

“Hephaestos”

Publiek Eindverslag

Hephaestos: De conversie van restgassen van staalproductie naar Methanol (CH₃OH)



Projectnaam Hephaestos

Deelnemers: Tata Steel IJmuiden B.V. (penvoerder) en Nouryon Industrial Chemicals B.V.

Programmalijn: CCUS (Carbon capture, Utilization and Storage).

Soort studie: Een haalbaarheidsstudie voorafgaand aan een mogelijk pilotproject.

Locatie(s): IJmuiden, Amersfoort en Deventer, Nederland.

1. Inleiding

Tata Steel en Nouryon hebben CO₂-reductie doelstellingen en hebben hiertoe reeds meerdere initiatieven ondernomen. Uit diverse onderzoeken en verkennende gesprekken is gebleken dat er veel raakvlakken zijn tussen de projecten Tata Steel en Nouryon. Beide partijen kunnen elkaar versterken, volgens het principe van industriële symbiose.

In het geval van Tata Steel en Nouryon betekent dit concreet dat hoogovengas en oxygas, restproducten uit het productieproces van staal, kunnen worden gebruikt als grondstof voor de productie van methanol. Tata Steel ontwikkelt momenteel al een project om de CO₂ aanwezig in het hoogovengas af te vangen (project Everest). Het resulterende CO₂-vrije hoogovengas zou vervolgens ingezet kunnen worden als grondstof voor de chemische industrie, in plaats van als brandstof voor elektriciteitsopwekking. Chemiebedrijf Nouryon gebruikt op dit moment vooral fossiele grondstoffen en heeft als onderdeel van de transitie naar een circulaire economie de ambitie om grondstoffen vanuit alternatieve bronnen zoals restproducten te produceren.

Tata Steel en Nouryon hebben deze route op haalbaarheid onderzocht. Deze rapportage geeft een beknopte weergave van de resultaten van het onderzoek.

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Regeling nationale EZ-subsidies, Topsector Energiestudies en uitgevoerd door de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

2. Onderzochte Concepten

Doel van het project was om te onderzoeken of en zo ja, op welke manier, het mogelijk is om op een kosteneffectieve wijze methanol te produceren uit hoogovengas.

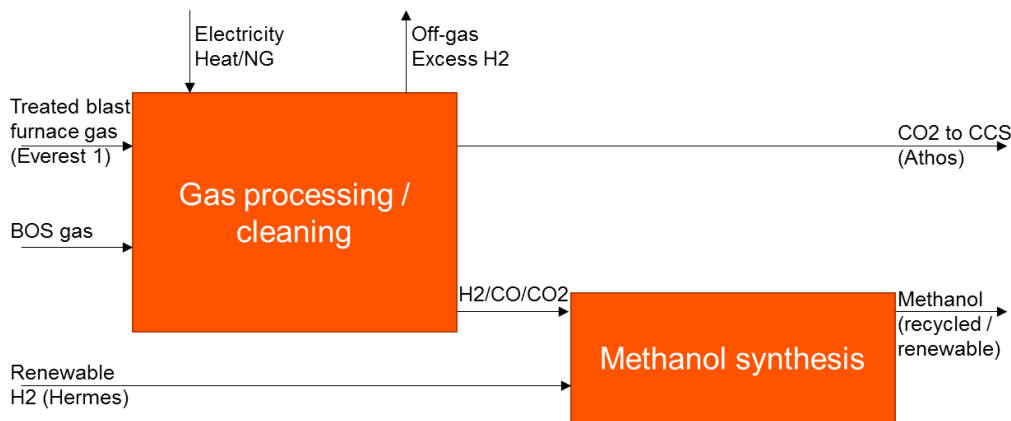
Om methanol (CH₃OH of MeOH) te produceren is zowel een koolstof- als een waterstofbron nodig. Hiervoor zijn de volgende vier varianten mogelijk:

Tabel 1. Onderzochte varianten voor methanolproductie

Variant	Koolstof bron	Waterstof bron
Basis	CO ₂ afgevangen uit hoogovengas	Waterstof, geproduceerd uit hoogovengas
Variant 1	CO uit oxygas	Waterstof, geproduceerd uit hoogovengas
Variant 2	CO ₂ afgevangen uit hoogovengas	Waterstof, geproduceerd uit hoogovengas, aangevuld met waterstof uit elektrolyse van H ₂ ERMES project
Variant 3	CO uit oxygas, aangevuld met CO ₂ afgevangen uit hoogovengas	Waterstof, geproduceerd uit hoogovengas, aangevuld met waterstof uit elektrolyse van H ₂ ERMES project

In alle varianten wordt eerst de CO₂ uit het hoogovengas afgevangen. Dit is een apart project (genaamd Everest) dat door Tata Steel wordt uitgevoerd.

Onderstaande figuur geeft de mogelijkheden weer in één schema.



Figuur 1. Schematische weergave Methanolsynthese uit hoogovengas. BOS gas = Oxygas.

In alle varianten geldt dat een eerste stap in het proces bestaat uit het bewerken van het hoogovengas dat uit de CO₂ afvang installatie van Tata Steel komt. Drie belangrijke stappen vinden plaats in dit eerste deel van het proces:

- Verwijdering van de bulk van de stikstof aanwezig in het hoogovengas; de methanolsynthese vereist een recirculatie van niet geconverteerd syngas (H₂/CO/CO₂). Dit geeft een beperking op de hoeveelheid stikstof die het gas mag bevatten omdat er anders een te grote gasstroom gerecirculeerd moet worden
- Verwijdering van verontreinigingen in het gas die de katalysator van de methanolsynthese kunnen "vergiftigen".
- Generatie van H₂ om de juiste H₂:CO verhouding te hebben bij de ingang van de methanolsynthese.

In alle varianten wordt aangenomen dat de H₂ productie uit Hoogovengas gelijk is. In varianten 2 en 3 leidt dit echter wel tot een situatie dat er een overschot aan H₂ is. Deze wordt gewaardeerd tegen een gebruikelijke H₂ prijs en wordt gezien als "export" vanuit het systeem.

3. Resultaten

Aan de hand van ASPEN simulaties zijn de verschillende varianten doorgerekend. Hieruit is per variant bepaald hoeveel methanol er geproduceerd kan worden en welke verbruiken hiervoor nodig zijn.

Voor de vergelijking tussen de verschillende varianten is uitgegaan van de volgende uitgangspunten

Operation mode:	Continu bedrijf
Productie capaciteit:	350 kton/a MeOH
Aangenomen beschikbaarheid:	95%
Resulterende capaciteit:	42,1 mton/hr
Terugregelcapaciteit:	50%

Uit de berekeningen bleek dat de basisvariant en variant 1 economisch aantrekkelijker waren dan varianten 2 en 3. Dit werd veroorzaakt door de relatief hoge kostprijs van de H₂ die uit de elektrolyse installatie komt. Deze maakt het hele project minder aantrekkelijk.

Een tweede belangrijk aspect is de koolstofbron voor de methanol synthese; het is economisch aantrekkelijker om CO uit oxygas als koolstofbron te gebruiken en alle afgevangen CO₂ op te slaan (d.m.v. CCS) dan een deel van de CO₂ die afgevangen is als koolstofbron in te zetten voor methanolsynthese. Dit leidt tot de conclusie dat variant 1 weer aantrekkelijker is dan de basisvariant.

4. Economische haalbaarheid

De vergelijking tussen de varianten onderling is gedaan op basis van een capaciteit van 350 kton/a. Uit deze vergelijking bleek dus dat de basisvariant en variant 1 aantrekkelijker zijn dan varianten 2 en 3. Dit zegt echter nog niets over de algehele economische haalbaarheid van het concept.

Voor zowel de basisvariant als variant 1 geldt echter dat 350 kton/a niet de optimale capaciteit is. Bij deze capaciteit is immers de totale beschikbare gashoeveelheid nog niet benut. Daarom is voor het bepalen van de economische haalbaarheid eerst een opschaling gedaan van 350 kt/a naar 450 kt/a, hetgeen beter aansluit bij de productiecapaciteit aan methanol die realiseerbaar is met de gasen van Tata Steel IJmuiden.

Onderstaande tabel geeft de hoeveelheid CO₂ weer die naar de opslag gaat in beide varianten bij een productievolume.

Tabel 2. Gerealiseerde CO₂ opslag in de twee meest belovende varianten bij een capaciteit van 450 kton/a.

Variant	Koolstof bron	Waterstof bron	CO ₂ naar CCS
Basis	Afgevangen CO ₂	Geconverteerd hoogovengas	1171 kt/a
Variant 1	CO uit oxygas	Geconverteerd hoogovengas	1820 kt/a

Zoals te verwachten wordt er in de basisvariant minder CO₂ naar de ondergrondse opslag geleverd omdat een deel van de afgevangen CO₂ stroom uiteindelijk als C-atomen in het geproduceerde Methanol-molecuul terecht komt.

In de exploitatie levert dit echter een negatief effect op. De verklaring hiervoor is als volgt: Beide varianten produceren dezelfde hoeveelheid methanol, dus deze opbrengsten zijn voor beide varianten gelijk. De basisvariant produceert echter een methanol product, dat een zekere mate van circulariteit heeft. Een deel van de C-atomen wordt immers weer in de methanol verwerkt. Het is daarom te verwachten dat voor dit product een zekere premie zal worden betaald. Hoe hoog deze premie is, is op dit moment nog niet bekend, maar Tata Steel en Nouryon hebben hier wel aannames voor gedaan. In variant 1 wordt geen circulaire methanol geproduceerd, omdat alle C-atomen worden opgeslagen. Daar staat echter tegenover dat een grotere CO₂ reductie wordt bereikt, doordat alle CO₂ wordt opgeslagen. De opbrengsten van een grotere CO₂ reductie wegen zwaarder dan die van een premium op de geproduceerde methanol.

Het netto resultaat is dat voor de basisvariant op jaarbasis een licht negatieve EBITDA wordt gerealiseerd. Voor variant 1 geldt juist een licht positieve EBITDA. Deze blijft echter nog te laag om een acceptabele terugverdientijd voor de investering te realiseren. De terugverdientijd is nog altijd hoger dan 10 jaar.

De gehele financiële analyse van dergelijke scenarios is gebaseerd op aannames m.b.t. toekomstige prijsontwikkelingen op diverse markten en de effecten van toekomstige regelgeving zoals de Renewable Energy Directive.

5. Conclusies

Op basis van de huidige inzichten is besloten geen vervolg aan het project te geven. De huidige verwachtingen t.a.v. marktomstandigheden in combinatie met de te realiseren hoeveelheden methanol met bijbehorende verbruiken geven daartoe geen aanleiding. Met name de huidige onzekerheid over realiseerbare toeslagen (premiums) voor circulaire methanol zorgen ervoor dat de business case voor de methanolroute op dit moment te onzeker is. Het is echter goed mogelijk dat deze omstandigheden veranderen onder invloed van toekomstige regelgeving.