



Analyse toekomstplannen Tata Steel



Analyse toekomstplannen Tata Steel

Dit rapport is geschreven door:
Bettina Kampman; Koen van Dam; Heleen Groenewegen

Delft, CE Delft, juli 2024

Publicatienummer: 24.230430.080

Opdrachtgever: Greenpeace

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Bettina Kampman (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al sinds 1978 werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

Inhoud

	Samenvatting	4
	Termen en concepten	6
1	Inleiding	9
	1.1 Aanleiding	9
	1.2 Doel en onderzoeksvragen	9
	1.3 Leeswijzer	10
2	Tata Steel IJmuiden: nu en toekomstplannen	11
	2.1 Tata Steel IJmuiden - Huidige situatie	11
	2.2 Tata Steel - Toekomstplannen	13
	2.3 Gezondheidsultimatum - Toekomstplannen	16
3	De Noordwest Europese staalmarkt	18
	3.1 De effecten van de verduurzamingsplannen op de staalproductie	18
	3.2 Verduurzamingsplannen in de Noordwest-Europese staalmarkt	19
4	Effecten op luchtvervuiling	23
	4.1 Achtergrond	23
	4.2 Huidige uitstoot Tata Steel	25
	4.3 Huidige effecten van Tata Steel op volksgezondheid	31
	4.4 Effect toekomstplannen op volksgezondheid (2030)	32
	4.5 Conclusie	35
5	Effecten op klimaat	36
	5.1 CO ₂ -emissies in de verschillende verduurzamingsplannen	36
	5.2 Discussie en conclusie	38
6	Effecten op kostprijs	40
	6.1 Kostprijs van de verschillende productieroutes	40
	6.2 Conclusie	44
7	Voorwaarden voor de verduurzamingsplannen	45
	7.1 Energiedragers	45
	7.2 CO ₂ -opslag	47
	7.3 Grondstoffen	47
	7.4 Kan aan deze voorwaarden worden voldaan?	48
	7.5 Conclusie	49
	Literatuur	50



A	Verduurzamingsplannen Noordwest Europa	57
	A.1 België	57
	A.2 Frankrijk	57
	A.3 Oostenrijk	59
	A.4 Duitsland	60
	A.5 Zweden en Finland	63
	A.6 Groot-Brittannië	65
B	Modelstudie	67
C	Luchtemissies van staalproductie	68

Samenvatting

Tata Steel in IJmuiden is de grootste uitstoter van CO₂ in Nederland en zorgt daarnaast voor lokale luchtvervuiling, waardoor gezondheidsschade ontstaat bij omwonenden. Daar staat tegenover dat het staal dat Tata Steel produceert, een belangrijke grondstof is voor veel producten, en dat staalproductie voor werkgelegenheid zorgt. Verduurzaming van de staalindustrie is daarom van belang voor omwonenden, het klimaat en de economie.

In heel Europa zijn daarom verschillende verduurzamingsplannen gemaakt voor de staalindustrie, waaraan ook subsidies en staatssteun zijn verbonden. Tot aan mei 2024 is er € 9,5 miljard subsidie toegezegd in Noordwest-Europa.¹ Voor Tata Steel Nederland (TSN) wordt er ook gewerkt aan verduurzamingsplannen, maar deze zijn nog niet definitief en er is nog geen toezegging voor staatssteun.

In dit rapport analyseren we twee recente plannen voor de toekomst van Tata Steel in IJmuiden: het huidige plan van Tata Steel zelf en het voorgestelde plan van Gezondheidsultimatum.² We kijken daarbij naar effecten op luchtvervuiling en gezondheidsschade, klimaat en de kostprijs van staal. Daarnaast vergelijken we de plannen met de verduurzamingsplannen voor staalfabrieken elders in Noordwest-Europa. Tot slot inventariseren we de voorwaarden waaraan moet worden voldaan om beide plannen voor TSN te kunnen realiseren.

De twee verduurzamingsplannen voor Tata Steel Nederland

Het plan van Tata Steel bestaat uit een aantal aanpassingen aan het huidige productieproces om de luchtkwaliteit in de omgeving te verbeteren en de CO₂-uitstoot te verminderen. Belangrijke pijlers zijn het stapsgewijs, tussen nu en 2045, overstappen naar de Direct Reduced Iron (DRI)- en Electric Arc Furnace (EAF)-technologie. In dit plan wordt het meest vervuilende fabrieksonderdeel, namelijk Kookgasfabriek 2, aan het eind van 2029 gesloten. De DRI zal in eerste instantie worden aangedreven door aardgas. Dit is duurzamer dan het huidige productieproces met steenkool. DRI is ook mogelijk met groene waterstof, wat de CO₂-uitstoot nog verder verlaagt.

Het plan van Gezondheidsultimatum gaat onder andere uit van sluiting van Kookgasfabriek 2 in 2025. Dit moet worden opgevangen door de inkoop van kooks, een tussenproduct van de staalproductie. Het plan zet ook in op een daling van de productiecapaciteit per 2030, van de huidige circa 7 Mton per jaar naar 4 Mton per jaar. De volledige productie wordt dan gebaseerd op schroot en inkoop van Hot briquetted iron (HBI's), ook een halffabrikaat. Het belangrijkste doel van dit plan is een snelle verbetering van de volksgezondheid.

Effect op gezondheid

Voor een analyse van de gezondheidswinst die met de plannen wordt bereikt, hebben we een inschatting gemaakt naar de verwachte gezondheidswinst door de verduurzamingsplannen. Startpunt is de huidige situatie: In geld uitgedrukt wordt de huidige gezondheidsschade geschat op ca. 400 miljoen euro (op basis van een rekenmethodiek van het Europees Milieuagentschap EEA). Het is waarschijnlijk dat de plannen van Gezondheidsultimatum, door het snelle verdwijnen van veel fabrieksonderdelen, tot 90%

¹ België, Frankrijk, Oostenrijk, Duitsland, Zweden, Finland, Groot-Brittannië en Nederland.

² Gezondheidsultimatum is een samenwerking van verschillende ngo's.



minder gezondheidsschade rondom TSN kunnen opleveren per 2030. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat een deel van deze winst wordt behaald door verplaatsing van productie (van halffabrikaten en staal) naar andere landen, waardoor emissies elders kunnen toenemen. Daarnaast zijn de milieueffecten nog onzeker omdat de technologieën, vooral DRI, nog op weinig plekken worden ingezet en de data beperkt zijn.

De plannen van Tata Steel zijn minder ambitieus op dit vlak: in 2030 wordt er 38% minder gezondheidsschade verwacht. Dit cijfer loopt na 2037 op tot 62%. Ook geeft Tata Steel aan dat ze een reductie in fijnstof verwachten door de verduurzamingsplannen, dit blijkt niet uit de literatuur. Om dit te realiseren moeten waarschijnlijk mitigerende maatregelen worden genomen.

Effect op CO₂-uitstoot

De plannen van TSN resulteren in een reductie van de CO₂-uitstoot van de huidige 11,3 Mton CO₂/jaar naar 7,1 Mton/jaar in 2030. Dit gaat uit van DRI met aardgas, waarbij de CO₂-uitstoot wordt afgevangen en ondergronds wordt opgeslagen (carbon capture and storage, CCS). Dit is minder dan de aangegeven reductie van 5 Mton CO₂/jaar. Vanaf 2037 wordt de uitstoot verder gereduceerd, tot 1,3 Mton/jaar. Als het aardgas met CCS wordt vervangen door groene waterstof, is de minimale uitstoot 1,2 Mton/jaar.

De plannen van Gezondheidsultimatum zorgen voor een snellere en grotere reductie. De uitstoot van TSN kan worden gereduceerd naar 0,7-2,7 Mton/jaar in 2030. De reductie hangt sterk af van de wijze waarop de HBI's worden geproduceerd - met aardgas zonder CCS, aardgas met CCS of met groene waterstof.

Effect op de kostprijs voor staal

Beide verduurzamingsplannen hebben een stijging in de productieprijzen van staal tot gevolg. Volgens onze berekeningen zorgen de plannen van Gezondheidsultimatum voor een kostprijsstijging van 2-27%. De inkoopprijs van HBI's is hierbij sterk bepalend, maar nog onzeker, de HBI-markt is nog beperkt. In de plannen van Tata Steel stijgt de kostprijs bij DRI met aardgas en CCS met 24-40%. Bij DRI met waterstof stijgt de kostprijs van staal met 77-95%. De prijsstijging wordt veroorzaakt door investeringen in nieuwe installaties en de stijgende prijs van energiedragers.³

Voorwaarden voor realisatie van de plannen

Om de plannen te realiseren, moet aan een aantal voorwaarden worden voldaan. Zo is er voor beide plannen veel (groene) stroom nodig.⁴ In het plan van Tata Steel is daarnaast aardgas nodig en CO₂-afvang, -transport en -opslag. Op termijn kan dit grotendeels worden vervangen door (groene) waterstof.

Er moet ook in nieuwe grondstofstromen worden voorzien. In de plannen van Tata Steel stijgt vooral de vraag naar schroot, in het plan van Gezondheidsultimatum ontstaat een grote vraag naar HBI's. De wereldwijde markt voor HBI's is nog niet erg groot en zal zich voor deze plannen snel moeten ontwikkelen.

³ Het effect van deze stijging van *productiekosten* op de *staalprijs* hangt vervolgens af van eventuele overheidssubsidies en ander beleid, marktontwikkelingen, etc.

⁴ Momenteel produceert TSN 7,5 PJ elektriciteit per jaar. Bij de plannen van Gezondheidsultimatum ontstaat een vraag naar 11,5 PJ/jaar, bij de plannen van Tata Steel wordt dit eerst 3-5 PJ en later 17-21 PJ/jaar.



Termen en concepten

Staalproductie is een complex proces met veel verschillende concepten en technische termen. Dit kan een hoop verwarring opleveren. Hieronder worden enkele veelgebruikte termen kort uitgelegd.

Termen	
BAT/BREF	De BAT is een document van de Europese Unie, waarin de Best Available Techniques worden beschreven. Dit betreft milieueffecten en energie-efficiëntie. Nieuwe installaties moeten hieraan voldoen. In de BREF worden deze technieken uitgebreider beschreven.
BBT	Best Beschikbare technieken, zie BAT.
BF Blast Furnace	Engelse term voor hoogoven.
BF-BOF	De combinatie van een hoogoven en Oxystaalafabriek die nu de standaard is voor de productie van primair staal.
BOF Basic oxygen furnace	Engelse term voor een Oxystaalafabriek (OSF).
CBAM	Carbon border adjustment mechanism; nieuwe wetgeving waarmee op termijn betaald moet worden om producten de EU in te voeren, die buiten de EU met een hogere CO ₂ -emissie.
DeNO _x	Een DeNO _x is een vorm van afgasreiniging. Hierin worden de stikstofoxiden uit de afgassen gewassen om te voorkomen dat ze naar de lucht uitstoten. Wordt geïnstalleerd op de PeFa.
DRI Direct reduced iron HBI Hot briquetted iron	DRI is een product uit een DRP. Het is vergelijkbaar met ruwijzer. Het is een halffabricaat en op dezelfde locatie direct verder wordt verwerkt, of het kan worden verscheept naar andere locaties om er staal van te maken. Bij verscheeping is er brandrisico, hiervoor wordt het geperst tot HBI's.
DRP Direct reduction plant	In een direct reduction plant kan van ijzererts en pellets ruwijzer gemaakt worden. De zuurstof uit het ijzererts reageert hier niet met de kooks, maar met aardgas of met waterstof. Afhankelijk van de keuze komt hier wel of geen CO ₂ bij vrij. Ook door dit proces met aardgas te bedrijven, komt hier minder CO ₂ vrij dan bij een traditionele hoogoven. Het is hiermee een vervanging van het hoogovenproces.
EAF Electric Arc furnace	Een electric arc furnace, elektrische boogoven, wordt veel elektriciteit door het ruwijzer gejaagd. Hierdoor smelt het ijzer. Door hieraan schroot, of andere vormen van ijzer en staal toe te voegen kan het juiste koolstofgehalte bereikt worden. Het is hiermee een vervanging van een Oxystaalafabriek, waarbij minder goed gestuurd kan worden op de exacte

Termen	
	staalkwaliteit. Omdat je afhankelijk bent van schroot, zullen ook de vervuilingen in het schroot (van legeringen) in het eindproduct terechtkomen.
Erts	<p>(IJzer)erts is gesteente wat een hoog aandeel ijzer bevat. Het wordt in verschillende mijnen over de wereld gewonnen. Het ijzer is nog in een gebonden vorm aanwezig, in feite roest. Het ijzer moet hieruit worden vrijgemaakt om staal te maken. Dit heet reduceren, dat kan met koolstof, maar ook met waterstof.</p> <p>De eerste stap van de ertsverwerking is om er pellets van te maken, hierbij worden vooral veel onzuiverheden, andere metalen, verwijderd.</p>
HO Hoogoven	In een hoogoven wordt ruwijzer geproduceerd. De hoogoven wordt gevoed met pellets en kooks. Deze worden in laagjes in de oven gestopt. Bij verhitting reageert de zuurstof in de pellets met de koolstof in de kooks, hierbij komt veel CO ₂ vrij.
Kooks	Kooks en sinter is een gezuiverde vorm van steenkool. Dit wordt geproduceerd in de kooks- en gasfabrieken 1 en 2 en in de sinterfabriek. Hier wordt steenkool verhit zonder zuurstof, waardoor het niet kan verbranden. Onzuiverheden komen vrij in gasvorm, deze worden afgezogen. Deze gassen worden verbrand om de kolen te verhitten.
KGF Kooks- en gasfabriek	In de KGF worden steenkolen klaargemaakt tot kooks. Bij dit proces komen veel gassen vrij die worden gebruikt om energie op te wekken die in andere processen op het terrein worden gebruikt.
Mton	Megaton; 1 miljoen ton
OSF Oxystaalafabriek	In de Oxystaalafabriek wordt het ruwijzer verder verwerkt tot staal. Het koolstofgehalte uit het ruwijzer wordt verlaagd door (zuivere) zuurstof door het gesmolten metaal te leiden. Ook hier komt CO ₂ vrij. De OSF kan gevoed worden met ruwijzer uit de hoogoven, maar ook met HBI's. Door het te voeden met ruwijzer uit de hoogoven, koelen deze eerst niet af en hoeft er minder energie in de Oxystaalafabriek gebruikt te worden.
Pellets	Pellets zijn een voorbereide vorm van ijzererts. Pellets zijn een tussenproduct in de ijzerproductie. Het is een gezuiverde en gestandaardiseerde vorm van ijzererts, specifiek van de hele fijne fractie. Door ze tot pellets te maken, kunnen ze mooi gelaagd in de hoogoven worden gestopt.
PeFa Pelletfabriek	Fabriek waarin de ertsen worden gevormd tot pellets.
Primair staal	Staal dat gemaakt is van ruwijzer, wat gemaakt wordt van ijzererts.
REF Reducing electric furnace	Een reducing electric furnace gebruikt stroom om niet alleen het ruwijzer te verhitten, maar ook om de chemische structuur te veranderen. Hierdoor kan er met

Termen	
	een REF een groter bereik aan staalproducten gemaakt worden dan met een EAF.
Secundair staal	Staal dat (hoofdzakelijk) gemaakt is van schrootstaal.
Sinter	Sinter is een voorbereide vorm van ijzererts. Deze worden samen met pellets en kooks in de hoogoven verwerkt tot ruwijzer.
SiFa Sinterfabriek	Fabriek waarin ijzererts (met toevoegingen) worden voorbereid tot sinters
Steenkool	Steenkool is een grondstof voor de productie van kooks. Deze conversiestap is nodig omdat steenkool te veel vervuiling bevat om direct te gebruiken in de staalproductie. Ook is het een belangrijke energiebron voor de productie van staal. Staal is een legering van ijzer en koolstof. Bij de productie van staal moet dus altijd een koolstofbron worden gebruikt. Dat kan ook biogene koolstof zijn, maar dat wordt niet meegenomen in de verduurzamingsplannen voor Tata Steel.
TSN	Tata Steel Nederland
VOLY	Value of a life year, de waarde die wordt gerekend voor een jaar minder levensverwachting.
VSL	Value of a statistical life, de waarde die aan een heel leven wordt toegerekend.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Op dit moment wordt er zowel in de politiek als in het maatschappelijk debat gesproken over de toekomst van Tata Steel Nederland (TSN Groen). Tata Steel is een staalproducent die in IJmuiden staal produceert voor met name de Noordwest-Europese markt, een werkgever in de IJmond met een lange geschiedenis. Maar Tata Steel is ook de grootste industriële uitstoter van CO₂ in Nederland (NEa, 2021b), en draagt fors bij aan lucht- en watervervuiling in de IJmond en de omliggende regio.

Het ministerie van Economische Zaken & Klimaat is mede daarom in overleg met Tata Steel Nederland om een maatwerkafpraak te maken die moet leiden tot een uitstootreductie van 5 Mton CO₂ in 2030. Tata Steel heeft de afgelopen jaren ook een aantal plannen voor verduurzaming gepresenteerd, de meest recente is van begin november 2023 (Het Groen Staal-plan (Tata Steel, 2024d)). Hiertegenover heeft Gezondheidsultimatum een alternatief plan op tafel gelegd. (Gezondheidsultimatum, 2024). Gezondheidsultimatum is een samenwerking van omwonendenorganisaties, gefaciliteerd door Urgenda en ondersteund door verschillende milieuorganisaties (waaronder Greenpeace). Dit plan heeft een grote focus op de gezondheid van de omwonenden en gaat dan ook verder (en sneller) dan het plan van Tata Steel.

De keuzes die de komende tijd worden gemaakt kunnen een grote impact hebben op het halen van de klimaatdoelen, de lucht- en waterkwaliteit en stikstofuitstoot, de directe en indirecte werkgelegenheid en de voorzieningszekerheid van de producten die Tata Steel produceert.

Dit document onderzoekt het huidige effect dat Tata Steel heeft op de lokale leefomgeving en zet dit in de context van de Noordwest-Europese staalmarkt. Vervolgens vergelijken we de twee huidige verduurzamingsplannen van Tata Steel. We onderzoeken de effecten van zowel het plan van Tata Steel als ook het plan van Gezondheidsultimatum op productie(capaciteit), vervuiling en de effecten die de plannen hebben op de producten die Tata Steel kan maken. Wij plaatsen de plannen daarbij in de context van Nederlands en Europees klimaatbeleid, en geven een doorkijk naar plannen van andere partijen op de Noordwest-Europese staalmarkt.

1.2 Doel en onderzoeksvragen

Het doel van het project is om de gevolgen van de twee toekomstplannen - van Tata Steel en Gezondheidsultimatum - in kaart te brengen. Hiervoor hebben wij de volgende onderzoeksvragen gedefinieerd.

1. Wat zijn de effecten op het milieu (Nieuw Elan et al.), zoals de uitstoot van NO_x, fijnstof, enz.?
2. Wat zijn de effecten van de verduurzamingsplannen op de CO₂-uitstoot (globaal)?
3. Wat zijn de effecten op de kostprijs van het geproduceerde staal en hoe verhoudt zich dit met de concurrenten in Noordwest-Europa?
4. Wat is het effect van de plannen op de staalmarkt in Noordwest-Europa? Leiden de plannen tot een verschuiving van de productie naar andere landen?
5. Aan welke voorwaarden moet worden voldaan voor de uitvoering van de plannen, en zijn deze haalbaar?

De studie is nadrukkelijk een verkenning, op basis van openbaar beschikbare informatie.

1.3 Leeswijzer

Dit rapport onderzoekt verschillende onderdelen van twee verduurzamingsplannen van Tata Steel Nederland.

- In Hoofdstuk 2 wordt een beschrijving gegeven van het huidige staalproductieproces, en worden de twee toekomstplannen beschreven voor Tata Steel Nederland.
- In Hoofdstuk 3 wordt de Noordwest-Europese staalmarkt kort beschreven, en worden de verschillende toekomstplannen van concurrerende Europese staalbedrijven in kaart gebracht.

In de opvolgende hoofdstukken wordt gekeken naar de verschillende effecten van de verduurzamingsplannen.

- In Hoofdstuk 4 wordt de lokale gezondheidsschade onderzocht, vergeleken met Europese concurrenten en onderzocht wat de effecten zijn van de toekomstplannen op de gezondheidsschade. Hierin komt ook de vraag aan bod of de plannen wellicht leiden tot een verschuiving van productie - en daarmee ook van uitstoot - naar andere landen.
- In Hoofdstuk 5 worden de klimaateffecten van de verduurzamingsplannen vergeleken. Waar deze emissies plaatsvinden is voor het klimaateffect niet relevant.
- In Hoofdstuk 6 worden de kostprijseffecten van de plannen vergeleken; in welke mate zal de staalprijs stijgen n.a.v. de plannen.
- In Hoofdstuk 7 wordt onderzocht aan welke voorwaarden moet worden voldaan voor de realisatie van de plannen.

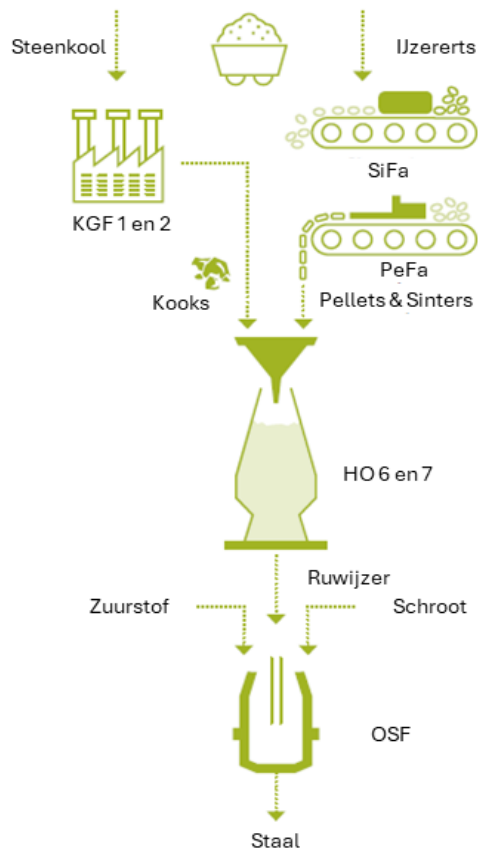
2 Tata Steel IJmuiden: nu en toekomstplannen

In dit hoofdstuk beschrijven we allereerst het huidige productieproces van TSN. Vervolgens komen de toekomstplannen aan bod die door TSN en door Gezondheidsultimatum voorgesteld zijn voor de verduurzaming van de staalproductie.

2.1 Tata Steel IJmuiden - Huidige situatie

Op het terrein van Tata Steel in IJmuiden zijn verschillende installaties die elk een eigen functie hebben in de productie van staal. In Figuur 1 zijn de verschillende onderdelen aangegeven: een sinterfabriek (Sifakis et al.), een pelletfabriek (PEFApparelFootwear), twee kooks- en gasfabrieken (KGF1 en KGF2), twee hoogovens (HO 6 en HO 7) en een Oxystaalafabriek (OSF). Onder de figuur geven we een korte beschrijving van de verschillende stappen in dit productieproces, en geven we per stap aan waar eventuele vervuiling en CO₂-emissies vrijkomen.

Figuur 1 - Productieproces bij Tata Steel IJmuiden



Bron: (Berger, 2020; Tata Steel, 2024a).

Staal wordt gemaakt van ijzererts dat gewonnen wordt in onder andere Australië, Zuid-Amerika, India en Scandinavië en per schip wordt vervoerd naar IJmuiden. Vervolgens vinden er een aantal processtappen plaats om van deze ijzererts tot een eindproduct te komen (PBL, 2019) (Tata Steel, n.d.):

1. De ruwe grondstoffen (ertsen en steenkool) komen per schip aan in IJmuiden
Bij op- en overslag van deze grondstoffen komt vervuiling vrij. Door de behandeling van de stoffen verkrumelt het en de opslag is op open velden. Hierdoor kan stof met de wind verwaaien.

2. Van ijzererts worden sinters en pellets gemaakt:
IJzererts dient eerst bewerkt te worden, voordat het bij hoge temperatuur kan worden omgesmolten naar vloeibaar ijzer. Het ijzererts wordt daarom eerst tot poreuze brokken (sinters) en knikkers (Houtpellets Online EU) gebakken. Dit gebeurt in de sinter- en pelletfabriek (SiFa en PeFa). Tata Steel IJmuiden is de enige staalfabriek in Europa die een eigen pelletfabriek heeft. De andere fabriekslocaties hebben alleen een sinterfabriek.

Een sinterfabriek is over het algemeen de meest vervuilende stap van het productieproces. Zowel in stof, lood, PAK, stikstofoxiden en zwaveloxiden is de sinterfabriek een van de hoofdoorzaken van de luchtvervuiling.

Een pelletfabriek is inherent een schoner proces, dat wil zeggen dat het minder luchtverontreiniging veroorzaakt. De maximale uitstoot van stikstofoxiden is in een pelletfabriek ongeveer de helft van een sinterfabriek (per ton pellet of sinter), maar voor lood of PAK is dit een factor 80 of 540 respectievelijk.

3. Van steenkool worden kooks gemaakt:
In de kooks- en gasfabrieken (KGF) wordt steenkool ontdaan van verontreinigingen, zodat er een zuiverdere grondstof ontstaat. Deze zogenaamde kooks zijn nodig in de volgende processtap.

Door het ‘verkooksen’ van de steenkolen ontstaat er gas. Dit gas bevat onder andere veel vervuilende polyaromatische koolwaterstoffen (PAK). Deze kooksgassen worden in principe afgezogen en verbrand. Bij de kooksfabriek bij Tata Steel (specifiek KGF2) lekken er echter al vanaf de ingebruikname gassen via de ovendeuren, waardoor dit proces toch zorgt voor vervuiling, zo blijkt o.a. uit rapportages van de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied (OD NZKG). Daarnaast produceert Tata Steel uitstoot van ongere kooks, wat niet is toegestaan (Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied, 2023). Deze uitstoot van de kooksgasfabriek is de voornaamste oorzaak van de uitstoot van een grote hoeveelheid PAK, zwavel- en stikstofoxiden door Tata Steel IJmuiden.

4. Vanuit pellets, sinters en kooks wordt ruwijzer gemaakt:
Vervolgens worden de sinters en pellets samen met de kooks bovenin de hoogovens (HO) geplaatst: de reactie tussen enerzijds koolstofmonoxide (CO) gevormd uit de kooks en anderzijds ijzererts in de sinter en pellets resulteert in ruwijzer. Met behulp van fijn gemalen poederkool en grote hoeveelheden hete wind wordt de temperatuur in de hoogoven verhoogd naar 2.300°C, de temperatuur waarbij ijzererts smelt. Onder deze omstandigheden ontstaat vloeibaar ruwijzer.

Hoogovens vervuilen relatief weinig, een groot deel van de vervuiling is al verwijderd in de voorgaande stappen. Ook wordt het hoogovengas afgezogen en verbrand. Dit gas bevat nog veel onvolledig verbrande stoffen, die in de naastgelegen energiecentrale worden verbrand om energie op te wekken.

5. Vanuit ruwijzer wordt staal gemaakt:

Om staal te maken van ruwijzer moet de samenstelling van het vloeibare ruwijzer worden veranderd, het koolstofgehalte moet worden verlaagd. Dit wordt gedaan door zuurstof toe te voegen aan het ruwijzer, in een converter in de Oxystaalafabriek. In deze productiestap wordt ook gebruikt staal (staalschroot) toegevoegd, om te voorkomen dat de temperatuur te hoog wordt in de converter. In het huidige productieproces is dit zo'n 17%. Het staalschroot wordt hiermee omgesmolten tot nieuw staal.

In deze stap wordt de kwaliteit van het staal bepaald. Door in deze stap specifieke mengstoffen toe te voegen (aluminium, titanium, etc.), krijgt het eindproduct specifieke eigenschappen, zoals buigbaarheid en roestbestendigheid. Dit limiteert ook hoeveel schroot toegevoegd kan worden, dit bevat vaak al mengstoffen en beïnvloedt daarmee de kwaliteit van het nieuwe staal.

Een Oxystaalafabriek veroorzaakt relatief weinig luchtvervuiling (NO_x, SO_x, fijnstof); de grootste vervuiling is in voorgaande stappen verwijderd en de uitstoot wordt afgezogen, verbrand en gereinigd. Het kan voornamelijk zorgen voor de uitstoot van lood en PAK. De kwaliteit van schroot heeft een groot effect op de vervuiling in een Oxystaalafabriek. Als er nog veel verf, rubber of andere vervuiling in het schroot zit, kan dit voor flinke vervuiling zorgen bij verbranding.

6. Van staal worden staalrollen gemaakt:

Het staal wordt gegoten in plakken en in de warmband- en koudbandwalserij verder uitgewalst tot dikke en dunne platen. In de eindwalsen wordt de dikte van de plak nog verder teruggebracht en wordt vervolgens het staal om een haspel gerold.

Door op verschillende manieren te walsen, kan de structuur van het staal geschikt gemaakt worden voor bepaalde toepassingen, bijvoorbeeld heel sterk staal voor auto's of dun en licht staal voor verpakkingen. Daarnaast is het mogelijk om, afhankelijk van de toepassing, een dunne laag tin, chroom, verf, zink of kunststofcoating aan te brengen op het staal.

De vervuiling van de walserijen is laag. Omdat deze niet verandert in de toekomstplannen wordt die in dit rapport buiten beschouwing gelaten.

2.2 Tata Steel - Toekomstplannen

In de afgelopen jaren heeft TSN een aantal verschillende toekomstplannen voorgesteld. Dit rapport bespreekt het actuele traject naar groen staal (per februari 2024).

Het verduurzamingsplan is beschreven in het Heraclless⁵-groen staal-plan (Tata Steel, 2023a). TSN wil groen staal maken met behulp van waterstof. Dit is mogelijk door de huidige productie-installaties te vervangen door Direct Reduction Plants (DRPs). Hierin kan ruwijzer gemaakt worden met waterstof (of aardgas) als grondstof, in plaats van steenkool. Het gevormde ruwijzer kan vervolgens in een smeltoven (Electric Arc Furnace, EAF) worden omgesmolten samen met schrootstaal tot primair staal. Het doel van TSN is om in 2045 CO₂-neutraal te zijn, wat inhoudt dat de productie dan volledig op waterstof draait en er geen steenkool of aardgas meer aan te pas komt.

⁵ Volledig: H₂-era-C-less groen staal, kort Heraclless.



Naast de langetermijnverduurzamingsplannen, is TSN sinds 2019 bezig met de Roadmap Plus (Tata Steel, 2024a). De Roadmap Plus richt zich op de vermindering van vervuilingen van de huidige installaties. Het gaat hierbij om de vermindering van uitstoot van geur, stof, geluid, zware metalen (waaronder lood), PAK en stikstofoxiden. De verschillende stappen en tijdlijnen van beide plannen zijn beschreven in Tabel 1.

Tabel 1 - Voorgenomen plannen van TSN voor Roadmap Plus en HeraCless programma's.

	Roadmap Plus	HeraCless
2023	<ul style="list-style-type: none"> – Nieuwe afzuiging op HO6 – Ontstoffingsinstallatie op de PeFa 	2022-2026 Bouwvoorbereiding
2025	<ul style="list-style-type: none"> – DeNO_x (vermindering stikstofoxide) op de PeFa – Elektrofilter⁶ of de SiFa – Verbeterde rookgasreiniging op de SiFa – Windscherm op het kolenveld 	2026-2028 Bouw
2029	<ul style="list-style-type: none"> – Verlengde schoorsteen op de PeFa 	– Sluiting KGF2
2030		<ul style="list-style-type: none"> – Sluiting HO7 – Ingebruikname DRP1 – Ingebruikname EAF1 – Schrootverbruik verhogen van 17 naar 30%
2037		<ul style="list-style-type: none"> – Sluiting KGF1 – Sluiting HO6 – Ingebruikname DRP2 – Ingebruikname REF1, 2 of EAF2, 3
2045		– Volledig op waterstof bedrijven

Roadmap Plus

In het kader van de Roadmap Plus is in 2023 een aantal maatregelen genomen om de uitstoot van stof en zware metalen te verminderen: er is een nieuwe afzuiging op HO6 geïnstalleerd en een ontstoffingsinstallatie op de PeFa. In 2025 wordt dit uitgebreid met een DeNO_x-installatie op de PeFa, dat moet zorgen voor 30% minder uitstoot van stikstofoxiden. Daarnaast krijgt in 2025 de SiFa een elektrofilter en een nieuwe rookgasreiniging. Om het kolenveld wordt een windscherm geplaatst. Deze maatregelen zijn vooral bedoeld om de uitstoot van stof en zware metalen te verminderen.

In 2029 wordt vanuit de Roadmap Plus de schoorsteen van de PeFa verlengd, hierdoor zal de uitgestoten stikstofoxiden minder lokale hinder veroorzaken doordat deze verder verspreid wordt. Uiterlijk eind dat jaar wordt ook de KGF2 gesloten, dit zal voornamelijk effect hebben op de uitstoot van PAK.

HeraCless

Het HeraCless plan van TSN is opgedeeld in HeraCless 1 en 2, van HeraCless 1 ligt meer vast dan van HeraCless 2. HeraCless 1 beschrijft de stappen tot 2030, HeraCless 2 de stappen hierna tot 2045⁷.

⁶ Een filter dat werkt met elektrische lading om (o.a.) stof af te vangen.

⁷ Er is onduidelijkheid over de tijdlijn die TSN hier voorstaat, het duurzaamheidsverslag verwacht dat HeraCless 2 rond 2035 gerealiseerd is, de kamerbrief praat over rond 2037.

In het - aangepaste - plan dat in november 2023 werd gepresenteerd kondigde Tata Steel aan om in eerste instantie volop in te zetten op één DRP en een EAF. In de EAF zal gebruik worden gemaakt van zelf vervaardigd ruwijzer uit de DRP (zo'n 75%) in combinatie met (hoogwaardig) schroot-staal (zo'n 25%). De KGF2 wordt in 2029 gesloten, de HO7 in 2030. Aangezien niet het gehele huidige productiepakket met deze installaties gemaakt kan worden, zal tegelijkertijd ook één van de hoogovens in combinatie met een kooks- en gasfabriek nog actief blijven.

In 2030 worden de nieuwe DRP (2,5 Mton DRI per jaar) en een EAF (3 Mton staal per jaar) in gebruik genomen, waarna HO7 ook wordt gesloten. Hierbij wordt ook de hoeveelheid schroot die wordt gebruikt, vergroot van 17 naar 30% (1,2 naar 2,2 Mton schroot per jaar).

EAF is bekende technologie, die is beschreven in de Best Available Technology (BAT) documenten van de Europese Unie. Een nieuwe installatie zal moeten voldoen aan de hierin beschreven eisen, waarbij vooral geluid en stof uitdagingen zijn. Van de DRP is minder bekend, deze techniek staat niet beschreven in de BAT. Toekomstige uitstoot is nog niet bekend, maar de DRP wordt wel direct met een DeNO_x-installatie gerealiseerd. De CO₂-emissie moet met 40% dalen door HeraClass 1.

In 2037 wordt een verdere verduurzaming verwacht met één extra DRP, twee nieuwe Reducing Electrical Furnaces (REFs) en een finale sluiting van de KGF1 en HO6. De verwachte REFs kunnen ook nog EAFs worden, dat besluit is nog niet finaal genomen. De sluiting van de KGF1 en HO6 zorgt voor een CO₂-reductie van 80%, in totaal ten opzichte van de huidige situatie). Ook hier zal bij ontwerp direct een DeNO_x-installatie worden meegenomen op de nieuwe DRP en moeten de nieuwe EAFs worden ontworpen volgens de BAT. Voor REFs is nog geen BAT beschikbaar, hierbij is met name de uitstoot van stof en koolmonoxide een aandachtspunt tijdens het ontwerp.

Het is onzeker wanneer er (voldoende) groene waterstof beschikbaar zal zijn om te gebruiken in de DRP. Het nieuwe productieproces zal daarom eerst uitgevoerd worden met aardgas als grondstof. Directe reductie met aardgas is een productieproces dat momenteel al elders gebruikt wordt en voor sterke CO₂-reductie zorgt ten opzichte van het huidige productieproces bij Tata Steel IJmuiden met steenkool. Tata Steel geeft aan dat zij mogelijk ook CCS gaan inzetten, als zij staal met aardgas gaan maken (Tata Steel, 2024a). In dit document gaan wij ervan uit dat zij dit doen. Na deze eerste fase wordt een periode voorzien waarin op 80% waterstof en 20% aardgas wordt bedreven. Wanneer groene waterstof beschikbaar en betaalbaar is, zal hierop worden overgestapt om het productieproces volledig koolstofneutraal te maken. De verwachting is op dit moment dat in 2045 voldoende groene waterstof beschikbaar is om volledig over te gaan naar waterstof, zonder aardgas bij te mengen. Dat zorgt voor een volledig CO₂-neutrale operatie.

In lijn met deze ambities werkt TSN in samenwerking met The Hydrogen Chemistry Company (HyCC) en Port of Amsterdam op dit moment aan het project H2ermes. Het project werkt aan het vestigen van een 100 MW waterstoffabriek in het Noordzeekanaal-gebied, met als invoer duurzame stroom van wind op zee (HyCC, n.d.). Er is nu bijna geen groene waterstof beschikbaar in Nederland. Op het moment worden veel waterstofprojecten in Nederland uitgesteld (Energeia, 2024).

In Figuur 2 wordt de vermindering van emissies en hinder aangeduid voor de verschillende plannen, zoals gepubliceerd door TSN. In Hoofdstuk 4 gaan we hier verder op in.

Figuur 2 - Vermindering van vervuiling n.a.v. verschillende plannen TSN

Thema	Na Roadmap Plus	Na HeraCless 1 en aanvullende maatregelen	Na HeraCless 2
Groen en circulair			
CO ₂ - emissiereductie	0%	40%	80%
Circulariteit	18%	30%	50%
Schoon - emissiereducties			
PM10 - open bronnen	30%	65%	70%
PM10 - puntbronnen	35%	40%	40%
NO _x	30%	40%	70%
SO ₂	0%	35%	75%
ZZS - ERS	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.
ZZS - MVP1 metalen	55%	n.t.b.	n.t.b.
ZZS - MVP1 PAK's	50%	60%	85%
ZZS - MVP2	10%	45%	85%
Hinder			
Grof stof	25%	65%	70%
Geur		Binnen contour Geurbesluit	
Geluid		Verminderde piek- en tonale geluiden	

Bron: (Tata Steel, 2024a).

2.3 Gezondheidsultimatum - Toekomstplannen

Gezondheidsultimatum is een samenwerking van verschillende ngo's, die samen snelle gezondheidswinst willen realiseren voor de omwonenden van Tata Steel⁸. Hiervoor hebben zij een toekomstplan samengesteld dat op korte termijn moet zorgen voor flinke verbetering in de lokale luchtkwaliteit. Een kort overzicht van dit plan is gegeven Tabel 2, hieronder volgt een nadere toelichting.

Tabel 2 - Tijdlijn van de plannen van Gezondheidsultimatum

	Gezondheidsultimatum
2024	Start investering in EAFs
2025	Koop kooks in Sluit Kooks- en gasfabriek 2
2030	Verlaag de productie naar 4 Mton staal/jaar Koop HBI's in Ingebruikname EAFs Sluit Kooks- en gasfabriek 1 Sluit Pelletfabriek Sluit Sinterfabriek

⁸ De volgende ngo's hebben zich aangesloten bij Gezondheidsultimatum: BODE, Caring doctors, Dorpsraad Wijk aan Zee, Duinbehoud, Frisse Wind, Greenpeace, Groene zorg alliantie, Health first, Milieuplatform IJmuiden Noord, Parkinsonisme, People's Health Movement, Stand up for your rights, Stichting Schapenduinen, Urgenda.

Koop kooks in per 2025

Het voornaamste doel van Gezondheidsultimatum is om de meest vervuilende onderdelen van het productieproces versneld te sluiten. Dit bestaat uit twee stappen. De eerste stap is de inkoop van kooks vanaf (uiterlijk) 2025, waardoor zij de kooks-en gasfabriek twee willen sluiten.

Investeer in EAFs

Door te investeren in EAFs, kunnen de hoogovens vervangen worden, waardoor ook deze kunnen sluiten. In de EAFs kunnen zowel de geïmporteerde HBI's als schroot worden gebruikt voor de productie van staal. Gezondheidsultimatum stelt dat er door sturing tussen HBI's en schroot nog goed gestuurd worden op de kwaliteit van verschillende staal.

Om te zorgen dat de EAFs per 2030 kunnen worden gebruikt, moet er zo snel mogelijk begonnen worden met de investering.

Sluit de voorkant van de fabriek in 2030

Vanaf 2030 moet Tata Steel Nederland HBI's gaan inkopen, om deze in IJmuiden verder te verwerken tot staalproducten. HBI's zijn een compacte vorm van zogenaamd 'gereduceerd ijzer'. Deze kunnen worden toegevoegd in een hoogoven, of in een EAF tot staal worden verwerkt. Naast HBI's zal een deel schroot worden gebruikt, de verhouding tussen deze twee wordt in het plan van Gezondheidsultimatum niet vermeld.

Door de inkoop van HBI's kan de hele "voorkant" van de fabriek gesloten worden, en daarmee ook gestopt met veel vervuilende activiteiten. Specifiek genoemd worden de KGF1, PeFa en SiFa. Maar ook de op- en overslag van kolen en ertsen is dan niet meer nodig en ook de hoogovens kunnen sluiten.

Verlaag de productie in 2030

De huidige productie van TSN ligt rond de 7 Mton/jaar aan staal. Gezondheidsultimatum wil dat de productiecapaciteit wordt verlaagd naar 4 Mton/jaar, in 2030. In perspectief: in Nederland wordt ongeveer 6,3 Mton/jaar staal gebruikt (Statista, 2023).

Maak lokaal HBI's (optioneel)

Gezondheidsultimatum geeft geen uitsluitel over de lokale productie van HBI's. Ze zijn er niet op tegen, maar hebben wel de voorkeur dat dit met groene waterstof gebeurt.



3 De Noordwest Europese staalmarkt

In Europa zijn er vier grote productgroepen waaraan Tata Steel levert: auto-industrie (32%), bouw (22%) en verpakkingen (13%). Daarnaast is er nog de restgroep (32%) voor industriële producten (PBL, 2019). Voornamelijk voor de auto-industrie en verpakkingen is hoogwaardig staal nodig, voor de bouw is relatief laagwaardig staal nodig.

Tata Steel IJmuiden produceert niet alleen voor de Nederlandse markt, en Nederland gebruikt niet alleen staal dat nationaal geproduceerd wordt. Zeker driekwart van de Nederlandse staalproductie blijft binnen Europa en Nederland haalt driekwart van haar basismetalen en metaalproducten uit Europa (CBS, 2018, 2022).

De verwachting is dat de vraag naar staal in Europa en Nederland licht zullen stijgen, met een verwachte stijging van maximaal 20% tot 2040 (CE Delft, 2021c). In Duisburg en het VK zal de productie van primair staal dalen. Uitgangspunt van deze verwachting was de toenmalige prognose van beleid, prijs en markt. Ander beleid, rondom verduurzaming van de industrie, de bouw en auto-industrie, andere prijsontwikkelingen en externe marktontwikkelingen zal uiteraard invloed hebben op de ontwikkelingen.

In de volgende paragraaf beschrijven we de effecten van de plannen op de staalproductie bij TSN. De eventuele effecten van de plannen op de vraag naar staal konden echter niet worden bepaald, daar is nog te weinig informatie over beschikbaar. Vervolgens kijken we breder naar Noordwest-Europese staalmarkt. Ook de andere staalfabrieken hebben verduurzamingsplannen, of hebben al concrete stappen gezet om te verduurzamen.

3.1 De effecten van de verduurzamingsplannen op de staalproductie

Beide verduurzamingsplannen hebben effecten op de staalproductie en daarmee ook op de staalmarkt in Europa. De plannen resulteren in veranderingen in de soorten staal die TSN kan produceren en de productiekosten van het staal veranderen. Het plan van Gezondheidsultimatum leidt daarnaast ook tot een forse inkrimping van de productie van TSN.

Beide plannen voor de verduurzaming van de staalfabriek in IJmuiden zorgen voor een ander type staal dat geproduceerd kan worden. Voornamelijk het grotere aandeel schroot dat wordt gebruikt, zorgt voor een lagere kwaliteit staal. De combinatie DRP-EAF kan 15% van de producten die Tata Steel nu maakt, niet maken (Stooker & Wagenaar, 2023). In de verduurzamingsplannen van Tata Steel kunnen deze producten langer (tot 2037) worden gemaakt dan in het plan van Gezondheidsultimatum, in elk geval tot de sluiting van de andere hoogoven. Deze 15% betreft voornamelijk hoogwaardige producten voor de auto-industrie en de verpakkingsindustrie. In hoeverre deze producten te vervangen zijn, of te produceren met hoge kwaliteit erts en weinig schroot, valt niet te controleren.

De bedoeling van de REF die in HeraCless 2 gepland is, is dat een REF van schroot wel deze hoge kwaliteit staal kan maken. Deze technologie is nog niet ver genoeg ontwikkeld om hier concrete uitspraken over te doen, dat zal de komende jaren duidelijker moeten worden.

Uiteindelijk zullen de plannen van Gezondheidsultimatum ervoor zorgen dat 15% van de huidige producten niet langer geproduceerd kunnen worden (Stooker & Wagenaar, 2023) Deze specifieke claims over het productieaanbod zijn niet te controleren. Ook omdat het wegvallen van een specifiek mogelijk wel vervangbaar is door een ander product, of maar kleine invloed heeft op het uiteindelijke product waarin het verwerkt wordt. Ook zorgen deze plannen ervoor dat de Nederlandse staalproductie krimpt, tot een niveau dat lager is dan de huidige staalconsumptie. Dat is voor de afnemers niet direct een probleem, andere fabrieken in Europa (of daarbuiten) kunnen dit gat opvullen. Hoewel de EU momenteel 10 Mton/jaar meer importeert dan het exporteert, is er ook overcapaciteit van staalproductie in Europa. McKinsey (McKinsey & Company, 2021) concludeerde in 2021 dat er 25-30 Mton aan staalproductiecapaciteit moet verdwijnen voor een gezondere markt. Er is dus ruimte in Europa om minder staal te produceren.

Bij de plannen van Tata Steel kunnen tot en met HeraCless 1 alle producten zeker geproduceerd worden. Tata Steel verwacht dit met een REF ook na HeraCless 2 te kunnen garanderen, maar dit is minder zeker door de nog onvolwassen technologie. Daarnaast zet Tata Steel hier in op een gelijkblijvend productievolume, terwijl er nu al een overschot is.

De verduurzamingsplannen hebben niet alleen gevolgen voor de kwaliteit en het volume van het staal dat TSN produceert, maar ook op de kostprijs van staal. Dit komt in het volgende hoofdstuk aan bod.

3.2 Verduurzamingsplannen in de Noordwest-Europese staalmarkt

De staalproductie in Noordwest-Europa bestaat uit zestien fabrieken waarin primair staal wordt geproduceerd⁹. Zij hebben een gezamenlijke productiecapaciteit van 75 miljoen ton ruwijzer per jaar (Eurofer, 2019). Hiernaast is er nog een groter aantal locaties waar dit staal verder wordt verwerkt, of kleine installaties waar schroot wordt gerecycled, met EAFs, voor secundair staal.

In Noordwest-Europa heeft elke staalfabriek plannen om te verduurzamen, deze worden hieronder per land kort toegelicht. We focussen hierbij op de producenten van primair staal, omdat dit de markt is waar ook TSN op opereert. In Bijlage A wordt per fabriek verder uitgelegd wat de plannen voor de verduurzaming zijn, hoe de fabriek gelegen is ten opzichte van woonkernen, de verduurzamingskosten, de subsidie en de tijdlijn van de plannen. Over het algemeen is de horizon van de concrete verduurzamingsplannen rond 2030, waarbij een richting wordt gegeven naar verdere toekomstplannen, zonder heel concreet te worden over kosten en tijdlijn.

Groot-Brittannië

In Groot-Brittannië was tot voor kort in Port Talbot een Tata Steel-staalfabriek die staal produceerde met processtappen die vergelijkbaar waren met die van TSN, maar deze is recent gesloten. Deze staalfabriek en de concurrent in Scunthorpe in Groot-Brittannië zullen zich volledig gaan toeleggen op het recyclen van schroot. Er worden alleen EAFs gebouwd, en alle voorbereidende stappen -sinterfabrieken, kooksfabrieken, hoogovens zullen sluiten.

⁹ Primair staal is nieuw staal dat wordt gemaakt uit ruwe grondstoffen (ertsen en steenkool), met een kleine toevoeging van gerecycled staal. Secundair staal is gerecycled staal.



De producenten dragen de Brexit en de sterk verouderde en verlieslatende fabrieken in Scunthorpe en Port Talbot aan als redenen voor versnelde sluiting van de fabrieken (The Guardian, 2019), (WalesOnline, 2024).

Oostenrijk

In Oostenrijk zal een deel van de hoogovens (4 van de 5) ook sluiten, zij vervangen dit door de halffabricaten (HBI's) in te gaan kopen vanuit de Verenigde Staten en deze verder te verwerken met EAFs. Deze combinatie verlaagt de (Lokale Energie Overijssel) CO₂-uitstoot met 4 Mton/jaar en de vervuilende emissies zullen ter plaatse sterk afnemen. In de praktijk betekent deze route dat een groot deel van de vervuiling naar een ander continent verplaatst, waar de HBI's worden geproduceerd. De productie van eigen ruwstaal blijft nog wel bestaan, een hoogoven blijft voorlopig open in Linz, in Donawitz zullen alleen HBI's verwerkt worden. Dit zorgt ervoor dat de volledige mix van staalproducten die Oostenrijk kan maken beschikbaar blijft.

België

In België wordt 1 van de 2 hoogovens in Gent gesloten. Deze wordt vervangen door een DRP-EAF-proces. De andere hoogoven wordt verduurzaamd door de CO₂ af te vangen en de kooks te vervangen door kooks uit afval (biomassa- en plasticafval) te maken.

Frankrijk

In Frankrijk zal in Duinkerken een DRP-EAF worden gebouwd, om de helft van de productie op te vangen. In Fos-sur-Mer wordt een EAF gebouwd om 1 van de 2 hoogovens te vervangen. Deze zal met meer schroot gevoed worden. Daarnaast zet Fos-sur-Mer ook in op duurzame koolstof (biomassa- en plasticafval) en afvang van CO₂, net zoals in Gent.

Duitsland

In Duitsland staan de meeste staalfabrieken van NW-Europa. Zij hebben allemaal vergelijkbare vergroeningsplannen: een deel van de productie die nu plaatsvindt via het BF-BOF-proces (de combinatie van een hoogoven en Oxystaalfabriek die nu de standaard is voor de productie van primair staal) wordt vervangen door een DRP-EAF combinatie. Hierbij wordt voorlopig nog niet de volledige capaciteit van BF-BOF gesloten. In Salzgitter verwachten ze dat de laatste hoogoven sluit in 2033, voor de andere locaties Dillingen, Bremen, Eisenhüttenstadt, Duisburg) is dat nog niet besloten.

Zweden en Finland

In Zweden en Finland verandert de staalproductie het radicaalst. Er wordt een nieuwe HBI-fabriek gebouwd op de locatie van de huidige ertsmijn (Gällivare, in het noorden van Zweden). De bestaande fabrieken (Luleå, Raahe, Oxelösund) worden omgebouwd naar fabrieken om deze HBI's te verwerken, er zal dan geen ruwijzer meer geproduceerd worden op deze locaties. Ook wordt in Zweden (Turboden) een volledig nieuwe DRP-EAF fabriek gebouwd. Deze fabrieken zullen vanaf de start op waterstof draaien. In Zweden is er voldoende groene waterstof beschikbaar. De Zweedse elektriciteitsprijs is minder dan de helft van het Europees gemiddelde (Eurostat, 2023). De Zweedse staalfabrikant SSAB heeft ook al groen staal met dit proces gemaakt en verkocht.



Overzicht

Tabel 3 geeft een overzicht van de verduurzamingsplannen in de NW-Europese staalsector. Deze zijn onder te verdelen in drie varianten, dat zijn:

1. Schroot-EAF.
2. HBI-EAF.
3. DRP-EAF.

Bij de ombouw naar de schroot-EAF variant wordt volledig afscheid genomen van ruwijzer-productie. Dat heeft waarschijnlijk meer te maken met de situatie in Groot-Brittannië, dan dat dit met het type proces te maken heeft.

In Frankrijk, België en Duitsland worden DRP-EAF-processen gebouwd. Dit proces kan gebruik maken van aardgas en van waterstof. De verwachting is dat deze allemaal in het begin vooral aardgas zullen gebruiken. Waterstof zal worden ingezet als dit 'beschikbaar en betaalbaar' is. Voor al deze ombouwplannen wordt verwacht dat de productie over een termijn van enkele jaren verschuift van de bestaande BF-BOF naar de nieuwe DRP-EAF. Ook blijft er per locatie een BF-BOF-proces achter de hand, zo ook in Oostenrijk. Dit zorgt ervoor dat in principe nog alle producten die nu gemaakt worden ook in de korte termijn nog beschikbaar blijven.

In Bijlage A staat meer informatie per land en de bronnen voor data in deze tabel.

Tabel 3 - Samenvatting van de verduurzamingsplannen van de staalfabrieken in Noordwest Europa

Land	Locatie	Eigenaar	Huidige productiecapaciteit (Mton staal per jaar)	Gekozen verduurzamingsproces	Huidige uitstoot (Mton CO ₂ /jr)	Uitstootreductie (Mton CO ₂ /jr)	Kosten vergroening (€ Mln)	Subsidie (€ Mln)
Nederland	Velsen-noord	Tata Steel	7	DRP-EAF	11,3	4,2	N.n.b.	N.n.b.
België	Gent	ArcelorMittal	5	DRP-EAF; CCU (Steelanol); duurzame koolstofbron (Torero)	9	3,9	€ 1.100	€ 280
Frankrijk	Duinkerken	ArcelorMittal	11,85	DRP-EAF	20	7,8	€ 1.700	€ 850
	Fos-sur-Mer	ArcelorMittal		EAF; CCU (Steelanol)				
Oostenrijk	Linz	Voestalpine	6	EAF met HBI-import	10	2,6	€ 1.500	N.n.b.
	Donawitz	Voestalpine	1,6	EAF met HBI-import	8,9	1,4		
Duitsland	Dillingen en Volklingen	SHS	6	DRP-EAF	4,9		€ 3.500	€ 2.600
	Bremen	ArcelorMittal	3,8	DRP-EAF; Hoogoven op aardgas		6,3	€ 2.550	2
	Eisenhüttenstadt	ArcelorMittal	2,4	EAF met HBI-import	N.b.	N.b.		
	Salzgitter	Salzgitter	5,2	DRP-EAF	8	7,6	€ 2.000	€ 1.000
	Duisburg	Thyssen Krupp	11,6	DRP-EAF	23	3,5	€ 3.000	€ 2.000
Zweden	Gällivare	LKAB	1,35 (nieuw)	Nieuwe DRP-fabriek	-	1,8	€ 1.750	€ 275
	Oxelösund	SSAB	1,7	EAF met HBI-import	2		€ 550	0
	Lulea	SSAB	2,2	EAF met HBI-import	3	2,8	€ 1.250	0
	Boden	H2GreenSteel	5 (nieuw)	DRP-EAF	-	-	€ 4.200	€ 250
Finland	Raahe	SASB	4,9	EAF met HBI-import	4	3,5	€ 1.250	€ 500
Groot -	Port Talbot	Tata Steel	4,9	Scrap-EAF	7	5,8	€ 1.250	€ 500
Brittannië	Scunthorpe	British steel	3,2	Scrap-EAF	7	5,8	€ 1.500	N.n.b.

4 Effecten op luchtvervuiling

Dit hoofdstuk beschrijft de lokale luchtvervuiling van Tata Steel IJmuiden, en vergelijkt die met de vervuiling van andere staalfabrieken in Noordwest-Europa.

Als eerste analyseren wij de luchtvervuiling van Tata Steel in IJmuiden. Wij vergelijken de gerapporteerde emissiecijfers van NO_x, fijnstof, PAK, lood en SO_x, met de toegestane emissies vanuit de milieuwetgeving. Hieruit blijkt dat deze emissies van Tata Steel in lijn zijn met wat toegestaan is. Ze zitten voor alle emissies in het toegestane bereik.

Vervolgens vergelijken wij de emissies van Tata Steel per stofgroep met andere staalfabrieken in NW-Europa. Tata Steel is voor de meeste uitstoot een middenmoter, alleen voor lood heeft TSN de laagste uitstoot per ton staal van alle fabrieken die deze cijfers rapporteren. Voor NO_x, SO_x en fijnstof is Tata Steel gemiddeld. Er zijn grote verschillen zijn tussen de verschillende staalfabrieken, met een verschil van een factor 10 tussen de schoonste en vieste staalproducenten. Dat laat zien dat er dus ook nog een hoop winst te behalen valt in IJmuiden.

Het EEA heeft de luchtvervuiling onderzocht op het effect op de volksgezondheid en broeikas-effect. Wij hebben dit herhaald om de verschillende staalfabrieken op gezondheidsschade te vergelijken. Ook hieruit blijkt dat Tata Steel een gemiddeld effect heeft op de volksgezondheid. Vooral de Scandinavische staalfabrieken veroorzaken significant minder gezondheidsschade.

Als laatste hebben wij deze methode gebruikt om de luchtvervuiling na de verschillende verduurzamingsplannen voor TSN te onderzoeken in 2030. De huidige gezondheidsschade die TSN veroorzaakt is € 400 mln. per jaar. De plannen van Gezondheidsultimatum zorgen voor snellere en grotere verbeteringen in de lokale volksgezondheid, tot wel 90% in 2030. De plannen van Tata Steel zelf zijn significant minder ambitieus. Deze zorgen voor een verbetering van de gezondheidsschade van 38% in 2030 en 63% vanaf 2037. De gezondheidseffecten van de plannen van Tata Steel zijn daarmee kleiner en trager dan de plannen van Gezondheidsultimatum.

Concurrerende staalfabrieken hebben vergelijkbare verduurzamingsplannen als hierin besproken. Afhankelijk van welke fabriek en welk productieproces op die locatie de lagere productie (uit de plannen van Gezondheidsultimatum) van Tata Steel opvangt is het realistisch dat de gezondheidsschade door deze verplaatsing minder wordt, maar dit hoeft niet.

4.1 Achtergrond

Staalproductie is inherent een vervuilend proces. Een belangrijk deel van het proces is het vrijmaken van een puur product (ijzer) uit erts, dat vervuild is met andere zware metalen, zwavel en fosfor. Dat gebeurt momenteel met steenkool, dat ook vervuild is door de aanwezigheid van PAK en andere giftige organische moleculen. De hoge temperaturen zorgen daarnaast voor de uitstoot van stikstofoxiden (NO_x) en zwaveloxiden (SO_x). Het werken met de bulkproducten zorgt daarnaast voor grote hoeveelheden stof bij de productie.

Tekstkader 1 - Luchtvervuiling is een lokaal probleem.

Het is belangrijk om onderscheid te maken tussen emissies die zorgen voor lokale milieuproblemen zoals luchtvervuiling en verzuring (NO_x, fijnstof, PAK, enz.) en emissies die lokaal geen direct effect hebben maar wel bijdragen aan de mondiale klimaatverandering - de broeikasgassen (methaan, CO₂, etc.). Dit wil in discussies nog wel eens door elkaar lopen. Het verplaatsen van een fabriek van Nederland naar een ander land, heeft geen effecten voor de uitstoot van broeikasgassen (uitgaand van exact dezelfde fabriek), het maakt niet uit voor het klimateffect waar de uitstoot plaatsvindt. De verplaatste luchtvervuiling kan wel degelijk 'positieve' invloed hebben, afhankelijk van de staat van de natuur en bevolkingsdichtheid op de nieuwe locatie. De uitstoot van fijnstof is 'minder erg' als er niemand is om het in te ademen en de uitstoot van stikstofverbindingen is minder erg als de lokale natuur in goede staat is en er weinig andere uitstoters in de omgeving zijn.

Naast het brede maatschappelijk belang van de CO₂-reductie om klimaatverandering te remmen, bestaat dus ook het belang van omwonenden om niet blootgesteld te worden aan lokale luchtvervuiling. Het RIVM heeft berekend dat inwoners in Wijk aan Zee gemiddeld 2,5 maand korter leven door de fijnstof en stikstofuitstoot van Tata Steel IJmuiden. Dit is gebaseerd op een rekenmodel en metingen en berekeningen van de huidige uitstoot. Deze uitstoot is de afgelopen jaren voor de vier relevante stoffen gedaald (RIVM, 2023). Ook is aangetoond dat sluiting van een kookfabriek in de Verenigde Staten direct effect had op het aantal hartklachten van omwonenden (Yu & Thurston, 2023). Dit komt voornamelijk door de lagere emissie van zwaveloxiden, fijnstof en de metalen die meekomen met fijnstof. De focus van Gezondheidsultimatum ligt daarom op de gezondheid van de bewoners in de omgeving.

Het RIVM legt een focus op een aantal stoffen met bekende gezondheidseffecten. Op basis van deze stoffen zullen wij hier kijken naar de huidige uitstoot van Tata Steel IJmuiden, en deze vergelijken met de uitstoot van andere staalfabrieken in Europa. Vervolgens beschrijven we de verwachte verandering van de uitstoot van deze stoffen als de twee toekomstplannen worden uitgevoerd.

Maar eerst beschrijven wij kort de oorzaken en gevolgen van de specifieke luchtvervuilingen op de omgeving.

Stikstofoxiden (NO_x)

Stikstofoxiden ontstaat bij veel verbrandingsprocessen. Bij hoge temperaturen reageren de stikstof en zuurstof in de lucht met elkaar tot NO_x, en ook bij verbranding van stikstof uit grondstoffen wordt NO_x gevormd. De grootste uitstoter van NO_x in Nederland is verkeer en industrie (CBS, Iopend). Qua gezondheid zorgt het vooral voor longproblemen, zoals astma (RIVM, Iopend-a). Het vervuult ook grond en oppervlaktewater waar het in terecht komt.

Fijnstof (PM₁₀)

Met fijnstof worden alle stofdeeltjes in de lucht bedoeld. Het is een verzamelnaam van deeltjes van verschillende grootte, tot maximaal 10 micrometer (µm) doorsnede (ook wel PM₁₀ genoemd). Deeltjes bestaand uit zwaveldioxide, stikstofoxiden en ammoniak vormen het grootste deel, ook koolstof en koolstofverbindingen (PAK, zie hieronder) dragen bij aan fijnstof. Naast industrie komt het ook vrij bij houtstook, verkeer en veestallen. Het veroorzaakt long-, hart- en vaatziekten en kan kanker veroorzaken (RIVM, ongoing).

Het stof van rondom TSN draagt ook andere stoffen met zich mee, die zonder het dragermateriaal niet zo ver verspreid zouden worden, voornamelijk PAK en zware metalen. Daarmee is het fijnstof van TSN niet direct te vergelijken met fijnstof van bijvoorbeeld verkeer en veehouderij, omdat het extra ziekmakende stoffen bevat.

Polyaromatische koolwaterstoffen (PAK)

PAK zijn organische moleculen, zoals naftaleen en benzo(a)pyreen. PAK ontstaan bij de verbranding van koolhoudende materialen, dus steenkool, maar ook hout of sigaretten. Hoewel het gezondheidseffect specifiek is per stof, wordt van veel van deze stoffen verwacht, of is al bewezen, dat ze kankerverwekkend zijn (RIVM, 2011b).

Lood (Pb)

Zware metalen zijn over het algemeen niet goed voor de gezondheid. De zware metalen die op het terrein van TSN worden uitgestoten komen origineel voornamelijk uit de gebruikte grondstoffen.

Wij zullen specifiek naar lood kijken. Lood kan zorgen voor een verlaging van het IQ. Het heeft onder andere effecten op de hersenen, maar verhoogt ook de kans op kanker. Veel zware metalen (waaronder lood) zijn bio-accumulerend, wat wil zeggen dat het goed wordt opgenomen in het lichaam, maar slecht uitscheidt. Dit zorgt ervoor dat langdurige blootstelling kan zorgen voor langzame vergiftiging (RIVM, 2011a). Ook kan het hierdoor ophopen in hogere delen van de voedselketen.

Zwaveloxiden (SO_x)

Zwaveloxiden zijn een gevolg van de verbranding van stoffen die zwavel bevatten. Het was lange tijd een van de belangrijke oorzaken van zure regen (samen met stikstofoxiden). Op deze manier heeft het een duidelijk effect op het milieu. Zwaveloxiden veroorzaken en verergeren longproblemen (RIVM, Lopend-b).

4.2 Huidige uitstoot Tata Steel

Tata Steel is vanuit de E-PRTR¹⁰ verplicht om de uitstoot naar de lucht openbaar te publiceren (EEA, 2022). Hierbij merken wij op dat deze gegevens worden aangeleverd door Tata Steel zelf en dat deze niet alle uitstoot beslaan (Follow the Money, 2024). Diffuse emissies, bijvoorbeeld uit lekkende onderdelen, missen uit deze emissiecijfers. De aangeleverde cijfers zijn dus per definitie een onderschatting. Het is niet bekend of vergelijkbare kanttekeningen gelden voor de data van de concurrerende staalfabrieken, wij achten dit wel waarschijnlijk.

Deze gegevens hebben we vergeleken met de toegestane uitstoot van de BAT-BREF (EC, 2013). Deze standaard geeft per processtap aan wat het bereik is van toegestane uitstoot per stof. Hierbij wordt rekening gehouden met wat technisch haalbaar en betaalbaar is. Op basis hiervan is onderzocht of de uitstoot verklaarbaar is met de hieronder beschreven processen.

¹⁰ European pollutant release and transfer register.



De BAT staat voor best available technologies, de BREF zijn BAT-referentie documenten. In deze documenten wordt kennis van de sector, overheden en NGO's uit heel de EU gecombineerd om te komen tot de best beschikbare technieken in termen van milieuvuiling en energieverbruik.

Nieuwe installaties moeten voor het verkrijgen van een vergunning altijd voldoen aan de BAT.
De huidige BREF komt uit 2013.

De hier genoemde processen zijn niet de enige activiteiten op het terrein van Tata Steel IJmuiden. Onderstaande getallen moeten vooral gezien worden als relatieve vergelijking, om te laten zien wat het effect van de sluiting van verschillende fabrieksonderdelen kan zijn op de totale uitstoot.

Stikstofoxiden (NO_x)

De stikstofuitstoot van TSN is momenteel iets minder dan 5 miljoen kg NO_x. Dit is 2-3% van de totale NO_x-uitstoot in Nederland. Vanuit de BAT is duidelijk dat het grootste deel van de uitstoot wordt veroorzaakt door de sinterfabriek, gevolgd door de kooksfabriek en de pelletfabriek die vergelijkbare hoeveelheden uitstoten. TSN geeft aan dat de uitstoot van KGF2 voor 5% bijdraagt aan de NO_x-uitstoot (Tata Steel, 2024a).

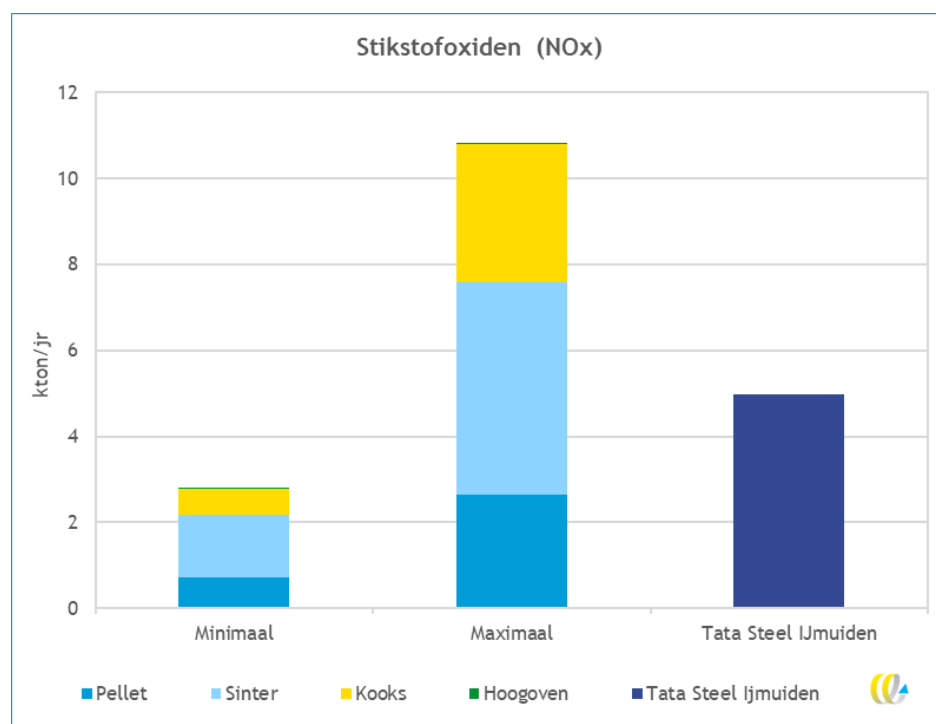
In de sinter-, de pellet- en kooksfabriek wordt de NO_x veroorzaakt door de verbranding van stikstofverbindingen die in de grondstoffen zitten. Ook wordt NO_x gevormd vanuit de lucht die stikstof en zuurstof bevat, door de hoge temperaturen in de fabriek reageren deze tot NO_x. Daardoor is het gebruik van schonere grondstoffen niet voldoende om de hele NO_x-uitstoot te voorkomen.

Bij de hoogovens wordt amper NO_x uitgestoten.

Ook andere processen, gerelateerd aan de staalproductie, veroorzaken NO_x-uitstoot in de omgeving. Dit gaat dan voornamelijk om vrachtverkeer en zeevaart voor het transport van grondstoffen en producten. Deze staan hieronder niet aangegeven, maar zouden uiteraard wel meetellen in de effecten van een sluiting van TSN of bij verlaging van de productie.

De bijdrage van TSN aan de lokale NO_x-concentratie is tussen de 30-80%, in respectievelijk IJmuiden en Wijk aan Zee (RIVM, 2023).

Figuur 3 - De huidige stikstofuitstoot bij TSN (2022), vergeleken met de minimum en maximum waarden uit de BAT/BREF

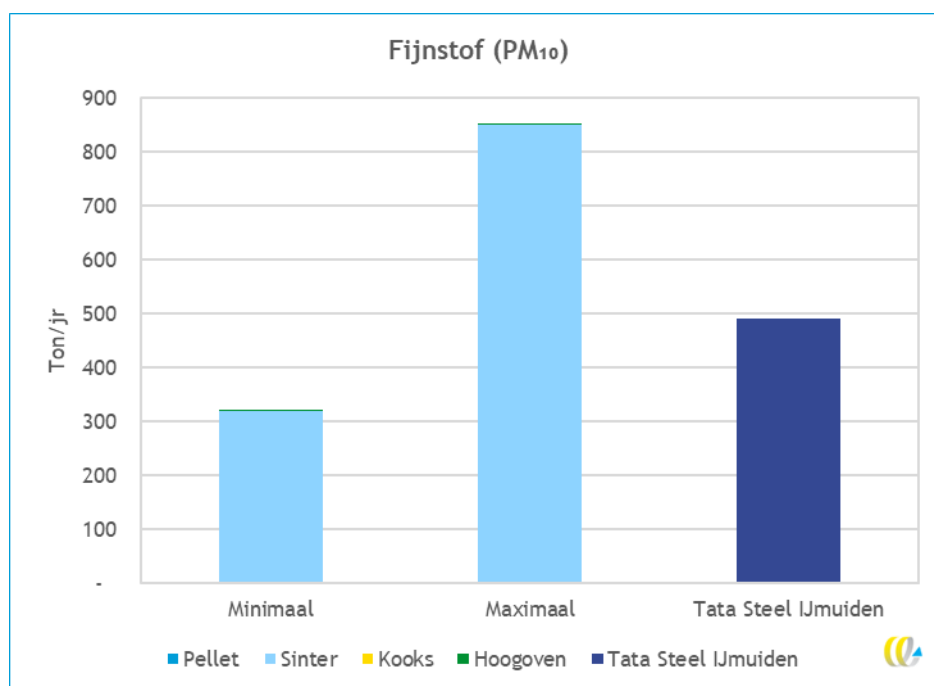


Fijnstof (PM₁₀)

De fijnstofuitstoot wordt zo goed als volledig bepaald door de uitstoot van de sinterfabriek. Voor fijnstof moet ook rekening gehouden worden met de uitstoot die veroorzaakt wordt door de normale processen op het terrein van een staalfabriek: de op- en overslag van kolen en ertsen. Deze zijn niet meegenomen in de berekening in Figuur 4.

Niet alle fijnstof is even schadelijk, dat is afhankelijk van de bron. Bij een sinterfabriek bestaat het stof uit veel ijzer, calcium en lood. Bij een pelletfabriek wordt vooral stof gevormd door het malen van de ertsen. Dat bestaat voornamelijk uit ijzer en kan goed worden afgevangen. Bij een kooksfabriek kan er vooral veel stof vrijkomen als de ertsen geblust worden, ook dit kan goed worden afgevangen, Tata Steel geeft aan dat de KGF2 slechts voor 1% aan de stofemissie bijdraagt (Tata Steel, 2024a).

Figuur 4 - De fijnstofuitstoot van TSN (2022) in vergelijking met de verwachte uitstoot op basis van de wettelijke eisen in de BAT/BREF



Poly-aromatische koolwaterstoffen (PAK)

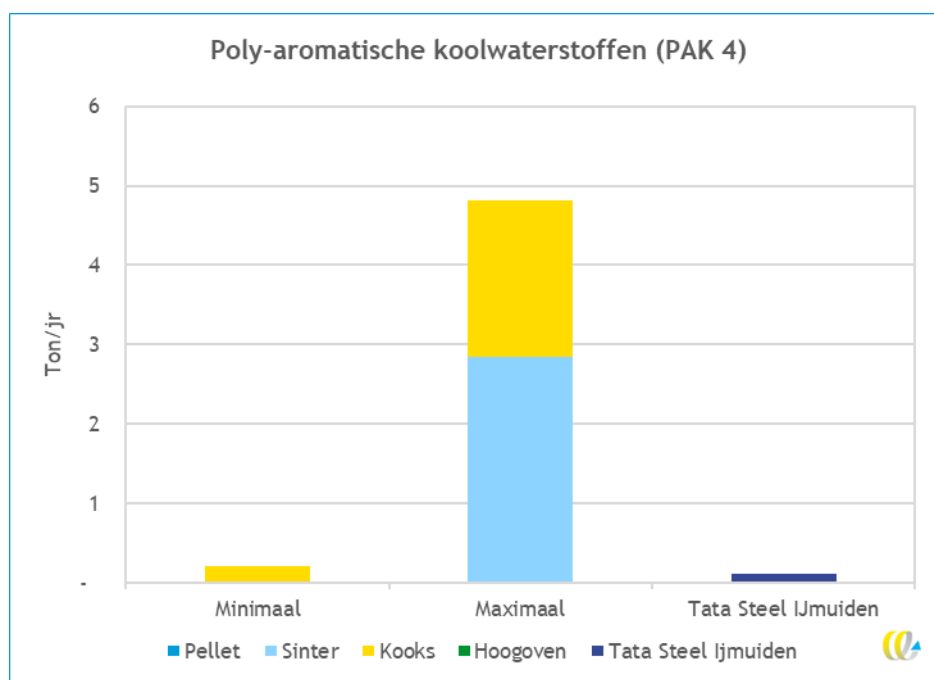
In het productieproces van een staalfabriek wordt de PAK-uitstoot voornamelijk veroorzaakt door de sinterfabriek en de kooksfabriek. Dit zijn de stappen waarin met kolen wordt gewerkt, waar de PAK in zitten die bij onvolledige verbranding als emissies vrijkomen.

De uitstoot van PAK van TSN is lager dan verwacht kan worden op basis van de BAT/BREF. De meetmethode is hiervoor de meest waarschijnlijke verklaring: PAK is een verzamelterm voor verschillende stoffen, de BAT/BREF geeft ofwel de uitstoot van zes stoffen (Borneff-6 voor Pellet- en Sinterfabriek) of van zestien stoffen (Kooksfabriek). TSN rapporteert de PAK-4, dat zijn er per definitie dus minder. TSN zorgt voor 25-65% van de PAK in de omgeving (RIVM, 2023). Omdat PAK zeer zorgwekkende stoffen (ZZS) zijn, geldt er voor uitstoot naar de lucht een minimalisatieverplichting. Dat betekent dat hoewel de uitstoot lager is dan te verwachten valt op basis van de BAT/BREF, er onderzoek gedaan moet worden of deze zo veel als mogelijk kan stoppen.

TSN geeft ter indicatie aan dat sluiting van KGF2 zou leiden tot een reductie van Benzo(a)Pyreen (een PAK-variant) van 5-10% (Tata Steel, 2024a).

Daarnaast is aangetoond dat de gemeten PAK-concentraties in de omgeving niet volledig verklaard kunnen worden door de gerapporteerde PAK-uitstoot (Elberse et al., 2021). Het vermoeden is dat dit komt, doordat er inmiddels veel PAK in de omgeving zijn neergeslagen, en dus bij bijvoorbeeld windvlagen weer meekomen. Een tweede verklaring is dat de aangeleverde meetdata van Tata Steel alleen meet waar ze moeten meten, en daarmee een deel van de uitstoot mist (Stichting Reclame Code, 2023).

Figuur 5 - De PAK-uitstoot van TSN (2022) in vergelijking met de verwachte uitstoot op basis van de wettelijke eisen in de BAT/BREF



Loodverbindingen (Pb)

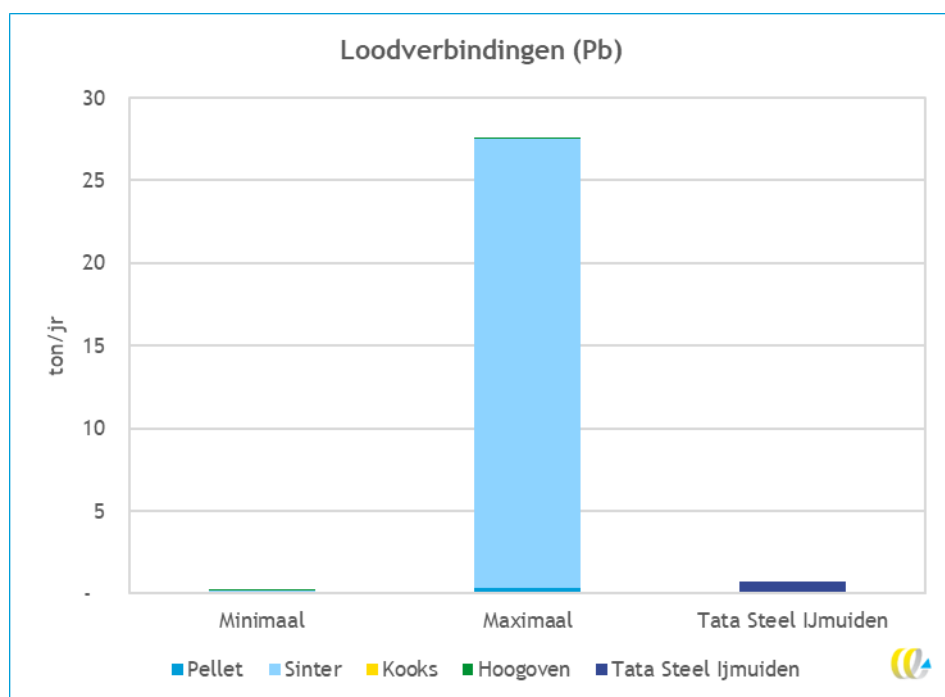
De looduitstoot van TSN wordt voornamelijk veroorzaakt door de sinterfabriek. De spreiding van de uitstoot die vanuit de BREF wordt toegestaan is heel hoog.

In een sinterfabriek is de oorzaak van de looduitstoot gerelateerd aan de kwaliteit van de erts en de mate van afvang. Lood kan hele fijne stofdeeltjes vormen in het sinterproces, wat moeilijk af te vangen is.

Bij andere fabrieken dan de sinterfabriek komt amper lood vrij. Wel kan er ook lood vrijkomen bij de handling van erts en kolen op het terrein.

De uitstoot van lood verklaart niet direct de negatieve gevolgen voor de volksgezondheid. Het uitgestoten lood slaat neer op de bodem en heeft via voedsel en bodem een groter effect op de gezondheid van mensen (RIVM, 2023). Dat betekent dus ook dat het stoppen met lood uitstoten naar verwachting geen directe effecten op de gezondheid zal hebben. Het historisch uitgestoten lood zit nog steeds in de bodem en zal maar langzaam verdwijnen.

Figuur 6 - De lood-uitstoot van TSN (2022) in vergelijking met de verwachte uitstoot op basis van de wettelijke eisen in de BAT/BREF



Zwaveloxiden (SO_x)

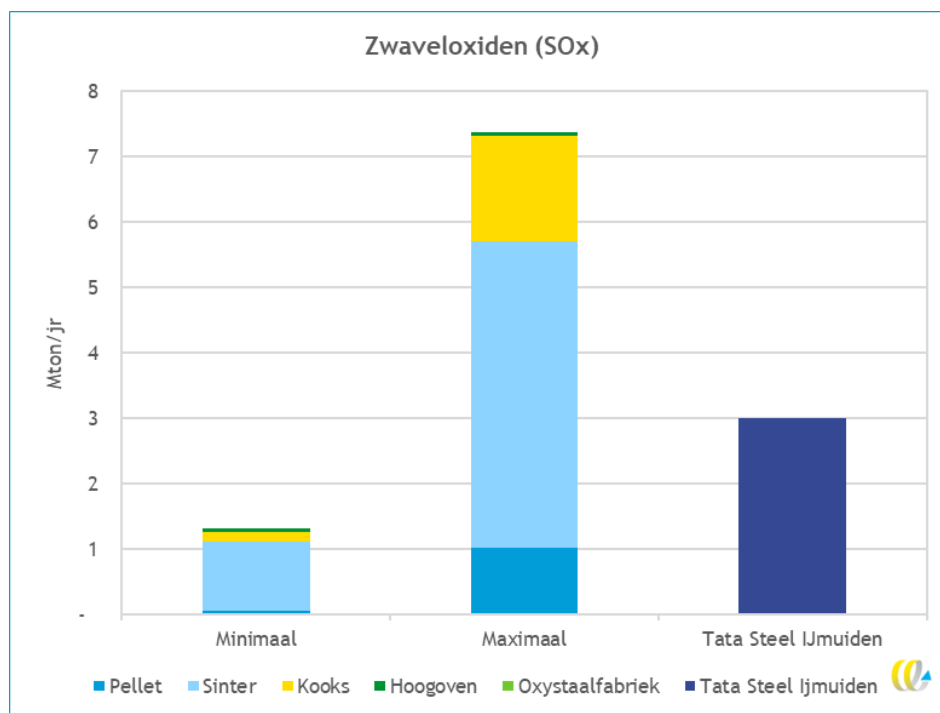
De uitstoot van zwaveloxiden gebeurt in de sinterfabriek, pelletfabriek en kooksfabriek. Waarbij de sinterfabriek wel de grootste uitstoter is.

De zwaveloxidenuitstoot door een sinterfabriek wordt veroorzaakt doordat er kookstof in het sinterproces wordt toegevoegd, dit kookstof bevat zwavel dat bij verbranding zwaveloxide wordt. De ertsen veroorzaken maar 10% van de SO_x-uitstoot. Bij pelletfabrieken komt de uitstoot ook hoofdzakelijk van de mengstoffen en niet van de ertsen zelf. Er zijn goede technieken beschikbaar die tot 90% van SO_x-uitstoot voorkomen bij een pelletfabriek (EC, 2013).

Bij een kooksfabriek wordt SO_x vooral gevormd als de afgassen niet goed ontzwaveld worden voor verbranding.

Het RIVM heeft geen specifiek onderzoek gedaan naar de uitstoot van SO_x bij TSN.

Figuur 7 - De SO_x-uitstoot van TSN (2022) in vergelijking met de verwachte uitstoot op basis van de wettelijke eisen in de BAT/BREF



4.3 Huidige effecten van Tata Steel op volksgezondheid

Het EEA heeft op basis van de getallen die gerapporteerd zijn in de E-PRTR een inschatting gemaakt van de schade aan de volksgezondheid voor de lokale bevolking. Hierbij wordt rekening gehouden met de marginale schade van de uitstoot van een bepaalde stof per land. Deze data is opgesplitst in VSL (value statistical life) en VOLY (value of a life year), wij werken hier met de VOLY. Een VOLY is het verlies in levensjaren, waarbij ook rekening wordt gehouden met de kwaliteit van leven. Dit is berekend op basis van verschillende componenten van luchtvervuiling (fijnstof, zwaveloxiden, stikstofoxides en zware metalen). Hierin is een onderscheid gemaakt tussen de schade door luchtvervuiling en de schade door de uitstoot van broeikasgassen (EEA, 2024a, 2024b, 2024c).

De EEA heeft de gezondheidsschade van de 30 meest vervuilende productielocaties van de Europese Unie gerapporteerd. De fabrieken hiervan die in dit document worden meegenomen, staan weergegeven in Figuur 8. Hier is te zien dat TSN de 5^e meest vervuilende staalfabriek in Noordwest-Europa¹¹ is, achter Duisburg, Fos-sur-Mer, Salzgitter en Dunkerque¹². Verdere staalfabrieken veroorzaken niet genoeg gezondheids- en klimaatschade om in de top 30 te staan.

In Figuur 8 is te zien dat TSN € 1.072 mln. VOLY aan schade veroorzaakt. Dat is de combinatie van schade door klimaateffecten en luchtvervuiling. Als we uitgaan van een

¹¹ In de technical note is ThyssenKrupp Duisburg opgesplitst in vier fabrieken, voor een eerlijke verdeling hebben wij deze opgeteld.

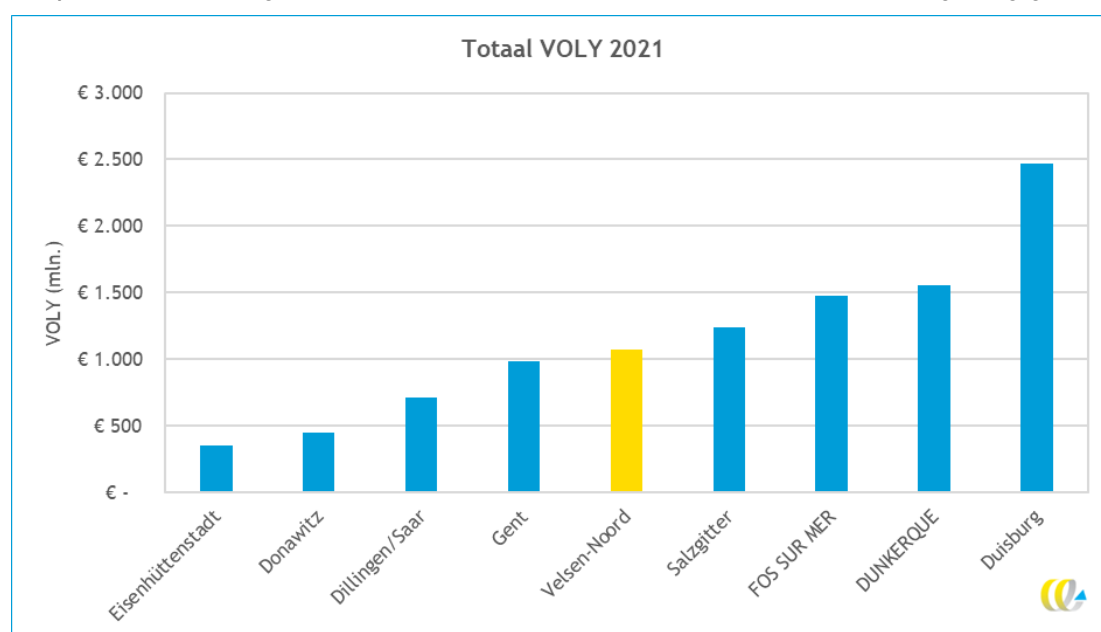
¹² Taranto, een staalfabriek van ArcelorMittal in Zuid-Italië veroorzaakt ook nog meer schade dan TSN, deze valt verder buiten de scope van dit rapport. De schade was € 1.136 miljoen.

productie van 7 Mton/jaar, dan veroorzaakt TSN € 153 per ton staal aan klimaat en gezondheidsschade.

Vanuit de EEA is bekend dat 38% van de VOLY-kosten komen van luchtvervuiling in 2021; € 406 mln. per jaar aan gezondheidsschade. Dit is gebaseerd op de uitstootgegevens die door Tata Steel worden aangeleverd en de kosten van een VOLY in Nederland. De resterende schade komt door broeikas effecten.

Daarmee veroorzaakt TSN € 58 gezondheidsschade per ton staal en de rest komt voor rekening van broeikasgassen.

Figuur 8 - De kosten voor het verlies in levensjaren door de totale uitstoot van de in dit rapport genoemde fabrieken. Als de fabriek niet genoemd wordt, valt deze niet in de 30 meest vervuilende staalfabrieken van de Europese Unie. In deze figuur wordt zowel de schade door klimaateffecten als luchtvervuiling weergegeven



Conclusie

Staalproductie heeft een grote impact op de lokale luchtvervuiling. Dit heeft als effect dat er per ton geproduceerd staal TSN € 58 schade aan de volksgezondheid aanricht. Dat is meer dan 10% ten opzichte van de kostprijs.

4.4 Effect toekomstplannen op volksgezondheid (2030)

De effecten op de volksgezondheid worden in de EEA-methode berekend door de marginale gezondheidsschade te vermenigvuldigen met de uitstoot per component. In Tabel 4 staat een voorbeeldberekening hoe de gezondheidsschade wordt berekend. Deze berekening laat zien dat TSN € 406 mln. gezondheidsschade veroorzaakt in de leefomgeving in 2022. Dat is relatief € 58 per ton staal.

Tabel 4 - Berekening van de huidige gezondheidsschade die wordt veroorzaakt door de staalproductie bij TSN volgens de methode van de EEA. De kosten per ton staal zijn gebaseerd op een productie van 7 Mton/jaar

Stof	Emissie 2022 (ton)	VOLY Kosten (€/ton)	Kosten (€/yr)	Kosten per ton staal (€/ton)
Stikstofoxiden (NO _x)	4.963	€ 31.225	€ 154.970.000	€ 22
Zwaveloxiden (SO _x)	2.995	€ 53.768	€ 161.035.000	€ 23
Fijnstof (PM ₁₀)	492	€ 113.709	€ 55.924.000	€ 8
Lood (Pb)	0,745	€ 46.231.000	€ 34.442.000	€ 5
Totaal			€ 406.370.000	€ 58

In Figuur 2 staan de veranderingen in emissie die TSN verwacht te realiseren met de verduurzamingsplannen. Er is weinig bekend over de emissie van EAF en DRP. Hiervoor zijn nog geen eisen bekend in de BAT BREF. Hierom gebruiken wij de relatieve emissieveranderingen uit (Strezov et al., 2013). De getallen uit dit artikel zijn gegeven in Tabel 10 (Bijlage C). Wij vergelijken hier de emissieveranderingen van het proces van TSN, zaken als de Roadmap Plus vallen hierbuiten.

In Tabel 5 zijn de verwachte emissieveranderingen van TSN en de eigen berekeningen uit dit rapport voor de situatie na HeraCless 1 en HeraCless 2 weergegeven, naast de emissiereductie door de plannen van Gezondheidsultimatum.

Tabel 5 - De verwachte verandering in emissies naar de lucht naar aanleiding van de gepresenteerde plannen

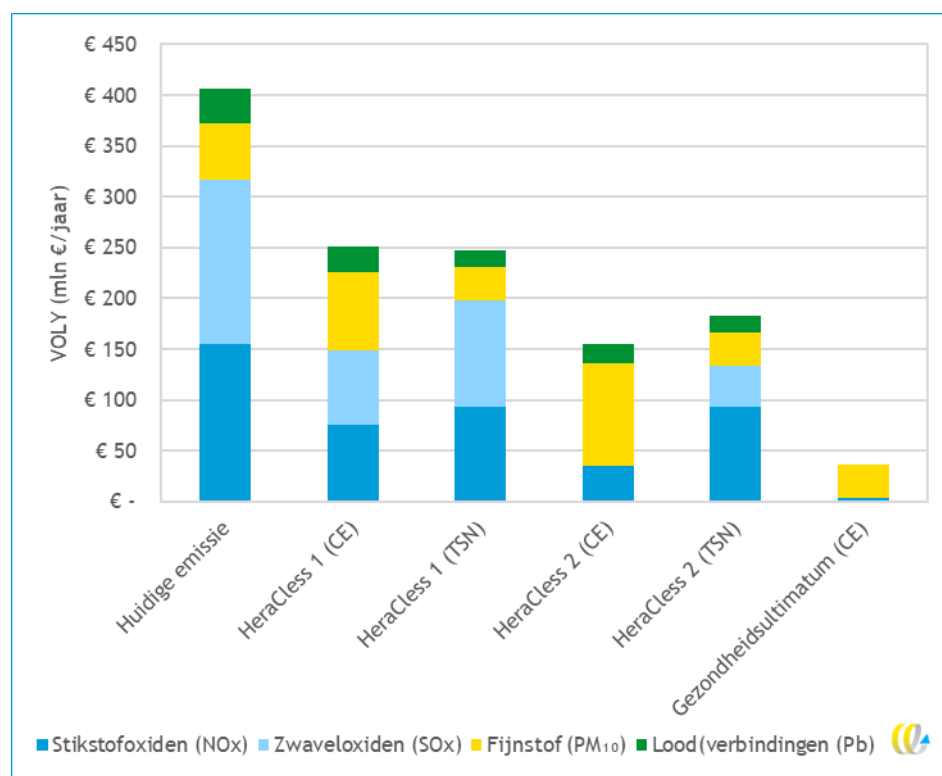
	HeraCless 1 (dit rapport)	HeraCless 1 en Roadmap Plus (TSN Groen)	HeraCless 2 (dit rapport)	HeraCless 2 (TSN Groen)	Gezondheids-Ultimatum (dit rapport)
NO _x	-52%	-40%	-77%	-40%	-98%
SO _x	-54%	-35%	-100%	-75%	-100%
PM ₁₀	+36%	-40%	+81%	-40%	-43%
Pb	-27%	-55%	-46%	-55%	-100%

Een eerste opvallende uitkomst in Tabel 5 is dat TSN zegt te verwachten dat de puntbronstofemissies (PM₁₀) flink zullen dalen. Dat is op basis van de vergelijking tussen de productieprocessen (Strezov et al., 2013) niet te verwachten. Zowel EAF als DRI leveren los ruwweg evenveel stofemissies op als de BF-BOF-route. Een mogelijke verklaring hiervoor kan zijn dat de grootste stofemissies van TSN momenteel van het terrein afkomen, waardoor de fabrieken relatief weinig toevoegen. Omdat TSN niet publiceert hoeveel uitstoot wordt veroorzaakt per onderdeel, valt dit niet te controleren. Een andere mogelijkheid is dat TSN hoge verwachtingen heeft van mitigerende maatregelen op de EAF en DRP, maar dit is niet volledig uitgewerkt (Tata Steel, 2024a). Als dit wel mogelijk is, dan is dit ook mogelijk voor de EAF's in de plannen van Gezondheidsultimatum, en dalen deze verwachte stofemissies verder. In elk geval is niet van te voren zeker te maken dat de stofemissies zullen dalen naar aanleiding van de verduurzamingsplannen.

In Figuur 9 is de verwachte gezondheidsschade weergegeven in de verschillende verduurzamingsplannen. In Figuur 9 is te zien dat de verminderde gezondheidsschade in deze berekening goed overeenkomt met de inschatting van TSN zelf. Door HeraCless 1 wordt een gezondheidswinst van € 150 mln. per jaar verwacht, in 2030. HeraCless 2 zorgt voor een verdere reductie tot maximaal € 250 mln. per jaar, op een later moment. De plannen van Gezondheidsultimatum zorgen voor grotere gezondheidswinst. De gezondheidsschade in de omgeving van TSN kan in totaal met 90%, € 360 mln. euro per jaar, verminderen, vanaf 2030.



Figuur 9 - De verwachte gezondheidsschade per jaar n.a.v. de verduurzamingsplannen. Bij de TSN-berekening is telkens ook de emissiereductie van de Roadmap Plus meegenomen



In Figuur 9 valt op dat hoewel de getallen in Tabel 5 niet overeenkomen, de uiteindelijke verwachte gezondheidsschade wel goed overeenkomt. (Strezov et al., 2013) verwacht grotere afname van zwavel- en stikstofoxiden dan TSN, terwijl TSN een afname van fijnstof verwacht, waar Strezov hier een toename verwacht. Deze discrepanties heffen elkaar op. Dit is onverwacht, omdat de vorming van fijnstof, zwavel- en stikstofoxiden grote correlaties hebben. SO_x en NO_x zijn allebei precursor van fijnstof.

4.4.1 Concurrenten in de NW-Europese markt

De gezondheidseffecten van de plannen van de concurrenten in NW-Europa zijn niet expliciet onderzocht. Wij bespreken hieronder de algemene effecten van de verschillende verduurzamingsopties.

Zoals in Paragraaf 3.2 is beschrijven zijn de verduurzamingsplannen op te delen in de volgende categorieën:

- Schroot-EAF;
- HBI-EAF;
- DRP-EAF.

De optie Schroot-EAF geldt voor de staalfabrieken in Engeland. Hiervoor geldt dat de verwachte luchtvervuiling zeer afhankelijk is van het type schroot dat zal worden ingezet. Het schroot kan zowel metaalvervuiling als andere type vervuiling bevatten. De metaalvervuiling zorgt voor de uitstoot van zware metalen. De andere type vervuiling zal grotendeels komen uit de producten waarin het staal is verwerkt, plastics en rubber. Daarmee is het bekend dat hiervan zowel veel stof als PAKs vrij kunnen komen. Concluderend zal dit zorgen voor minder vervuiling dat nieuw staal maken (onafhankelijk van de route), maar meer dan bij de route HBI-EAF.

De optie HBI-EAF wordt gepland in Oostenrijk en Scandinavië. Deze optie zorgt voor significante vermindering van de luchtvervuiling, zoals hierboven beschreven in de optie van Gezondheidsultimatum. Per ton staal is deze iets minder dan in Figuur 9, omdat hier ook de vermindering van het productievolume is meegenomen. Deze optie zorgt vooral voor minder luchtvervuiling als er rekening gehouden wordt met de mogelijke fijnstofuitstoot van de EAF. Dit is de optie met de minste luchtvervuiling.

De optie DRP-EAF is gepland in de meeste andere verduurzamingsplannen. De luchtvervuiling kan met twee derde worden verminderd ten opzichte van de huidige productiemethode.

4.5 Conclusie

Dit hoofdstuk beschrijft de verwachte effecten op de volksgezondheid naar aanleiding van de verduurzamingsplannen. Het betreft hier specifiek de procesaanpassingen van HeraCless, niet de plannen van de Roadmap Plus. Wij vergelijken de verwachte emissiereducties van Tata Steel bij hun eigen plannen met onze eigen berekening en een berekening voor het plan van Gezondheidsultimatum. Hiervoor gebruiken wij de methode zoals in Tabel 4.

Met de plannen van TSN wordt in 2030 38% van de gezondheidsschade vermeden. Hierna zal in de tijd tussen de realisatie van HeraCless 1 en HeraCless 2 nog een verdere reductie tot 62% worden bereikt. In de plannen van TSN blijft de gezondheidsschade nog flink hoger dan in de plannen van Gezondheidsultimatum.

De verduurzamingsplannen van Gezondheidsultimatum leveren de grootste en snelste gezondheidswinst. In 2030 kan meer dan 90% van de directe gezondheidsschade in de IJmond worden vermeden. In dit scenario verwachten we dat een deel van die schade wordt verplaatst naar elders. Hierbij gaat het om schade door externe productie van HBI's en van grotere staalproductie elders. Van de HBI-productie elders is niets te zeggen, omdat van losse DRP-installaties geen luchtvervuilingsgegevens openbaar zijn. Voor de schade van staalproductie op een andere locatie is dit ook niet in te schatten. Het is onbekend naar welke staalfabrieken de productie verplaatst en het is niet bekend wat de verwachte gezondheidsschade per staalfabriek is in de toekomst.

Hoewel de gezondheidsschade redelijk in te schatten valt, spreken de emissiegetallen voor specifieke stoffen elkaar tegen. Het is mogelijk dat de realisatie van een EAF en DRP niet voor minder, maar voor meer fijnstof zal zorgen. Om dit te voorkomen, moet worden ingezet op mitigerende maatregelen.

5 Effecten op klimaat

Tata Steel Nederland veroorzaakt 7% van de Nederlandse CO₂-uitstoot, oftewel 11,3 Mton/jaar (NEa, 2022). Ongeveer de helft van deze uitstoot ontstaat bij het primaire staalproces, de andere helft komt vrij bij het opwekken van elektriciteit door het verbranden van de afgassen.

Het doel van de verduurzamingsplannen is om op een CO₂-neutrale manier staal te maken. In dit hoofdstuk vergelijken wij de verschillende plannen voor de productie van groen staal op hun bijdrage aan de CO₂-reductie.

In dit hoofdstuk vergelijken wij vier verschillende processen op CO₂-uitstoot. We laten de verwerkingsstappen van het staal buiten beschouwing, dit heeft maar een klein effect op de CO₂-uitstoot. Wij vergelijken de volgende processen:

- de huidige productiemethode (BF-BOF);
- DRP over aardgas, gevolgd door een EAF, met CCS¹³;
- DRP over waterstof, gevolgd door een EAF;
- EAF met ingekochte HBI.

We kijken daarbij naar de CO₂-uitstoot door gebruik van gas en elektriciteit (staalproductie stoot veel CO₂ uit omdat er veel energie nodig is om staal te maken) en door proces-emissies. Koolstof is ook een grondstof van staal en een deel daarvan komt vrij in de productieprocessen.

In deze vergelijking gebruiken wij de procesemissies, zoals deze zijn gegeven in de MIDDEN Database (PBL, 2021b)¹⁴. Hierbij tellen wij de emissie op die nodig is voor de opwekking van elektriciteit, op basis van de gemiddelde elektriciteitsmix in 2030: 0,09 MtonCO₂/TWh (CE Delft, 2021b). De emissies voor de grondstoffenproductie laten wij buiten beschouwing.

Overigens gaat TSN in alle communicatie over de uitstoot uit van een emissie van 12,6 Mton CO₂/jaar bij een productie van 7 Mton staal per jaar. Dit verschil in resultaat is waarschijnlijk te wijten aan net verschillende aannames rondom de inzet van de aangrenzende elektriciteitscentrales en bijbehorende emissies. De vermindering van 5 MtonCO₂/jaar die TSN belooft, is ook bij maximale productie.

NB Deze berekeningen zijn geen volledige levenscyclusanalyse (LCA) of CO₂-footprint-berekening. Daarvoor is een grondigere analyse nodig. Zo nemen we bijvoorbeeld niet de transportemissies mee van het erts, de kolen of HBI's. Waar nodig geven we aan welke afbakening en aannames we hebben gebruikt.

Upstream-emissies voor de winning van grondstoffen, waaronder kolen en aardgas zijn buiten beschouwing gelaten.

5.1 CO₂-emissies in de verschillende verduurzamingsplannen

Figuur 10 toont negen verschillende scenario's die uit bovenstaande processen zijn opgebouwd. In het huidige proces wordt de CO₂-uitstoot weergegeven van het BF-BOF-

¹³ Hoewel Tata Steel nog niet heeft toegezegd aardgas met CCS te gebruiken, gaan wij er hier in alle berekeningen vanuit.

¹⁴ De database van het MIDDEN-project (Manufacturing Industry Decarbonisation Data Exchange Network) is een uitgebreide database met verduurzamingsmaatregelen in de industrie die is ontwikkeld door PBL en TNO.

proces en een productie van 7 Mton staal per jaar. De totale uitstoot hiervan is 11,3 Mton/jaar, gelijk aan de gerapporteerde uitstoot in 2022 (NEa, 2022). Als bijproduct wordt hierbij ook 2,2 TWh per jaar aan elektriciteit geproduceerd. De uitstoot van de elektriciteitsproductie wordt in deze berekeningen aan de staalproductie toegerekend.

HeraCless 1 wordt afgerond in 2030. In HeraCless 1 gaan wij uit van een productie van 3 Mton staal per jaar over DRP met aardgas en 4 Mton staal per jaar over de bestaande BF-BOF-route. TSN geeft aan dat zij bij reductie over aardgas, de CO₂ zullen afvangen (CCS). Deze emissies (niet getoond) zijn 0,4 MtonCO₂/Mton DRI.

De elektriciteit die wordt geproduceerd bij de BF-BOF-route, wordt volledig ingezet voor de stroomvraag van het nieuwe DRP-EAF-proces. De resterende elektriciteitsvraag wordt opgevangen met elektriciteit uit het Nederlandse net. Van de extra elektriciteit die moet worden opgewekt om het wegvallen van de elektriciteitsproductie van TSN te compenseren, is de uitstoot buiten beschouwing gelaten (ongeveer 0,30 Mton CO₂/jaar).

TSN verwacht in 2037 HeraCless 2 af te ronden. Na HeraCless 2 wordt 7 Mton staal per jaar geproduceerd via reductie over aardgas met CCS. De elektriciteitsvraag stijgt, maar na 2035 moet alle stroom in Nederland CO₂-neutraal zijn en dit heeft dus geen impact op de CO₂-uitstoot¹⁵. Hier wordt uitgegaan van EAF bij HeraCless 2, van REF is niet voldoende bekend om een inschatting van de CO₂-effecten te bepalen.

Op termijn (uiteindelijk 2045) wil TSN volledig overgaan op productie op waterstof. Dit levert in onze berekeningen maar een kleine CO₂-winst op, ten opzichte van de reductie over aardgas met CCS¹⁶.

De plannen van Gezondheidsultimatum beginnen in 2030 met 4 Mton staalproductie met EAF en ingekochte HBI's. Er komt hierbij CO₂ vrij omdat er koolstof nodig is in staalproductie (0,11 MtonCO₂/Mton staal), daarnaast wordt de elektriciteit opgewekt in de normale Nederlandse energiemix 2030 (0,06 MtonCO₂/Mton staal).

Om inzicht te geven in de mondiale CO₂-effecten, wordt in vier scenario's getoond wat het effect is, afhankelijk van welke HBI's ingekocht worden. Deze HBI's kunnen gemaakt worden met aardgas zonder CCS, met CCS en met groene waterstof. Als laatste variant is de wereldwijde elektriciteitsmix CO₂-vrij¹⁷:

- De eerste balk (Aardgas) gaat uit van HBI-productie met aardgas, zonder CCS. De benodigde stroom is gelijk aan de NL-energiemix.
- De tweede balk (Aardgas-CCS) is dezelfde, maar de CO₂ wordt afgevangen.
- Bij de derde balk (Waterstof), worden de HBI's gemaakt met waterstof, waarbij de waterstof volledig CO₂-vrij gemaakt wordt.
- De laatste balk gaat uit van groene waterstofproductie en volledig CO₂-vrije elektriciteit bij de HBI-productie en in Nederland.

Waar de HBI's vandaan komen heeft dus het grootste effect op de globale klimaatimpact van de plannen van Gezondheidsultimatum.

¹⁵ Dit is een gezamenlijke ambitie van België, Nederland, Duitsland, Frankrijk, Luxemburg, Oostenrijk en Zwitserland (Pentalateraal Energieforum).

¹⁶ Dit resultaat is wel relatief gevoelig voor eventuele methaanuitstoot in de aardgasketen.

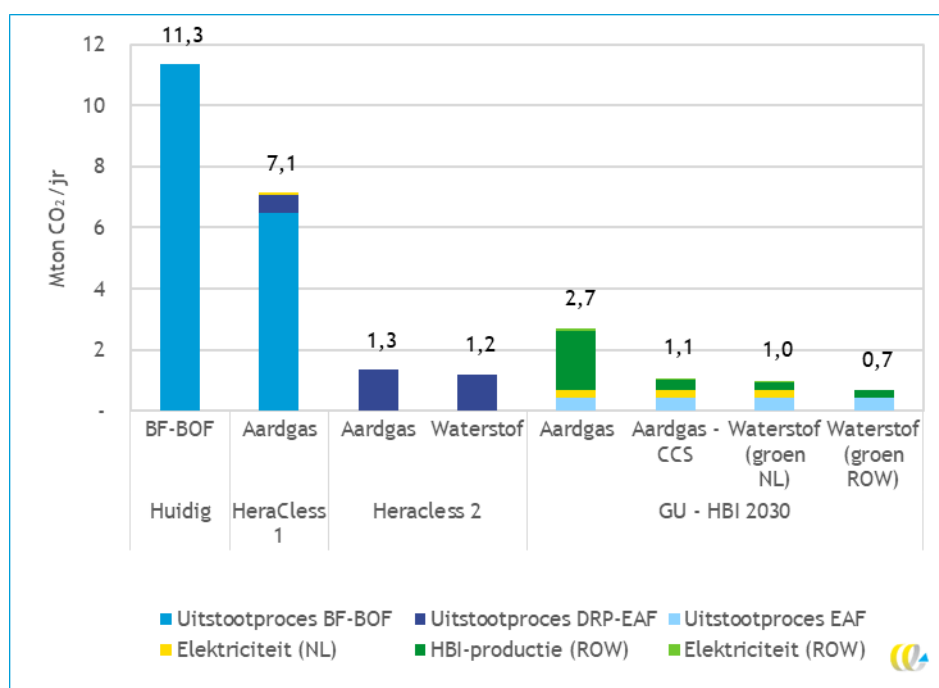
¹⁷ Bij de drie andere scenario's voor de inkoop van HBI's wordt de NL elektriciteitsmix aangenomen voor een eerlijk vergelijk. De impact van deze variabele is groot, maar valt buiten bereik van deze studie.

Tekstkader 1 - Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)

Het CBAM is een EU-verordening voor de correctie aan de grens van de CO₂-uitstoot die is vrijgekomen bij de productie van zes productcategorieën (ijzer en staal, cement, meststoffen, aluminium, elektriciteit en waterstof) buiten de EU. Het CBAM moet voorkomen dat er 'koolstoflekkage' plaatsvindt, ofwel het verplaatsen van productie binnen de EU naar landen waar bedrijven niet hoeven te betalen voor hun CO₂-uitstoot. Dat is nodig omdat veel Europese bedrijven te maken hebben met strenge regels over hun CO₂-uitstoot, en/of moeten betalen voor hun CO₂-uitstoot.

Deze koolstoflekkage is slecht voor de Europese economie, maar ook slecht voor het klimaat omdat er dan per saldo wereldwijd meer CO₂ wordt uitgestoten. Het CBAM moet dus zorgen voor een gelijk speelveld tussen bedrijven binnen en buiten de EU. (NEa, lopend)

Figuur 10 - De verwachte CO₂-uitstoot van de verschillende verduurzamingsplannen



5.2 Discussie en conclusie

TSN geeft met de verduurzamingsplannen aan dat zij een reductie van de CO₂-uitstoot verwachten van 40% na HeraCless 1 en 80% na HeraCless 2. In Figuur 10 is te zien dat de reductie na HeraCless 1 in onze berekeningen op 37% uitkomt, maar na HeraCless 2 op 88%, tot 90% als er volledig op groene waterstof wordt geproduceerd.

Als we alleen kijken naar de CO₂-uitstoot van Nederland, is met de plannen van Gezondheidsultimatum een reductie van 90% mogelijk in 2030, tot 96% na 2035. Hier moet de uitstoot van de HBI-productie op een andere locatie nog worden opgeteld. Dit is lastig, omdat niet bekend is waar deze vandaan moeten komen.

Worst case worden deze HBI's met aardgas gemaakt, dan wordt de netto emissiereductie ten opzichte van nu 79%. Best case worden deze HBI's met groene waterstof gemaakt, dan wordt de emissiereductie 94%.

Daarnaast zou een deel van de staalproductie kunnen verplaatsen omdat TSN dan minder staal maakt dan Nederland consumeert. Dit kan verplaatsen naar Zweden, die dan volledige groen staal productie verwachten met groene waterstof, dan is de uitstoot 0,17 ton CO₂/ton staal. Het kan ook verplaatsen naar fabrieken met het huidige BF-BOF-proces, met uitstoot tussen 1,6 - 2 ton CO₂/ton staal.

In 2030 zullen de plannen van TSN zorgen voor een uitstoot van 7,1 MtonCO₂/jaar. Dat is niet 5 MtonCO₂/jaar vermindering. Afhankelijk van de bron van de HBI's ligt de uitstoot van de plannen van Gezondheidsultimatum op 1,0 - 2,7 MtonCO₂/jaar. De grootste variabele hierin is welke HBI's worden ingekocht. Hogere waarden zijn mogelijk, omdat er nog niet verwacht wordt dat er een overschot van groene HBI's beschikbaar zullen zijn. Dit heeft onder andere te maken met een lage beschikbaarheid van groene waterstof. Aan de andere kant komt er door CBAM een heffing op halffabrikaten van ijzer met een hogere uitstoot dan in Europa. Er kan daardoor geen koolstoflekkage plaatsvinden naar buiten Europa.

Na realisatie van HeraCless 2 daalt de uitstoot van TSN naar 1,3 MtonCO₂/jaar. De uitstoot na de plannen van het Gezondheidsultimatum zijn dan in Nederland 0,7 MtonCO₂/jaar. De resterende uitstoot wordt nog steeds bepaald door de inkoop van HBI's.

Bij volledige omschakeling op waterstof, daalt de uitstoot van TSN naar 1,2 MtonCO₂/jaar. De plannen van Gezondheidsultimatum zorgen voor een flinke en snelle afname van de Nederlandse emissie. In Nederland is een emissie van 0,4 Mton/jaar door het proces niet te vermijden. In 2030 komt hier nog 0,3 Mton/jaar bij voor elektriciteitsproductie, deze verdwijnt richting 2035 door de verdere vergroening van elektriciteitsproductie in Nederland.

De resterende uitstoot van CO₂ wordt bepaald door de methode van HBI-productie. HBI's kunnen gemaakt worden met aardgas of waterstof. Als de HBI's met aardgas worden gemaakt, komt er 2 MtonCO₂/jaar vrij. Als deze CO₂ wordt afgevangen, daalt dit tot 0,4 tonCO₂/jaar. Als deze HBI's elders met groene waterstof geproduceerd worden, stoot dit 0,3 MtonCO₂/jaar uit.

Tussen 2030 en de realisatie van HeraCless 2 stoten de plannen van Gezondheidsultimatum 4,5-6,1 MtonCO₂/jaar minder uit. Na de realisatie van HeraCless 2 is de emissie van TSN 0,7 MtonCO₂/jaar hoger dan de plannen van Gezondheidsultimatum, wat na overstappen op volledig waterstof daalt tot een verschil van 0,5 MtonCO₂/jaar. Tegen die tijd is er per ton staal geen verschil in klimaatwinst meer tussen de plannen van Tata Steel en Gezondheidsultimatum en wordt deze alleen nog bepaald door de lagere productie.

6 Effecten op kostprijs

Op basis van de MIDDEN-database (PBL, 2021b) heeft CE Delft een industriemodel opgezet waarmee we de kostprijs effecten van verschillende opties voor staalproductie kunnen vergelijken (PBL, 2021b). Voor deze studie hebben we vier verschillende manieren van staalproductie vergeleken. Elke keer is het vergelijk gemaakt tot aan de productie van ruwstaal omdat in dat deel van de keten de grote veranderingen zullen plaatsvinden. De verwerkingsstappen zijn buiten beschouwing gelaten.

De kostprijs is opgebouwd uit de kosten voor investering, operatie & onderhoud, grondstoffen, energie(dragers), CO₂-emissierechten en de opslag van CO₂. De kostprijs wordt vervolgens berekend in drie scenario's van de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) voor 2030 (PBL, 2021a); Laag, Midden en Hoog. Hierin worden de prijzen voor energiedragers en CO₂-rechten gevarieerd in een bandbreedte van toekomstscenario's, zie Tabel 5.

Er is gebruik gemaakt van huidige prijzen voor grondstoffen, een overzicht van deze prijzen is te vinden in Tabel 6, in Bijlage B. Loonkosten die niet specifiek zijn benoemd in de MIDDEN-Database zijn niet meegenomen, wat zorgt voor een onderschatting van de loonkosten.

Tabel 6 - De kostprijzen voor de gebruikte energiedragers voor de productie van staal in de modelstudie

	Eenheid	KEV-scenario		
		Laag	Midden	Hoog
Elektriciteit	€/TJ	13.954	20.278	25.880
Aardgas	€/TJ	5.928	10.463	12.778
Kolen	€/TJ	2.064	2.754	4.087
Olief	€/TJ	12.521	15.947	18.535
CO ₂ -prijs (ETS)	€/ton	87,46	109,82	149,20
CO ₂ -transport en opslag ¹⁸	€/ton	25	25	25

6.1 Kostprijs van de verschillende productieroutes

BF-BOF

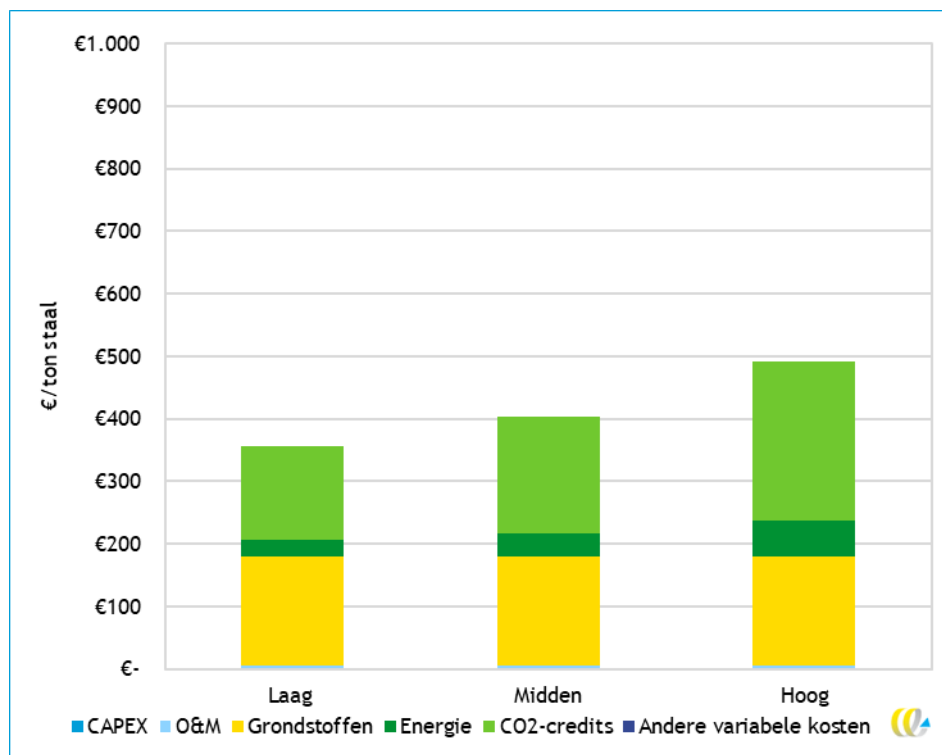
BF-BOF is het huidige proces van staalproductie, zoals beschreven in Paragraaf 2.1. het bestaat uit een Pelletfabriek, Sinterfabriek, Kookfabriek, Hoogoven, Oxystaalafabriek en de verschillende energiecentrales (4) die de rookgassen verbranden voor energieopwekking.

De kosten voor de bestaande route zijn uitgezet in Figuur 11. De fabrieken bestaan al, waardoor er geen kapitaallasten worden meegerekend. In vergelijking met de andere routes is de kostprijs van deze route daarom relatief laag. De grootste kostenposten zijn de grondstoffen (ijzererts en kolen) en de CO₂-emissierechten. Op het moment krijgt Tata Steel gratis emissierechten voor 10,2 van de 11,6 MtonCO₂ die zij per jaar uitstoten (NEa,

¹⁸ H-vision. (2019). *Blue hydrogen as accelerator and pioneer for energy transition in the industry.* , CCS-kosten zijn afhankelijk van de specifieke projectkosten. Dit is een relatief lage schatting.

2021a). Deze resterende emissierechten worden door Tata Steel betaald, en niet door de elektriciteitscentrales (Kalavasta, 2023). In 2034 zullen er geen gratis emissierechten meer worden uitgedeeld (NEA, n.d.).

Figuur 11 - De opbouw van de kostprijs per ton staal met de huidige productieroute (BF-BOF) in 2030 in drie verschillende scenario's voor de prijzen van energiedragers



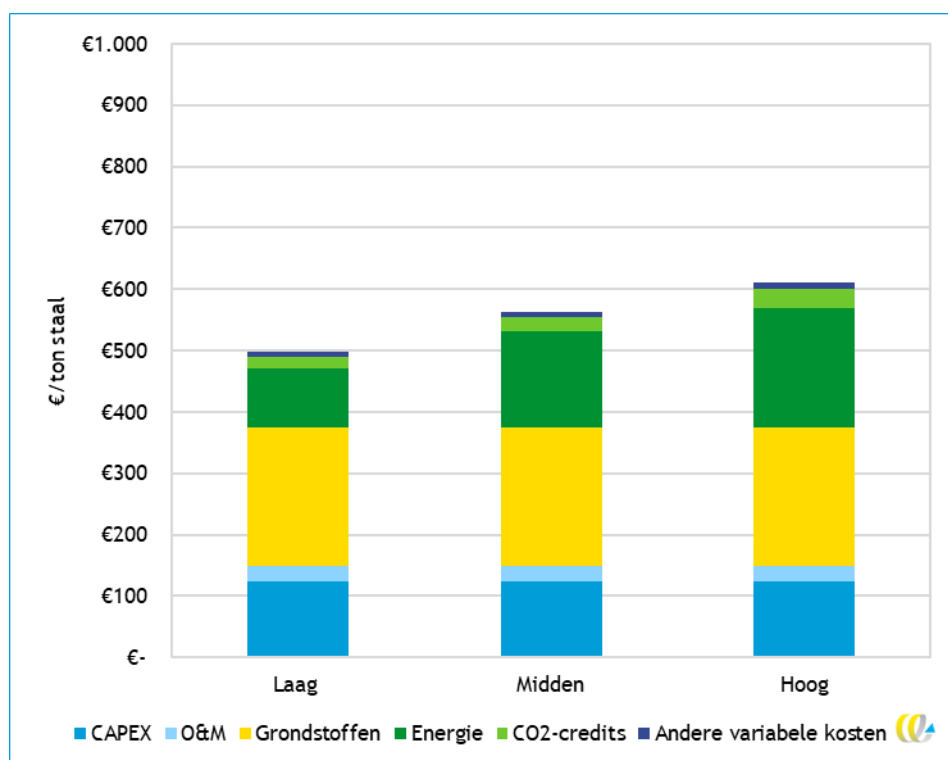
Reductie over aardgas met CCS

Bij reductie over aardgas moeten drie fabrieken worden gerealiseerd; een pelletfabriek, een DRP met aardgas en CCS en een EAF. De kostprijs per ton staal van deze route is uitgezet in Figuur 12.

Een belangrijke kostenpost is de bouw van de nieuwe installaties die moet worden terugverdiend. De bestaande pelletfabriek hoeft dat uiteraard niet. Daarnaast worden de kosten grotendeels bepaald door de grondstof- en energieprijzen. Voornamelijk de energieprijzen zorgen voor een kostenbereik van meer dan 20% tussen de verschillende scenario's.

De andere variabele kosten zijn de kosten die worden geschat voor transport en opslag van de CO₂.

Figuur 12 - De opbouw van de kostprijs per ton staal met de reductie over aardgas met CCS in 2030 in drie verschillende scenario's voor de prijzen van energiedragers

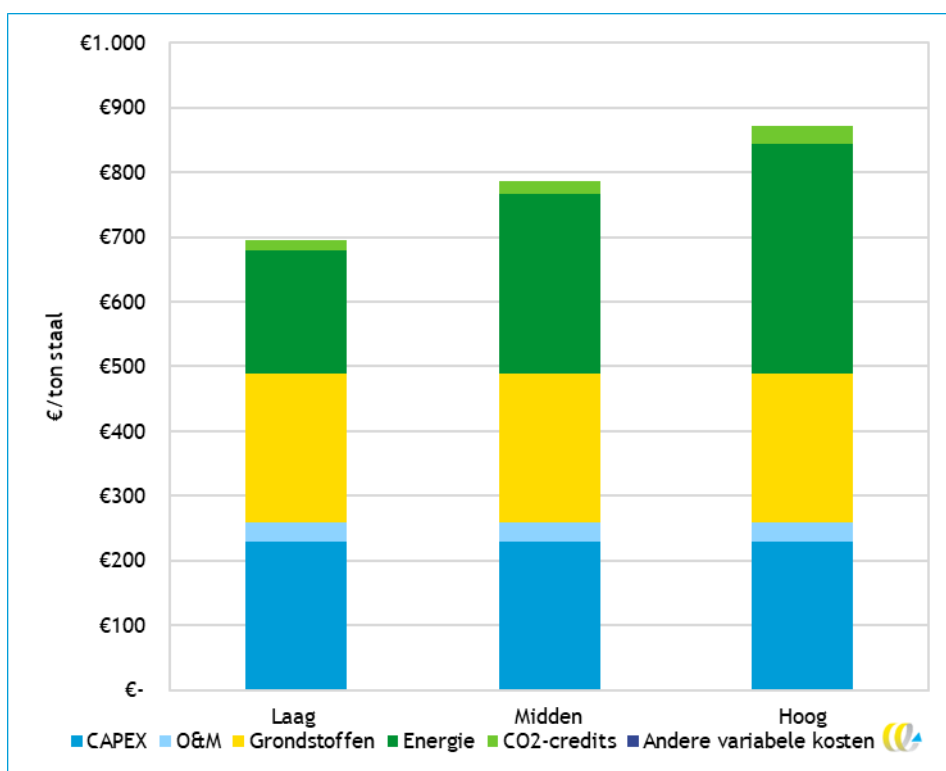


Reductie over groene waterstof

Bij reductie over waterstof is naast een pelletfabriek, een DRP-fabriek met waterstof en een EAF ook een elektrolyser nodig. Er wordt hier uitgegaan van een lokale elektrolyser. De kosten van waterstof worden bepaald door de kapitaallasten van de elektrolyser en de energiekosten. De waterstofprijzen variëren in de scenario's: € 5,30, € 6,85 en € 8,21 per kg waterstof, voor het Laag-, Midden- en Hoog-scenario respectievelijk. Dit geeft een redelijk beeld van de verwachte waterstofprijzen in Nederland in 2030 (CE Delft & TNO, 2023).

Zoals blijkt uit Figuur 13 komen de kosten van staalproductie met reductie over waterstof flink hoger uit dan over aardgas in 2030. Dat komt door de meerkosten in kapitaal (hydrolyzers, ongeveer € 100 per ton staal) en bijbehorende energiedragers (€ 90 - 160 per ton staal). Ter illustratie; om de prijs van reductie over waterstof en aardgas gelijk te laten zijn, moet de waterstof beschikbaar zijn voor € 0,80 per kg waterstof in het KEV laag scenario (niet getoond).

Figuur 13 - De opbouw van de kostprijs per ton staal met reductie over waterstof in 2030 in drie verschillende scenario's voor de prijzen van energiedragers

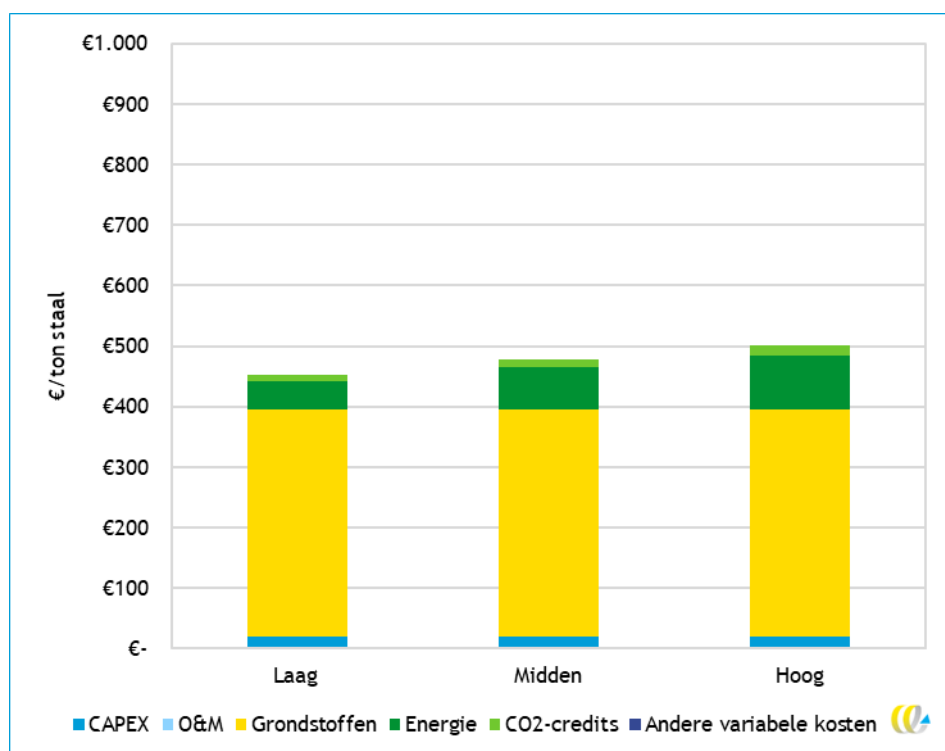


EAF

Deze productieroute bestaat uit een EAF waarin ingekochte HBI's worden gesmolten.

Hier wordt duidelijk dat de staalprijs bij deze route voor zo'n twee derde bepaald door de prijs van HBI's. Er is hier vanuit gegaan dat de HBI's € 300 per ton kosten, dat is de huidige marktprijs (TRADEKEY, 2024). Deze route is goedkoper dan de route via reductie over waterstof zolang de prijs voor HBI's lager dan € 600 per ton blijft.

Figuur 14 - De opbouw van de kostprijs per ton staal bij inkoop van HBI's en verdere verwerking op locatie met EAFs in drie verschillende scenario's voor de prijzen van energiedragers



6.2 Conclusie

De staalprijs zal stijgen door de verduurzamingsplannen, maar de gekozen route heeft hier een grote invloed op. Allereerst het Tata Steel-plan: De kostenstijging van de huidige BF-BOF naar reductie over aardgas ligt tussen de 24-40%. De overgang naar waterstof kost 77-95% meer (vgl. BF-BOF).

De kostprijs van de plannen van Gezondheidsultimatum hangt grotendeels af van de kosten waarmee TSN HBI's kan inkoop. De kosten voor de EAF-route zijn gelijk tot 27% duurder dan de BF-BOF-route, als de HBI-prijs gelijk blijft met de huidige prijs. Vergeleken met de andere toekomstplannen, reductie over aardgas of waterstof in Nederland, is de EAF-route goedkoper (45 - 370 €/ton staal).

Er zijn meerdere partijen die aangeven dat het logischer is om de energie-intensieve stap (de reductie over waterstof) op plekken te doen waar waterstof goedkoop is (Parkes, 2024; Samsom, 2024). Zoals de reductie over waterstof aantoont, is hier de kostprijs van waterstof enorm bepalend. De prijselasticiteit van ruwstaal op waterstof wordt 0,5 (10% stijging in de prijs van waterstof zorgt voor 5% stijging van de kostprijs van het ruwstaal). Hierdoor bestaat het risico dat er pas laat overgestapt zal worden van aardgas naar waterstof.

De effecten op de uiteindelijke staalprijs, en daarmee ook op de concurrentiepositie van TSN en op de vraag naar staal, hangen overigens niet alleen af van deze kostprijsstijgingen. Eventuele overheidssubsidies en ander beleid kunnen ervoor zorgen dat een deel van de meerkosten worden betaald door de overheid en samenleving, waardoor de staalprijs zelf minder snel (of zelfs helemaal niet) zal stijgen.

7 Voorwaarden voor de verduurzamingsplannen

De verduurzamingsplannen van zowel Gezondheidsultimatum als TSN vergen niet alleen investeringen van TSN, er moet ook aan een aantal voorwaarden worden voldaan waar TSN zelf geen (volledige) controle over heeft. In dit hoofdstuk gaan wij verder in op deze voorwaarden.

Voor de verduurzamingsplannen van TSN is elektriciteit, waterstof, aardgas en CCS nodig. Voor de plannen van Gezondheidsultimatum is voornamelijk elektriciteit nodig voor het smelten van de HBI's. Ook moet er voldoende HBI beschikbaar zijn. Voor de EAF's in beide plannen moet er ook voldoende schroot zijn.

In Tabel 7 is voor de verschillende plannen uitgezet hoeveel van de verschillende energiedragers nodig zijn per jaar. In het HeraCless 1-plan wordt 3 Mton staal per jaar met de nieuwe methode geproduceerd en de resterende 4 Mton/jaar via de conventionele BF-BOF-route. In het HeraCless 2-plan wordt 7 Mton/jaar met de nieuwe methode geproduceerd. In de plannen voor Gezondheidsultimatum gaat het om 4 Mton/jaar (vanaf 2030).

Tabel 7 - De vraag naar energiedragers voor de verschillende verduurzamingsplannen voor Tata Steel Nederland

Kolom1	Elektriciteit (PJ/jaar)	Waterstof (PJ/jaar)	Aardgas (PJ/jaar)	Kolen (PJ/jaar)
Huidige	-7,6	-	5,0	127,4
HeraCless 1 aardgas	4,7	-	29,5	75,1
HeraCless 1 waterstof	2,9	14,1	6,2	75,1
HeraCless 2 aardgas	21,1	-	62,1	5,3
HeraCless 2 waterstof	16,9	33,0	7,8	5,3
Gezondheidsultimatum	11,5	-	3,9	3,0

7.1 Energiedragers

Elektriciteit

Op het moment komt de grootste hoeveelheid energie van inkoop van kolen. Het grootste deel van deze kolen wordt gebruikt als grondstof, om het proces te verhitten en om elektriciteit mee op te wekken. Deze elektriciteit wordt voor een deel weer gebruikt bij Tata Steel, of bij andere processen op hetzelfde terrein. Overschotten aan elektriciteit worden verkocht (dit is het negatieve getal in Tabel 7).

Er zijn twee HeraCless 1-varianten; met aardgas en met waterstof. In beide varianten wordt 4 Mton staal per jaar geproduceerd via de traditionele route. De resterende 3 Mton/jaar wordt via de nieuwe route gemaakt, ofwel met aardgas met CCS of waterstof.



Als over aardgas geproduceerd wordt, moet er 12,3 PJ/jaar extra stroom worden voorzien, bij productie over waterstof 10,5 PJ/jaar stroom, met daarnaast de stroom die nodig is voor de productie van groene waterstof.

Na volledige omschakeling op DRP met aardgas (HeraCless 2) stijgt de elektriciteitsvraag verder naar 21,1 PJ/jaar. Voor reductie over waterstof is 16,9 PJ/jaar elektriciteit nodig (buiten waterstof). De elektriciteitsvraag bij productie over aardgas is waarschijnlijk wat hoger dan bij waterstof, om de CO₂ af te vangen.

Voor de plannen voor Gezondheidsultimatum is 11,5 PJ/jaar elektriciteit nodig.

De grote toename van de vraag naar elektriciteit in deze plannen vergt uiteraard opwek, maar ook de infrastructuur (netcapaciteit) om de elektriciteit te transporteren.

Aardgas

De vraag van TSN naar aardgas zal op korte termijn stijgen door de verduurzamingsplannen van Tata Steel. Na HeraCless 1 stijgt de aardgasvraag flink met 24,5 PJ/jaar. Ook als er met waterstof geproduceerd gaat worden, stijgt de aardgasvraag. Dan is er 1,2 PJ/jaar aardgas meer nodig dan nu. Dit aardgas wordt gebruikt om te voldoen aan de koolstofvraag in het staal.

Na HeraCless 2 stijgt de vraag naar aardgas verder. Er is voor die plannen 62 PJ/jaar per jaar aardgas nodig.

Voor de plannen van Gezondheidsultimatum is 3,9 PJ/jaar aardgas nodig.

De mogelijkheid om de extra stroombehoefte van de verschillende verduurzamingsplannen op te wekken met aardgas is buiten beschouwing gelaten.

Waterstof

De grote onzekerheid van de plannen van Tata Steel liggen rondom waterstof. Zij geven zelf aan dat zij overschakelen van aardgas op waterstof als waterstof 'beschikbaar en betaalbaar' is. In beide aspecten zijn er nog hordes te nemen.

Zowel de inkoop van waterstof als de lokale productie zijn markten die nog in de beginfase zijn staan. Er moet voldoende groene stroom worden opgewekt, er moeten hydrolyzers worden gebouwd, er moet een wereldwijde waterstofmarkt worden opgezet (met transport, conversie en vrijmaken), en leidingen en opslag worden gerealiseerd.

Voor de plannen van HeraCless 1 en 2 is respectievelijk 14,1 en 33 PJ waterstof nodig.

Hoeveel elektriciteit nodig is voor waterstofproductie is nog onzeker. De MIDDEN database houdt een efficiëntie aan van 50%. Dat zou betekenen dat voor 1 PJ waterstof, 2 PJ elektriciteit nodig is. Tata Steel heeft een overeenkomst met HyCC om een 100 MW elektrolyser te bouwen. HyCC verwacht hier 1,8 PJ/jaar te produceren (HyCC, n.d.). Volgens PBL (PBL, 2024) is 42% capaciteitsbenutting op dit moment realistischer, wat uitkomt op een productie van 1,3 PJ waterstof per jaar.

Voor de lokale productie van waterstof kan een inschatting worden gemaakt met wind op zee (WoZ). Momenteel levert 1 GW capaciteit WoZ 15,3 PJ per jaar op. De huidige planning is 21 GW wind op zee per 2030 (Rijksoverheid, 2024). Een grove rekensom levert dat TSN tot

wel 5,4 GW capaciteit wind op zee nodig heeft voor de plannen (HeraCless 2, met lokale waterstofproductie).

De waterstof kan ook geïmporteerd worden, dan bepaalt de importmethodes (als waterstof, ammoniak, LOHC, etc.), hoeveel extra elektriciteit gerealiseerd moet worden om deze waterstof vrij te maken.

7.2 CO₂-opslag

CCS

De tussentijdse plannen van HeraCless 1 en 2 gaan uit van directe reductie over aardgas. Hierbij moet de CO₂ die vrijkomt worden afgevangen (0,4 Mton CO₂/Mton staal). Dat is 1,2 Mton CO₂/jaar na HeraCless 1 en 2,8 Mton CO₂/jaar na HeraCless 2.

Er is nog geen operationele CCS-installatie in Nederland. Momenteel wordt een eerste CCS-project in Nederland gerealiseerd in het Rotterdamse havengebied (Porthos), maar deze is nog niet operationeel. Porthos is gepland voor 2,5 Mton CCS per jaar. CO₂-opslag van Tata Steel is hier niet in voorzien, maar om de CCS-behoefte van Tata Steel in deze context te plaatsen: TSN zou met HeraCless 1 hiervan al de helft innemen, en na HeraCless 2 meer dan de volledige capaciteit.

In Nederland wordt ook het Aramis CCS-project ontwikkeld¹⁹, met een uiteindelijke capaciteit van 22 Mton CO₂/jaar, maar deze is nog minder ver gevorderd dan Porthos. Als dat project wordt gerealiseerd zou TSN hierbij aan kunnen sluiten en gebruik kunnen maken van de Aramis infrastructuur. Een potentieel alternatief is transport van de CO₂ per schip naar ondergrondse opslaglocaties buiten Nederland op de Noordzee, zoals Yara Sluiskil van plan is vanaf 2025 in Northern Lights in Noorwegen²⁰.

7.3 Grondstoffen

Schroot

In de verduurzamingsplannen van Tata Steel en Gezondheidsultimatum stijgt de schrootvraag van 17% naar 30%. In de plannen van TSN stijgt de vraag naar schroot in 2030 van 1,2 naar 2,1 Mton schroot per jaar. Bij Gezondheidsultimatum stijgt de relatieve schrootvraag ook, maar door de productiedaling blijft deze in absolute getallen gelijk.

In Nederland was de totale hoeveelheid schroot 3,1 Mton in 2021 (CE Delft, 2021a). De schrootvraag in Europa en de rest van de wereld zal waarschijnlijk toenemen, het aanbod licht vervuild schroot zal ook iets toenemen.

¹⁹ [Aramis CCS | Homepage \(aramis-ccs.com\)](https://www.aramis-ccs.com)

²⁰ [Yara invests in CCS in Sluiskil and signs binding CO₂ transport and storage agreement with Northern Lights - the world's first cross-border CCS-agreement in operation | Yara International](https://www.yara.com/en/newsroom/news/yara-invests-in-ccs-in-sluiskil-and-signs-binding-co2-transport-and-storage-agreement-with-northern-lights-the-worlds-first-cross-border-ccs-agreement-in-operation)

HBI

De plannen van Gezondheidsultimatum vragen om flinke hoeveelheden HBI's. Voor de productie van 4 Mton staal per jaar, is evenveel ton HBI nodig²¹. Deze moeten worden ingekocht op de wereldmarkt of extern geproduceerd via een consortium. Voor de grootste duurzaamheidswinst moeten dit groene HBI's zijn, dat wil zeggen HBI's die zijn geproduceerd met groene waterstof en daarmee een lage CO₂-footprint hebben. De prijs van waterstof bepaalt in onze kostprijsberekening 42% van de kostprijs van DRI. Het is waarschijnlijk dat groene HBI's kunnen significant duurder zijn dan het huidige aanbod, en dit wordt significant bepaald door de prijs van waterstof op de productielocatie. Bij een waterstofprijs van € 1,50/kg is DRI maken met waterstof ongeveer 10% duurder dan met aardgas.

De totale mondiale productie van HBI's was 119 Mton in 2021, hiervan wordt minder dan 20% niet direct verder verwerkt op dezelfde locatie. De wereldmarkt is klein, en de vraag die TSN hierop zal uitoefenen bij grootschalige inkoop van HBI's is significant. Ook is er weinig groei van de HBI-markt geweest in de afgelopen 20 jaar, staalfabrikanten lijken voor het hele proces op 1 locatie te kiezen. Ook is de verwachte natuurlijke groei van beschikbare HBI's onzeker (Mazurak, 2024).

Voestalpine, eigenaar van o.a. twee staalfabrieken in Oostenrijk (zie het overzicht van de NW-Europese staalmarkt in Paragraaf 3.2 en Bijlage A.3), heeft voor de verduurzamingsplannen ook HBI's nodig, en heeft hiervoor een HBI-fabriek in Texas gekocht (Rothberger et al., 2023). In India bezit Tata Steel een DRI-fabriek met een capaciteit van 0,4 Mton HBI's/jaar (Tata Steel, 2024c).

Een Koreaanse staalfabrikant wil een HBI-fabriek bouwen in Australië en verder verwerken in Korea (SteelOrbis, 2023). In de VS is een HBI-fabriek gebouwd die deze producten vrij gaat verkopen (Cleveland Cliffs, 2024). Er zijn niet heel veel meer projecten bekend, die alleen HBI's gaan maken. Door zelf een HBI-fabriek te bouwen op een economisch gunstige plek, heeft Tata Steel de meeste zekerheid dat deze ook beschikbaar zijn om verder te verwerken in IJmuiden.

7.4 Kan aan deze voorwaarden worden voldaan?

Voor alle verduurzamingsplannen zijn een aantal knelpunten geïdentificeerd.

De plannen van Gezondheidsultimatum hebben direct de grootste stroomvraag. Dit valt binnen de huidige plannen van Nederland om flink uit te breiden in de opwekking van groene stroom. Het doel is om tegen die tijd 21 GW wind op zee te hebben geïnstalleerd, wat moet zorgen voor 335 PJ/jaar elektriciteit.

In principe kan Nederland deze stroomvraag dus aan. Dit geldt ook voor de stroomvraag van de HeraCless 1 plannen, als deze met aardgas worden uitgevoerd. Bij uitbreiding naar HeraCless 2 wordt de (directe) stroomvraag van TSN groter dan in de plannen van Gezondheidsultimatum. Ook dit is een hoeveelheid die realistisch groen kan worden opgewekt op de realisatiedatum.

²¹ Volgens MIDDEN: 0,98 ton DRI en 0,22 ton schroot voor 1 ton staal. Beide zijn geen pure grondstoffen en in de omzetting is er verlies via afgassen en slakken.



In deze studie is echter niet gekeken of TSN inderdaad dit deel van de opgewekte stroom kan gebruiken, er is ook niet gekeken naar de beschikbare infrastructuur en netcapaciteit om TSN van zoveel elektriciteit te voorzien.

Voor de groene waterstofproductie in Nederland en de waterstofimport zijn er nog veel onzekerheden. Dit geldt voor meer verduurzamingsplannen in Nederland die afhankelijk zijn van (goedkope) groene waterstof. Er moet flink worden geïnvesteerd in de infrastructuur en fabrieken. Waarschijnlijk wordt dit een combinatie van import en lokale productie. De huidige investeringsplannen zijn nog niet voldoende voor de waterstofvraag van Tata Steel. Bovendien wordt verwacht dat ook andere bedrijven en sectoren grote vraag naar groene waterstof zullen krijgen.

Voor de overgang naar waterstof wordt er gerekend op aardgas met CCS. CCS is momenteel in ontwikkeling, ook hierbij is daadwerkelijke realisatie nog onzeker al worden er wel al concrete stappen gezet om CCS in Nederland te realiseren. Eventueel alternatief is CO₂-transport naar een CCS-locatie elders op de Noordzee.

Voor de plannen van Gezondheidsultimatum is het de vraag of er wereldwijd voldoende HBI-productie is om ook in een groeiende vraag van TSN te voorzien.

Rondom de schroot- en aardgasvraag voorzien we minder grote knelpunten in de toekomstplannen.

7.5 Conclusie

De HeraCless verduurzamingsplannen hebben meer onzekerheden in de voorwaarden die nodig zijn voor de realisatie. Dit komt voornamelijk omdat het 'ambitieuze' plannen zijn, er wordt meer gebruik gemaakt van technieken en grondstoffen die nu nog minder ver gerealiseerd zijn. Onzekerheden in de uitrol van projecten in groene stroomproductie, waterstofinfrastructuur en CCS bepalen voor een deel het succes van deze plannen.

Voor het plan van Gezondheidsultimatum geldt dat er voldoende groene stroom en HBI's beschikbaar moet zijn. De ontwikkeling van voldoende groene stroom lijkt mogelijk gezien de ambities voor wind op zee, of er voldoende HBI's kunnen worden geïmporteerd is nog veel minder duidelijk.

Literatuur

- ArcelorMittal. (2021a). *ArcelorMittal plans major investment in German sites, to accelerate CO2 emissions reduction strategy and leverage the hydrogen grid.* <https://corporate.arcelormittal.com/media/news-articles/arcelormittal-plans-major-investment-in-german-sites-to-accelerate-co2-emissions-reduction-strategy-and-leverage-the-hydrogen-grid>
- ArcelorMittal. (2021b, September 28, 2021). *ArcelorMittal signs letter of intent with the governments of Belgium and Flanders, supporting €1.1 billion investment in decarbonisation technologies at its flagship Gent plant.* ArcelorMittal. <https://corporate.arcelormittal.com/media/press-releases/arcelormittal-signs-letter-of-intent-with-the-governments-of-belgium-and-flanders-supporting-1-1-billion-investment-in-decarbonisation-technologies-at-its-flagship-gent-plant>
- ArcelorMittal. (2022a). *ArcelorMittal accelerates its decarbonisation with a €1.7 billion investment programme in France, supported by the French Government.* <https://corporate.arcelormittal.com/media/press-releases/arcelormittal-accelerates-its-decarbonisation-with-a-1-7-billion-investment-programme-in-france-supported-by-the-french-government>
- ArcelorMittal. (2022b). *ArcelorMittal acquires majority stake in voestalpine's state-of-the-art HBI facility in Texas.* <https://corporate.arcelormittal.com/media/press-releases/arcelormittal-acquires-majority-stake-in-voestalpine-s-state-of-the-art-hbi-facility-in-texas#>
- ArcelorMittal. (2024a). *ArcelorMittal our mills.* <https://flateurpe.arcelormittal.com/>
- ArcelorMittal. (2024b). *Transformation in Bremen und Eisenhüttenstadt: Robert Habeck stellt Förderung von rund 1,3 Milliarden Euro in Aussicht.* <https://germany.arcelormittal.com/News-und-Medien/broker.jsp?uMen=3591e046-1fd8-581b-75c9-df6370c2f145&uTem=aaaaaaaa-aaaa-aaaa-aaaa-00000000042&uCon=e1e0e439-d1f6-d812-4502-ab132d1f1283>
- Balkan Green Energy News. (2023). *Europe's largest steel plant gets up to EUR 2 billion to transition to green hydrogen.* <https://balkangreenenergynews.com/europes-largest-steel-plant-gets-up-to-eur-2-billion-to-transition-to-green-hydrogen/>
- BBC. (2023, 08-02-2024). *British Steel set to cut up to 2,000 jobs in furnace closure plan.* <https://www.bbc.com/news/business-67332093>
- Berger, R. (2020). *The future of steelmaking.*
- CBS. (2018). *30 procent staalexport naar Duitsland.* <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/17/30-procent-staalexport-naar-duitsland>
- CBS. (2022). *National Accounts 2021 tables.* <https://www.cbs.nl/en-gb/custom/2022/27/national-accounts-2021-tables>
- CBS. (lopend). *Stikstofemissies naar lucht.* <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/dossier-stikstof/stikstofemissies-naar-lucht>
- CE Delft. (2021a). *CO2-besparing door recycling van in Nederland verhandeld ferro- en non ferroschroot.* <https://ce.nl/publicaties/co2-besparing-door-recycling-van-in-nederland-verhandeld-ferro-en-non-ferroschroot/>
- CE Delft. (2021b). *Emissiefactor elektriciteit uit fossiele bronnen.* RVO. https://www.rvo.nl/sites/default/files/2022-05/CE_Delft_210338_Emissiefactor_Elektriciteit_Fossiele_Bronnen_DEF.pdf
- CE Delft. (2021c). *Groeiprojecties energie-intensieve industrie. Referentiescenario's voor impactanalyse klimaatbeleid.* <https://ce.nl/publicaties/groeiprojecties-energie-intensieve-industrie-referentiescenarios-voor-impactanalyse-klimaatbeleid/>
- CE Delft, & TNO. (2023). *Afnameverplichting groene waterstof.* <https://ce.nl/publicaties/afnameverplichting-groene-waterstof/>



- Cleveland Cliffs. (2024, 01/2024). *Toledo DR Plant*. Cleveland-Cliffs Inc. https://d1io3yog0oux5.cloudfront.net/_bdf01f6a141b0e04f61f53c445afefb1/clevelandcliffs/db/1170/10171/fact_sheet/CLF_FactSheet_DRPlant_012024.pdf
- De Santis, M., Di Donato, A., Kempken, T., Hauck, T., Draxler, M., Sormann, A., Queipo, P., Szulc, W., Croon, D., Ghenda, J.-T., Wang, C., Pierret, J.-C., & Borlee, J. (2021). *Green steel for Europe - investment needs*. <https://www.estep.eu/assets/Uploads/GreenSteel-D2.2-Investment-Needs-Publishable-version.pdf>
- Dillinger. (2022). *Supervisory boards decide: green steel will be produced in the Saar region*. <https://www.dillinger.de/d/en/news/press-releases/supervisory-boards-decide-green-steel-will-be-produced-in-the-saar-region-102842.shtml>
- Dillinger. (2023). *Milestone on the path to green transformation*. <https://www.dillinger.de/d/en/news/press-releases/milestone-on-the-path-to-green-transformation-110199.shtml>
- EC. (2013). *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Iron and Steel Production*. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/ea047e8-644c-4149-bdcb-9dde79c64a12>
- EC. (2023a). *Commission approves €2.6 billion German State aid measure to support Stahl-Holding-Saar decarbonise its steel production through hydrogen use*. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_6647
- EC. (2023b). *Staatssteun: Commissie keurt Belgische maatregel van €280 miljoen goed voor steun aan ArcelorMittal om staalproductie te decarboniseren*. Europese commissie. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/nl/ip_23_3404
- EEA. (2022). *Air pollutants emission inventory*.
- EEA. (2024a). *The costs to health and the environment from industrial air pollution in Europe 2024 update (24/2023)*.
- EEA. (2024b). *The costs to health and the environment from industrial air pollution in Europe - 2024 update*. Retrieved 21-02 from <https://www.eea.europa.eu/publications/the-cost-to-health-and-the>
- EEA. (2024c). *Estimating the external costs of industrial air pollution: Trends 2012-2021, Technical note on the methodology and additional results*.
- Elberse, J. E., Mooibroek, D., Teeuwisse, S., Mennen, M. G., & Hoogerbrugge, R. (2021). *Onderzoek naar de herkomst van neergedaald stof en stoffen in de lucht in de IJmond regio*. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2021-0216.pdf>
- Energieia. (2024, 8-4-2024). *Uniper stelt besluit uit over elektrolyser op de Maasvlakte*. Energieia. <https://energieia.nl/uniper-stelt-besluit-uit-over-elektrolyser-op-de-maasvlakte/>
- Eurofer. (2019). *Map of EU steel production sites*. https://www.eurofer.eu/assets/Uploads/Map-20191113_Eurofer_SteelIndustry_Rev3-has-stainless.pdf
- Eurostat. (2023). *Electricity price statistics*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity_price_statistics
- Follow the Money. (2024, 6-4-2024). *Waarom Nederland twintig jaar achterloopt met het meten van de uitstoot van Tata Steel*. <https://www.ftm.nl/artikelen/nederland-meet-al-twintig-jaar-niet-uitstoot-van-tata-steel>
- Gezondheidsultimatum. (2024). *Tata Steel en overheid: geef onze gezondheid prioriteit*. <https://gezondheidsultimatum.nl/>
- GMK Center. (2023, 08-02-2024). *H2 Green Steel: a startup shaping the future of green steel industry*. <https://gmk.center/en/posts/h2-green-steel-a-startup-shaping-the-future-of-green-steel-industry/>
- H2Green Steel. (2023). *H2 Green Steel raises €1.5 billion in equity to build the world's first green steel plant*. <https://www.h2greensteel.com/latestnews/h2-green-steel-raises-15-billion-in-equity-to-build-the-worlds-first-green-steel-plant>



- H2Green Steel. (2024). *Questions and answers about our establishment in Boden*. <https://www.h2greensteel.com/questions-and-answers-about-our-establishment-in-boden#:~:text=How%20many%20employees%20will%20you,and%20maintenance%20technicians%2C%20among%20others.>
- H-vision. (2019). *Blue hydrogen as accelerator and pioneer for energy transition in the industry*.
- High North News. (2023, 08-02-2024). *Fossil-Free Sponge Iron for the Steel Industry: Receives SEK 3 Billion for Plants in Northern Sweden*. <https://www.highnorthnews.com/en/fossil-free-sponge-iron-steel-industry-receives-sek-3-billion-plants-northern-sweden>
- Houtpellets Online EU. (ongoing). *Kostenbesparing Pellets tov Gas*.
- HyCC. (n.d.). *H2ermes project*. H2ermes. <https://h2ermes.nl/project/>
- ICIS. (2003). *Prices up slightly for ground calcium carbonate*. <https://www.icis.com/explore/resources/news/2003/12/05/540629/prices-up-slightly-for-ground-calcium-carbonate/>
- Indexbox. (2024, 1 April 2024). *World - Dolomite - Market Analysis, Forecast, Size, Trends And insights*. <https://www.indexbox.io/search/dolomite-cost-per-ton/>
- Kalavasta. (2023). *Impactanalyse belastingmaatregelen basisindustrie*. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2023/09/19/impactanalyse-afschaffing-vrijstelling-duaal-verbruik-kolen>
- Krommenhoek Metals. (2024). *Scrap steel price*. <https://www.kh-metals.nl/en/scrap-metal/scrap-steel-price/>
- Lokale Energie Overijssel. (lopend). *Opstartsubsidies*. Lokale energie Overijssel. <https://www.lokaleenergieoverijssel.nl/financiering/opstartsubsidies/>
- Mazurak, R. (2024). *Outlook for DRI Production and Use*. <https://www.midrex.com/tech-article/outlook-for-dri-production-and-use/>
- McKinsey & Company. (2021). *The future of the European steel industry* (Metals & Mining practice, Issue). https://www.mckinsey.com/~/_media/mckinsey/industries/metals%20and%20mining/our%20insights/the%20future%20of%20the%20european%20steel%20industry/the-future-of-the-european-steel-industry_vf.pdf
- Medium. (2023). *U.S. Quicklime Price Dips to \$201/ton Following Two Straight Months of Contraction*. <https://medium.com/@indexbox-global/u-s-quicklime-price-dips-to-201-ton-following-two-straight-months-of-contraction-f71cfc02e924>
- NEa. (2021a, 24-6-2021). *Bijlage 1 vervangend nationaal toewijzingsbesluit - Excel*. Nederlandse Emissieautoriteit Dutch Emissions Authority. <https://www.emissieautoriteit.nl/onderwerpen/toewijzing-2021-2030/documenten/publicatie/2021/06/24/bijlage-1-vervangend-nationaal-toewijzingsbesluit---excel>
- NEa. (2021b, 5 mei 2020). *Emissiecijfers 2013 - 2020*. Nederlandse Emissieautoriteit (NEa). Retrieved 14 september from <https://www.emissieautoriteit.nl/documenten/publicatie/2021/05/05/ets-uitstoot-2020>
- NEa. (2022). *Emissiecijfers 2021-2022*. <https://www.emissieautoriteit.nl/onderwerpen/rapportages-en-cijfers-eu-ets/documenten/publicatie/2022/04/14/emissiecijfers-2021>
- NEa. (lopend). *Algemene en praktische informatie CBAM*. Retrieved 08-05 from <https://www.emissieautoriteit.nl/onderwerpen/algemeen-cbam>
- NEA. (n.d.). *CBAM vanaf 2026*. Nederlandse Emissieautoriteit. <https://www.emissieautoriteit.nl/onderwerpen/cbam-vanaf-2026/aangifte#:~:text=Bedrijven%20die%20onder%20het%20EU,en%20in%202027%20om%2095%25.>



- Nieuw Elan, CDA, GroenLinks, PvdA, D66, ChristenUnie, SP;, SGP, & RijnGouweLokaal. (2017). *Initiatiefvoorstel: Doorbraak voor een Duurzaam Alphen op weg naar 2050: een groene stad met lef.*
- Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied. (2023). *De beoordeling en afhandeling van meldingen ongare kooks.* <https://tata.odnzk.nl/de-beoordeling-en-afhandeling-van-meldingen-ongare-kooks/>
- Parkes, R. (2024, 21-2-2024). Green hydrogen is too expensive to use in our EU steel mills, even though we've secured billions in subsidies. *Hydrogeninsight.* <https://www.hydrogeninsight.com/industrial/green-hydrogen-is-too-expensive-to-use-in-our-eu-steel-mills-even-though-weve-secured-billions-in-subsidies/2-1-1601199>
- PBL. (2018). *Negatieve emissies - Technisch potentieel, realistisch potentieel en kosten voor Nederland.* https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2017-negatieve-emissies-technisch-potentieel-realistisch-potentieel-en-kosten-voor-nederland_2606.pdf
- PBL. (2019). *Decarbonisation options for the Dutch steel industry.* https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2019-decarbonisation-options-for-the-dutch-steel-industry_3723.pdf
- PBL. (2021a). *Klimaat en Energieverkenning 2021.*
- PBL. (2021b). *MIDDEN database.* <https://www.pbl.nl/en/middenweb/the-database>
- PBL. (2022). *Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2022.* <https://www.pbl.nl/publicaties/klimaat-en-energieverkenning-2022>
- PBL. (2024). *Eindadvies Basisbedragen SDE++ 2024.* <https://www.pbl.nl/system/files/document/2024-03/pbl-2024-eindadvies-sde-plus-plus-2024-5040.pdf>
- PEFApparelFootwear. (2023). *Timeline and actions - an iterative process.* In.
- Reuters. (2024, 12 April 2024). *Thyssenkrupp to reduce Duisburg steel production capacity and cut jobs.* <https://www.reuters.com/markets/commodities/thyssenkrupp-steel-reduce-production-capacity-cut-jobs-2024-04-11/>
- Rijksoverheid. (2024). *Windenergie op zee.* Rijksoverheid. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/windenergie-op-zee>
- RIVM. (2011a, 02-11-2018). *Metalen.* RIVM. <https://www.rivm.nl/binnenmilieu/chemische-stoffen-in-huisstof/metalen>
- RIVM. (2011b, 02-11-2018). *Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's).* RIVM. <https://www.rivm.nl/binnenmilieu/chemische-stoffen-in-huisstof/polycyclische-aromatische-koolwaterstoffen-pak-s#:~:text=PAK%27s%20zijn%20een%20groep%20organische,lichaam%20door%20voedin g%20en%20inademing.>
- RIVM. (2023). *De bijdrage van Tata Steel Nederland aan de gezondheidsrisico's van omwonenden en de kwaliteit van hun leefomgeving.* <https://www.rivm.nl/publicaties/bijdrage-van-tata-steel-nederland-aan-gezondheidsrisicos-van-omwonenden-en-kwaliteit>
- RIVM. (lopend-a). *Luchtkwaliteit - Stikstofdioxide.* RIVM. <https://www.rivm.nl/ggd-richtlijn-medische-milieukunde-luchtkwaliteit-en-gezondheid/gezondheidseffecten-luchtverontreiniging/luchtkwaliteit-stikstofdioxide>
- RIVM. (Lopend-b). *Luchtverontreinigende stoffen deeltjes- en gasvormig.* RIVM. <https://www.rivm.nl/ggd-richtlijn-medische-milieukunde-luchtkwaliteit-en-gezondheid/blootstelling-aan-luchtverontreiniging/stoffen-deeltjes-en-gasvormig>
- RIVM. (ongoing). *Luchtkwaliteit - fijn stof.* RIVM. <https://www.rivm.nl/ggd-richtlijn-medische-milieukunde-luchtkwaliteit-en-gezondheid/gezondheidseffecten-luchtverontreiniging/luchtkwaliteit-fijn-stof>
- Rothberger, J., Millner, R., & Sterrer, W. (2023). *The New Age of Hot Briquetted Iron (HBI): How will the Steel Industry Transform?* Midrex. <https://www.midrex.com/tech->



- [article/the-new-age-of-hot-briquetted-iron-hbi-how-will-the-steel-industry-transform/](#)
- S&P Global. (2024). *Tata Steel UK to close both blast furnaces this year, new EAF to start production 2027*. <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/metals/011924-tata-steel-uk-to-close-both-blast-furnaces-this-year-new-eaf-to-start-production-2027#:~:text=Tata%27s%20blast%20furnaces%20in%20the,it%20will%20use%20local%20scrap.>
- Salzgitter AG. (2023). *Salzgitter AG receives official notice of government funding for the SALCOS® low-CO2 steel production program*. <https://www.salzgitter-ag.com/en/newsroom/press-releases/details/salzgitter-ag-receives-official-notice-of-government-funding-for-the-salcosr-low-co2-steel-production-program-20702.html>
- Salzgitter Salcos. (2024). *Our program SALCOS*. <https://salcos.salzgitter-ag.com/en/salcos.html>
- Samsom, D. (2024, 28-03-2024). Ik knikte beleefd naar de minister van Mauritanië, maar ineens had hij mijn volle interesse. *Volkscrant*. <https://www.volkscrant.nl/columns-opinie/ik-knikte-beleefd-naar-de-minister-van-mauritanie-maar-ineens-had-hij-mijn-volle-interesse-bf4ee957/>
- Sifakis, N., Kalaitzakis, K., & Tsoutsos, T. (2021). Integrating a novel smart control system for outdoor lighting infrastructures in ports. *Energy Conversion and Management*. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/77895782/J.55-libre.pdf?1641144480=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIntegrating_a_novel_smart_control_system.pdf&Expires=1704274562&Signature=PousFqhb15AAozLXOu855BPWn0W68BBF0cEDhB2u0qSpRIRkaH-LHosJCPT5d5-aVoJ2xQ0cX3768tQXfhRtnp-bUpplQw9NqKCVRCHn0OC5gWl1-CYnySdcmOvw8XbNltQuEsBzosmsvCqrMaxCTr7QwMnMhAZ1YR2jrsJsmzrFLhuPL4gJKYGcp0SHjgQuU6gLPZMsmYn-C01uazXIsAsYwoS2CqM3hNnTJoq6DAfPV3u5ZH-3V--YA7zl3n5i94SUy-z-n84J-edZktwWKmeZviMCXc6gUckuZ-LTqcksMoelGuuPfmMkLYQSPCP6IddWU6-q54akaTX0xkG06g_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- SSAB. (2022, 15-06-2022). *Timeline for HYBRIT and fossil-free steel*. <https://www.ssab.com/en/company/sustainability/sustainable-operations/hybrit-phases>
- SSAB. (2023a). *SSAB's Transformation to a Fossil Free Steel Company with HYBRIT*.
- SSAB. (2023b). *Transforming from a position of strength*. <https://www.ssab.com/en/company/about-ssab/the-earth-calls-for-action/transforming-from-a-position-of-strength>
- Statista. (2023). *Apparent crude steel use per capita in the Netherlands from 2009 to 2021*. <https://www.statista.com/statistics/544882/apparent-crude-steel-use-per-capita-netherlands/>
- Steelanol. (ongoing). *Homepage Steelanol : Steelanol recycles carbon into sustainable, advanced bio-ethanol*. <http://www.steeanol.eu/en>
- SteelOrbis. (2023, 19-12-2023). *Posco plans to build HBI plant at port Hedland*. Retrieved 08-05 from <https://www.steelorbis.com/steel-news/latest-news/posco-plans-to-build-hbi-plant-at-port-hedland-1319982.htm>
- Stichting Reclame Code. (2023, 26-10-2023). *Uitspraken*. <https://www.reclamecode.nl/uitspraken/resultaten/overige-geen-passende-categorie-2023-00373/451934/>
- Stooker, C., & Wagenaar, A. (2023, 12-11-2023). CEO Tata Steel: 'Dit plan is goedkoper, mooi toch?'. *Financieel Dagblad*,. <https://fd.nl/bedrijfsleven/1495626/ceo-tata-steel-dit-plan-is-goedkoper-mooi-toch#:~:text=%27,->



- [Caitlin%20Stoeker%20Albert&text=Tata%20Steel%20moet%20flink%20op,risico%27s%20en%20een%20realistische%20planning.](#)
- Strezov, V., Evans, A., & Evans, T. (2013). Defining sustainability indicators of iron and steel production. *Journal of Cleaner Production*, 2013, 66-70.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.01.016>
- Tata Steel. (2011). *Port Talbot Works, Visitor guide*,.
<https://www.scribd.com/document/461553899/Tata-PT-Visitor-Leaflet-Interactive>
- Tata Steel. (2023a). *Duurzaamheidsverslag 2022/2023*.
<https://www.tatasteelnederland.com/sites/tatasteelnl/files/tata-steel-duurzaamheidsverslag-2022-2023.pdf>
- Tata Steel. (2023b). *Sustainability Report 2021-2023 Tata Steel's UK business*.
<https://www.tatasteeurope.com/sites/default/files/tata-steel-uk-sustainability-report-2021-2023.pdf>
- Tata Steel. (2024a). *Brief Groen Staal van Tata Steel*.
<https://app.1848.nl/document/tkapi/15386>
- Tata Steel. (2024b). *Tata Steel's UK plan to decarbonise*. Retrieved 08-02 from
<https://www.tatasteeurope.com/sustainability/green-steel-future-uk>
- Tata Steel. (2024c). *Tata Steel Group Companies*.
<https://www.tatasteel.com/corporate/our-organisation/tata-steel-group-companies/>
- Tata Steel. (2024d). *Zicht op een sterke, schone toekomst. Groen Staal-plan*. Tata Steel,.
<https://www.tatasteelnederland.com/groen-staal-en-duurzaamheid/CO2-neutraal-staal>
- Tata Steel. (n.d.). *Van ijzererts naar eindproduct in vogelvlucht*.
<https://www.tatasteelnederland.com/Hoe-maken-we-staal/Het-proces-van-staal-maken>
- The Guardian. (2019, 20-02-2024). Want to save the UK steel industry? Brexit isn't the answer. <https://www.theguardian.com/commentisfree/2019/may/26/uk-steel-industry-brexit-eu-damage-exports>
- The Guardian. (2024, 08-02-2024). 'Devastating': Port Talbot steelworks to shut blast furnaces and shed up to 2,800 jobs.
<https://www.theguardian.com/business/2024/jan/19/port-talbot-steelworks-blast-furnaces-to-close-costing-almost-3000-jobs-tata>
- ThyssenKrupp. (ongoing). *tkH2Steel®: With hydrogen to carbon-neutral steel production*.
<https://www.thyssenkrupp-steel.com/en/company/sustainability/climate-strategy/climate-strategy.html>
- TRADEKEY. (2024). *Hot briquetted iron HBI*. <https://www.tradekey.com/product-free/Hot-Briquetted-Iron-hbi--7801067.html>
- Trading Economics. (2024). *Iron ore*. <https://tradingeconomics.com/commodity/iron-ore>
- TSN Groen. (2021). *Green Dynamics*. <https://tsngroen.nl/green-dynamics/>
- Turboden. (2023). *Solutions - Oil & Gas*. Turboden.
<https://www.turboden.com/solutions/1054/oil-gas>
- Voelker, B., & Boyle, S. (2022). *Getting the Most From Direct Reduced Iron - Operational Results of MIDREX® Hot Transport-Hot Charging*. Midrex.
<https://www.midrex.com/tech-article/getting-the-most-from-direct-reduced-iron-operational-results-of-midrex-hot-transport-hot-charging/>
- Voestalpine. (2023a). *Environmental Report 2023 Updated environmental report for the Linz, Steyrling and Traisen locations*.
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjvvpPWgJ6EAXWrzAIHHQAiB-QQFnoECA4QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.voestalpine.com%2Fstella%2Fcontent%2Fdownload%2F60161%2Ffile%2FUmwelterklaerung_2023_EN_20231128.pdf&usg=AOvVaw0RWQKkzNfIjKkzLs1WAhI5&opi=89978449



- Voestalpine. (2023b). *Green electricity for future steel production in Donawitz*.
<https://www.voestalpine.com/blog/en/sustainability/greentec-steel-en/green-electricity-for-future-steel-production-in-donawitz/>
- Voestalpine. (2023c). *voestalpine Supervisory Board approves EUR 1.5 billion for further decarbonization*. Retrieved 07-02 from
<https://www.voestalpine.com/group/en/investors/ad-hoc-news/2023-03-22-voestalpine-supervisory-board-approves-eur-1-5-billion-for-further-decarbonization-00001/>
- Wagenaar, N. (2023). Brussel keurt €2,9 mrd staatssteun voor ArcelorMittal en ThyssenKrupp goed. *Financiële Dagblad*.
<https://fd.nl/bedrijfsleven/1483378/brussel-keurt-2-9-mrd-staatssteun-voor-arcelormittal-en-thyssenkrupp-goed>
- WalesOnline. (2024). Is Port Talbot steelworks really losing £1m a day?
<https://www.walesonline.co.uk/news/wales-news/port-talbot-steelworks-really-losing-28537874>
- Yu, W., & Thurston, G. D. (2023). An interrupted time series analysis of the cardiovascular health benefits of a coal coking operation closure. *Environmental Research: Health*, 1(4), 045002.



A Verduurzamingsplannen Noordwest Europa

A.1 België

Eigenaar	ArcelorMittal
Locatie	Gent, België
Huidige productiecapaciteit (Eurofer, 2019)	5 Mton/jr staal
Huidige uitstoot	9 MtonCO ₂ /jr
Uitstootreductie	3,9 MtonCO ₂ /jr
Projectkosten vergroening	€ 1.100.000.000
Subsidie toegezegd	€ 280.000.000

In België is de grootste staalproducent ArcelorMittal in Gent. De huidige fabriek bestaat uit twee sinterfabrieken, één cokesfabriek, twee hoogovens en een Oxystaalafabriek (ArcelorMittal, 2024a).

ArcelorMittal Gent ligt binnen 5 kilometer op drie dorpen: Zelzate met 13.000 inwoners, Wachtebeke met 7.500 inwoners en Ertvelde met 10.000 inwoners. Het ligt op 15 kilometer van Gent met 270.000 inwoners, en 40 kilometer van Antwerpen met 540.000 inwoners.

ArcelorMittal wil het proces verduurzamen door één DRP (2,5 Mton/jaar) en twee EAFs te bouwen. De DRP moet in 2026 opgeleverd worden en zal voorlopig aardgas gebruiken, wat later vervangen moet worden door waterstof. De productie zal worden verschoven van hoogoven A naar de nieuwe DRP. Per 2030 moet hierdoor 3 Mton CO₂/jaar verminderd worden.

Voor dit project is € 1,1 miljard nodig, waarvan € 290 miljoen wordt gesubsidieerd door de Belgische overheden (EC, 2023b).

Hoogoven B is na ombouw opgeleverd in 2021, dit werkt nog steeds via het hoogovenproces. De vergroeningsmaatregelen bestaan uit twee stappen, samen moeten deze zorgen voor een CO₂-vermindering van 0,9 Mton CO₂/jaar (ArcelorMittal, 2021b).

- Torero: de kooks zijn niet langer gemaakt uit steenkool, maar vervangen door kooks uit afval uit andere industrieën zoals snoeiafval of plasticafval.
- Steelanol: De CO₂ wordt afgevangen en biologisch omgezet naar alcohol.

A.2 Frankrijk

In Frankrijk zijn twee ruwijzerproducenten: in Duinkerken en Fos-sur-mer, allebei in het bezit van ArcelorMittal. De projectkosten en subsidie voor de vergroening is alleen bekend voor de projecten van zowel Duinkerken als Fos-sur-Mer. De totale projectkosten zijn € 1,7 miljard, waarvan de Franse overheid € 850 miljoen bijlegt.



ArcelorMittal - Duinkerken

Locatie	ArcelorMittal
	Duinkerken en Fos-sur-mer, Frankrijk
Huidige productiecapaciteit Duinkerken (Eurofer, 2019)	6,75 Mton/jr staal
Huidige productiecapaciteit Fos-sur-mer (Eurofer, 2019)	5,1 Mton/jr staal
Huidige uitstoot	20 MtonCO ₂ /jr
Uitstootreductie	7,8 MtonCO ₂ /jr
Projectkosten vergroening (totaal Frankrijk)	€ 1.700.000.000
Subsidie toegezegd (totaal Frankrijk)	€ 850.000.000

ArcelorMittal Duinkerken heeft twee sinterfabrieken, één kookoven, drie hoogovens en drie Oxystaal fabrieken (ArcelorMittal, 2024a). Deze fabriek ligt in Duinkerken, met 85.000 inwoners.

ArcelorMittal wil verduurzamen in Duinkerken door 1 DRP (2,5 Mton/jaar) te bouwen, een ‘innovatieve’ elektrische oven en een EAF. Dit moet worden opgeleverd in 2027, waarna de productie van twee van de drie hoogovens moet worden verplaatst naar de nieuwe installatie. Dit zal per 2030 gereed zijn (ArcelorMittal, 2022a). Er wordt niet uitgelegd wat deze ‘innovatieve’ elektrische oven zal zijn, mogelijk is dit een REF, waarmee een groter bereik aan staalproducten gemaakt kan worden dan met een EAF. Deze technologie is nog nergens bewezen.

De DRP zal eerst gaan draaien op aardgas, dit moet worden uitgefaseerd richting blauwe en groene waterstof.

ArcelorMittal Fos-sur-mer

In Fos-sur-mer staat één sinterplant, cokesplant, twee hoogovens en twee Oxystaal-fabrieken (ArcelorMittal, 2024a). Fos-sur-Mer heeft zelf 15.000 inwoners. Op 5 km ligt Port de Bouc met 17.000 inwoners, op 10 km Martigues met 50.000 inwoners en op 40 km ligt Marseille met 870.000 inwoners.

In Fos-sur-Mer wordt een EAF gebouwd (per 2027) waarnaar de productie stapsgewijs zal worden verplaatst, een van de hoogovens zal per 2030 worden stilgezet. Er wordt hiermee ingezet op een groter aandeel schroot in deze fabriek.

Op de overgebleven hoogoven wordt ingezet op het Steelanol-proces, net zoals in Gent. Hierbij worden de afgassen van de hoogoven worden biologisch omgezet naar alcohol. Het is nog niet bekend wanneer deze zal worden gebouwd.

A.3 Oostenrijk

In Oostenrijk zijn twee staalfabrieken van dezelfde eigenaar: in Linz en Donawitz, beide in het bezit van Voestalpine.

Linz

Eigenaar	Voestalpine
Locatie	Linz, Oostenrijk
Huidige productiecapaciteit (Eurofer, 2019)	6 Mton/jr staal
Huidige uitstoot	10 MtonCO ₂ /jr
Uitstootreductie	2,6 MtonCO ₂ /jr
Projectkosten vergroening (totaal Oostenrijk)	€ 1.500.000.000
Subsidie toegezegd (totaal Oostenrijk)	nog niet bekend

In Linz bestaat de fabriek uit één sinterfabriek, één cokesfabriek, drie hoogovens, één grote (twee derde van de productie) en twee kleine (een zesde van de productie elk), en een Oxystaalfabriek. Linz heeft 207.000 inwoners.

Op beide Oostenrijkse staalproductielocaties zal een EAF worden geïnstalleerd. Deze moet worden opgeleverd per 2027. In Linz moet dit 1,6 Mton/jaar groen staal opleveren. Hiervoor wordt 1 kleine hoogoven gesloten. In 2030 zal een volgende hoogoven worden vervangen door een EAF, dit zal € 500 miljoen extra kosten. Er wordt voorlopig geen DRP gepland, zij overwegen dit wel (Voestalpine, 2023a).

Op het moment produceert Voestalpine Linz met een intensiteit van 1,65 tonCO₂/ton staal.

Voor de productie van nieuw staal gaat Voestalpine HBI's inkopen uit Amerika (420 kton/jaar), naast schrootstaal. Deze zullen zij gaan importeren uit Texas (ArcelorMittal, 2022b). Hiermee kunnen zij met EAF toch de volledige range aan staalproducten blijven maken. Deze HBI-fabriek ligt op 3 km van Portland (15.000 inwoners) en 15 km (aan de andere kant van de baar) van Corpus Christi (250.000 inwoners).

De kosten voor het vergroeningsplan zijn € 1,5 miljard (Voestalpine, 2023c). Het is nog niet duidelijk of Oostenrijk een subsidiebijdrage zal doen voor de vergroeningsplannen (Voestalpine, 2023a).

Donawitz

Eigenaar	Voestalpine
Locatie	Donawitz, Oostenrijk
Huidige productiecapaciteit (Eurofer, 2019)	1,6 Mton/jr staal
Huidige uitstoot	8,9 MtonCO ₂ /jr
Uitstootreductie	1,4 Mton CO ₂ /jr
Projectkosten vergroening (totaal Oostenrijk)	€ 1.500.000.000
Subsidie toegezegd (totaal Oostenrijk)	Nog niet bekend

In Donawitz staan twee hoogovens en twee Oxystaalfabrieken. Het ligt in Leoben met 24.000 inwoners.

In 2027 moet een EAF een hoogoven vervangen. Deze moet de capaciteit hebben van 0,85 Mton groen staal per jaar (Voestalpine, 2023a). Hierna (rond 2032) zal de volgende hoogoven met een EAF worden vervangen, deze kosten zitten nog niet in bovenstaande tabel.

In Donawitz overwegen ze een nieuwe technologie, met waterstof-plasma om ruwstaal te maken (Voestalpine, 2023b). Om de grondstoffen van de hoogoven te vervangen zullen ook hier HBI's geïmporteerd worden uit Texas (ArcelorMittal, 2022b), dit wordt aangevuld met schrootstaal.

A.4 Duitsland

In Duitsland zijn vier staalproducenten: SHS, een conglomeraat wat in Dillingen en Völklingen staal produceert. ArcelorMittal produceert staal in Bremen en Eisenhüttenstadt. Ook heeft ArcelorMittal een kleine productielocatie die al werkt op het DRP-EAF-proces in Hamburg. Deze produceert 100 kton/jr en wordt hier buiten beschouwing gelaten.

Salzgitter AG is een staalfabriek in Salzgitter.

In Duisburg staat de grootste staalfabriek van Europa, ThyssenKrupp.

Dillingen en Völklingen

Eigenaar	SHS
Locatie	Dillingen en Völklingen, Duitsland
Huidige productiecapaciteit	6 Mton/jr staal
Huidige uitstoot	MtonCO ₂ /jr
Uitstootreductie	4,9 MtonCO ₂ /jr
Projectkosten vergroening	€ 3.500.000.000
Subsidie toegezegd	€ 2.600.000.000

SHS heeft twee staalfabriek in Dillingen en Völklingen (Saarstahl). Op de Dillingen locatie staan twee hoogovens en twee Oxystaalfabrieken. Dillingen heeft 20.000 inwoners.

Op de Völklingen locatie staan drie Oxystaal-installaties. Völklingen heeft 40.000 inwoners.

In het vergroeningsplan zal een DRP (2,5 Mton/jaar staal) en een EAF worden neergezet op de Dillinger locatie. Deze moeten opgeleverd worden in 2027, waarbij een hoogoven wordt gesloten in 2030 (Dillinger, 2022).

Op de Völklingen locatie zal een EAF worden neergezet (Dillinger, 2022), hiervoor zal een Oxystaalfabriek worden gesloten. De twee EAFs zullen samen 3,5 Mton staal kunnen produceren.

Er wordt voor 2045 een tweede DRP gepland (Dillingen), en twee extra EAFs (een per locatie). Deze projectkosten worden in totaal geschat op € 3,5 miljard, waarvan Duitsland € 2,6 miljard zal betalen (Dillinger, 2023), (EC, 2023a).

Bremen

Eigenaar	ArcelorMittal
Locatie	Bremen, Duitsland
Huidige productiecapaciteit	3,8 Mton/jr staal
Huidige uitstoot	MtonCO ₂ /jr
Uitstootreductie	6,3 MtonCO ₂ /jr
Projectkosten vergroening (met Eisenhüttenstadt)	€ 2.550.000.000
Subsidie toegezegd (met Eisenhüttenstadt)	€ 1.300.000.000

De staalfabriek van ArcelorMittal in Bremen bestaat uit één cokesfabriek, één sinterfabriek, twee hoogovens en twee Oxystaal fabrieken (ArcelorMittal, 2024a). Het ligt op 10 km van het stadscentrum van Bremen met 565.000 inwoners.

In 2021 is een hoogoven omgebouwd om te kunnen werken met aardgas. Hiernaast zal een DRP en EAF worden gebouwd. Deze zal eerst op aardgas werken, totdat er voldoende groene waterstof beschikbaar is (ArcelorMittal, 2021a).

De DRI die in Bremen wordt geproduceerd wordt deels verwerkt in Bremen zelf, en deels in Eisenhüttenstadt. In Eisenhüttenstadt is nog niet voldoende waterstof beschikbaar. Deze twee projecten samen zullen 3,4 Mton/jaar aan staalproductie opleveren.

De projectkosten zijn samen met het project in Eisenhüttenstadt 2,5 miljard, waarvan Duitsland 1,3 miljard zal betalen (ArcelorMittal, 2024b).

Eisenhüttenstadt

Eigenaar	ArcelorMittal
Locatie	Eisenhüttenstadt, Duitsland
Huidige productiecapaciteit	2,4 Mton/jr staal
Huidige uitstoot	MtonCO ₂ /jr
Uitstootreductie	MtonCO ₂ /jr
Projectkosten vergroening	€ 1.250.000.000
Subsidie toegezegd	€ 500.000.000

De staalfabriek van ArcelorMittal in Eisenhüttenstadt bestaat uit één sinterfabriek, één hoogoven en twee Oxystaal fabrieken (ArcelorMittal, 2024a). De stad telt 23 000 inwoners.

Er is al een hoogoven omgebouwd om in plaats van met cokes, met aardgas te worden gevoed. Het plan is om hier een 'innovatieve DRP-pilot' neer te zetten. Daarnaast wordt hier een EAF gepland. De DRP-pilot zal gevoed worden met waterstof uit aardgas, totdat er voldoende beschikbaar is (ArcelorMittal, 2021a).

De projectkosten zijn samen met het project in Bremen € 2,55 miljard, waarvan Duitsland € 1,3 miljard zal betalen (ArcelorMittal, 2024b).

Salzgitter

Eigenaar	Salzgitter
Locatie	Salzgitter, Duitsland
Huidige productiecapaciteit	5,2 Mton/jr staal
Huidige uitstoot	8 MtonCO ₂ /jr
Uitstootreductie	7,6 MtonCO ₂ /jr
Projectkosten vergroening	€ 2.000.000.000
Subsidie toegezegd	€ 1.000.000.000

Salzgitter heeft één sinterfabriek, één kookfabriek, drie hoogovens en drie Oxystaal-fabrieken. De fabriek ligt op 5 kilometer van Lebenstedt met 40.000 inwoners. Op 15 kilometer ligt Braunschweig met 250.000 inwoners.

Het vergroeningsplan is om in 2033 twee DRPs en drie EAFs gerealiseerd te hebben. Dit zal in drie stappen gaan, eerst wordt een DRP en een EAF gebouwd, per 2025, waarbij ook een hoogoven en Oxystaal-fabriek worden gesloten. Dit wordt in 2030 herhaald. Eind 2033 zal een laatste EAF worden gerealiseerd, waarbij de laatste BF en BOF worden gesloten (Salzgitter Salcos, 2024).

De totale projectkosten zijn 2 miljard. Duitsland (€ 700 miljoen) en Nedersaxen (€ 300 miljoen) geven samen € 1 miljard subsidie (Salzgitter AG, 2023).

Duisburg

Eigenaar	Thyssen Krupp
Locatie	Duisburg, Duitsland
Huidige productiecapaciteit	11,6 Mton/jr staal
Huidige uitstoot	23 MtonCO ₂ /jr
Uitstootreductie	3,5 MtonCO ₂ /jr
Projectkosten vergroening	€ 3.000.000.000
Subsidie toegezegd	€ 2.000.000.000

De fabriek bestaat uit één cokesfabriek, drie sinterfabrieken, vier hoogovens en twee Oxystaal-fabrieken. De Thyssen Krupp-fabriek staat op 5 kilometer van het centrum van Duisburg met 500.000 inwoners.

Het plan is om een DRP (2,3 Mton staal) met twee EAFs te bouwen. Deze moet gaan werken in 2027 op waterstof, dit moet via de Delta-Rijn corridor geleverd gaan worden. De transitie van aardgas naar waterstof kan tot 10 jaar duren (ThyssenKrupp, ongoing) (Wagenaar, 2023).

Noordrijn Westfalen zal € 700 miljoen subsidie geven, Duitsland zal hier € 1,3 miljard aan toevoegen. Thyssen Krupp zelf zal € 1 miljard bijdragen. Van de subsidie is 550 miljoen bedoeld voor de bouw van de nieuwe fabriek, de rest is om de inkoop van groene waterstof te subsidiëren (Balkan Green Energy News, 2023).

Ook zal de productiecapaciteit worden verlaagd naar tussen de 9 - 9,5 Mton/jaar (Reuters, 2024).

A.5 Zweden en Finland

SSAB is de huidige staalfabrikant in Zweden en Finland. Deze bezit twee fabrieken in Zweden, in Oxelösund en in Lulea. Daarnaast is er een staalfabriek in Finland, in Raahe.

Met LKAB, Vattenval en SSAB is een nieuw consortium opgericht, Hybrit. Deze nieuwe fabriek moet met groene waterstof HBI's gaan produceren in Gällivare. Deze HBI's zullen worden geleverd aan de fabriek in Luleå, Oxelösund en Raahe. Op beide locaties zal een EAF worden gebouwd om deze verder te verwerken.

Gällivare - SSAB

Eigenaar	LKAB
Locatie	Gällivare, Zweden
Nieuwe productiecapaciteit	1,35 Mton/jr staal
Huidige uitstoot	MtonCO ₂ /jr
Uitstootreductie	1,8 MtonCO ₂ /jr
Projectkosten vergroening	€ 1.750.000.000
Subsidie toegezegd	€ 275.000.000

In de vergroeningsplannen wordt er een extra staalfabriek gebouwd in Gällivare, bij de ijzerertsmin van LKAB. Van de mijn tot Gällivare is 7 kilometer, Gällivare heeft 10.000 inwoners.

De nieuwe HBI-fabriek in Gällivare zal eerst een capaciteit van 1,35 Mton staal per jaar hebben. Daarna moet deze tot 2030 nog verdubbeld worden (High North News, 2023). De kosten zijn meer dan € 1,75 miljard (SEK 20 miljard), Zweden zal hiervan € 275 miljoen subsidie geven (SEK 3,1 miljard SEK).

Oxelösund - SSAB

Eigenaar	SSAB
Locatie	Öxelösund, Zweden
Huidige productiecapaciteit	1,7 Mton/jr staal
Huidige uitstoot	2 MtonCO ₂ /jr
Uitstootreductie	MtonCO ₂ /jr
Projectkosten vergroening	€ 550.000.000
Subsidie toegezegd	Geen

Oxelösund bestaat uit één kookfabriek, twee hoogovens en één Oxystaalfabriek. Het ligt in Oxelösund met 11 000 inwoners.

In Oxelösund zal per 2026 een EAF worden gerealiseerd (SSAB, 2022). Deze zal worden gevoed met HBI's uit Gällivare en schrootstaal. De kosten zijn SEK 6,2 miljard (€ 550 mln). Hierna zullen de kookfabriek en de hoogovens worden gesloten.

De huidige productiecapaciteit van 1,7 Mton/jaar wordt omgebouwd. De ombouw is verwacht klaar te zijn in 2025-2026. Plannen voor ombouw klaar in 2025 - 2026.

Lulea - SSAB

Eigenaar	SSAB
Locatie	Lulea, Zweden
Huidige productiecapaciteit	2,2 Mton/jr staal
Huidige uitstoot	3 MtonCO ₂ /jr
Uitstootreductie	2,8 MtonCO ₂ /jr
Projectkosten vergroening	€ 1 250 000 000
Subsidie toegezegd	

In Lulea staat één kookfabriek, één hoogoven en één Oxystaalafabriek. Het ligt op 5 km van Lulea met 45.000 inwoners.

Momenteel staat in Lulea ook de pilot-plant met een DRP die draait op groene waterstof. Deze is sinds 2020 operationeel.

In Luleå zal een EAF (2,5 Mton/jaar) worden gebouwd. Ook de nabehandeling zal worden herbouwd om op hernieuwbare energie te draaien. De EAF zal worden gevoed met schrootstaal en met HBI's die in de nieuwe fabriek in Gällivare zullen worden gemaakt (SSAB, 2023b).

Raahe - SSAB

Eigenaar	SSAB
Locatie	Raahe, Finland
Huidige productiecapaciteit	4,9 Mton/jr staal
Huidige uitstoot	4 MtonCO ₂ /jr
Uitstootreductie	3,5 MtonCO ₂ /jr
Projectkosten vergroening	€ 1.250.000.000
Subsidie toegezegd	€ 500.000.000

In Raahe staat één hoogoven en één Oxystaalafabriek. Het ligt op 5 km van Raahe met 25.000 Inwoners.

In Raahe zal een EAF (2,5 Mton/jaar) worden gebouwd (2,5 Mton/jaar). Ook de nabehandeling zal worden herbouwd om op hernieuwbare energie te draaien. De EAF zal worden gevoed met schrootstaal en met HBI's die in de nieuwe fabriek in Gällivare zullen worden gemaakt (SSAB, 2023a). Mogelijk zal er later nog een DRP in Raahe worden gebouwd.

Boden - H2greensteel

Eigenaar	H2greensteel
Locatie	Boden, Zweden
Geplande productiecapaciteit	5 Mton/jr staal
Projectkosten vergroening	€ 4.200.000.000
Subsidie toegezegd	€ 250.000.000

Boden heeft 17.000 inwoners, de fabriek ligt binnen 5 kilometer van de stad.

H2greensteel wil voldoende geld ophalen om een nieuwe staalfabriek te bouwen in Boden (H2Green Steel, 2023). Zij hebben € 1,5 miljard opgehaald voor de bouw van een elektrolyser voor de productie van waterstof, een DRP en twee EAFs. In 2025 willen zij de eerste 2,5 Mton/jaar kunnen produceren, wat per 2030 verdubbeld moet zijn (GMK Center, 2023).

De nieuwe fabriek moet 1.500 banen opleveren per 2026, dit wordt uitgebreid naar 2.000 banen per 2030 (H2Green Steel, 2024).

A.6 Groot-Brittannië

Eigenaar	Tata Steel
Locatie	Port Talbot, Engeland
Huidige productiecapaciteit	4,9 Mton/jr staal
Huidige uitstoot	7 MtonCO ₂ /jr
Uitstootreductie	5,8 MtonCO ₂ /jr
Projectkosten vergroening	€ 1.250.000.000
Subsidie toegezegd	€ 500.000.000

Tata Steel heeft een staalfabriek in Port Talbot in Wales. De staalfabriek bestaat uit één kookoven, één sinteroven, twee hoogovens en één Oxystaalfabriek (Tata Steel, 2011). Port Talbot heeft zelf 30.000 inwoners, de staalfabriek ligt op 10 km afstand van Swansea met 240.000 inwoners en 45 km van Cardiff met 360.000 inwoners.

De fabriek heeft een productiecapaciteit van 5 Mton/jaar (Eurofer, 2019), waarvan nu maar 60-70% wordt gebruikt. De fabriek is verouderd en de koolstofintensiteit van de fabriek is hoog (Tata Steel, 2023b).

De vergroeningsplannen bestaan uit de bouw van een EAF (3 Mton/jaar), die in 2027 moet worden opgeleverd. De bestaande kookfabriek en hoogovens zullen in 2024 sluiten. Voordat de EAF gereed is, zal de locatie vooral staal verder verwerken dat in Nederland en India is gemaakt (S&P Global, 2024). Hierdoor zullen ongeveer 2.800 van de 8.000 banen verloren gaan (The Guardian, 2024).

De toekomstige EAF moet op schrootstaal gaan werken. Tata Steel gaat ervan uit dat er voldoende schrootstaal aanwezig is, omdat de UK veel schroot exporteert. Hierdoor kunnen niet meer alle producten gemaakt worden, die wel mogelijk zijn als nieuw staal gemaakt wordt. De kosten voor dit project zijn bijna € 1,5 miljard (£ 1,25 miljard pond), waarvan de Britse overheid zorgt voor € 585 miljoen (£ 500 miljoen) (Tata Steel, 2024b).

British steel - Scunthorpe

Eigenaar	British Steel
Locatie	Scunthorpe, Engeland
Huidige productiecapaciteit	3,2 Mton/jr staal
Huidige uitstoot	7 MtonCO ₂ /jr
Uitstootreductie	5,8 MtonCO ₂ /jr
Projectkosten vergroening	€ 1.500.000.000
Subsidie toegezegd	Nog niet bekend

British steel heeft een fabriek in Scunthorpe, deze bestaat uit één cokesfabriek (gesloten), sinterfabriek, twee werkende hoogovens en drie Oxystaalfabrieken. In Scunthorpe wonen 73.000 mensen.

In de vergroeningsplannen zullen de hoogovens gesloten worden. Deze worden vervangen door EAFs, een in Scunthorpe en een in Teesside. De kosten hiervan zijn € 1,5 miljard (£ 1,25 miljard), waarvoor zij een vergelijkbare subsidie willen als Tata Steel in Port Talbot. Deze subsidie is nog niet toegezegd. Ook hier worden de sinterfabriek en hoogovens gesloten voordat de nieuwe EAFs gereed zijn. Dit kost 2.000 banen, van de 4.000 (BBC, 2023).



B Modelstudie

Er is een model gemaakt om de verschillende toekomstscenario's te onderzoeken. Op basis van de MIDDEN Database (PBL, 2021b) zijn de verschillende scenario's onderzocht. Hiernaast is op basis van de KEV (PBL, 2022) een inschatting gemaakt naar de energie- en CO₂-prijzen in 2030.

Enkele gegevens die missen in de MIDDEN Database zijn aangevuld, daarnaast zijn enkele grondstofprijzen gezocht. Hierbij moet worden benoemd dat hier is uitgegaan van momentopnames van grondstofprijzen. Ontwikkelingen in deze grondstofprijzen zijn buiten beschouwing gelaten.

Hieronder worden de belangrijkste aannames genoemd, die niet in de KEV of in de MIDDEN DB beschikbaar zijn.

Tabel 8 - Specifieke aannames voor het industriemodel die buiten de hierboven genoemde bronnen vallen

Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
Weighted average cost of capital	%	7,6	
Inflatie	%	2	
EAF investering	€/ton capaciteit	184	(De Santis et al., 2021)
Hydrolyse investering	€/ton capaciteit	20.000	(CE Delft & TNO, 2023)
HBI	€/ton	300	(TRADEKEY, 2024)
Meer behoefte energie voor lokaal smelten van HBI i.t.t. DRI	%	25	(Voelker & Boyle, 2022)
Opslagprijs CO ₂	€/ton	25	

Tabel 9 - Grondstofprijzen die zijn gebruikt in het kostprijsmodel

Grondstof	Eenheid	Prijs per eenheid	Bron
Water	kt	€ 1.996	Schatting: 2 €/m ³
Calcium carbonaat	kt	€ 60.000	(ICIS, 2003)
Zuurstof (gas)	kt	€ 23.078	0,38 kWh/Nm ³ O ₂ product, O ₂ = 1,429 kg/m ³ bij STP (T = 25)
Dolomiet	kt	€ 100.000	(Indexbox, 2024)
Burnt lime	kt	€ 200.000,00	(Medium, 2023)
Erts	kt	€ 100.000,00	(Trading Economics, 2024)
Schroot	kt	€ 210.000,00	(Krommenhoek Metals, 2024)
Olivijn	kt	€ 24.000,00	(PBL, 2018)
High alloy and stainless steel	kt	€ 210.000,00	(Krommenhoek Metals, 2024)
Carbon steel	kt	€ 210.000,00	(Krommenhoek Metals, 2024)
HBI	kt	€ 300.000,00	(TRADEKEY, 2024)

C Luchtemissies van staalproductie

Tabel 10 - De luchtemissie van verschillende staalproductieroutes

	BF-BOF	DRP	EAF
	Kg/ton staal	Kg/ton staal	Kg/ton staal
NO _x	1	0,2	0,04
SO _x	1	0	0,00074
PM ₁₀	0,15	0,13	0,14
Pb	0,00026	0	0,00013

Bron: (Strezov et al., 2013).