



‘POWER TO PRODUCTS’ BETREKT INDUSTRIE BIJ ENERGIETRANSITIE

De industriële energiegrootverbruikers krijgen een belangrijke rol in de transitie naar een duurzame energievoorziening. Door te schakelen tussen gasgestookte en elektrische installaties of productie terug te schakelen, kan de industrie pieken en dalen in duurzame stroomproductie afvlakken. Dit ‘power to products’-concept is in sommige gevallen nu al succesvol en neemt alleen maar toe als het duurzame vermogen toeneemt.

Tekst: David van Baarle, freelance journalist.

Fotografie: Industrie



Afspraken in het Energieakkoord leiden naar verwachting tot een additionele 3,8 GW windvermogen op land en 3,45 GW wind op zee in 2023. Daarnaast verwachten onderzoekers dat er ongeveer 4 GW aan vermogen bijkomt van zonnepanelen. Daarmee komt in totaal 11 GW extra duurzaam productievermogen op het elektriciteitsnet. Dat aandeel is relatief veel, aangezien de dagelijkse elektriciteitsvraag fluctueert tussen circa 8 en 18 GW. Dat feit wordt zelfs een beetje zorgelijk omdat vermogen iets anders is dan daadwerkelijke productie. Want als de zon niet schijnt en het is windstil, dan moet worden teruggevallen op bronnen die minder weersafhankelijk zijn. En andersom kunnen pieken in de productie van duurzame stroom tot uitdagingen leiden in de distributie van die stroom. Het is niet ongebruikelijk dat windturbines worden afgeschakeld bij dergelijke piekbelastingen, maar eigenlijk is dat zonde. Hier komen de industriële grootverbruikers om de hoek kijken. Want zo'n 110 industriële bedrijven zijn verantwoordelijk voor een kwart van de Nederlandse energieconsumptie. Het grootste deel van de energiebehoefte van die bedrijven is thermisch en wordt verzorgd door hoogcalorisch aardgas. Het zou in de toekomst wel eens aantrekkelijk kunnen zijn om ook warmte op te wekken met elektriciteit. Een elektrische boiler of warmtepomp zou dan overtollige en dus goedkope elektriciteit kunnen omzetten in warmte. In tijden van schaarste zou de industrie zelfs zijn productie

kunnen terugschakelen of terugvallen op opgeslagen warmte.

Dit spel van het afstemmen van de productie op het elektriciteitsaanbod wordt ook wel 'Power-to-products' genoemd. Een consortium van de adviesbureaus Berenschot, CE Delft en ISPT, netwerkbedrijven en een groot aantal industriële bedrijven onderzocht de potentie van 'power to products' en concludeerde dat in de huidige omstandigheden peakhaving, ofwel het tijdelijk terugdraaien van de vraag bij hoge elektriciteitsprijzen, interessant is. 'Power-to-heat' op de momenten van goedkope stroom is momenteel nog niet heel interessant, maar kan dat wel worden als de omstandigheden of de regelgeving veranderen.

Energiehandel

Volgens Bert den Ouden, managing director energie bij Berenschot en medeopsteller van het rapport 'Power-to-products', zien de resultaten uit dat onderzoek er op het eerste gezicht niet heel gunstig uit voor 'power to heat'-oplossingen vandaag de dag. 'Maar daarmee is het laatste woord nog niet gezegd. Het rapport wijst ook op bepaalde knelpunten waarop we nu verder studeren. Ik dat er wel degelijk een toekomst is voor de industrie als flexibele elektriciteitsverbruiker. Naarmate er meer intermitterende bronnen bijkomen, wordt het interessanter om de productie aan te passen aan het elektriciteitsaanbod. Daar hoort



Het grootste deel van de energiebehoefte van industriële bedrijven is thermisch en wordt verzorgd door hoogcalorisch aardgas.

zeker ook de inzet van stroom voor warmteproductie bij.' 'Vooral als warmte kan worden gebufferd, kan de balans van de businesscase soms naar de positieve kant schuiven. De markt voor warmte wordt momenteel nog gedomineerd door aardgas, maar wanneer je warmte efficiënt elektrisch kunt produceren en daarna die warmte opslaat, ontkoppel je de vraagpatronen waardoor partijen beter kunnen profiteren van de markt.'

'Daarbij geldt nog het feit dat de maatschappelijke baten van peakshaving verder gaan dan alleen de industriële besparingen. Wanneer de industrie zijn elektriciteitsverbruik flexibel kan regelen, scheelt dat kosten voor het verzwaren van netten. Bovendien ontstaat er een bodemprijs voor duurzame elektriciteit waardoor het investerings-

klimaat voor windenergie weer gunstiger wordt. Je zou dan ook vooral in de contractvormen kunnen innoveren om de voordelen van peakshaving voor de netbeheerder zoveel mogelijk te verwaarden.'

Het flexvermogen kan zowel op de onbalansmarkt als op de intraday-markt worden verhandeld (zie kader Elektriciteitsmarkt). 'De onbalansmarkt is belangrijk, maar beperkt in omvang', zegt Den Ouden. 'Die markt kent grote prijsverschillen, maar is niet groter dan 30 miljoen euro. De day ahead-markt is fysiek veel groter van omvang met veel kleinere prijsverschillen, maar daar zie je dat de volatiliteit toeneemt. Bedrijven doen er dan ook verstandig aan om in de businesscase de verschillende markten met hun eigen dynamiek mee te nemen. De termijnmarkt draait vooral om risicomanagement terwijl de day ahead markt direct is gekoppeld aan de productieplanning, de intraday-markt kan worden gebruikt om de productie aan te passen terwijl de onbalansmarkt alleen bedoeld is om de energiebalans te herstellen. Bedrijven die hun processen kunnen aanpassen op al die verschillende markten, zullen het meeste profiteren van de prijsschommelingen.'

Hoe groot die schommelingen worden is afhankelijk van de marktomstandigheden. Momenteel is er nog veel flexvermogen aan de productiezijde omdat er nog veel fossiele centrales zijn die snel kunnen bijspringen. Naarmate de roep om decarbonisatie van de energieopwekking groter wordt, zal de productiezijde minder flexibiliteit kunnen leveren.

Vijf businesscases

Van de vijf businesscases die tijdens het 'power to products'-project (zie kader 'Power to products'-project) zijn ontwikkeld, zijn er drie gebaseerd op flexibel inzetbare Power to heat: bij aardappelfabrikant Avebe, bij papierpro-

Elektriciteitsmarkt

Omdat de elektriciteitsproductie en -consumptie sterk variëren en elektriciteit niet makkelijk is op te slaan, is de handel in elektriciteit verdeeld in vier tijdsgebonden markten: de termijnmarkt, de day ahead-markt, de intraday-markt en de onbalansmarkt. Het doel van de termijnmarkt is grotendeels risicomanagement. Ofwel het inkopen van vermogen dat in elk geval nodig is om de lange termijn doelen te halen. Partijen gaan vaak onderling langetermijncontracten aan voor meerdere jaren met een vast vermogen. Een producent weet dan hoeveel hij kan investeren in zijn opwekvermogen terwijl een gebruiker weet welke prijs hij betaalt voor zijn elektriciteitsverbruik. Ze kunnen deze contracten ook verhandelen op de lange-termijn beurs ICE-ENDEX.

De day-ahead handel vindt plaats op de beurs APX, in 1999 opgericht door Bert den Ouden. De APX is in het leven geroepen voor de handel in elektriciteitsoverschotten en tekorten: de day ahead-markt en de intradaymarkt. Op de day ahead-markt kunnen bedrijven een dag van tevoren hun biedingen doen voor vraag en aanbod en deze optimaliseren op prijs, inclusief de dagelijkse uitwisseling met het buitenland (im- en export). De intraday-markt ondersteunt het opvangen van variaties en storingen in de daadwerkelijke productie en elektriciteitsvraag, en zorgt ervoor dat vermogensoverschotten of -tekorten kunnen worden verhandeld.

De onbalansmarkt tenslotte, is een instrument dat netbeheerder TenneT gebruikt om de energiebalans te kunnen handhaven. Partijen die demand-side-management, ofwel vraagsturing, toepassen kunnen handelen op zowel de day ahead-, de intraday- als de onbalansmarkt. Bij hoge energieprijzen kunnen partijen besluiten hun productie terug te schroeven en het vermogenoverschot te verhandelen. Bij lage energieprijzen zou men juist ervoor kunnen kiezen de productie op te schroeven of bijvoorbeeld extra warmte te produceren.



Veel industriële warmte wordt nu nog opgewekt met warmtekrachtcentrales, maar op momenten van goedkope elektriciteit zijn deze installaties economisch nauwelijks rendabel. Op die momenten zou een elektrische of hybride boiler als flex-optie en tegelijkertijd backup-voorziening een mooie aanvulling zijn.

ducenten Smurfit Kappa en Roermond Papier en bij melkbedrijf FrieslandCampina. Hierbij gebruiken de bedrijven elektriciteit om warmte te produceren op die momenten dat elektriciteit goedkoper is dan gas. Een andere case, die van AkzoNobel, valt in de categorie 'peakshaving'. Bij de laatste case keek men bij Dow naar de mogelijkheden van stoomrecompressie.

Den Ouden: 'De businesscases laten zien dat er geen 'one size fits all'-oplossing is voor de industrie. Bedrijven zullen dus zelf aan de slag moeten en duidelijke keuzes maken. Dat wil zeggen: de juiste techniek om elektriciteit om te zetten in warmte of bijvoorbeeld luchtdruk in de vorm van perslucht, en de bij het bedrijfsproces aansluitende 'demand-side-management'-strategie, ofwel het aanpassen van de productie aan de elektriciteitsprijs. Ook de contracten vergen maatwerk en constante bijsturing. Ook niet onbelangrijk is dat bedrijven hun processen aanpassen op een onregelmatige inzet van elektriciteit. Ze zullen niet alleen de regeling van de productie-installatie moeten aanpassen, maar ook de ict-systemen die hierbij worden gebruikt.'

Den Ouden is in elk geval tevreden met de resultaten die de pilots tot nog toe hebben opgeleverd. 'De pilots leverden twee positieve businesscases op, die van AkzoNobel en Dow, en drie cases die wat meer onderzoek vergen. We zijn inmiddels verder gegaan met onze onderzoeken naar power to heat en als je met een aantal factoren rekening houdt, kan de businesscase daarvoor een stuk positiever uitvallen.'

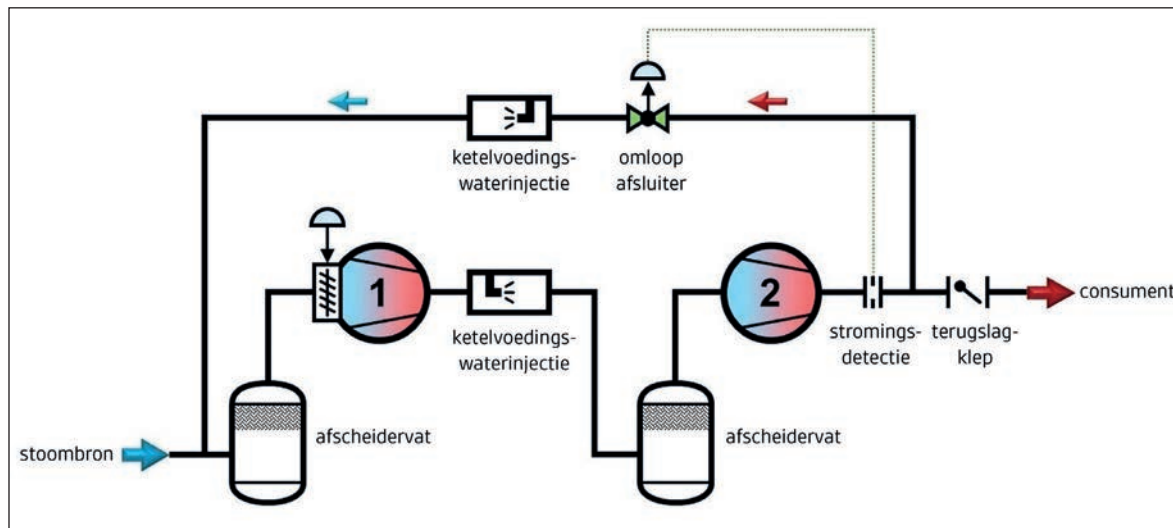
Stoomrecompressie

Een van de positieve cases in het 'power to products'-onderzoek is die van stoomrecompressie bij chemiebedrijf Dow Terneuzen. Industrial Energy Experts (IEE) werkte een zestal mogelijke toepassingen uit en kwam tot de conclusie dat mechanische stoomrecompressie zowel economisch als energetisch een zeer interessante optie was. Dow deelde die conclusie en inmiddels heeft het bedrijf een Duurzame

Energie Innovatie (DEI)-subsidie gekregen voor de bouw van een pilotinstallatie.

Egbert Klop, algemeen directeur van IEE, legt uit hoe industriële grootverbruikers kunnen profiteren van prijschommelingen op de elektriciteitsmarkt. 'Eerlijk gezegd is stoomrecompressie eerder een efficiëntiemaatregel dan een nieuwe manier van peakshaving. Degelijke installaties zijn dermate kapitaalintensief dat ze het best renderen als ze volcontinu of daar in de buurt kunnen produceren. En het idee van load balancing was juist om pas te produceren als de elektriciteitsprijzen laag zijn en de productie te stoppen zodra er een tekort aan elektriciteit dreigt te ontstaan. Daarmee zou de businesscase van een dergelijke investering aardig onderuit worden gehaald. Ook de capaciteit speelt een rol. Onder de 10 ton stoom per uur hoef je er eigenlijk niet aan te beginnen. In het geval van Dow gaan we dan ook een installatie realiseren die 10 ton stoom met een druk van 3 bar ophooft naar een druk van 12 bar.'

Het haalbaarheidsonderzoek dat IEE uitvoerde besloeg een zestal cases waarvan twee in een bestaande installatie en vier nieuwbouwsituaties. Klop: 'Stoomrecompressie is een variatie op mechanische damprecompressie. Nadat stoom is gebruikt, heeft het condensaat nog vaak een, zij het lagere, energetische waarde. Hierdoor 'flasht' – verdampt – een gedeelte van het condensaat en wordt omgezet in stoom. Een andere aantrekkelijke variant is dat lagedrukstoom, die niet meer kan worden gebruikt in het productieproces, als voeding voor stoomrecompressie wordt gebruikt. Vervolgens wordt de stoom weer gecompriëerd, waardoor de druk en daarmee de temperatuur oploopt. De benodigde elektrische energie die daarvoor nodig is, is veel lager dan de thermische energie die zo'n systeem oplevert. De coëfficiënt of performance (COP), ofwel de verhouding geproduceerde warmte versus de ingevoerde hoeveelheid elektriciteit kan dan ook oplopen tot



Principeschema van tweetrapscompressie met de-superheating (waterinjectie). MDR is een open warmtepompsysteem. Door te comprimeren stijgen druk en temperatuur en de bijbehorende verzadigingstemperatuur. Door het isentropisch rendement van de compressie ontstaat enige oververhitting van de stoom. Dit wordt gecompenseerd door injectie van ketelvoedingwater, zodat de stoom de gewenste temperatuur krijgt. De hoeveelheid stoom neemt hiermee toe.

een waarde van negen tot soms wel elf. Ofwel één megajoule elektrisch levert 11 MJ thermisch op.'

Randvoorwaarden

Met zulke gunstige cijfers, lijkt het bijna een no-brainer om stoomrecompressie in te zetten. Klop waarschuwt echter voor onjuiste positieve verwachtingen. 'Je moet wel aan een aantal randvoorwaarden voldoen voordat je dit soort technieken kunt toepassen. De eerste voorwaarde is al eerder genoemd: capaciteit. Je moet aardig wat stoom verbruiken en reststoom hebben om de redelijk hoge investering te kunnen terugverdienen. Daarnaast moeten de boekhouders de reststoom geen waarde toekennen. Als de restwarmte wordt gewaardeerd tegen de gasprijs, dan blijft er weinig investeringsruimte over. In de meeste gevallen wordt er niets met de restwarmte gedaan en is zo'n boekhoudkundige waardering dan ook slechts een papieren exercitie. En uiteraard heeft ook de gasprijs invloed op de businesscase.'

'De schaalgrootte is een belangrijke factor. In dat opzicht zijn er weinig belemmeringen: een capaciteit van meer dan 100 ton stoom per uur is mogelijk. Binnen deze voorwaarden wisten we bij Dow tot een viertal positieve cases te komen. Wat opviel was dat de nieuwbouwsituaties tot de beste resultaten leidden. Een dergelijk systeem in een bestaande installatie inbouwen is vaak een stuk complexer en dat drukt de businesscase.'

De realisatie van de pilot-installatie die Dow eind dit jaar start, is wel in een bestaande installatie. 'In eerste instantie is het de bedoeling ervaring op te doen met stoomrecompressie', zegt Klop. 'Dankzij de DEI-subsidie is het mogelijk de onrendabele top af te vlakken. Maar Dow wil de data beschikbaar hebben om deze mee te kunnen nemen in toekomstige investeringsafwegingen.'

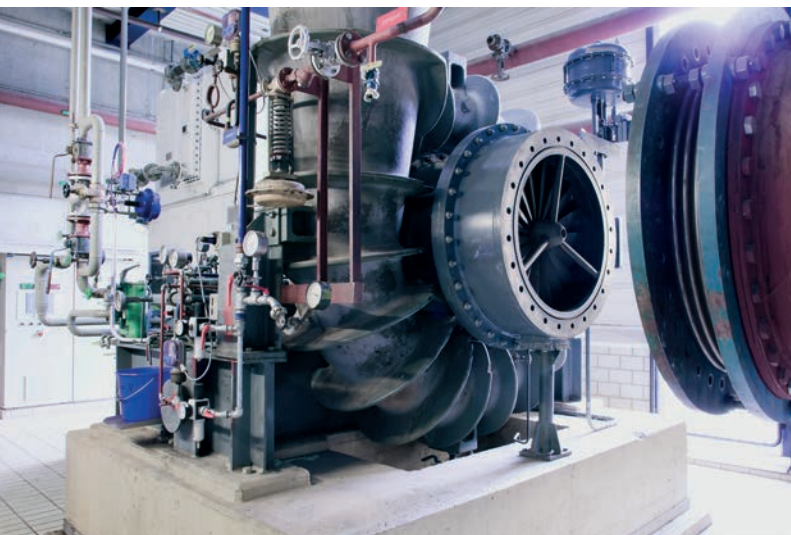
Wat ook opviel in het onderzoek was de conclusie dat stoomrecompressie nauwelijks een rol zou kunnen spelen in peakhaving. Klop: 'In onze berekeningen hadden de elektriciteitsprijzen nauwelijks invloed op de businesscase. Dat komt vooral doordat de elektriciteitsconsumptie relatief laag is. Het opschakelen op het moment dat er veel stroomaanbod is, heeft dan ook niet heel veel zin. Het zou wel mogelijk zijn om de productie bij heel hoge prijzen stop te zetten.'

Klop wil stoomrecompressie zeker niet wegzetten als laaghangend fruit, 'daarvoor zijn de investeringen te hoog en is het proces te complex', maar er zijn wel degelijk grote stoomverbruikers in Nederland die kunnen optimaliseren met deze techniek. 'We hebben het hier over 'proven technology' die al jarenlang wordt toegepast. De risico's zijn dus niet zo groot en hebben vooral te maken met de ontwikke-

'Power to products'-project

ISPT, CE Delft en Berenschot onderzochten in opdracht van de Topsector Energie de mogelijkheden voor power to products. De vraagstelling in het project was hoe, tegen welke kosten en opbrengsten en onder welke voorwaarden de procesindustrie haar elektriciteitsvraag kan flexibiliseren. Hierdoor kan de procesindustrie gebruikmaken van goedkope duurzame elektriciteit én een bijdrage leveren aan netstabiliteit in het licht van het Energieakkoord.

De eerste verkenning richtte zich op een vijftal businesscases bij grote energiegebruikers, gebaseerd op desktoponderzoek. Van die vijf cases waren er drie gebaseerd op flexibel inzetbare power to heat: Avebe, Smurfit Kappa Roermond Papier en Friesland Campina. Hierbij gebruiken de bedrijven elektriciteit om warmte te



Hoe groter het verschil tussen de gas- en elektriciteitsprijs, hoe gunstiger de businesscase uitpakt.

lingen op de energiemarkt. Hoe groter het verschil tussen de gas- en elektriciteitsprijs, hoe gunstiger de businesscase uitpakt.'

Tarieven

En de balancering dan? Klop denkt dat er genoeg technieken voorhanden zijn die daar een rol in kunnen spelen. 'Elektrische boilers worden al aangeboden op de markt en bieden een mooie mogelijkheid om met goedkope elektriciteit warmte te produceren. In Nederland zouden we gebaat zijn bij hybride systemen die zowel elektrisch als door gas of biomassa kunnen worden gestookt. Tot nog toe zie ik echter nog geen commercieel verkrijgbare systemen op de markt, of in elk geval niet met de capaciteiten die de industrie nodig heeft.'

produceren op die momenten dat elektriciteit goedkoper is dan gas. De conclusie op grond van deze projecten was echter dat de energieprijzen nog te laag was om power to heat rendabel te maken. Ook de extra netwerkkosten, energiebelasting en Opslag Duurzame Energie maakten de businesscase onaantrekkelijk. Echter, politieke beslissingen kunnen daar verandering in brengen. De case van AkzoNobel valt in de categorie 'peakshaving'. Het bedrijf kan de elektrolyseprocessen die nodig zijn bij de productie van chlooralkali op een lager pitje zetten als de energieprijzen stijgen. Op die manier voorkomt het bedrijf tekorten in het elektriciteitssysteem. Dit was een van de meest aantrekkelijke cases, net als die van stoomrecompressie bij Dow.

'Momenteel wordt veel industriële warmte nog opgewekt met warmtekrachtcentrales, maar op momenten van goedkope elektriciteit zijn deze installaties economisch nauwelijks rendabel. Op die momenten zou een elektrische of hybride boiler als flex-optie en tegelijkertijd backupvoorziening een mooie aanvulling zijn. Het succes daarvan is deels ook afhankelijk van de aansluit- en nettarieven. Die zijn tot nog toe namelijk afhankelijk van het maximale vermogen en dat is niet gunstig als partijen zo nu en dan meer stroom afnemen als ze willen peakshaven om daarmee het 'nationale belang' te dienen.'

Dat laatste euvel is ook opgepikt door Berenschot. Het managementadviesbureau onderzocht een aantal alternatieve tariefstructuren en legde deze naast elkaar. Bert den Ouden: 'Op basis van de analyse lijken tijdsafhankelijke netcapaciteitstarieven, die zijn gerelateerd aan de netbelasting, de meest effectieve toevoeging aan de tariefstructuur om extra flexibiliteit te ontsluiten. In deze variant mogen verbruikers tijdens daluren extra elektriciteitsverbruik inzetten zonder dat dit gevolgen heeft voor het gecontracteerde jaarvermogen en maximale aantal kilowatts. Daardoor lopen eindgebruikers geen risico op een grote lastenstijging.'

Of de aanbevelingen worden overgenomen, is een politieke beslissing. Flexibele nettarieven zouden in elk geval een grote drempel wegnemen en de weg effenen voor Power to products.

Het laatste nieuws is dat Berenschot een verdere studie doet naar de elektrificatie in de procesindustrie, in een consortium samen CE Delft, Energy Matters en Industrial Energy Experts. In opdracht van het ministerie Economische Zaken maken de onderzoekers een verdiepingsslag van de mogelijkheden voor power to products en nemen daar buitenlandse ervaringen en de specifieke Nederlandse energiesituatie in mee. <<

