

Groene stroom omzetten in gas meest kansrijke optie

Duurzame energievoorziening vereist seizoensopslag

Een duurzame energievoorziening van de gebouwde omgeving is een van de speerpunten van de beoogde energietransitie. Aangezien vraag en aanbod van duurzame energie niet synchroon lopen, kan deze verduurzaming niet zonder energiebuffering. Berekningen en analyses van Movares en Kiwa laten zien dat opslag in de vorm van gas vele malen goedkoper is dan opslag in accu's.

Door Ron Visser en Kees Pulles

Om de klimaatverandering binnen de perken te houden kiest de Nederlandse overheid voor een energietransitie waarbij fossiele brandstoffen op termijn worden vervangen door vormen van duurzame energie, zoals wind-, zonne- en bio-energie. Dat geldt niet alleen voor de industrie en de transportsector, maar ook voor de gebouwde omgeving.

De energievraag voor de gebouwde omgeving – denk aan energie voor verwarming en verlichting van huizen, scholen en kantoren en voor de apparaten in deze gebouwen zoals wasmachines, koelkasten en computers – bedraagt ongeveer dertig procent van de totale Nederlandse energievraag.

Energievraag woningen

Voor onze berekeningen en analyses beperken we ons binnen de gebouwde omgeving tot woningen waarbij we niet uitgaan van 'Nul op de meter' maar wel van een forse daling van de energievraag door (betere) isolatie, warmteterugwinning, de toepassing van warmtepompen, bewuster warmwatergebruik, efficiëntere verlichting en energiezuiniger apparaten. Een beperkte daling van de categorie 'kracht en licht' valt te verwachten door energiezuinige apparaten en ledverlichting. Een nieuwe elektriciteitsgebruiker, de elektrische auto, die op basis van 10.000 kilometer per jaar 2.000 kWh vraagt is hierin niet meegenomen. De energievraag van een gemiddelde woning neemt naar verwachting tussen nu en 2040 af van 15.500 kWh¹ per jaar naar 5.650 kWh per jaar. (zie tabel1)

Tabel 1: Energiebehoefte woning in kWh/jaar nu en in 2040

	2017	2040
Kracht en licht	3.000	2.250
Tapwater	1.300	400
Warmte	11.200	3.000 ²
Totaal	15.500	5.650

Als we uitgaan van een gemiddelde energievraag van 5.650 kWh per jaar per woning in 2040, dan kan de jaarlijkse energievraag van alle Nederlandse woningen worden opgewekt door zonnecellen met een totaal oppervlakte van circa 250 vierkante kilometer. Dat komt neer op ongeveer 35 vierkante meter aan zonnepanelen per woning als de opbrengst van de panelen ongeveer 160 kWh per jaar per m² is.

1 Om verschillende opslagsystemen, energiebronnen en oplossingen goed te kunnen vergelijken is alle energie in dit artikel uitgedrukt in kWh

2 De warmtevraag is bepaald aan de hand van transmissieberekningen/ efficiënte warmtepomp

De productie van 250 km² zonnecellen bedraagt op piekmomenten - in de zomer als de zon hoog aan de hemel staat en veel uren schijnt - ongeveer 40 miljoen kilowatt (kW), twee keer zoveel als de huidige elektrische piekvraag. Daar staat tegenover dat de zonnecellen in de maanden november, december en januari totaal slechts tien procent van de jaarproductie opwekken. En juist in het winterhalfjaar is de energievraag van woningen het grootst. Immers, in dit deel van het jaar is energie nodig voor ruimteverwarming en deze energie omvat ruim de helft van de totale energievraag van een woning.

Buffering

Concreet betekent dit dat bij gebruik van zonne-energie in de zomer een overschot aan duurzame elektriciteit ontstaat en in de winter een tekort. Dit probleem kan alleen worden opgelost door een deel van de elektriciteit die in de zomer is opgewekt, op te slaan en in de wintermaanden te gebruiken. Een dergelijke vorm van (seizoens)buffering is ook nodig als naast zonne-energie windenergie wordt gebruikt. Het aanbod van windenergie is weliswaar constanter, maar ook bij een mix van zonne- en windenergie zullen vraag en aanbod nooit volledig op elkaar aansluiten.

Voor energiebuffering zijn verschillende technieken beschikbaar. Denk aan warmwatervaten zoals een boiler op zonne-energie, accu's en drukvaten met gas, waarbij elektriciteit eerst wordt omgezet in waterstof (H₂) of synthetisch aardgas (CH₄). Om te bepalen welke van deze technieken het meest geschikt is, hebben we verschillende kenmerken en de kosten van elke techniek in kaart gebracht (zie tabel 2). Een belangrijke conclusie is dat opslag in de vorm van waterstof of synthetisch aardgas een factor honderd goedkoper is dan het opslaan van elektriciteit. Zeker als het gas in het aardgasnet, in lege gasvelden of in zoutcavernes wordt opgeslagen.

Tabel 2 Vergelijking van diverse opslagsystemen

	Tesla batterij	boiler 80 liter	H ₂ drukvat	CH ₄ drukvat
Prijs [€]	6.500	250	3500	3500
Capaciteit [kWh]	14,0	7,0	300	1000
Bufferrendement (dag buffer)	87 %	90%	98%	98%
Bufferrendement (seizoen buffer)	60%	10%	98%	98%
Cycli	2.600 ³	6.000	> 100 000	> 100.000 ⁴
Levensduur [jr]	10	25	40	40
Prijs [€/kWh/cyclus]	0,21	0,01	< 0.0001	< 0.00003
Prijs [(excl rente)€/kWh/yr]	46	1.5	0.3	0.1

Drie opties

Het omzetten van elektriciteit uit duurzame bronnen in waterstof via elektrolyse is eenvoudig en kost op dit moment, uitgaande van een omzettingsrendement van 70 procent, 1⁵ eurocent per kWh.

³ Sterk afhankelijk van het gebruik.

⁴ Afhankelijk van de gehanteerde ontwerpfactor kan dit ook meer dan 106 zijn (zie <http://www.nationalboard.org/Index.aspx?pageID=164&ID=441>)

⁵ http://www.industry.siemens.com/topics/global/en/pem-electrolyzer/silyzer/Documents/20151009_BWE_Vortrag_Husum_Boehm_V11_Internet.pdf

Deze kosten kunnen verder omlaag als de benodigde katalysatoren op termijn een langere levensduur krijgen en goedkoper worden.

De geproduceerde waterstof kan op drie verschillende manieren worden benut. In kleine hoeveelheden kan het worden toegevoegd aan het aardgasnet. De tweede optie is methanisering, het omzetten van het waterstof in synthetisch aardgas door koolstof toe te voegen. Deze omzetting vindt plaats bij hoge temperaturen en volgens ingewikkelde processen en is daarom alleen geschikt voor grootschalige toepassingen van 1.000 kW of meer. Deze omzetting kan diverse voordelen bieden: door de hogere energie-inhoud van CH₄ is de opslag goedkoper dan de opslag van H₂. Verder is de toepasbaarheid en transporteerbaarheid van CH₄ veiliger en goedkoper. Als derde optie kan de waterstof weer worden omgezet in elektriciteit. Dat kan met een relatief hoog rendement in een brandstofcel.

Voordelen

Duurzaam opgewekte elektriciteit omzetten in waterstof of synthetisch aardgas en dit vervolgens opslaan is niet alleen vanwege de lage kosten per kWh aantrekkelijk. Gasvormige opslag is ook aantrekkelijk omdat het huidige aardgasnet dan gehandhaafd kan blijven voor de distributie van het groene gas en niet versneld hoeft te worden aangeschreven door een overgang naar 'all electric'. Dat voorkomt niet alleen een forse kapitaalvernietiging, maar heeft ook diverse andere voordelen. Gasdistributie is bijvoorbeeld veel goedkoper dan elektriciteitstransport. Verder is geen enorme en kostbare verzwaring van het elektriciteitsnet nodig. Zo is bij een volledige elektrificatie van de Nederlandse energievoorziening minimaal een verdubbeling van de elektriciteitsinfrastructuur nodig.

Weer een ander voordeel is flexibiliteit. Zo biedt de opslag van duurzaam gas de mogelijkheid om het aandeel van groen gas in het gedistribueerde gas stap voor stap te verhogen, wat een geleidelijke overgang naar een duurzame energievoorziening mogelijk maakt. Daarnaast biedt een hybride energievoorziening met zowel groene elektriciteit als groen gas de mogelijkheid om te optimaliseren. Zo is het in oude binnensteden waarschijnlijk efficiënter om het gasnet te handhaven en woningen te verwarmen met gasgestookte HR-ketels, terwijl voor nieuwbouwwijken gasloos meestal de beste optie zal zijn. Als in dit soort gasloze wijken de lokale duurzame energieproductie tijdelijk onvoldoende is om in de elektriciteitsvraag te voorzien, kan het gas in de buurt van de wijk met een brandstofcel of warmte-krachtinstallatie worden omgezet in elektriciteit.

Afsluitend kan gesteld worden dat het effectief en slim opslaan van energie iets is dat we zullen moeten leren in de komende tijd. Groene stroom omzetten in gas is daarbij een zeer interessante en kansrijke optie.

Ron Visser is Consultant Power Systems bij advies- en ingenieursbureau Movares en houdt zich onder meer bezig met duurzame energievraagstukken en het mobiliseren van bewoners en andere spelers in de energietransitie.

Kees Pulles is Senior Consultant Gas- en Energiedistributie bij Kiwa Technology en houdt zich onder andere bezig met energiesystemen en energieopslag vraagstukken in het kader van de energietransitie naar duurzaam.