

## Het versnellen van de elektrificatie in de procesindustrie

In maart 2022 werd een Studium Generale gehouden met als onderwerp 'De versnelling van de elektrificatie van de procesindustrie'. Locatie van deze bijeenkomst was heel toepasselijk de Energy Transition Campus Amsterdam. Om de geesten te scherpen werden eerst twee inleidende presentaties gehouden die het publiek in volgelucht meenamen in de uitdagingen en problematiek rond deze elektrificatie, van achterblijvende infrastructuur tot grondstoffentekort. Vervolgens werden twee parallelle interactieve sessies gehouden. Daar kon het publiek actief deelnemen en vragen stellen aan de hand van de inleiding van een tweetal sprekers.

NAP-voorzitter **Frank van Ewijk** opende het Studium Generale. Hij opende met te zeggen dat het heel lang niet mocht om zo dicht op elkaar te zitten en dat hij daar inmiddels ook aan gewend was, maar toch was hij blij dat het nu toch weer kon. Hij dankte Ferry Winter, campus director ECTA, voor de gastrijheid en memoreerde dat destijds bij zijn eerste werkdag op deze locatie in Amsterdam-Noord zijn auto was opengebroken. Sinds die tijd is de omgeving er duidelijk op vooruit gegaan.

### All-electric industry

De eerste spreker was **Jack Doornik**, lector aan de Avans universiteit. Hij liet in zijn bijdrage zien hoe de weg naar een all-electric industry eruit zou kunnen zien.

Hij begon met te tonen dat de uitdaging van zero-carbon niet alleen een vraagstuk is om anders met energie om te gaan, maar ook met grondstoffen en materialen. Dus zet niet alleen in op de energietransitie maar ook op een circulaire economie om de CO<sub>2</sub> doelstellingen te halen.

Jack liet zien wat de opgaven aan de Nederlandse industrie in 2030 zijn volgens het regeerakkoord en toonde vervolgens een analyse waaruit blijkt dat het vraagstuk voor de diverse sectoren in de industrie totaal verschillend kan zijn. Zo zijn in de metaalindustrie vooral hoge temperatuur verwarmingssystemen noodzakelijk; in de voedselproductie vaker middel- of lage-temperatuur verwarmingssystemen. Elektriciteitsgebruik is in raffinaderijen minder groot dan in de chemische industrie. Overall was wel duidelijk dat het vraagstuk vooral zit op het gebied van de elektriciteitsvraag en verwarming, minder bij procesemissies en on-site transport.

Vervolgens liet Jack een overzicht zien hoe de weg van 55% CO<sub>2</sub> reductie in 2030 en 100% in 2050 er ongeveer uitziet. In het begin betreft dat vooral maatregelen aan de vraagzijde ofwel energiebesparing en energie-efficiëntie. Ook verdere elektrificatie en introductie van CO<sub>2</sub> vrije stroom zijn middelen die dan ingezet worden. Later komen oplossingen zoals waterstof en biomassa als brandstof en grondstof, carbon capture and storage/use en ander landgebruik en andere manieren van landbouw.

Wat betreft de introductie van CO<sub>2</sub> vrije stroom geldt dat de Nederlandse regering onlangs heeft besloten om de windenergieproductie met 11 GW uit te breiden (aangekondigd door minister Rob Jetten, begin maart 2022) Om dat cijfer in perspectief te plaatsen: voor het mogelijk maken van de elektrificatie van de Nederlandse industrie is 25-45 GW benodigd.

Wat betreft het laaghangend fruit in energie-efficiëntie heeft de industrie al het nodige uitgevoerd, zoals introductie van high-efficiency motors, verdere verbetering in verwarmingssystemen en de zogenoemde smart control.

Belangrijke randvoorwaarde voor all-electric is de invulling van wat samengevat wordt onder het begrip smart grid. Basisvraag is hoe vraag en aanbod van de elektriciteitsvoorziening met elkaar te combineren met een optimale systeemintegratie. Met enerzijds de veel grotere vraag naar elektriciteit, veel nieuwe (ook lokale) bronnen van energieproductie in het grid zoals zon, wind, biomassa, een onbalans tussen vraag en aanbod, de eis van leveringsbetrouwbaarheid, preventie van overbelasting van het grid en anderzijds de introductie van nieuwe technieken zoals dynamic load control en opslagmethoden.

Als antwoord hierop is er niet een soort Haarlemmerolie die de directe oplossing biedt. Lokale energieopslag wordt hierbij wel gezien als een belangrijke oplossingsrichting. Groene waterstof gaat hierbij tevens een heel belangrijke rol spelen, bijvoorbeeld als energieopslagsysteem, als brandstof en als grondstof.

De weg naar all-electric heeft potentieel vele mogelijkheden voor alle typen van industrie. Directe mogelijkheden zijn de toepassing van elektrische boilers, compressoren, ovens en kraakinstallaties. Indirecte mogelijkheden zijn heat pumps (< 200 °C), combined heat power, waterstof ovens en boilers, waterstof als grondstof en H-DR-technologie (bij staalproductie). Kortom, het potentieel van elektrificatie is enorm. Gecombineerd met verdere energie-efficiëntie is all-electric mogelijk in 2050, met geleidelijke uitfasering van fossiel. Uitgangspunt hierbij is dat CO<sub>2</sub>-uitstoot steeds duurder wordt evenals gebruik van fossiele brandstoffen.

Om wat dat laatste betreft de laatste trend te laten zien, toonde Jack nog dat met de oorlog in Oekraïne de prijs van olie en gas zijn gestegen; de prijs van CO<sub>2</sub> rechten zijn echter gedaald.

### **Kritische grondstoffen**

De tweede spreker was **Ruud van Ommen**, hoogleraar in Delft. Zijn thema was de ontwikkeling van de zogenoemde e-refinery ("converting electrons into molecules") en met name de kritische grondstoffen die daarvoor benodigd zijn.

Wat betreft de e-refinery zijn er in hoofdlijnen twee mogelijkheden, de indirecte en de directe methode. De indirecte methode met in het hart een thermochemisch proces dat gevoed wordt met hernieuwbare elektriciteit, water, CO<sub>2</sub> en stikstof. Het afval en de emissies uit het proces stroomafwaarts dienen daarbij weer als grondstof voor de e-refinery. De directe methode hanteert in het hart een elektrochemisch proces, gevoed met dezelfde ingrediënten.

Wanneer bijvoorbeeld de electrolyser voor de groene waterstofproductie onder de loep wordt genomen dan is bijvoorbeeld te zien dat voor een alkaline electrolyser voor 1 GWh output al 10 kg nikkel en 1 kg zirkoon nodig is. Andere typen zoals de PEM electrolyzers gebruiken platina en iridium.

Ook in andere domeinen van vergroening van de maatschappij wordt een beroep gedaan op weer andere zeldzame grondstoffen. Bijvoorbeeld nikkel, kobalt, lithium, neodymium, praseodymium en dysprosium voor elektrisch vervoer en nikkel, kobalt en lithium voor systeembatterijen.

De beschikbaarheid van grondstoffen gaat een probleem worden, bijvoorbeeld voor platina in PEM electrolyzers. Daarom is management van kritische grondstoffen noodzakelijk, kort samengevat met de 4 R's: rethink, reduce, reuse en recycle.

Ruud liet met een aantal voorbeelden zien dat onderzoek in de vastestofchemie hierbij kan helpen, met name op het gebied van reduceren van gebruik. Hij noemde daarbij de ALD-techniek, atomic layer deposition, die efficiënte nanostructuren produceert waarbij veel kleinere volumes van kritische grondstoffen benodigd zijn. Zo zorgt deze techniek bijvoorbeeld voor een meer gelijkmatige spreiding van platina-deeltjes op een drager, waarbij de C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> conversie van 30 naar 100% gaat, bij eenzelfde hoeveelheid platina als een gewone katalysator.

### **Interactieve workshops**

Uw verslaggever begaf zich na deze introductie naar de interactieve sessies met Shell en McDermott.

De eerste spreker van de workshop was **Pieter Popma** van Shell. In zijn bijdrage onderzocht hij de mogelijkheden van de elektrificatie van een chemische plant.

Pieter begon met de vraag waarom die nadruk op elektrificatie wordt gelegd. Daarbij toonde hij dat dit als een van de heersende trends wordt onderkend in allerlei scenario's en outlooks.

Hij liet ook zien dat het directe gebruik van elektriciteit het meest efficiënt is. Als allerlei conversies worden gedaan zoals via elektrolyse naar waterstof en weer terug dan treden grote efficiëntie-verliezen op. Dat wordt nog erger bij verdere chemische conversie naar ammoniak of methanol. Ook als deze methanol direct als

energiebron wordt gebruikt of als na conversie HC-fuel wordt toegepast als energiebron is veel efficiëntieverlies opgetreden.

Shell heeft als ambitie om in 2050 een net-zero energie business te hebben. Dat geldt zowel voor de scope 1 en 2, dus voor upstream en eigen activiteiten, maar ook voor scope 3 activiteiten, dus emissies uit energie die verkocht wordt door Shell.

Als gekeken wordt naar de elektrificatiemogelijkheden van een chemische plant, dan wordt de aandacht in eerste instantie gericht op de gebruikte utilities; nieuwe core processen zijn nog in een vroeger stadium van ontwikkeling. Voornaamste energiegebruikers zijn dan bijvoorbeeld stoom, ovens en mechanische aandrijvingen. Mechanische aandrijvingen kunnen bijvoorbeeld vervangen worden met elektrische motors. Wat betreft stoom kunnen gasketels vervangen worden door elektrische boilers of heat pumps, waarbij de e-boilers overigens nu nog beperkt zijn in vermogen en te bereiken temperatuur. Gasgestookte ovens kunnen vervangen worden door elektrische heaters, met een temperatuurbereik tot 400 °C.

Al met al bestaan inmiddels allerlei elektrificatiemogelijkheden maar deze worden nog geremd door complicaties in de infrastructuur. Deze elektrificatiemogelijkheden leveren allerlei voordelen zoals een betere license-to-operate met de gereduceerde CO<sub>2</sub>- en NO<sub>x</sub> emissies. Maar ook reductie in onderhoud en van standby heat loads en vergroting van beschikbaarheid en veiligheid.

In de discussie liep Pieter nog een aantal interessante dilemma's na met het publiek zoals de vraag naar directe of indirecte elektrificatie. Daarbij kwam het door Jack al genoemde smart grid ter sprake en ook hoe een raamwerk van samenwerkende partijen kan worden opgesteld en hoe aansprakelijkheid voor falen daarin geregeld moet worden.

Als een van de punten die als risico moet worden gezien noemde Pieter de bemensing: voldoende gekwalificeerd personeel om deze transitie op allerlei niveaus en in allerlei branches te begeleiden.

## **Elektrisch ontwerpen**

De tweede spreker van de workshop was **Ahmed Labib** van McDermott. Hij richtte de aandacht op het ontwerpvraagstuk van waterstofgeneratie, met de elektrolyser als centrale unit.

Alvorens dat te doen merkte hij op dat de energietransitie eigenlijk helemaal niet nieuw is. Maar anders dan vroeger toen die transitie werd gedreven door een combinatie van technologie, economie, milieu en gemak, wordt deze nu ook gedreven door beleid, politiek en activisme.

Ahmed liet vervolgens zien dat met de groei van de wereldbevolking van 7 miljard in 2015 naar 10 miljard in 2100, een verdubbeling in de groei naar de energievraag gepaard gaat, van 500 exaJoule naar 1000 exaJoule. Om tegelijk met deze groei daarmee het zero-carbon vraagstuk op te lossen, zijn er een vijftal hoofdgebieden van aandacht, die deze dag al eerder aan de orde zijn geweest. Allereerst introductie van betrouwbare en flexibele vormen van hernieuwbare elektriciteitsopwekking, ten tweede opslag van elektriciteit (power to gas), ten derde balanceren van vraag en aanbod, ten vierde gridstabiliteit met voldoende reservebronnen en ten laatste efficiëntie en kwaliteit creëren.

Daarna ging Ahmed in op de grote rol van waterstof in de transitie, zoals eerder ook aangeduid door Jack, met functies als energieopslag, brandstof en grondstof. Om die waterstof te maken zal eerst een locatiekeuze moeten worden gemaakt: gebeurt dat direct bij de hernieuwbare energiebron, zoals met off-shore windenergie, of dichtbij de eindgebruiker, zoals met groene ammonia?

Vervolgens pelde hij een aantal keuzes bij de inrichting van een PEM electrolyser plant af. Om een 250MWe plant in te richten is een 66kV kabel nodig; welke plant manager durft die tussen zijn assets te plaatsen? Veiligheid moet dus een integraal onderdeel van de plantinrichting worden. Welke configuratie van transformers, switchboards en ondersteunende systemen wordt gekozen? Vaak betekent een configuratie met een hoge efficiency met dus lagere kosten ook een lagere redundantie en een lagere flexibiliteit in operatie. Moet voor de emergency power supply een dieselgenerator worden gekozen, omdat de fuel-cell generator nog geen proven technology is?

Een volgende uitdaging ligt in het 'maken' (vinden en opleiden) van gekwalificeerd personeel, om deze elektrische installaties te bedienen en in onderhoud te nemen. Een gespecialiseerd vakgebied, waar nu al tekorten aan personeel zijn.

Nog een laatste waarneming die Ahmed noemde is dat zijn klanten vaak opmerken dat zij moeten overleggen met de procesexperts binnen hun bedrijf; die hebben vaak een procestechnische, mechanische of chemische achtergrond. In het geval van het inrichten een electrolyser plant is juist electrical expertise noodzakelijk, ook aan de klantzijde om zo'n plant te opereren en onderhouden.

### **Parallele interactieve workshop**

Parallel vond een interactieve workshop plaats met staalproducent Tata en met systeemintegrator en automatiseerder Energico/Croonwolterendros.

Tata liet zien hoe zij recent de keuze hebben gemaakt om naar een all-electric proces te gaan met de keuze voor E-ovens, DRI-technologie en waterstofproductie.

Energico liet zien hoe zij bijdragen aan de energietransitie met de ontwikkeling en levering van bijvoorbeeld energiemangement-oplossingen, zoals de substation automation manager en de energiemonitoring en – managementassistent. Daarnaast leveren zij ook consultancy en hebben een academie ingericht.