

Subject

Openbare samenvatting betreffende MOOI42011

MEMO Voortgangs rapportage MOOI-regeling status 26 maart 2024

Datum

26-03-2024

Gereviewd door

Programmamanager Hans Linden

Onderwerp

Voortgangsrapportage MOOI-regeling:
Plasmachemie voor CO₂-vrije productie van waterstof en etheen uit methaan.

LS,

Bij deze bieden wij U aan een update van de voortgang van de MOOI-regeling "Plasmachemie voor CO₂-vrije productie van waterstof en etheen uit methaan". Met status datum 26-3-2024.

Onderstaand vindt U per werkpakket alvast een inhoudelijke voortgang.

Met vriendelijke groet,

Wilbert Derks,
Projectmanager Brightsite

Onderwerp

Openbare samenvatting MOOI42011

Plasmachemie voor CO₂-vrije productie van waterstof en etheen uit methaan.

Auteurs

Wilbert Derks, Esta de Goede, Zowi Maijer, Sitech
Hans Linden, Marco Linders, Yves Creighton, TNO
Gerard van Rooij, Thomas Buttersword UM

Doelstelling project

Met een elektrisch gegenereerd plasmaproces wordt momenteel in Duitsland op industriële schaal acetyleen uit aardgas geproduceerd, waarbij waterstof en koolstof als bijproducten ontstaan maar geen CO₂ wordt gevormd (Hüls proces). Dit proces wordt echter alleen gebruikt op momenten dat de elektriciteitsprijs heel laag is, omdat het anders nu nog niet economisch rendabel is. Momenteel is een haalbaarheidsstudie uitgevoerd naar de (on)mogelijkheden om op basis hiervan in 2022 een 1e generatie bench scale-installatie te realiseren. Daarbij wordt nagegaan of de businesscase kan worden verbeterd door het initieel in het plasmaproces gevormde acetyleen met een navolgende hydrogenatiestap om te zetten in etheen of verwante koolwaterstoffen die op Chemelot kunnen worden gebruikt bij de productie van kunststoffen. Daarnaast kunnen in deze bench-scale installatie andere grondstof-eindproduct combinaties getest worden.

Vanuit de overtuiging dat dit "state-of-the-art" proces door toepassing van meer geavanceerde en op de specifieke toepassing afgestemde plasmatechnologie verder verbeterd kan worden, is het huidige project erop gericht om hiertoe een meerjarig R&D ontwikkeltraject uit te voeren. Dit zal met name gericht zijn op het efficiënter overbrengen van elektrische energie naar de thermische toestand van plasma's en de primaire interactie met methaan.

Uitgevoerde activiteiten, de behaalde resultaten per mijlpaal

WP 1.1-2-3 Stromings-Thermisch-Chemie modellering

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| projectdoel: inzicht in flow en thermische huishouding thermische plasma processen en simulatie van plasma processen |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dit resultaat zal het ontwerpproces versnellen en de mogelijkheid bieden om verschillende configuraties en variabelen sneller door te rekenen |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

In een eerder project (TSE studie, mede gefinancierd door RVO) is de modellering gestart van de Hüls plasma reactor. Hieruit zijn enkele lessen geleerd, waaronder dat de modellering moet worden opgesplitst in twee delen: enerzijds de stroming (massa) en anderzijds de chemie/reactiekinetiek van het proces. Beide in 1 model resulteert in weken rekentijd voor 1 simulatie (is onwerkbaar). Beide deelmodellen zijn het startpunt voor het huidige MOOI project, waarvan de resultaten uiteindelijk worden geïntegreerd. De modellen zijn omgezet naar een model dat de lab-schaal (benchscale) reactor beschrijft. Eerste simulaties zijn uitgevoerd. Een eerste interessant resultaat laat zien dat de snelheid van afkoelen van het geproduceerde gas, de uiteindelijke gassamenstelling beïnvloed, ofwel er kan gestuurd worden op gewenst eindproduct met koeling. Daarnaast blijkt dat de combinatie van gascompositie, verblijftijd, druk en temperatuur veel invloed te hebben op de roetontwikkeling. Echter, de roetontwikkeling is een ingewikkeld proces welke niet simpel en eenduidig te simuleren valt. We hebben een eerste versie van een versimpeld chemisch model ontwikkeld, dat gevalideerd is met literatuurdata van het Hüls-proces, waarmee we ook roetontwikkeling meenemen. Dit model wordt geïmplementeerd in een volumetrisch model van de reactor waarmee we de thermische en massa-stroming in de reactor beter kunnen bestuderen.

WP 2.1-2 Ontwerp research (Bench) reactor

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| projectdoel: Plasma experimenten op laboratorium schaal (Bench) om inzicht te krijgen in kentallen |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|

| |
|--------------------------------------------------------------------|
| Proefopstelling voor verificatie en testen plasma chemie processen |
|--------------------------------------------------------------------|

Het ontwerp van de benchscale installatie is helaas enkele maanden vertraagd door trage start van de ontwerpgesprekken met de plasmabron leverancier. Dit werd met name veroorzaakt door juridische- en inkoop-technische beslommingen. De plasmabron is in Augustus 2023 geleverd

De installatie van de complete plasma opstelling is vergevorderd en er wordt de laatste hand gelegd aan infrastructurele aspecten die nodig zijn om de opstelling te opereren (koelwater, elektriciteit, afgasverbrander). Onderstaande figuur toont de plasma opstelling in aanbouw.

Het is de verwachting dat de 50 kW plasma opstelling in de loop van Q2 2024 operationeel wordt.



WP 3.1-2 Nieuwe diagnostiek voor proces control

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Relatie probleem / projectdoel: inzicht in flow en thermische huishouding thermische plasma processen en simulatie van plasma processen |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dit resultaat zal het ontwerpproces versnellen en de mogelijkheid bieden om verschillende configuraties en variabelen sneller door te rekenen |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

De ontwikkeling van nieuwe diagnostieken voor plasmametingen en proces control is in volle gang. We hebben een hoog vermogen Nd:YAG-lasersysteem in gebruik genomen waarmee we onze expertise in Raman- en Thomson-verstrooiing toe kunnen passen om gastemperatuur, samenstelling en elektronenparameters te meten. Bovendien stellen de eigenschappen van deze laser ons in staat een nieuwe generatie diagnostische gegevens voor methaanplasma te ontwikkelen. Bijvoorbeeld de monitoring van koolstofformatie, polycyclische aromatische koolwaterstoffen en gassnelheid als ongewenste processen is hierbij van belang. Momenteel leggen we de laatste hand aan de veiligheidsinfrastructuur en verwachten we in de komende weken de eerste metingen te verrichten.

Parallel hieraan hebben we onderzocht of we een realtime 2-dimensionale meting van plasmadichtheid en temperatuur kunnen implementeren met behulp van Talbot-interferometrie. We hebben echter vastgesteld dat deze techniek niet geschikt is voor onze experimentele omstandigheden.

Voor analyse van gasfaseproducten hebben we een robuust 2-kanaals GC-TCD-systeem geïnstalleerd voor het kwantificeren van de belangrijkste verwachte gasfaseproducten. We bereiden momenteel ook een FTIR-systeem voor het meten van CH₄, C₂H_x en hogere koolwaterstoffen (bijv. benzeen, diacetyleen, enz.).

Om deze diagnostieken te testen onder relevante omstandigheden hebben we een 3kW microgolfplasmareactor gebouwd en getest met stikstof. Alle maatregelen om deze reactor bedrijfsveilig te maken met CH₄ (en CO₂ of N₂+O₂) zijn goedgekeurd en worden de komende tijd geïnstalleerd. Door zijn modulaire opbouw onderscheidt de reactor zich van andere reactoren in veelzijdigheid en flexibiliteit; aanpassingen aan de configuraties zijn eenvoudig te maken zonder de veiligheid in gevaar te brengen. Standaard biedt de opstelling de mogelijkheid om O₂-concentraties uit te voeren door middel van (fluorescentie), een GC, een FTIR, laserdiagnostiek en (gepulseerde) microgolfvermogensmeting.

De laboratoriumschaalexperimenten in de <3 kW microgolfontlading zijn gericht op:

- Het ontwikkelen van nieuwe lasergereedschappen voor diagnostiek voor de in-situ karakterisering van het plasma
- Het toepassen van deze diagnostische gereedschappen voor in-situ metingen in methaanplasma
- Het kwantificeren van de prestaties van snelle hogentemperatuur-methaanpyrolyse met het oog op directe ethyleenproductie

Kwantitatieve meting van gascompositie en temperatuurprofielen binnen de plasmareactor zijn essentieel om chemische kinetica en modellering te valideren, en uiteindelijk de prestaties van een plasmaproces te optimaliseren. We proberen daarom diagnostische gereedschappen te ontwikkelen die ons deze gegevens op een kwantitatieve, snelle en eenvoudige manier verschaffen.

Ramanverstrooiing is een krachtige diagnostische methode, die de molmolaire dichtheden van belangrijke moleculaire soorten en rovibratoire temperaturen kan verschaffen. We hebben een nieuwe benadering ontwikkeld om rovibratoire temperaturen snel in de reactor in kaart te brengen door 2D-imaging van het Raman-spectrum van H₂. Kort gezegd, we schieten een 532 nm laserblad in het plasma, en door gebruik te maken van een versterkte camera met verschillende optische filters en een

cameralens kunnen we geïsoleerde spectrale banden van het waterstof-Ramanspectrum in beeld brengen, en hieruit de rotatie- en trillingstemperatuur en dichtheid van H₂ afleiden. Deze nieuwe ontwikkeling heeft geresulteerd in 2 onderzoeksartikelen die bijna voltooid zijn - één klaar om ingediend te worden over de techniek zelf, en één over het toepassen ervan om een H₂-plasma onder verschillende bedrijfsomstandigheden te karakteriseren.

We hebben experimenten uitgevoerd in methaanplasma met deze nieuwe H₂-Raman-gebaseerde diagnostiek. We ondervinden echter moeilijkheden bij het verkrijgen van goede Ramangegevens vanwege sterke laser-geïnduceerde fluorescentie van C₂ en CH die het zwakke Ramansignaal overweldigen. Om deze uitdaging te overwinnen, zijn we ook van plan om Ramanverstrooiing in het nabije infrarood te proberen. We hebben daarom een aangepaste IR-spectrometer en IR-versterkt camerasysteem ontworpen voor deze meting. Dit is momenteel in aanbouw.

Een van de belangrijkste uitdagingen bij de pyrolyse van methaanplasma is de vorming van vast koolstof dat zich afzet op de wanden van de reactor en met de gasstroom wordt meegevoerd naar de downstreamverwerking. In onze context is deze koolstofvorming indicatief voor een afgenomen algehele prestatie van de reactor. Het is essentieel dat we een goed begrip ontwikkelen van hoe en waar koolstofvorming plaatsvindt. We ontwikkelen daarom ook methoden om het sootvolumeaandeel en de deeltjesgrootte in situ te kwantificeren, gebaseerd op een complementaire lasertechniek voor Raman: laser-geïnduceerde gloeiing (LII). Deze techniek kan vergelijkbare apparatuur gebruiken als Ramanverstrooiing, maar is mogelijk eenvoudiger door de filtergolflengte, acquisitietijd en vertraging van de versterkte camera te wijzigen. Dit werk is gaande. Ten slotte hebben we experimenten uitgevoerd om direct ethyleen te produceren door snelle methaanpyrolyse op submilliseconde-tijdschalen. Om de zeer hoge gasnelheden te creëren die nodig zijn om deze korte verblijftijden te bereiken, hebben we de plasmareactor bediend met verschillende stroomconfiguraties (omgekeerde en voorwaartse vortexgeometrieën) bij een druk in het gebied van 25 - 100 mBar - deze omstandigheden werden geselecteerd als een bewijs van concept. We hebben een hoge selectiviteit voor ethyleen onder deze omstandigheden aangetoond (tot 50%), maar dit ging ten koste van de algehele methaanomzetting (<10%). We schrijven de gunstige ethyleenselectiviteit toe aan een combinatie van zeer korte verblijftijden, niet-uniforme verwarmingsprofielen en plasma-chemische effecten (bijv. dissociatieve recombinitie). Vanwege de uitdagingen bij het implementeren van de laserdiagnostiek zijn we nog niet in staat om de voornaamste oorzaak van dit effect te identificeren. Er wordt een publicatie voorbereid op basis van deze resultaten.

WP 4.1 Proevenprogramma Bench scale

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Relatie probleem / projectdoel: Dit resultaat geeft inzicht in de mogelijke verbetermogelijkheden van het conventionele Hüls proces |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| |
|---------------------------------------------------------------------------|
| Dit resultaat zal gebruikt worden voor de voorstudie van een demo fabriek |
|---------------------------------------------------------------------------|

Het proevenprogramma voor het kunnen begrijpen van het Hüls proces is op papier reeds in een vergevorderd stadium. De 50 kW Benchscale installatie is nog niet in gebruik genomen. Om deze vertraging op te vangen is ondertussen een 10 kW opstelling opgebouwd en in gebruik genomen. Het commissioneren van deze reactor heeft belangrijke lessen opgeleverd die zullen helpen bij het commisioneren van de benchscale reactor.

In deze reactor zijn eerste tests met argon & waterstof gedaan om de arc-stabiliteit te bepalen. Hiertoe zijn stroom- en spanningstraces opgenomen om de instabiliteiten in groter detail te kunnen bestuderen. Ook is methaan downstream bijgemengd om de

invloed op het plasma te bepalen. Aankoppeling van een gaschromatograaf is spoedig voorzien voor een meer kwantitatieve analyse. Op het moment dat de 50kW benchscale reactor online komt, zal de 10kW opstelling in bedrijf blijven om selecte problemen in de 50kW opstelling te isoleren en in groter detail te bestuderen in de 10kW reactor.

WP 5.1 Ontwerp bench scale reactor (van conceptual naar basic)

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| projectdoel: De pilot scale opstelling is nodig om na dit project inzicht te krijgen in de effecten van het bedienen van grootschalige plasma opstelling in industriële omgevingen |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dit resultaat is nodig om met de stakeholders/partners het besluit tot vervolg middels een nog te realiseren pilot scale opstelling te onderbouwen |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

In de TSE-haalbaarheids studie is een conceptual ontwerp tbv een pilot plant gemaakt die een capaciteit heeft van 1-3 ton H₂/jaar. Hiervoor is met twee contractors het gehele conceptual engineerings proces doorlopen en is een estimate van de capex en opex kosten afgegeven.

Medio 2023 is gestart met de voorbereiding van de Basic Engineering van een 1^e generatie pilot plant met de gekozen contractor. Dit zal leiden tot een Basic Engineering pakket en een B-begroting voor capex en opex tav de bouw en het bedienen van deze installatie.

Echter doordat de eerste aanbidding dermate hoog was is besloten om een aanbidding aan te vragen bij concollega's. Hierdoor is de start enkele maanden vertraagd en hopen we Q2 2024 te kunnen starten met de Basic Engineering.

WP 6.1-2-3 Circulaire plasma chemie

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| projectdoel: Andere mogelijkheden voor plasmachemie kan helpen de introductie van circulaire koolstof economie te versnellen |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| |
|--------------------------------------------------------------------|
| Dit resultaat zal plasma chemie in een breder perspectief plaatsen |
|--------------------------------------------------------------------|

Aan dit werkpakket wordt conform planning in Q1 2024 gestart.

WP 7.1-2-3 Hydrogenatie acetyleen (TNO)

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Relatie probleem / projectdoel: inzicht en verificatie van mogelijke hydrogenatiemethode voor grootschalige omzetting van acetyleen |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| |
|---------------------------------------------------------------------------------|
| Dit resultaat zal gebruikt worden voor de verdere uitwerking van een demo plant |
|---------------------------------------------------------------------------------|

Acetyleen is onder bepaalde condities zeer explosief, wat strenge eisen stelt aan de veiligheid. Er is een opstelling ontworpen en gebouwd, om veilig de hydrogeneringsreactie te kunnen uitvoeren. Deze opstelling is geplaatst in een bunker bij TNO. Er is een uitvoerige veiligheidsstudie uitgevoerd, waaronder zogenaamde 'HAZOP' sessies met deskundigen van Sitech en TNO. Op basis hiervan werden enkele aanpassingen van de opstelling geïdentificeerd en deze zijn verwerkt. Voor de gasanalyse is een GC aangeschaft (buiten dit project). Inmiddels is de opstelling door zijn technische opstart perikelen heen en is gestart met het beoogde proeven programma. Diverse testen zijn uitgevoerd, in eerste instantie met een niet-commerciële

katalysator: referentie test zonder katalysator, testen met katalysator waarbij de volgende parameters zijn gevarieerd: temperatuur, percentage CO in de voeding, gas debiet van de voeding, roersnelheid in de reactor. Hierbij is het doel een zo hoog mogelijke conversie en selectiviteit te bereiken bij zo laag mogelijke CO concentratie in de voeding en bij een zo laag mogelijke verontreiniging van het oplosmiddel door vorming van bijproducten. Met deze katalysator zijn zeer veelbelovende resultaten bereikt. Vervolgens is overgestapt op een commerciële katalysator. De resultaten hiermee vielen tegen (lage omzetting en selectiviteit), en de focus is nu op het verkrijgen van een geschikte commerciële katalysator die selectief acetyleen kan hydrogeneren naar ethyleen.

WP 8.1-2 Techno economisch model voor business case

| |
|---------------------------------------------------------------------|
| projectdoel: Reductie van CO2 emissie heeft economische implicaties |
|---------------------------------------------------------------------|

| |
|--------------------------------------------------------------------------|
| Dit resultaat zal deze implicaties op economische impact helderder maken |
|--------------------------------------------------------------------------|

Tbv de technisch economische evaluatie van het te ontwikkelen proces is gestart met een gevoeligheids analyse om te beoordelen met welke parameters de BC beïnvloed kan worden. Te denken valt aan:

- Benodigde CAPEX
- Elektriciteit prijzen
- Methaan prijzen
- Etheen prijzens
- Ander product als etheen zoals Koolstof, Acetyleen, Benzeen, VCM, etc etc
-

Inmiddels is een rekenmodel opgesteld waarin we de gevoeligheid op de Business Case kunnen analyseren en kunnen vergelijken met competitieve technologieën. De vervolgstappen zullen focussen op een verdere verdieping om de Capex-kosten beter te kunnen begrijpen en zodoende verbeteringen te kunnen benoemen die met vervolg onderzoek aangetoond kunnen worden.

WP 9.1 Voorstudie concept ontwerp demonstratie plant

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| projectdoel: Voor verder introductie van CO2 reductie door plasmachemie zal opschaling naar industriële grote nodig zijn |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dit resultaat zal conceptueel ontwerp van een demo plant opleveren met bijbehorende kostenschatting. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Aan dit werkpakket wordt in Q1 gestart waarbij in eerste instantie middels een Front End Loading sessie met betrokken partijen de randvoorwaarden bepaald wordt waaraan dit ontwerp zou moeten voldoen.

WP 10.1 Maatschappelijke acceptatie

| |
|-------------------------------------------------------------|
| projectdoel: Vergroten van het draagvlak voor implementatie |
|-------------------------------------------------------------|

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Resultaat zal naast een vergroot draagvlak tevens een gevoeligheidsanalyse inhouden van de business case voor uiteenlopende technische en maatschappelijke parameters. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Maatschappelijke acceptatie kent vele invalshoeken. Voor dit project zijn de volgende invalshoeken gekozen: maatschappelijke impact, inpassing op een chemische site en veiligheid. In 2023 is de invulling van deze onderwerpen vormgegeven en de uitwerking gestart. Inmiddels zijn de eerste concepten van een LCA, Sustainable Development Goals analyse, Vragen & Antwoorden met betrekking tot plasma processen beschikbaar. Deze zullen in 2024 verder worden uitgewerkt en vastgesteld. Tevens is een overzicht van uit te voeren veiligheidsstudies in de diverse fasen van ontwikkeling en engineering opgesteld. Een aantal van de daarin genoemde studies zijn in 2023 in concept uitgevoerd.

Bijdrage van het project aan de doelstellingen van de regeling

Het in het onderzoek te verkennen en te optimaliseren principe om met een elektrisch gegenereerd plasma methaan CO₂-vrij om te zetten in waterstof en waardevolle

kool(water)stof producten heeft de potentie om op een site als Chemelot ca 50% van de huidige CO₂-emissie van ruim 6 Mton/jaar te reduceren. Deze reductie is gebaseerd op de synergistische vervanging van het huidige SMR-proces om waterstof te produceren en de reductie op de huidige verbranding van aardgas om etheen uit fossiele nafta te vervaardigen in het momenteel toegepaste kraakproces.

SMR wordt in de chemische industrie algemeen toegepast om uit aardgas waterstof te produceren. Op grond van een recente analyse van CBS en TNO gaat het hier om bijna 1 Mton/jaar waterstof die gepaard gaat aan een CO₂ uitstoot van 11 Mton CO₂. Daar de industriële CO₂-uitstoot op nationale schaal ca 44 Mton CO₂ bedraagt, is duidelijk dat ten opzichte hiervan een besparing van ca 25% mogelijk is indien waterstof. Voor technologie-ontwikkelaars en toeleveranciers zullen hierdoor nieuwe wereldwijd te exploiteren markten ontstaan. Gezien het high-tech gehalte van plasmatechnologie systemen liggen hier mogelijkheden voor Nederlandse bedrijven om hun huidige vooraanstaande positie in deze sector te vertalen naar deze nieuwe zich op wereldschaal ontwikkelende markt.

Spin off binnen en buiten de sector

Naast het huidige MOOI project zijn er verschillende aanpalende projecten in voorbereiding of al gestart om de technologie op tijd op bulk schaal te kunnen toepassen:

Generatie 1 plasma technologie

- TSE haalbaarheids studie Plasma chemistry for CO₂-free production of hydrogen and ethene from methane) is afgerond in 2022

Generatie 2

- MOOI project: Plasmachemie voor CO₂-vrije productie van waterstof en etheen uit methaan: momenteel in uitvoering
- Groeifonds NXTGN HT: ontwikkeling plasma equipment voor bulk processing
Hiervoor is een projectvoorstel ingediend en inmiddels gehonoreerd

Generatie 3

- UM en TNO (Full ERP) funded projects
- Groeifonds Groenvermogen: plasma processen om methaan om te zetten in waterstof en ethyleen

Overzicht van openbare publicaties en presentaties

Presentaties op de volgende workshops:

- KIVI- OP weg naar een waterstofland: 20 mei 2022
- Green Chemistry Conference: 20 september 2022
- Groene Chemie Nieuwe Economie: 11 oktober 2022
- Bezoek Koning 9 juni 2023
- Presentatie RVO workshop waterstof 2023
- Presentaties op conferenties:
 - o Presentation at PlasmaTech 2023
 - o Poster at International Symposium on Plasma Chemistry (ISPC) 2023

Tevens zij vermeld dat de onderhandelingen zijn gestart voor de oprichting van THORiant BV. Deze BV zal vooralsnog bestaan uit de aandeelhouders UM, TNO, Sitech en de MT-leden. THORiant BV is gericht op het bouwen, beheren en bedrijven van de Plasma Pilot Plant om tevens de op te bouwen licentie rechten en kennis te vercommercialiseren.

“Het project is uitgevoerd met Topsector Energie subsidie van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. De specifieke subsidie voor dit project betreft MOOI-subsidie ronde 2020”