

De zoektocht naar verbinden van duurzame energie met duurzame chemie

Verslag van de KNCV-CMG-werkgroep "Energie-Opslag & Conversie"

Augustus 2017

Inleiding

De Chemie & Maatschappij Groep van de KNCV vroeg in 2014 de leden naar de toekomst van de Nederlandse chemie. Het antwoord was: gebruik de sterkten op het gebied van chemie en processen om tot maatschappelijke verduurzaming te komen, b.v. van de Nederlandse energie voorziening.

Een werkgroep van het CMG heeft een duurzame energie voorziening, met (chemische) opslag en conversie van (overmaat) wind- en zonne-energie in kaart gebracht en geïdentificeerd als een belangrijke opportunity voor de Nederlandse Chemie. Dit sluit aan bij eerdere publicaties in C2W, zoals van 10 juni 2017.

In dit stuk geven wij aan hoe wind en zon kunnen leiden tot een emissiearme energievoorziening en tegelijkertijd een cruciale bijdrage kan leveren aan een toekomstbestendige chemiesector.

Uitgangspunten duurzaam stroomgebruik

Duurzaam opgewekte elektriciteit dient zoveel mogelijk direct ingezet te worden, o.a. vraagsturing kan hierbij een bijdrage leveren. Daarnaast zal de koppeling van netten belangrijk worden, mogelijk aangevuld met import van zonneparken in Zuid-Europa of Noord-Afrika. Deze laatste optie lijkt steeds beter realiseerbaar m.b.v. nieuwe gelijkstroom-technologie, met lage transport-verliezen.

Om in balans tussen productie en gebruik (denk aan: dag-nacht, winter-zomer) op te vangen, zal er daarnaast grote behoefte ontstaan aan flexibele, hanteerbare langere termijn opslag. Als oplossingen kan men denken aan: tijdelijke elektrochemische energie opslag (accu's), maar ook aan conversie van duurzame stroom naar andere energiedragers zoals warmte voor de bebouwde omgeving, of waterstof (d.m.v. elektrolyse). Waterstof kan worden ingezet als (hoge energie) brandstof. Maar het kan ook beschikbaar gemaakt worden voor de productie van afgeleide energie dragers zoals CH₄, methanol, e.d. middels FisherTropsch of Sabartier reacties. Het kan echter ook ingezet worden als voeding voor de Chemische industrie.

In onderstaand beschouwing vergelijken we de technologische mogelijkheden van de verschillende gebruik sectoren en worden de kansen voor de NL chemie (industrie en research) nader benoemd.

In onze beschouwing staan milieu- en energie-efficiëntie voorop. We gaan uit van kringlopen met weinig of geen materiaal verbruik. Tevens wordt gestreefd naar eenvoudige, ongevaarlijke stoffen voor de biosfeer, waardoor veiligheid en gezondheid niet in het geding komen. Ook moet worden voldaan aan sociaal ethische en ruimtelijke voorwaarden.

A: Opslag van stroom voor gebruik in het elektriciteitsnet in dal-perioden (uren-dagen-weken):

Hier concurreren mechanische methoden (vliegwielen-, waterkracht-, gecomprimeerde lucht systemen, e.a.) met elektrochemische accu-systemen. Bij deze laatste denken we aan decentrale opslag systemen zoals de **Tesla-Power-thuis** accu. Een voor NL-chemie interessanter gebied lijkt dat van low-cost accu's voor high capacity ondersteuning aan het net. Voorbeelden zijn de **HBr flow batterij** energie opslag pilot Elestor BV, Witteveen +Bos (ref1), de **ELFA-NL lood crystal technologie** voor continue licht en elektriciteit voorziening, verbeterde lood accu systemen (ref 3), en de **battolyser, geïntegreerd Ni/Fe batterij/elektrolyse systeem**, voor opslag en H₂ productie(ref 4). Deze NL-chemie opties zijn relevante op zich zelf staande technieken die aandacht verdienen.

B: Conversie naar waterstof t.b.v. warmte in de bebouwde omgeving en industrie:

(Overtollige) duurzame energie kan ook worden omgezet in waterstof. Dit kan worden bijgemengd in het aardgasnet en zo worden mee verbrand zonder CO₂-emissies. Er zijn succesvolle pilots in Duitsland en op Ameland geweest. Initiële berekeningen geven aan dat in de transitie-fase tussen 2025 en 2040 dit een relevante bijdrage aan de vergroening van de warmtevraag kan leveren. Deze toepassing vraagt vanuit NL-chemie een (beperkte) ontwikkeling op het gebied van de optimalisatie van elektrolyse-processen (ref AKZO e.a.).

Door verdere conversie (mogelijk door reactie met CO₂/stikstof) van de H₂ kunnen vloeibare brandstoffen, vervaardigd worden die eenvoudig kunnen worden getransporteerd en op gewenste plek kunnen worden ingezet. In onderzoek zijn:

- **ammoniak** als basis chemie grondstof of als energie drager: door NUON is een proefopstelling gebouwd in de centrale bij Delfzijl waarin de technische en economische haalbaarheid wordt getest;
- **koolwaterstoffen**, d.m.v. Fisher-Tropsch reactie uit H₂ + CO₂; C1-moleculen geven hierbij de meeste omzettings-efficiëntie, maar relatief lage warmte-inhoud per kg t.o.v. >C1-moleculen.

Alternatieve verbrandingssystemen als **metaalpoeder** (cyclus: M + O₂ <-> MO_x), met reductie door excess stroom en **Boor als energiedrager** (cyclus: B + O₂ <-> B₂O₃) bonzen ook op de deur. Het TUE project "metal fuels as carbon free energy carriers" (ref5) is interessant om te volgen. Boor is voorlopig een theoretische optie die meer uitwerking vereist en niet direct lijkt te voldoen aan de wens tot intrinsiek veilige systemen voor mens en omgeving.

C: Verwaarding van H₂ en mogelijk chemicaliën ("power-to-chemicals")

De primaire vraag voor NL-chemie is in deze of de waardevolle waterstof (zeker in de transitiefase) niet op andere manieren kan worden ingezet, waarbij nog effectiever CO₂-emissie vermeden kan worden. De via elektrolyse verkregen zuivere H₂ (nabij de stroom-opwekking) wordt hierbij in een bestaand chemisch complex benut en of geconverteerd tot andere chemicaliën. Dit levert voor de waterstof de hoogste toegevoegde waarde, bespaart meer CO₂-emissies en zorgt eerder voor een sluitende business case. En... het sluit aan op aanwezige chemische infrastructuur en biedt een groeipad naar duurzame en circulaire productie van belangrijke chemicaliën. De vraag die zich hierbij aandient is: welke moleculen kunnen het meeste bijdragen?

Nieuwe initiatieven die in dit kader passen, zijn het Voltachem power to chemicals Project (Ref 6). het Akzo hydrolyse project in Delfzijl/Botlek. Ook BP en Shell maken plannen om hun op elektrolyse gebaseerde H₂ op een hoger plan te tillen. Bovenstaande initiatieven en gerelateerde transitities vraagt ons inziens nu om een brede ondersteuning en commitment van de NL-chemie i.s.m. landelijke en regionale overheden!

D: Conversie van elektriciteit naar energiedragers voor in mobiliteit:

Elektrochemische opslag in hoogwaardige batterijen is sterk in opmars. De markt wordt momenteel door Aziatische firma's (Samsung, Sony, Panasonic, BYD) en Tesla (op basis van Panasonic licenties) gedomineerd. Het is de vraag of hier voldoende aansluiting is te vinden bij de Nederlandse chemie. Mogelijk kan NL R&D echter wel een bijdrage leveren aan volgende generaties m.b.v. vaste stof elektrolyten.

Een alternatief in deze sector is het gebruik van H₂ of afgeleide power-to-fuel energiedragers voor de transport sector. H₂, CO₂ uit biomassa centrales en syngas FisherTropsch processen vormen hier de "backbone" voor de productie van synfuels. Dit zou perfect kunnen aansluiten bij zowel het NL Voltachem Project als bij de kennis en kunde van de Nederlandse petrochemie. De in Nederland onderzochte optie als de stadsbus op mierenzuur zou door de chemie in Nederland vergeleken en

beoordeeld moeten worden met andere opties op basis van de economie cq. energie dichtheid van verschillende (mobiliteit) energie dragers

In bovenstaande toepassing is het belangrijk om rekening te houden met ontwikkelingen in de brandstofcel, die de minder schone en inefficiënte verbrandingsmotor zou kunnen vervangen. Hierbij kan zowel zo wel H₂ (Amsterdams autobus project) als methanol worden ingezet. Deze technologie verdient ook in NL aandacht t.b.v. een gerichte technische ontwikkeling en optimalisatie van haar economische haalbaarheid.

Ref 1:

<https://www.kivi.nl/uploads/media/58f5f5dd509cb/Presentatie%20Wiebrand%20Kout%20ELESTOR.pdf>

Ref 2:

<http://leadcrystal.nl/>

Ref 3:

<https://www.tue.nl/universiteit/faculteiten/werktuigbouwkunde/onderzoek/onderzoeksgroepen/multiphase-and-reactive-flows/your-future/available-bsc-and-msc-projects/msc-project-metal-fuels/>

Ref 4:

<https://www.tue.nl/universiteit/faculteiten/werktuigbouwkunde/onderzoek/onderzoeksgroepen/multiphase-and-reactive-flows/your-future/available-bsc-and-msc-projects/msc-project-metal-fuels/>

Ref 5:

<http://www.voltachem.com/>

Ref 6:

<http://energystorage.org/energy-storage/technologies/sodium-sulfur-nas-batteries>