worden verminderd

Tevens biedt DRI-technologie een kans om – naast de Roadmap Plus – lokale emissies en overlast voor de omgeving sneller te verminderen. Het RIVM-rapport van 2 september 2021, en het politieke debat op 9 september 2021 dat daarop volgde, onderstrepen nog eens het belang daarvan.

TSN behoudt haar leidende positie

De waterstofroute biedt TSN ook de kans om haar leidende positie als toonaangevend staalbedrijf te behouden. Met nieuwe DRI-technologie en waterstof kan TSN hoogwaardig en groen staal produceren en voldoen aan de toekomstige vraag hiernaar vanuit de markt.

Dit rapport vat de belangrijkste resultaten samen van de studie naar economische haalbaarheid, impact en realisatie van verschillende varianten van de waterstofroute

Met de keuze voor de waterstofroute en DRI-technologie is ook de scope van de onafhankelijke haalbaarheidsstudie door Roland Berger veranderd. De tweede fase van de studie heeft zich gericht op de evaluatie van de waterstofroute en DRI-technologie, de economische en technische haalbaarheid van verschillende varianten binnen die route, hun impact, de benodigde infrastructuur en mogelijkheden om de realisatie te versnellen.

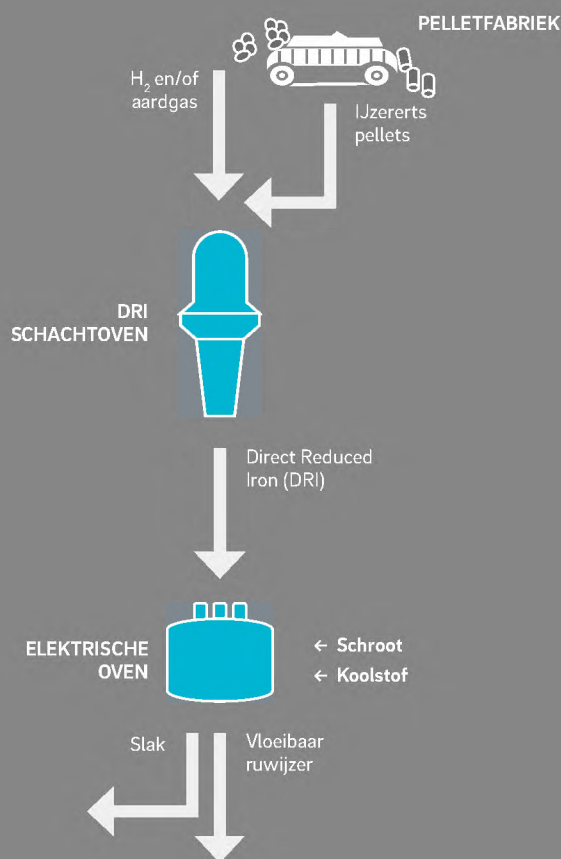
Dit rapport geeft op hoofdlijnen een samenvatting van de belangrijkste resultaten van deze studie. Voor de economische evaluatie is gewerkt met verschillende scenario's. Uiteraard bestaan er nog onzekerheden over externe factoren en ontwikkelingen, vooral na 2030, maar de evaluatie geeft de best mogelijke inzichten met de op dit moment beschikbare data.

DRI-TECHNOLOGIE ALS VERVANGING VAN HOOGOVENS

DRI-technologie (*direct reduced iron*) is een relatief nieuwe staalproductietechnologie, waarbij ijzererts direct wordt gereduceerd met behulp van aardgas, groen gas of waterstof. In de hoogovens gebeurt deze reductie met kolen. DRI-technologie kan de hoogovens in huidige staalfabrieken vervangen, waardoor kolen niet meer nodig zijn.

De reductie van ijzererts vindt plaats in een *schachtoven* bij een relatief lage temperatuur tot ongeveer 1000°C. Het gereduceerde ijzer wordt vervolgens, met toevoeging van koolstof, in een elektrische oven verder verwerkt tot vloeibaar ruwijzer.

De DRI-technologie biedt veel voordelen. Wanneer gebruik wordt gemaakt van groene elektriciteit en waterstof, is de CO₂-uitstoot van het primaire staalproces fors lager dan bij het gebruik van hoogovens. Ook kan in het nieuwe proces schroot worden gebruikt, hetgeen de circulariteit ten goede komt. Daarnaast biedt productie met DRI-technologie flexibiliteit, want het proces is eenvoudig op te starten en te stoppen. Ook is de technologie ver ontwikkeld, al eerder in de praktijk gebracht en (hoewel nog steeds complex) relatief goed in te passen in bestaande staalfabrieken. Tenslotte kan met DRI-technologie staal worden geproduceerd van hoge kwaliteit.



2. De toekomstvisie: groen staal

TSN IJmuiden transformeert in de komende jaren tot een groen staalbedrijf met groene elektriciteit en waterstof en met minder lokale emissies

De site van TSN in IJmuiden zal de komende jaren een complete gedaanteverandering ondergaan. Het huidige primaire staalproductieproces zal in de toekomst volledig zijn vervangen door groene staalproductie op basis van DRI-technologie met waterstof (met directe reductie van ijzer en elektrische ovens – zie kader *DRI-technologie als vervanging van hoogovens*).

Er zullen nieuwe installaties en elektrische ovens staan, die draaien op duurzame energiebronnen als groene waterstof en groene elektriciteit in plaats van op kolen. De hoogovens en de kooks- en gasfabrieken zullen uit productie zijn genomen. De sinterlijnen ook en er wordt geen hoogovengas meer geleverd aan de elektriciteitscentrales van Vattenfall. Na verdere maatregelen zal TSN IJmuiden in de uiteindelijke vorm een site zijn die CO₂-neutraal staal produceert met een fors mindere uitstoot van lokale emissies. → B

De groene elektriciteit die nodig is kan onder andere worden geproduceerd in offshore windparken in de Noordzee. Een deel van de elektriciteit die nodig is voor de productie van waterstof zal worden geleverd vanuit de Noordzee, waarbij eventueel een deel van de groene waterstof kan worden geproduceerd op de site. Daarnaast zal waterstof worden geïmporteerd, bijvoorbeeld via de backbone.

TSN blijft een toonaangevend staalbedrijf dat kwalitatief hoogstaand staal produceert, maar op de duurzame wijze die afnemers en omgeving vragen en verwachten. Afnemers zullen het groene staal gebruiken om in andere industrieën de energietransitie te realiseren. TSN blijft een leider op het gebied van kennis en ontwikkeling en een belangrijke werkgever in de regio. Daarnaast zal, door het stoppen met het grootschalig gebruik van kolen, mogelijk een deel van TSN's site vrijkomen voor nieuwe industriële doeleinden.



B Roland Berger toekomstvisie op TSN IJmuiden (illustratief)

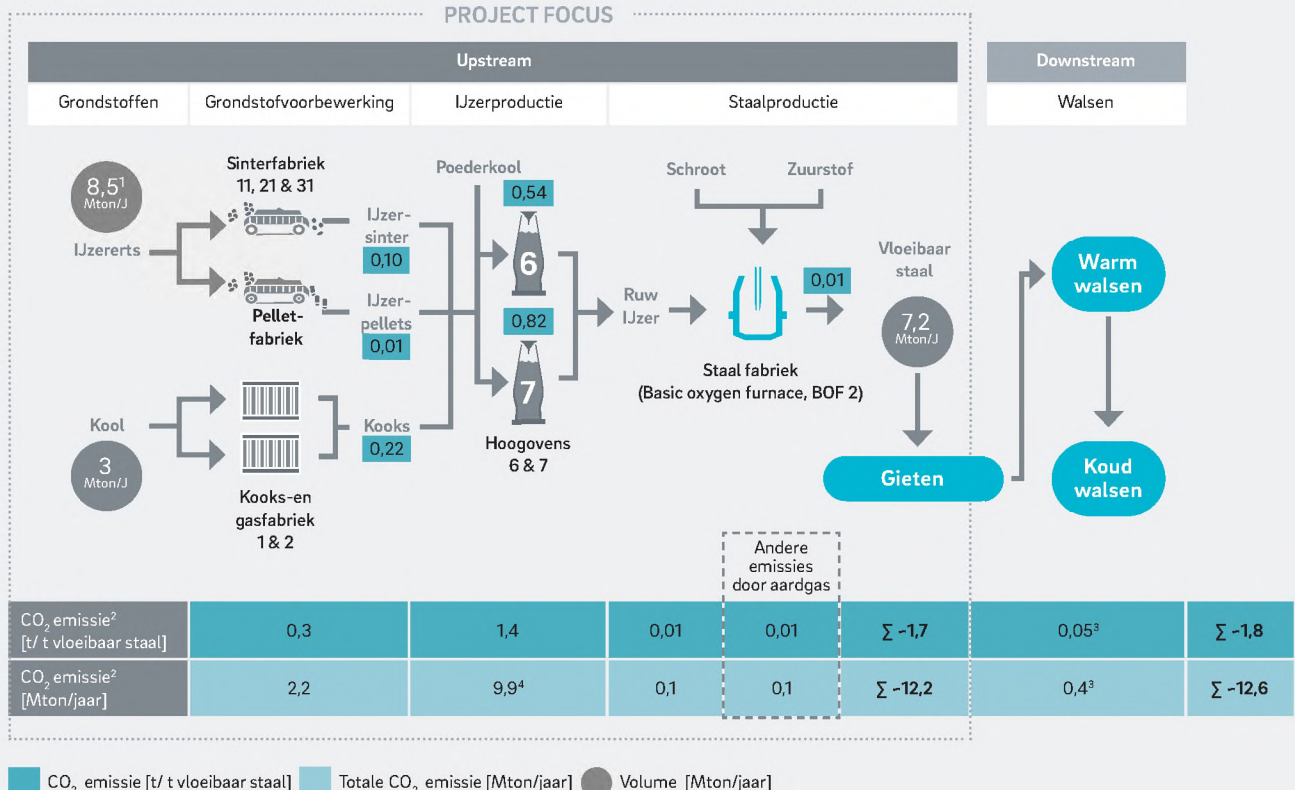
3. De transitie: van hoogovens naar DRI en waterstof

TSN produceert nu jaarlijks ca. 7 Mton staal in twee hoogovens en een oxy-staalfabriek, waarbij in totaal 12,6 Mton CO₂ vrijkomt

TSN maakt in het huidige primaire staalproductieproces gebruik van twee hoogovens (6 en 7). In de hoogovens worden ijzererts en kolen tot hoge temperaturen verhit om ijzererts om te zetten in ruwijzer. Bij dat proces ontstaan onder meer CO en CO₂. Het ruwijzer wordt vervolgens in een oxy-staalfabriek (ook wel *Basic Oxygen Furnace*, BOF) met drie converters verder ontdaan van het merendeel van de koolstofatomen om

staal te verkrijgen. Ook in dit proces komt CO₂ vrij. De gassen die als bijproduct in de hoogovens en BOF ontstaan – zogeheten *Works Arising Gasses* (WAGs) – worden momenteel opgevangen en gebruikt als brandstof voor interne processen en voor de nabijgelegen elektriciteitscentrales van Vattenfall. De aldaar opgewekte elektriciteit wordt weer verbruikt op de site van TSN. → C

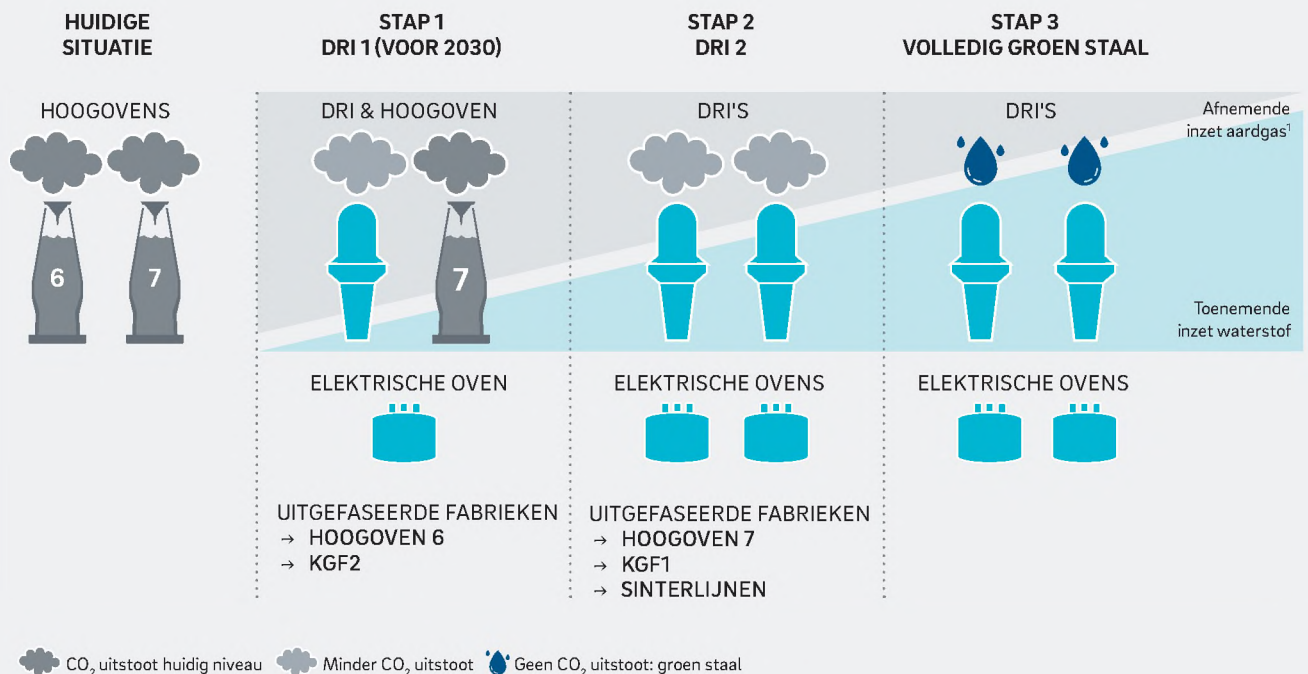
C Huidig staalproductieproces bij TSN en bijbehorende CO₂ emissies (versimpeld)



¹ Ca. 1 Mton ijzerertspelletten en stukerts worden extern ingekocht / ² Op basis van emissiebron / ³ Emissies in de downstream operaties als gevolg van aardgasgebruik /

⁴ Totale CO₂ emissie van Hoogovens 6 & 7 is respectievelijk ca. 3,9 Mton/jaar en ca. 6 Mton/jaar

D Transitiestappen naar groene staalproductie



¹Aardgas kan ook (gedeeltelijk) vervangen worden door groen gas / Bron: TSN, FNV/Zeester, Roland Berger

Jaarlijks stoot TSN IJmuiden ca. 12,6 Mton CO₂ uit bij een productievolume van 7,2 Mton vloeibaar staal. Dit komt neer op ca. 1,8 ton CO₂ per ton staal. Bij het primaire staalproductieproces wordt ongeveer 12,2 van de 12,6 Mton CO₂ per jaar uitgestoten. De resterende CO₂ komt vrij bij de verdere verwerking van het staal op de site, zoals walsen.

Om een groen staalbedrijf te realiseren, zal TSN haar site in drie stappen transformeren: vervanging van twee hoogovens en uiteindelijk geheel opereren op waterstof → D

1. TSN start de transformatie door hoogoven 6 vóór 2030 te vervangen door een eerste DRI-installatie (DRI 1) met een productiecapaciteit van 2,5 Mton per jaar. Dit zal gepaard gaan met de sluiting van kooks- en gasfabriek 2. Aangezien er mogelijk niet vanaf het begin voldoende (kosteneffectieve) groene waterstof beschikbaar zal zijn voor TSN, zal DRI 1 in eerste instantie grotendeels werken op aardgas. Zodra (groene) waterstof beschikbaar is, kan DRI 1 werken op een mix van aardgas en tot 80% waterstof¹. De aanpassingen in deze eerste stap

zullen leiden tot een netto CO₂-reductie van ca. 3,1 Mton per jaar bij inzet van aardgas en WAGs. Deze reductie kan tot ca. 3,8 Mton per jaar zijn bij inzet van 80% waterstof. Hiermee wordt het reductietarget van het Klimaatakkoord gehaald, maar nog niet de 40% reductieambitie die werd uitgesproken in de Expression of Principles. Deze ambitie zou snel daarna in stap 2 wel kunnen worden behaald.

2. In de tweede stap vervangt TSN ook hoogoven 7 door een DRI-installatie (DRI 2). Afhankelijk van de technologische ontwikkeling van de capaciteit van DRI-installaties, zal DRI 2 bestaan uit één grote installatie van ca. 3,5 Mton per jaar of uit twee kleinere installaties. De vervanging van hoogoven 7 door DRI 2 gaat bovendien gepaard met de sluiting van kooks- en gasfabriek 1 en sinterlijnen. Op 100% aardgas zal introductie van DRI 2 leiden tot een additionele CO₂-reductie van ca. 4,4 Mton per jaar. Bij een inzet van 80% waterstof kan jaarlijks ca. 2 Mton extra CO₂-reductie worden bereikt. Hiervan kan ca. 0,4 Mton worden toegekend aan DRI 1, omdat deze de restgassen van de gesloten hoog-

¹ Aangezien staal tot 2 procent koolstofatomen bevat, moet het gereduceerde ijzer in de DRI-installatie ook koolstof bevatten. Om het minimaal gewenste koolstofgehalte te bereiken, zal de DRI-installatie maximaal op 80% waterstof kunnen draaien, aangevuld met koolstofbronnen zoals aardgas of groen gas. Groen gas is biogas dat is gezuiverd en gedroogd en op dezelfde kwaliteit als aardgas is gebracht. Het wordt beschouwd als een duurzaam alternatief voor fossiel aardgas.

oven 7 niet langer als brandstof zal gebruiken en dus meer waterstof kan inzetten.

3. **In de derde stap brengt TSN haar CO₂-uitstoot geleidelijk verder terug naar nul.** Zoals eerder beschreven kan waterstof, zodra het beschikbaar is, in toenemende mate worden ingezet in de DRI-installaties, tot ongeveer 80%. Het gebruik van waterstof in DRI-installaties is innovatief en wordt momenteel nog niet op grote schaal elders gedaan. De overgang naar waterstof zal leiden tot een CO₂-reductie van maximaal 2,7 Mton per jaar, groten-deels proportioneel aan het aandeel van groene waterstof t.o.v. aardgas. Waterstof kan ook worden gebruikt om een deel van de CO₂-uitstoot in andere fabrieken en downstream activiteiten te vermindere-n met ca. 0,9 Mton per jaar. De beschikbaarheid van voldoende (groene) waterstof tegen de juiste prijs en van de benodigde infrastructuur voor transport en opslag zal bepalen wanneer en hoe snel de transitie van aardgas naar waterstof kan plaatsvinden (zie ook kader *Beschikbaarheid groene waterstof*).

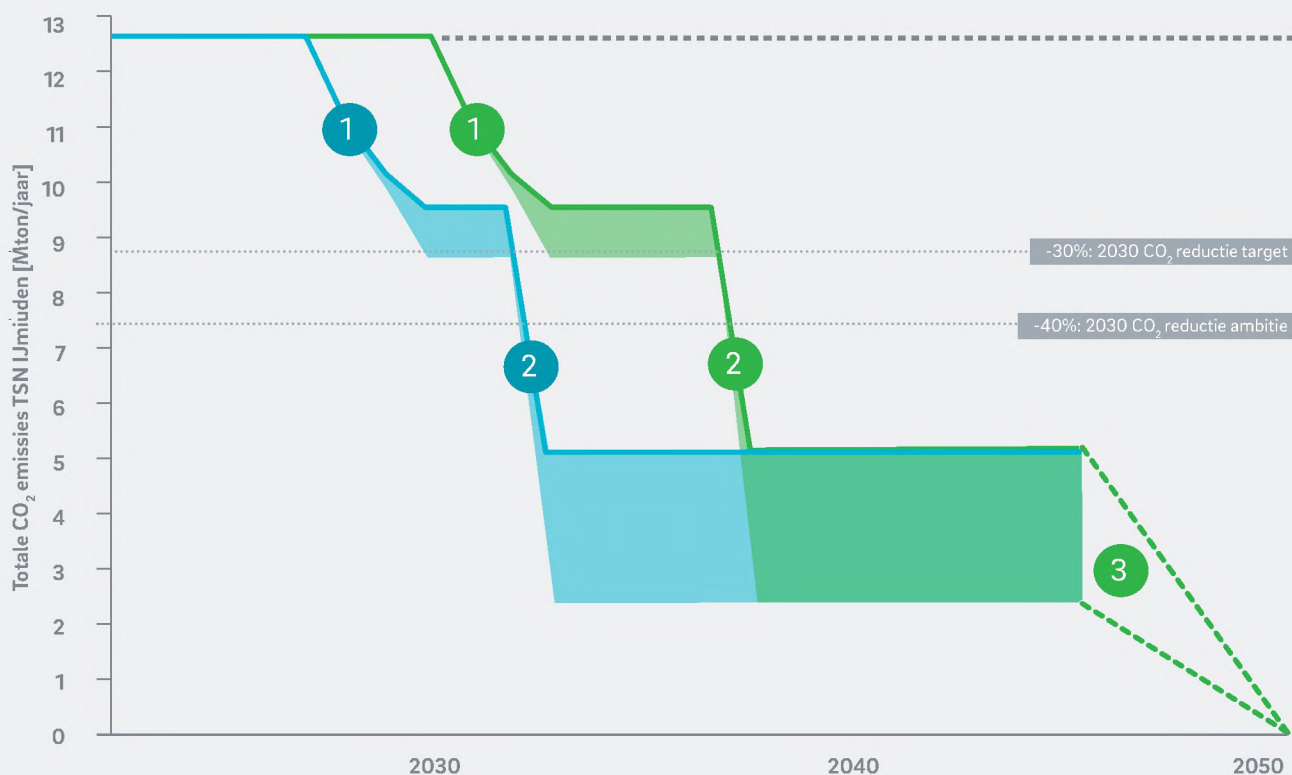
Dit zijn de grote CO₂-reductiestappen. Om op termijn volledig CO₂-neutrale staalproductie te realiseren, zijn extra maatregelen nodig zoals mogelijk het vervangen van de resterende 20% aardgas door groen gas. Dit resul-teert in een additionele CO₂-reductie van ca. 0,5 Mton per jaar. Om ook de laatste CO₂-uitstoot te elimineren en volledig klimaatneutraal te worden zal nog een aan-tal innovatieve maatregelen moeten worden genomen. Welke dat zijn is nu nog niet bepaald en zal ook afhan-gen van toekomstige technische ontwikkelingen. Dit geldt overigens niet alleen voor TSN maar voor de gehe-le staalindustrie. → E

TSN kan mogelijk extra tijdelijke maatregelen nemen om CO₂ te reduceren, bijvoorbeeld door Carbon Capture Utilization and Storage (CCUS) op DRI's of door het toevoegen van Hot Briquetted Iron (HBI) en aardgas in hoogoven 7

In de overgang naar de beoogde eindsituatie kan TSN de CO₂-uitstoot tussentijds beperken door tijdelijke maat-regelen te nemen:

1. **CCUS op DRI 1 & 2** – Zolang de DRI-installaties draaien op aardgas, zullen deze CO₂ uitstoten die kan worden afgevangen en opgeslagen. Ongeveer 60% van de CO₂-uitstoot van een DRI-installatie op aardgas kan relatief eenvoudig worden afgevangen. Anders dan wanneer CO₂ wordt afgevangen bij een hoogoven hoeft bij een DRI-installatie, afhankelijk van de gekozen technologie, geen grote aparte *carbon capture* installatie te worden gebouwd. *Carbon capture* technologie kan dus als additio-neel, maar integraal onderdeel van de DRI-installatie worden ingebouwd. De afgevangen CO₂ moet vervolgens wel worden afgevoerd naar een gebruiker/afnemer van CO₂ of naar een CO₂-opslagproject (zoals Aramis of Northern-lightsCCS). Voor grotere volumes CO₂ zal waarschijnlijk moeten worden gekeken naar opslag in lege gasvelden onder de Noordzee. Met CCUS op de DRI's kan, zolang die op aardgas werken, een maximale extra CO₂-reductie worden bereikt van ca. 0,8 Mton per jaar voor DRI 1 en ca. 1,1 Mton per jaar voor DRI 2.
2. **HBI & aardgas in Hoogoven 7** – Zolang Hoogoven 7 werkzaam is, is het in theorie ook mogelijk in deze hoogoven gebruik te maken van *hot briquetted iron* (HBI). Een combinatie van aardgas en HBI kan het gebruik van kooks, pellets/sinter en *pulverized coal irjection* (PCI) gedeeltelijk vervangen en zodoende de CO₂-uitstoot reduceren met ca. 1,7 Mton per jaar. HBI wordt dan extern geproduceerd en door TSN ingekocht. CO₂ die vrijkomt bij de externe productie van HBI komt dus niet vrij bij TSN in IJmuiden, maar elders (*carbon leakage*). Voor de aanvoer van HBI en het gebruik in Hoogoven 7 zullen technische aanpassingen moeten worden gedaan en ook het opzetten van de levering van grote volumes HBI zal tijd kosten. Het economische voordeel is sterk marktafhankelijk met betrekking tot beschik-baarheid van HBI. Deze factoren maken deze maatregel minder geschikt als oplossing voor slechts enkele jaren.

E Tijdslijn CO₂-reductiemaatregelen



STAALPRODUCTIE MET HOOGOVENS

Alle huidige productiefaciliteiten worden in stand gehouden t/m 2050. Roadmap Plus wordt uitgevoerd zoals gepland, evenals periodiek en groot onderhoud aan installaties

VERSNELDE WATERSTOFROUTE

- 1 Stap 1 in 2028**
Sluiting van hoogoven 6 en kooks- en gasfabriek 2
- 2 Stap 2 in 2032**
Sluiting van hoogoven 7, kooks- en gasfabriek 1 en sinterlijnen

WATERSTOF-ROUTE

- 1 Stap 1**
Sluiting van hoogoven 6 en kooks- en gasfabriek 2
- 2 Stap 2**
Sluiting van hoogoven 7, kooks- en gasfabriek 1 en sinterlijnen
- 3 Stap 3**
Volledig groen staal
Toenemend gebruik van waterstof, groen gas, en andere maatregelen


Omdat Hoogoven 7 een grotere capaciteit heeft dan Hoogoven 6, zou TSN door Hoogoven 7 eerst te sluiten een nog grotere en snellere CO₂-reductie kunnen realiseren. Deze optie is in deze studie buiten beschouwing gelaten.

De economische evaluatie van bovenstaande stappen staat beschreven in hoofdstuk 6. Daarbij speelt ook de timing van de stappen een belangrijke rol. De belangrijkste massastromen in de verschillende stappen van de transitie zijn uiteengezet. → **F**

Om de DRI-installatie voor 2030 te realiseren, zullen verschillende activiteiten versneld en/of parallel moeten plaatsvinden. De vergunningsprocedures liggen op het kritieke pad

Een snelle technologiekeuze en aanbesteding zijn nodig om een leverancier te kunnen laten starten met het basisontwerp. Uitkomsten uit de (basis)ontwerpfase zijn nodig als input voor het vergunningsproces en milieueffectrapportages (MER), die zoveel mogelijk parallel aan het detailontwerp zullen moeten plaatsvinden. Ook zal, al voordat de vergunningen definitief zijn verkregen, moeten worden begonnen met de inkoop van onderdelen met lange levertijden.

F Input en output van verschillende stappen van de transitie (indicatief)

		HUIDIGE SITUATIE	STAP 1: DRI 1		STAP 2: DRI 2		STAP 3: VOLLEDIG GROEN STAAL
OUTPUT	 CO ₂ uitstoot [Mton/j]	12,6	DRI 100% aardgas ¹ 9,5	DRI 80% H ₂ 8,8	DRI 100% aardgas ¹ 5,1	DRI 80% H ₂ 2,4	0
	 IJzerhoudend ² [Mton/j]	10,3	10,3	10,3	9,6	9,6	9,6
	 Kolen [Mton/j]	4,6	2,7	2,7	0,2	0,2	0
	 Aardgas ³ [PJ/j]	8	28	15	73	24	0
INPUT	 Elektriciteit ⁴ [TWh/j] (WOZ ⁵ [GW])	0,6 (0,1)	2,7 (0,5)	2,7 (0,5)	5,6 (1,1)	5,6 (1,1)	>5,6 ⁶ (1,2)
	 Waterstof [kton/j] (WOZ ⁵ [GW])	0	0	97 (1,0)	0	380 (3,8)	>380 ⁶ (3,8)

¹Exclusief CCUS / ² Bij constant productievolume / ³ Excl. aardgas die nodig is voor energiecentrale / ⁴ Indicatie van elektriciteitsverbruik van productie-units in upstream proces en onafhankelijk van opwekking uit restgassen / ⁵ WOZ = Indicatieve equivalent benodigde wind-op-zee capaciteit in GW /

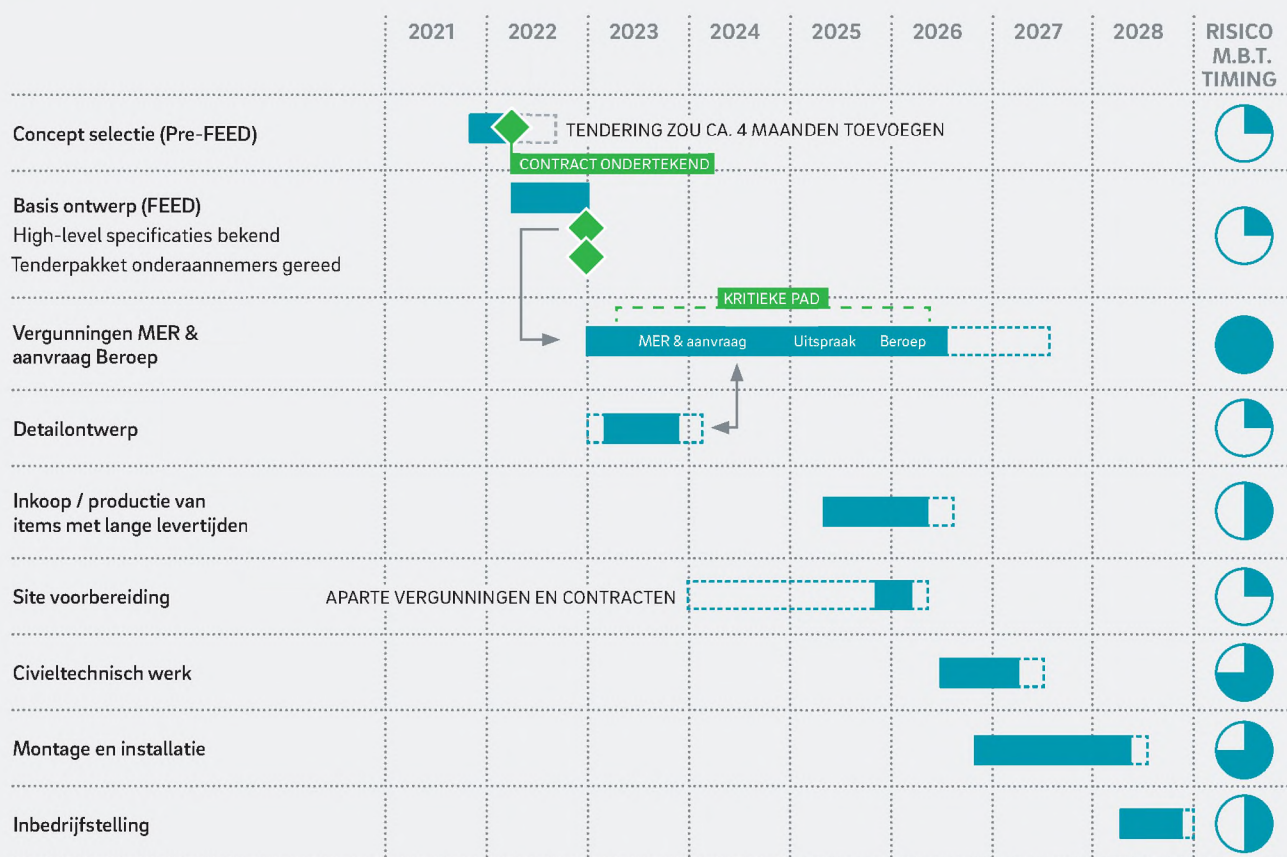
⁶ Additionele elektriciteit en waterstof nodig om andere, op koolstof gebaseerde, energiebronnen te vervangen

Het vergunningsproces is leidend voor de termijn waarop de DRI-installatie gerealiseerd kan worden. Pas nadat de vergunningen in werking zijn getreden (effectief zal dat het geval zijn wanneer de vergunningen onherroepelijk zijn), kan de daadwerkelijke bouw van start gaan. Voor het voorbereiden van de site zijn daarnaast nog separaat (eerder) andere vergunningen nodig, bijvoorbeeld voor het verplaatsen van bedrijfsonderdelen. Na de bouw zal er ook nog een installatie- en testfase zijn voordat de installaties in productie kunnen worden genomen. In een ambitieus scenario kan de DRI-installatie op zijn vroegst in 2028 gerealiseerd zijn, maar hiervoor is samenwerking

met overheid en partners van groot belang.

Als geen rekening wordt gehouden met het vergunningsproces, maar alleen met technologiebeschikbaarheid, levering- en installatietijden, zou DRI 1 mogelijk al rond 2025 kunnen worden gerealiseerd. De huidige inrichting van het vergunningsproces duurt lang, wat waarschijnlijk niet alleen voor TSN, maar voor vele decarbonisatieprojecten een probleem oplevert. Het zal voor de energietransitie belangrijk zijn dat de overheid onderzoekt hoe wet- en regelgeving kan worden aangepast om de vergunningsprocedures te verkorten, zonder daarmee de borging

G Ambitieuze tijdslijn voor de realisatie van DRI 1 (indicatief)



van zorgvuldigheid, weging van belangen en inspraak te verminderen. → G

Vanuit het oogpunt van reductie van zowel CO₂, als overige emissies, is het aantrekkelijk om de installatie van DRI 2 zo snel mogelijk te realiseren

Hoogoven 7 loopt medio 2037 tegen het eind van zijn levensduur aan. Daarmee is 2037 een op zich voor de hand liggende timing voor de realisatie van DRI 2. Echter, het eerder uitvoeren van de tweede stap van de transitie (bijvoorbeeld al in 2032) is zowel economisch als maatschappelijk een aantrekkelijke optie om eerder meer CO₂-uitstootreductie te realiseren en tegelijkertijd ook de lokale emissies verder te verminderen.

De transitie naar groen staal zal zorgen voor extra werkgelegenheid tijdens de transitie. Daarna zal het sluiten van kooks- en gasfabrieken en sinterlijnen waarschijnlijk een lichte daling van werkgelegenheid betekenen. De exacte impact is pas in een later stadium te bepalen

De transitie naar groen staal zal ook impact hebben op de werkgelegenheid in de IJmond regio en op het personeelsbestand van TSN in IJmuiden. Deze impact is tweeledig. Allereerst zal tijdens de transitie veel extra werkgelegenheid worden gecreëerd, bijvoorbeeld voor de constructie van DRI-installaties (incl. elektrische ovens), voor het uitschakelen en ontmantelen van fabrieken en voor het aanpassen van logistieke processen. Niet alleen de daadwerkelijke uitvoering van deze projecten zal extra werkgelegenheid creëren. Al in de voorbereidingsfase vragen dergelijke projecten om ingenieurs, planners, inkopers, vergunningsspecialisten etc. met ervaring op kapitaalintensieve projecten. Het snel opzetten van een goede projectorganisatie en het zorgen voor voldoende gekwalificeerd (technisch) personeel voor de uitvoering, zijn belangrijke succesfactoren voor de transitie.

Daarnaast is de realiteit dat op termijn ook fabrieken zullen sluiten. De veranderingen vinden voornamelijk plaats in het "upstream" deel van TSN's activiteiten, waar ongeveer 1.800 van de ca. 9.300 TSN IJmuiden werknemers actief zijn. De fabrieken en een deel van de logistieke processen die relateren aan het verwerken van kolen en sinter (kooks- en gasfabriek 1 & 2 en sinterlijnen), zullen over tijd worden uitgefaseerd. In deze fabrieken werken momenteel ongeveer 550 medewerkers.

Voor de nieuwe DRI-installaties (incl. elektrische ovens) wordt verwacht dat het benodigde aantal werknemers in lijn ligt met het aantal werknemers dat momenteel actief is in de beide hoogovens. De exacte impact van alle veranderingen op TSN's personeelsbestand zal afhangen van technologiekeuzes, natuurlijk verloop en benodigde (technische) vaardigheden. Hierdoor zijn gedetailleerde werkgelegenheid impactanalyses op dit moment nog niet mogelijk. Waarschijnlijk ligt er een uitdaging in de verschuivende kennis die nodig zal zijn bij de nieuwe processen. Omscholing en ontwikkeling van technische (beroeps)kennis zal belangrijk zijn om na de transitie aan de vernieuwde arbeidsvraag te voldoen.

BESCHIKBAARHEID GROENE WATERSTOF

De door TSN gekozen waterstofroute kan niet worden gerealiseerd zonder (tijdige) beschikbaarheid van voldoende (groene) waterstof. Bovendien zullen waarschijnlijk ook grote hoeveelheden waterstof nodig zijn voor decarbonisatie van andere (industriële) sectoren. Voor het produceren van deze groene waterstof, maar ook voor elektrificatie van andere processen, zijn grote hoeveelheden groene elektriciteit nodig, bijvoorbeeld in de vorm van wind-op-zee. Dat vereist (de aanleg van) externe infrastructuur voor energieopwekking en transport.

In Nederland zijn nu plannen voor ca. 11,5 GW wind-op-zee in 2030 (RVO), waarvan pas ca. 2,5 GW is geïnstalleerd. Het Programma Noordzee 2022-2027 verkent ruimte om nog 20-40 GW aan extra windparken op zee te bouwen. Een deel daarvan (ca. 10 GW) kan mogelijk voor 2030 worden gerealiseerd. Dit zal ook nodig zijn voor de decarbonisatie-ambities van het huidige elektriciteitsverbruik, de verdere elektrificatie van transport en industrie en de waterstofproductie. De Kabinetsvisie Waterstof (maart 2020) beschrijft het doel om in 2030 3-4 GW elektrolysecapaciteit te hebben gerealiseerd. Daarnaast ontwikkelt Gasunie een waterstof-backbone, die voor 2030 gerealiseerd moet zijn, en test het waterstofopslag in de Zuidwending.

Er is een stijgend aantal projecten dat groene waterstofproductie wil realiseren, zowel op het terrein van TSN (H₂ermes¹) als op andere plekken in Nederland (bijv. NorthH2). Daarnaast onderzoeken verschillende partijen hoe waterstof kan worden geïmporteerd uit landen met veel zon en wind, bijvoorbeeld landen in Zuid-Europa en het Midden-Oosten. De definitieve grootschalige uitrol van waterstofproductie en transportinfrastructuur laat nog op zich wachten, vaak omdat de initiatiefnemers van deze projecten nog onvoldoende afnemers kunnen vinden die bereid zijn voor groene waterstof een prijs te betalen die hoog genoeg is om de projecten economisch rendabel te maken.

Tegelijkertijd laat verduurzaming van energie-intensieve industrie met behulp van waterstof op zich wachten, omdat er geen waterstof beschikbaar is tegen een prijs die kostenconcurrerend is. Het prijsverschil tussen vraag en aanbod hangt onder meer af van elektriciteits-, gas- en EU ETS-prijs². De prijzen van vraag en aanbod kunnen bij elkaar komen door innovatie en schaalvergroting – en daar gaat veel tijd overheen. Op basis van huidige voorspellingen is dit prijsverschil in 2030 nog altijd groter dan € 1 per kg waterstof.



TSN's keuze voor de waterstofroute kan deze impasse mogelijk doorbreken en werken als een katalysator voor Nederlandse waterstofproductieprojecten. Voor de ca. 380 kton waterstof per jaar die TSN naar verwachting op termijn nodig zal hebben, is ca. 4 GW groene elektrolysecapaciteit nodig. TSN kan zich in de komende jaren opwerpen als stabiele (of juist flexibele) afnemer van grote volumes groene waterstof, waardoor waterstof op schaal geproduceerd kan worden en goedkoper kan worden. Daarbij moet het resterende prijsverschil wel middels subsidies worden overbrugd zodat een sluitende business case ontstaat en de productie en afname van waterstof in Nederland op gang kunnen komen.

¹ H₂ermes is een 100 MW waterstof elektrolyseproject dat wordt ontwikkeld door Nobian, TSN en Port of Amsterdam /

² EU Emissions Trading System. Europese handel in emissierechten. Met een emissierecht mag een bedrijf één ton CO₂ uitstoten.

Het aantal beschikbare rechten is beperkt en neemt af. De prijs voor een emissierecht (de CO₂-prijs) wordt bepaald door vraag en aanbod

4. Stakeholders

TSN komt met de keuze voor de waterstofroute en DRI-technologie tegemoet aan de wensen van stakeholders die CO₂-uitstoot en vooral overige lokale emissies zo snel mogelijk willen zien afnemen

Bij de transitie van TSN IJmuiden naar een groen staalbedrijf zijn vele belangen gemoeid. Roland Berger sprak tijdens het haalbaarheidsonderzoek onafhankelijk met meer dan twintig vertegenwoordigers van verschillende stakeholders: overheden (zoals het Ministerie van Economische Zaken, Provincie Noord Holland en gemeentes), NGO's (waaronder VNO-NCW, Urgenda en Milieudefensie), lokale stakeholders (waaronder Dorpsraad Wijk aan Zee en Ondernemersvereniging IJmond) en enkele bewoners.

Het overgrote deel van de interviews vond plaats voordat TSN de keuze voor de waterstofroute had aangekondigd. De meeste stakeholders zien een toekomst voor TSN als groen staalbedrijf en hebben een voorkeur voor de waterstofroute met DRI-technologie (ten opzichte van CO₂-afvang en -opslag op de huidige hoogovens). Die voorkeur is vooral gebaseerd op een nadrukkelijke wens en een gevoel van urgentie om zo snel mogelijk, naast de CO₂-uitstoot, de lokale emissieproblematiek te verminderen en een moderniseringsslag te maken in het staalproductieproces, bijvoorbeeld door het eerder sluiten van kooks- en gasfabriek 2 in de waterstofroute.

Met het inslaan van de waterstofroute – en het voor 2030 realiseren van DRI 1 – zet TSN een stap om de CO₂-uitstoot te verminderen die tegelijkertijd tegemoet komt aan de wens om de lokale emissieproblematiek te adresseren. Voor een succesvolle transitie is het van groot belang dat TSN (lokale) stakeholders blijft betrekken en de dialoog met hen openhoudt.

Vrijwel alle stakeholders willen dat het staalbedrijf in IJmuiden en de bijbehorende werkgelegenheid behouden blijven

Vrijwel alle stakeholders die zijn geïnterviewd willen het staalbedrijf in IJmuiden behouden en zien ook in de toekomst een belangrijke rol voor TSN als grote regionale werkgever. Daarnaast wil men dat TSN leidend blijft op technologisch gebied en fungeert als kenniscentrum voor moderne technieken, in plaats van vast te houden aan oude productietechnieken (in combinatie met CO₂-opslag van de hoogovens). De meeste stakeholders hadden geen principiële bezwaren tegen CO₂-opslag.

Lokale stakeholders benadrukten het belang van het zo snel mogelijk verminderen van overlast door het terugdringen van lokale emissies

Lokale stakeholders benadrukten de wens dat TSN zo snel mogelijk schoon wordt, waarbij het terugdringen van lokale emissies prioriteit heeft boven de langere termijn CO₂-reductie. Er is behoefte aan een snelle, integrale aanpak van de verschillende problemen die ook houdbaar is op de lange termijn. Een deel van de stakeholders vindt Roadmap Plus een goede eerste stap in de aanpak van overige emissies, maar anderen hebben er geen vertrouwen in dat het de overlast voldoende wegneemt. Veel van hen zien specifiek kooks- en gasfabriek 2 graag zo snel mogelijk sluiten. Ook is het van belang dat de impact van nieuwe installaties op de omgeving wordt onderzocht, waarbij exacte locatie op de site ook een rol speelt.

NGO's roepen op om ambitieus te zijn in het zo snel mogelijk realiseren van de transitie naar waterstof, om overloopeffecten te creëren naar andere sectoren

Vanuit verschillende organisaties kwam de roep om ambitieus te zijn in het realiseren van een groen staalbedrijf, om zo snel mogelijk te verduurzamen. De overheid zou een transitie naar waterstof moeten faciliteren, zowel financieel als in het vergunningsproces. Naast het afscheid van fossiele brandstoffen en reductie van omgevingsproblemen, leidt de waterstofroute namelijk ook tot grote overloopvoordelen voor de rest van de Nederlandse samenleving en economie. Het toepassen van waterstof door TSN op grote, industriële schaal kan ook een impuls geven aan andere sectoren, door het realiseren van de benodigde waterstofproductie en -infrastructuur.

Nationale en provinciale overheden zijn technologie-neutraal, maar bereid de beste optie te faciliteren

Voor de overheid is het halen van de CO₂-reductiedoelen, zoals vastgesteld in het Klimaatakkoord, prioriteit. In principe is de manier waarop dit gebeurt van minder groot belang: de overheden zijn hierin technologie-neutraal. De overheden zijn bereid de route die het best wordt bevonden te faciliteren door het creëren van een level playing field (zowel in Europa als wereldwijd), het inrichten van infrastructuur (bijvoorbeeld voor aardgas, groene elektriciteit en waterstof) en het stimuleren van de waterstofmarkt, zowel de productie als afname. De overheden zien ook dat het huidige subsidie-instrumentarium nog niet is ingericht op het faciliteren van de waterstofroute. Ze zeggen ook ondersteuning toe bij het vergunningsproces, maar benadrukken dat de omgeving waarschijnlijk kritisch zal zijn op een versneld proces.

In de Tweede Kamer werd voorwaardelijke steun uitgesproken voor het faciliteren van de waterstofroute

De Tweede Kamer benadrukte in haar debat van 9 september dat overgaan op groene staalproductie met verminderde impact op de omgeving voor TSN essentieel is om te kunnen blijven voortbestaan. Op 16 september nam de Kamer verschillende moties aan. Eén daarvan verzocht de regering geen nieuwe subsidierelaties aan te gaan zonder harde afspraken over te behalen gezondheidswinst in de regio. Andere moties beogen de waterstofroute mogelijk te maken: zo verzocht de Tweede Kamer de regering ook subsidie beschikbaar te stellen voor het direct vervangen van de hoogovens – waar nu enkel een regeling voor Carbon Capture & Storage (CCS) bestaat in de vorm van de SDE++² – en inzichtelijk te maken welke randvoorwaarden nodig zijn voor de omslag naar waterstof (regelgeving, infrastructuur, vergunningen, etc.).

² Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie

5. Impact op overige emissies

TSN, FNV en stakeholders willen lokale emissies zo snel mogelijk terugdringen

In een staalproductieproces wordt niet alleen CO₂ uitgestoten maar ook andere stoffen. TSN, FNV en stakeholders willen dat deze lokale emissies zo snel mogelijk worden teruggedrongen. Het RIVM-rapport *Depositieonderzoek IJmond 2020* van 2 september 2021 en het politieke debat dat daarop volgde, onderstreepten nogmaals het belang en de urgentie hiervan.

Met de waterstofroute en DRI-technologie kan TSN de lokale emissies nog verder verminderen dan reeds gerealiseerd zal worden door de investeringen in de Roadmap Plus. (zie ook kader *Toelichting Roadmap Plus*). Dit hoofdstuk geeft een eerste inschatting van de impact van de waterstofroute op de lokale emissies.

In deze studie is een inschatting gemaakt van het effect van de waterstofroute op lokale emissies op basis van indicatieve emissiedata en informatie van leveranciers en experts

De impact van de waterstofroute op lokale emissies kan nog niet nauwkeurig worden voorspeld. De exacte emissiedata van de nieuw te realiseren DRI-installaties (schachtoven en elektrische ovens) zijn nog niet bekend.

Er dienen nog gedetailleerde keuzes te worden gemaakt wat betreft technologie en configuratie, voordat de verwachte lokale emissies in een engineeringfase kunnen worden uitgewerkt.

Voor de schachtovens is een inschatting gemaakt op basis van indicatieve data en informatie van leveranciers en experts. De gemaakte inschatting gaat uit van indicatieve emissiecijfers voor schachtovens die draaien op 100% aardgas. Over de lokale emissies van elektrische ovens bestaat nog onzekerheid, omdat met de specifieke toepassing van de ovens voor primaire staalproductie nog weinig ervaring is opgedaan. De emissies van elektrische ovens (naar verwachting NO_x, SO₂, stof en ZZS) zijn dan ook buiten beschouwing gelaten in figuur H. De genoemde cijfers voor de waterstofroute zijn zodoende indicatief en onder voorbehoud van exacte additionele emissies van de elektrische ovens. Data over de lokale emissies van huidige installaties en de Roadmap Plus is afkomstig van TSN.

De analyse van lokale emissies richt zich op: *Zeer zorgwekkende stoffen* (ZZS), NO_x, SO₂, fijnstof (PM10) en

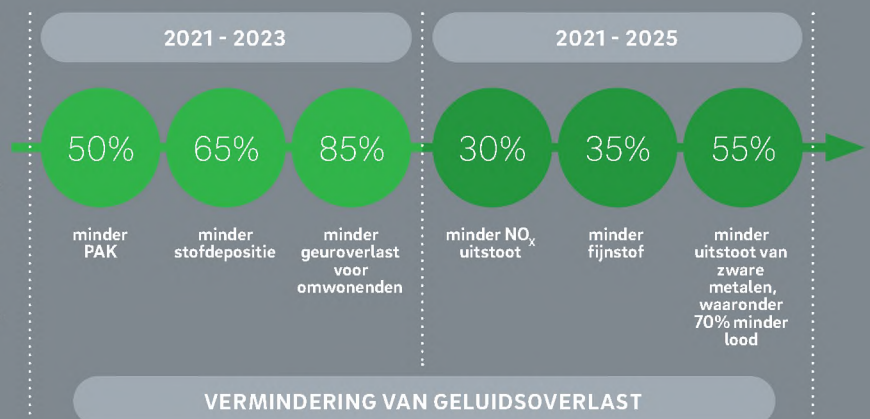
TOELICHTING ROADMAP PLUS

TSN wil snel een grote stap voorwaarts maken richting een betere leefomgeving, en negatieve effecten op het milieu en de lokale gemeenschappen sterk verminderen.

Daartoe zal TSN op het kortst mogelijke tijdspad (2021-2025) de Roadmap Plus uitvoeren: een investering van ongeveer € 300 miljoen om versneld extra maatregelen te nemen tegen lokale emissies, geur en geluid.

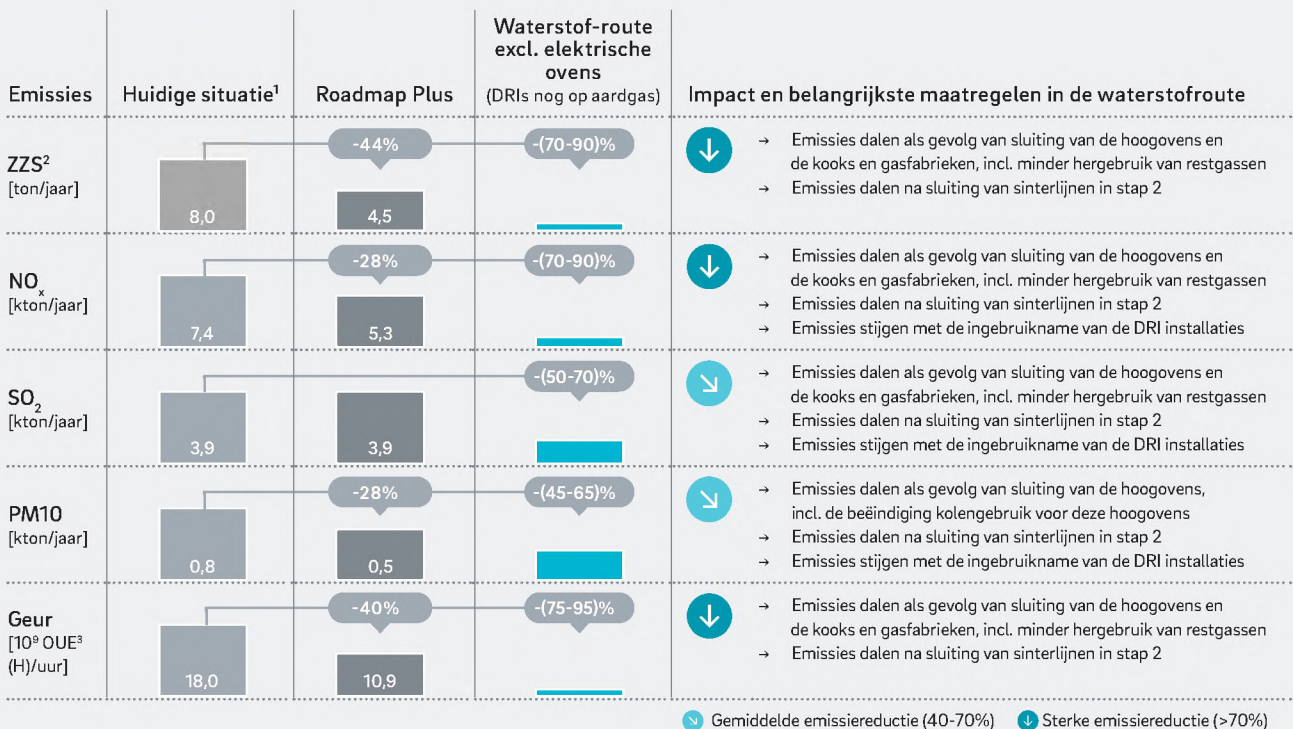
De Roadmap Plus staat los van de waterstofroute die in deze studie wordt onderzocht.

Noot: alle reductiepercentages gelden t.o.v. het uitstootniveau in 2019 / Bron: TSN



H Reductie van lokale emissies t.g.v. de waterstofroute (best case inschatting: excl. additionele emissies van elektrische ovens)

- De emissiecijfers voor de waterstofroute betreffen een eerste inschatting op basis van informatie van leveranciers en experts. Deze cijfers zijn indicatief: ze hangen af van gedetailleerde keuzes voor technologie en configuratie, en van gebruik.
- De emissiecijfers voor de waterstofroute zijn van toepassing op schachtovens die op 100% aardgas draaien en zijn exclusief de emissies van elektrische ovens. De toevoeging van de elektrische ovens zal additionele emissies geven die in deze fase nog niet in te schatten zijn.
- De emissiecijfers van de huidige situatie en de Roadmap Plus zijn afkomstig van TSN



¹ 2019, geschaald naar productiecapaciteit van 7,2 Mton staal per jaar / ² ZZS = Zeer Zorgwekkende Stoffen (incl. PAK en lood) Meer informatie over ZZS kan worden gevonden op de website van het RIVM / ³ OUE = Odour Unit Equivalent / Bron: TSN; Interviews met leveranciers en experts van DRI technologie

geur. Geluid is niet meegenomen. Er bestaan nog te veel onzekerheden die van invloed zijn op de overlast die door geluid kan worden ervaren. Zo zijn de exacte specificaties van de nieuwe installaties nog niet volledig bekend, evenmin als de beoogde locatie en infrastructuur. Afhankelijk daarvan kunnen bovendien aanvullende maatregelen worden genomen om geluidshinder te beperken. Dit alles moet nader onderzocht worden in de vergunningsaanvraag en de bijbehorende milieueffectrapportage.

Met de waterstofroute kan TSN lokale emissies verminderen, met name door sluiting van fabrieken

De waterstofroute vermindert de lokale emissies van TSN voornamelijk omdat de kooks- en gasfabrieken en sinterlijnen worden gesloten. Deze sluitingen zorgen voor een forse reductie van met name de ZZS,

NO_x en geur. Het grootste effect hiervan vindt plaats in stap 2 van de waterstofroute door een combinatie van de sluiting van kooks- en gasfabriek 1 en de sinterlijnen. → H

De vervanging van de hoogovens door schachtovens levert minder emissiereductie op dan de sluiting van andere fabrieken. Met de sluiting van de hoogovens (en de beëindiging van het kolengebruik dat daarmee gepaard gaat) valt weliswaar een grote bron weg van fijnstof, NO_x- en SO₂-emissies, maar de nieuwe schacht-ovens stoten op hun beurt ook stof, NO_x en SO₂ uit. Deze emissies zijn bij een schachtovens op aardgas naar verwachting wel lager dan bij staalproductie met hoogovens. Wanneer wordt overgeschakeld op waterstof zullen de NO_x- en SO₂-emissies bovendien verder afnemen.

6. Economische implicaties

Voor de transitie naar een groen staalbedrijf zullen miljarden aan investeringen nodig zijn. Ook zullen productiekosten hoger liggen vergeleken met hoogovenstaal, zeker wanneer de overgang wordt ingezet van aardgas naar (duurder) waterstof

TSN zal forse directe investeringen (*capital expenditures*, CAPEX) moeten doen om de nieuwe DRI-installaties en elektrische ovens te realiseren. Voor stap 1 – de installatie van DRI 1 en elektrische oven(s) – worden de benodigde investeringen geschat op meer dan € 1 miljard. Naar verwachting zullen de investeringen die nodig zijn voor stap 2 hiermee in lijn zijn, naar rato van DRI-capaciteit. Door te investeren in nieuwe DRI-installaties kunnen sommige geplande CAPEX-investeringen in huidige installaties worden vermeden (bijvoorbeeld een deel van investeringen in hoogoven 6 en de kooks- en gasfabrieken), maar deze zijn van een kleinere orde dan de investeringen die nodig zijn voor de DRI-installaties.

De productiekosten van DRI-staal zijn hoger dan van hoogovenstaal. De reductie van CO₂ en de stijgende Europese en Nederlandse CO₂-heffingen brengen de kosten op termijn dicht bij elkaar

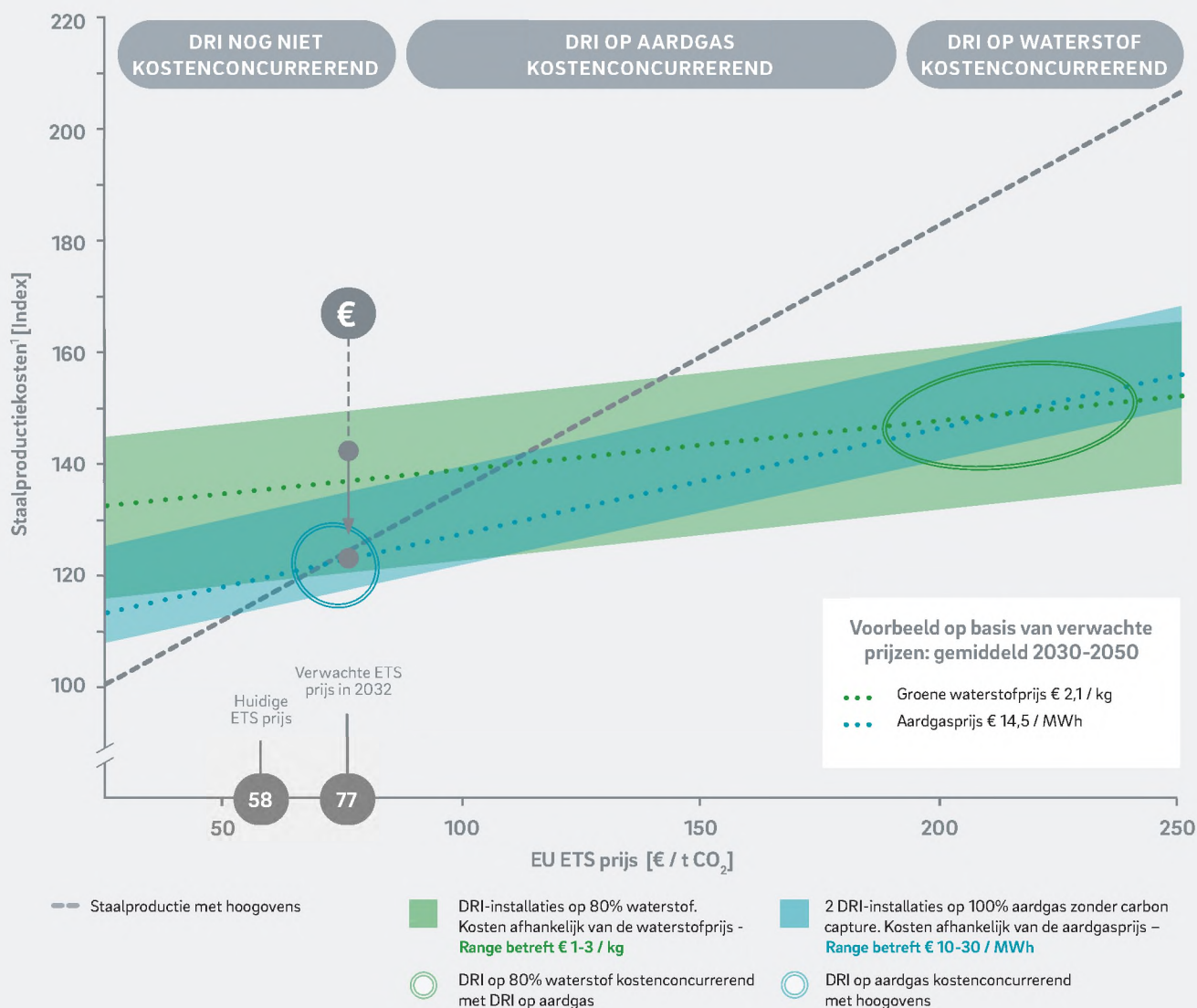
Staalproductiekosten met DRI-technologie zijn momenteel hoger dan bij productie met hoogovens. De hogere kosten zijn met name het gevolg van het gebruik van andere, duurder energiebronnen: elektriciteit voor de elektrische ovens en aardgas of waterstof voor de DRI (in plaats van kolen in de hoogovens). Deze energiebronnen zijn schoner, maar voorlopig ook duurder en de prijzen zijn op middellange termijn waarschijnlijk volatieler. Op de lange termijn zullen de prijzen van waterstof en aardgas naar verwachting wel dalen. Ook is het in de nieuwe situatie niet langer mogelijk de restgassen van de hoogovens te hergebruiken voor verbrandingsprocessen op de site. Hierdoor zal TSN meer energie moeten inkopen. Ook zal TSN meer pellets nodig hebben en deze (deels) moeten inkopen. Daarnaast zal TSN minder bijproducten zoals hoogovenslak en WAGs kunnen verkopen, met lagere opbrengsten tot gevolg.

Europese en Nederlandse CO₂-heffingen brengen de kosten van productie met hoogovens dicht bij die van productie met de schone(re) DRI-technologie. De gratis emissierechten voor industriële vervuilers worden afgebouwd. Dit betekent dat in toenemende mate moet worden betaald voor de uitgestoten CO₂, waardoor de totale productiekosten van hoogovenstaal hoger worden. Op termijn wordt door deze effecten de staalproductie met DRI-technologie qua kosten naar verwachting concurrerend met hoogovenstaal. → |

De hogere productiekosten voor groen staal verslechteren de concurrentiepositie van TSN als buiten, maar ook binnen Europa geen *level playing field* wordt gecreëerd

Zelfs als de productiekosten van hoogovenstaal door CO₂-heffingen vergelijkbaar worden met die van groen staal, is het nog onzeker in hoeverre afnemers bereid zullen zijn de hogere kosten van Europees staal te absorberen. Om te voorkomen dat afnemers hun staal in de toekomst buiten Europa kopen (omdat daar wellicht minder strenge heffingen op CO₂ van toepassing zijn), is het belangrijk Europese staalproducenten te verzekeren van een *level playing field*. Daartoe is de Europese Commissie voornemens het *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM) in te faseren. TSN concurreert daarmee in niet-Europese markten echter nog niet onder gelijke condities. Voor TSN zorgt ook de Nederlandse CO₂-heffing (afhankelijk van de ETS-prijsontwikkeling) waarschijnlijk voor extra kosten, vergeleken met andere EU-landen waar geen soortgelijke nationale heffing geldt. Dit kan oplopen tot een significant nadeel voor TSN ten opzichte van andere Europese staalproducenten, zeker als de realisatie van de DRI-installaties wordt vertraagd en TSN langer CO₂ blijft uitstoten.

! Staalproductiekosten bij verschillende EU ETS- en energieprijzen (indicatief en in reële termen) ¹⁺²



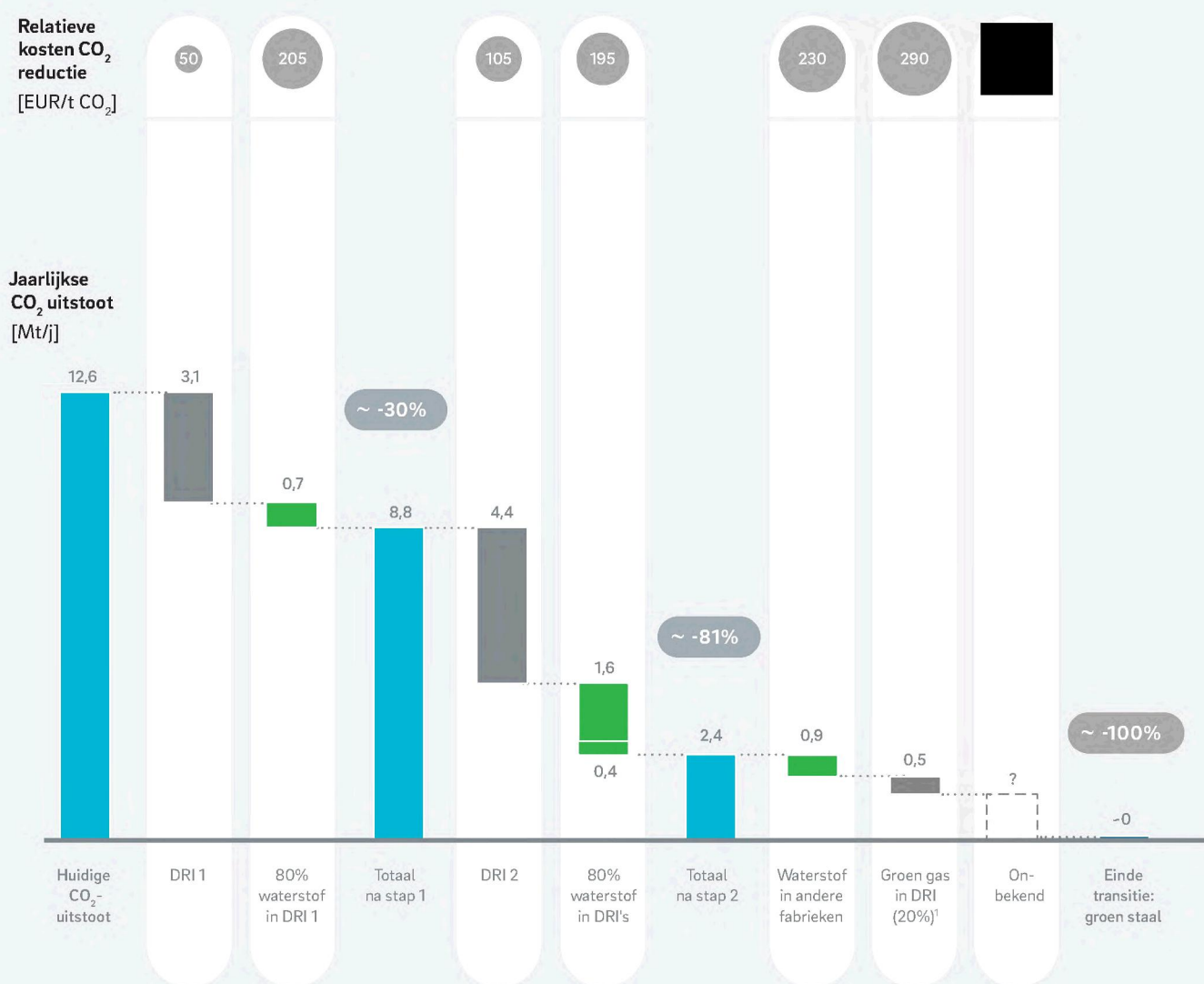
INDICATIEF REKENVOORBEELD

- Bij de aanname dat in 2032 de reële ETS prijs € 77 / ton CO₂ bedraagt², is DRI op waterstof kostenconcurrerend vs. DRI op aardgas bij een waterstofprijs van ca. € 1,2 / kg. Bij een groene waterstofprijs van € 2,5 / kg in 2032, bestaat er dan een verschil van ca. € 1,3 / kg waterstof.
- Voor de uiteindelijk benodigde 380 kton waterstof per jaar komt dit neer op een verschil van ca. € 490 miljoen per jaar. Dit verschil zal naar verwachting over tijd afnemen, enerzijds als gevolg van hogere ETS prijzen, anderzijds als gevolg van dalende waterstof prijzen.
- Bovendien kan uiteindelijk een toenemende bereidheid van de markt om een opslag te betalen voor groen staal op basis van waterstof helpen.

Exacte ontwikkelingen van ETS en energie prijzen zijn onzeker, daarvoor zijn in deze studie meerdere scenario's geanalyseerd. Bovenstaand rekenvoorbeeld, is op basis van een midden scenario en dus ook indicatief.

¹ Staalproductiekosten zijn incl. EU ETS CO₂ heffing, excl. NL CO₂ heffing en vrije emissierechten, bij een vaste elektriciteitsprijs / ² O.b.v. IEA scenario's

J Impact CO₂-reductiemaatregelen en kosten



¹ Aardgas kan al eerder vervangen worden door groen gas (mits voldoende hoeveelheid beschikbaar). Groen gas kan in combinatie met toepassing van CCUS resulteren in negatieve CO₂ uitstoot en additionele reductie van 3,3 Mton CO₂ per jaar, wanneer toegepast op zowel DRI 1 als DRI 2

Noot: Gebruik van HBI en aardgas in hoogoven 7 als additionele maatregel lijkt niet realistisch

Waterstof is de voorkeursmaatregel om de CO₂-uitstoot van de DRI's te verminderen, maar is nog relatief duur

De kosten en CO₂-reductiestappen en maatregelen die TSN wil nemen zijn uiteengezet. → J

De meest kosteneffectieve stap om CO₂ te reduceren is de installatie van DRI 1 en 2 met een gezamenlijk reductiepotentieel van ca. 7,5 Mton per jaar. De voorkeursmaatregel om de CO₂-uitstoot van TSN verder te reduceren is de inzet van waterstof, maar dit is nog relatief duur. Zoals ook beschreven in het kader *Beschikbaarheid groene waterstof* is de waterstofprijs voorlopig nog te hoog om kostenconcurrerend te kunnen zijn bij grootschalige toepassing op de site in IJmuiden. Om staalproductie met waterstof mogelijk te maken zal dan ook ondersteuning nodig zijn. Wanneer TSN als stabiele (of juist flexibele) afnemer fungeert, door lange tijd op grote schaal waterstof in te kopen, kan dit ook de ontwikkeling van waterstofproductie stimuleren.

Als waterstof niet tijdig beschikbaar is of de prijs ervan te hoog, is CCUS op DRI 1 (0,8 Mton/jaar) en DRI 2 (1,1 Mton/jaar) een mogelijk tijdelijk alternatief met geschatte reductiekosten van ca. € 70 per bespaarde ton CO₂.

Additionele maatregelen om CO₂ te reduceren – groen gas in de DRI's en aardgas vervangen door waterstof in de pelletfabriek en downstream activiteiten – zijn nog relatief duur per ton bespaarde CO₂, maar kunnen in de toekomst goedkoper worden.

Overheidssteun zal nodig zijn om de transitie economisch haalbaar te maken

De waterstofroute is een CAPEX- en OPEX³-intensieve transitie. De terugverdientijd van de grote investeringen die moeten worden gedaan is onzeker en hangt af van de toekomstige ontwikkeling van de Europese ETS-prijs, de afbouw van gratis emissierechten, de invoering van CBAM, toekomstig Nederlands beleid t.a.v. CO₂-heffingen en de beschikbaarheid en prijsontwikkeling van de belangrijkste energiebronnen: kolen, aardgas, waterstof en elektriciteit. Daarbij is het onzeker in

hoeverre de markt op termijn bereid zal zijn een opslag te betalen voor groen staal. Deze factoren samen resulteren in een onrendabele top.

TSN zal naar verwachting niet in staat zijn om de transitie zelf te realiseren en zal steun van de overheid nodig hebben om de onrendabele top te dekken. Er zal maatwerk nodig zijn, in de vorm van directe CAPEX- en/of OPEX-subsidies t.a.v. energie- of CO₂-prijzen, maar ook in de vorm van subsidies voor productie en afname van groene waterstof.

Met de keuze van TSN voor de waterstofroute en DRI-technologie is voor TSN een belangrijk financieringsinstrument weggevallen. De Nederlandse overheid steunt grote CO₂-opslagprojecten middels de SDE++ regeling, maar deze is nog niet toepasbaar op de DRI-technologie. Ook op Europees niveau zijn nog geen of beperkte instrumenten beschikbaar waarvan TSN gebruik kan maken.

Het gebrek aan passende subsidiemechanismen is een probleem voor de gehele industriële sector in Europa. Het verduurzamen van de staalindustrie wordt door veel landen gezien als een kwestie van nationaal belang en enkele nationale overheden steunen individuele staalproducenten.

Recent tekenden de Belgische en Vlaamse regeringen een intentieverklaring met staalproducent ArcelorMittal om bij te dragen aan een investering van € 1,1 miljard om DRI-technologie mogelijk te maken in de staalfabriek in Gent. Ook de Spaanse overheid tekende een dergelijke intentieverklaring met ArcelorMittal om een investering van € 1 miljard te faciliteren in DRI-technologie in de fabriek in het Spaanse Gijón. In Duitsland is recent € 5 miljard uitgetrokken voor de periode 2022-2024 om de staalindustrie aldaar te decarboniseren. Voor TSN (en voor het opstarten van productie en afname van groene waterstof) zal maatwerk nodig zijn vanuit de Nederlandse overheid om de transitie mogelijk te maken en om niet benadeeld te worden ten opzichte van andere staalbedrijven in Europa.

³ Operational expenditures, operationele kosten

7. Randvoorwaarden voor succes

TSN kan de eerste DRI-installatie vóór 2030 realiseren mits wordt voldaan aan randvoorwaarden op drie vlakken: ondersteunende infrastructuur, marktomstandigheden voor elektriciteit, waterstof en aardgas, en ondersteuning vanuit de overheid

TSN en haar stakeholders willen de introductie van DRI 1 zo snel mogelijk laten plaatsvinden om zo snel mogelijk de CO₂-uitstoot te verminderen en lokale emissies aanzienlijk te reduceren. Bovendien is het Europese systeem voor CO₂-emissiehandel dusdanig ingericht dat TSN met staal gemaakt via DRI-technologie wellicht al vanaf 2030 binnen de EU op kosten zou kunnen concurreren met traditioneel in hoogovens geproduceerd staal. Een snelle transitie – waarin DRI 1 operationeel is vóór 2030 – lijkt haalbaar als kan worden voldaan aan drie randvoorwaarden. → K

1. Realisatie van ondersteunende infrastructuur voor groene elektriciteit en waterstof is onontbeerlijk voor een succesvolle transitie

De eerste randvoorwaarde voor de spoedige transitie is de ontwikkeling en aanleg van ondersteunende externe infrastructuur. Voor de aanvoer van extra (groene) elektriciteit voor bijvoorbeeld de elektrische ovens zal veel extra wind-op-zee-capaciteit moeten worden gebouwd en het elektriciteitsnet daarop ingericht. Daarnaast is het van groot belang dat de waterstofbackbone (zie ook het kader Beschikbaarheid groene waterstof op p. 15) wordt gerealiseerd en TSN daarop wordt aangesloten, zodat de transitie van aardgas naar waterstof kan plaatsvinden. Als TSN zou moeten besluiten om als tijdelijke maatregel ook CO₂ af te vangen van de DRI('s) zal ook (tijdelijke) aansluiting op CCUS-infrastructuur nodig zijn.

2. Groene elektriciteit, groene waterstof en aardgas moeten kosteneffectief beschikbaar zijn

Naast infrastructuur die groene elektriciteit, waterstof en aardgas beschikbaar maakt, zullen deze energiedragers beschikbaar moeten zijn voor een prijs die een rendabele business case toelaat. Naar

verwachting zullen prijzen initieel te hoog zijn en leiden tot een onrendabele top, waardoor tijdelijk subsidie nodig zal zijn om de transitie te realiseren. Er zullen afspraken moeten worden gemaakt met externe partijen om dit te realiseren. TSN kan daarbij een belangrijke rol spelen in het opstarten van de waterstofproductie in Nederland, als eerste grote stabiele (of juist flexibele) afnemer van groene waterstof.




3. Steun vanuit de overheid is nodig in vorm van passende subsidiemechanismen, het versnellen van het vergunningsproces, op de energietransitie aangepaste wet- en regelgeving en stimulering van de waterstofmarkt en-infrastructuur

Om de transitie van TSN te realiseren is op vier gebieden steun van de overheid nodig:

I. Subsidiemechanismen en *level playing field*:

Voor de transitie naar een groen staalbedrijf zullen miljarden aan investeringen nodig zijn. Door de vele onbekende factoren is de terugverdientijd onzeker. De operationele kosten bij de DRI-technologie liggen hoger dan bij de huidige productiemethode, maar deze hogere kosten worden deels gecompenseerd t.a.v. hoogovenstaal door stijgende ETS-prijzen. De overstap van aardgas op waterstof zal de productiekosten nog verder opdrijven. Mogelijk zal er tot op zekere hoogte een bereidheid zijn bij klanten om voor groen staal een opslag te betalen, maar deze opslag zal de extra kosten niet dekken. De hogere productiekosten voor groen staal verslechteren mogelijk de concurrentiepositie van TSN als buiten, maar ook binnen Europa geen *level playing field* wordt gecreëerd. TSN heeft steun van de overheid nodig om de aanstaande transitie te realiseren. Omdat hiervoor nog geen passend subsidiemechanisme bestaat, zal er

K Belangrijkste randvoorwaarden (samenvatting)

Ondersteunende infrastructuur		<ul style="list-style-type: none">→ Waterstofbackbone nodig voor overgang van aardgas naar waterstof→ Stabiel elektriciteitsnet¹
Marktomstandigheden en beschikbaarheid		<ul style="list-style-type: none">→ Kosteneffectieve groene waterstof, groene elektriciteit en aardgas (extra volumes)→ Afname van CO₂ indien carbon capture op de DRIs wordt ingezet²
Ondersteuning vanuit overheid		<ol style="list-style-type: none">1. Subsidiemechanismen (maatwerk) en <i>level playing field</i>2. Ondersteuning en versnelling vergunningsproces³3. Aangepaste wet- en regelgeving voor energietransitieprojecten4. Overheidsstimulatie van een waterstofmarkt en -infrastructuur

¹ Waarvan de capaciteit in lijn is met de verhoogde elektriciteitsconsumptie / ² Indien na stap 1 wordt geproduceerd met aardgas zou 0,9 Mton CO₂ per jaar hergebruikt of opgeslagen moeten worden / ³ Mede gezien de nieuwe omgevingswet / Bron: TSN, FNV, Roland Berger

maatwerk nodig zijn. Ook is steun nodig om het *level playing field* in Europa en wereldwijd te bewerkstelligen.

II. Vergunningverlening:

Er ligt ook een grote vraag bij overheden om – zonder verlies van grondigheid – de vergunningverlening te bespoedigen. Er moet vroeg contact worden gelegd en een continue dialoog worden onderhouden met verschillende overheden en bevoegde instanties. Bij de verschillende bevoegde gezagen moet voldoende capaciteit beschikbaar worden gesteld en een toegewijd team dat betrokken is bij elke stap van het vergunningstraject (inclusief milieu-effectrapportage). Dit zou het verloop van het proces bevorderen. Daarnaast zou het vergunningstraject centraal gecoördineerd kunnen worden, zoals het geval was onder de Rijkscoördinatieregeling, om vertragingen – ook in de rechtsbeschermingsfase – tot een minimum te beperken. Om realisatie van DRI 1 voor eind 2028 te realiseren moet het vergunningsproces, inclusief beroepen, ruim binnen drie-en-een-half jaar zijn afgerond, waar vier-en-een-half jaar een gangbare duur is.

III. Aangepaste wet- en regelgeving:

Het is goed denkbaar dat wijzigingen in wet- en regelgeving nodig zijn om de transitie te kunnen faciliteren en accelereren. Deze wijzigingen zouden zowel betrekking kunnen hebben op versnellingen in het vergunningsstraject (bijvoorbeeld het inkorten van termijnen in de

nieuwe omgevingswet), als op inhoudelijke aspecten van de energietransitie (bijvoorbeeld flexibiliteit in toevoer van aardgas en andere energiebronnen). Hierbij kan de transitie van TSN fungeren als een voorbeeld voor andere grote nationale verduurzamingstrajecten die aanlopen tegen vergelijkbare wet- en regelgeving en vergunningstrajecten.

IV. Waterstofmarkt en -infrastructuur:

Zoals eerder beschreven zal er veel extra wind-op-zee- en elektrolysecapaciteit moeten worden gebouwd en zal de import van waterstof uit andere landen moeten worden ingeregeld. Er ligt een grote taak bij de overheid om de waterstofmarkt en -infrastructuur te stimuleren. De ambities voor wind-op-zee zullen aanzienlijk hoger moeten liggen dan de tot nu toe geplande ca. 11,5 GW. Naar verwachting zal alleen TSN in de uiteindelijke situatie al 5 GW nodig hebben.

Met het inslaan van de waterstofroute zet TSN een stap die in vele opzichten voor Nederland ongekend is. TSN levert hiermee niet alleen een grote bijdrage aan de CO₂-reductie en de verduurzaming van de industrie, maar laat ook zien hoe de belangen van intensieve industrie, werkgelegenheid en omwonenden duurzaam kunnen samengaan. TSN kan dit niet alleen. Steun vanuit de overheid en samenwerking met andere bedrijven en vele stakeholders zullen essentieel zijn om deze transitie succesvol te volbrengen.

LIJST MET AFKORTINGEN

CAPEX	Capital Expenditures
CBAM	Carbon Border Adjustment Mechanism
CCUS	Carbon Capture Utilization and Storage
DRI	Direct Reduced Iron/ Direct Gereduceerd IJzer
EoP	Expression of Principles
ERS	Extreem Risicovolle Stoffen
ETS	Emissions Trading System
EU	Europese Unie
EZK	Economische Zaken en Klimaat
FNV	Federatie Nederlandse Vakbeweging
GW	Giga Watt
HBI	Hot Briquetted Iron
MER	Milieueffectrapportage
MVP1	Minimalisatie-verplichte vaste stoffen
MVP2	Minimalisatie-verplichte gas- of dampvormige stoffen
NGO	Non gouvernementele organisatie
OPEX	Operational Expenditures
PCI	Pulverized Coal Injection
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
SDE++	Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie
TSN	Tata Steel Nederland
WAG	Works Arising Gasses
ZZS	Zeer Zorgwekkende Stoffen

CONTACT

[Redacted contact information]

[Redacted contact information]

[Redacted contact information]

[Redacted contact information]

[Redacted contact information]

[Redacted contact information]

[Redacted contact information]

Disclaimer

Dit rapport is opgesteld door Roland Berger B.V. ("Roland Berger") in opdracht van Tata Steel Nederland en FNV. Het rapport reflecteert de onafhankelijke mening van Roland Berger. Getallen, tijdslijnen en evaluaties in deze memo zijn een zo goed mogelijke benadering op basis van de op dit moment beschikbare data en kennis. Toekomstige prijzen van grondstoffen en energiedragers zijn zeer onzeker. In de achterliggende gedetailleerde studie zijn hiervoor meerdere scenario's in acht genomen. De in dit rapport weergegeven getallen zijn op basis van een midden scenario. Hoewel de informatie in dit rapport verondersteld wordt accuraat te zijn, verstrekt Roland Berger hierover geen garanties, expliciet noch impliciet, en staat zij niet in voor de juistheid of de volledigheid ervan. Aan de inhoud van dit document kunnen geen rechten worden ontleend.

PUBLISHER:
ROLAND BERGER BV
Strawinskylaan 581
1077 XX Amsterdam
The Netherlands
+31 20 7960600