

Energiesysteem van nu, 100% duurzaam in 2050

'All electric', al achterhaald voordat we begonnen zijn?

Onder invloed van het Nederlandse energieakkoord is er veel beweging ontstaan op het gebied van verduurzaming. Dat is op zich een positieve ontwikkeling. We zijn in Nederland op veel verschillende vlakken begonnen met verbeteringen waardoor helaas de samenhang tussen de diverse projecten soms te wensen over laat. Bij deze ontwikkelingen is het verstandig toepassen van het juiste energiesysteem cruciaal. In dit artikel wordt aan dit soort keuzes en optimalisatie aandacht besteed.

M. (Marco) Bijkerk, manager Innovative Technologies, Remeha

Wanneer we kijken naar de huidige tendens dan zien we dat we in Nederland de neiging hebben om onder invloed van de huidige salderingsregeling (kader rechts) en de interpretatie van duurzaamheid over te stappen naar elektriciteit. Dat denken wordt nog eens extra aangewakkerd door de schadelijke effecten van gaswinning, de aardbevingen in Groningen en de gevoerde aardgaspolitiek richting Rusland. Wanneer we echter kijken naar het duurzaamheidseffect van het overschakelen naar elektriciteit dan zien we dat het aandeel van gas in de elektriciteitsproductie afneemt en onder invloed van goedkope kolen het aandeel steenkool toeneemt. De bijbehorende CO₂-uitstoot neemt daardoor op dit moment fors toe [1]. Voorlopige conclusie hiervan is dat elektriciteit op zich misschien schoon is maar, als we de opwekking erbij betrekken, zeker niet altijd duurzaam. Integendeel.

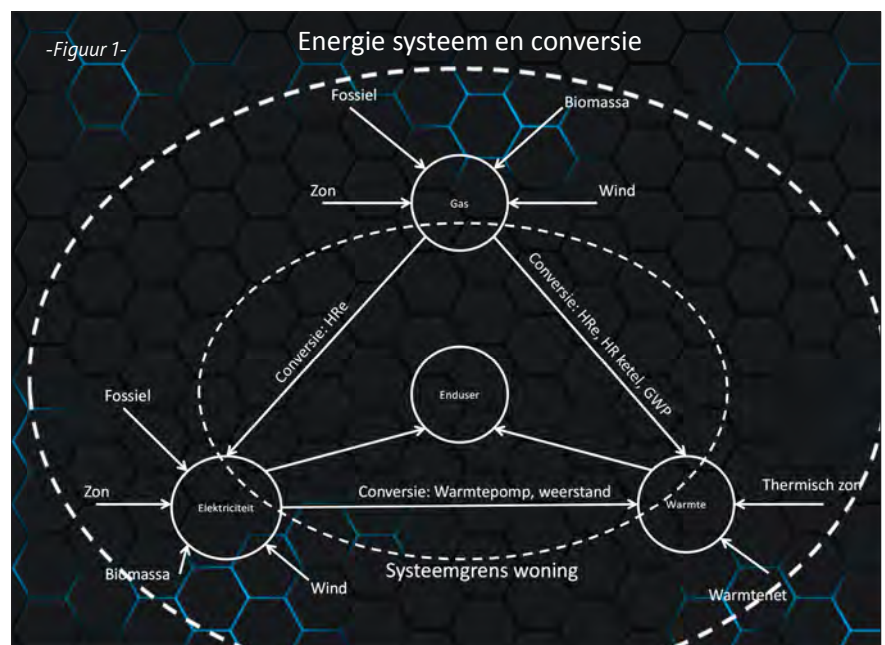
Om meer inzicht te krijgen in de hele keten van energiegebruik en de mogelijkheden om daarmee zo duurzaam mogelijk om te gaan, bekijken we het energiesysteem en de energiebehoefte van de woning.

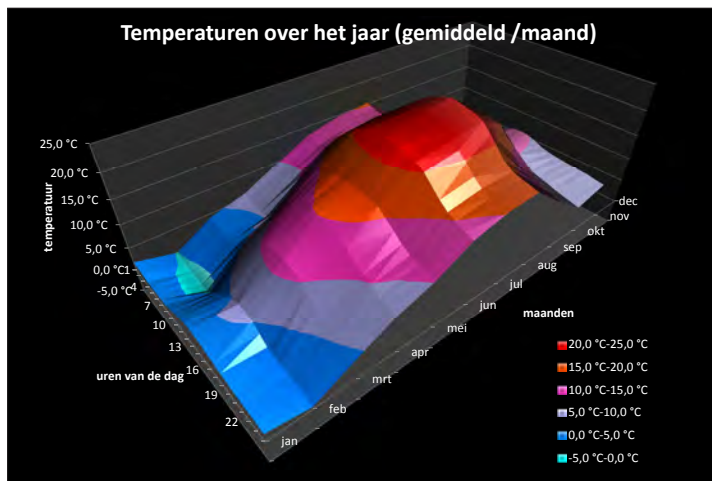
In figuur 1 staat de bewoner centraal weergegeven met daaromheen de systeemgrens van de woning. Deze grens wordt nu vaak aangehouden (energieakkoord) om te bepalen of een woning duurzaam is. We zien dat er in principe drie vormen van energie zijn die de woning

binnen kunnen komen, al dan niet in bepaalde combinaties, namelijk gas, elektriciteit en warmte. Dit zijn echter geen vormen van energie waar de bewoner om vraagt; die wil eigenlijk maar twee zaken, namelijk comfort in de vorm van verwarming en warm water en

elektriciteit voor zijn apparaten in huis. De installatietechniek richt zich op het omzetten van gas, elektriciteit en/of aangeboden warmte in het comfort dat de bewoner wenst. Het is nu meteen duidelijk dat we door de systeemgrens, om de woning te leggen, niet

De salderingsregeling houdt in dat zelf opgewekte energie (bijv. met zonne-cellen) teruggeleverd mag worden aan het net. De hoeveelheid teruggeleverde kWh wordt dan verrekend met de geleverde kWh: levering en teruglevering van kWh wordt gesaldeerd op woningniveau.





-Figuur 2- Bron: Remeha

kunnen bepalen of die woning duurzaam is. De vraag is namelijk waar die elektriciteit, warmte of gasvormige energie vandaan komen. Het gaat dus om de bron van de energie. Op hoofdlijnen kennen we vier grote bronnen voor elektriciteit, exoten en nucleair even buiten beschouwing gelaten, namelijk wind, zon, biomassa en fossiel, waarbij die laatste in toenemende mate steenkool is. Elektriciteit als energievorm op zich is dus niet duurzaam. De duurzaamheid wordt bepaald door hoe deze is opgewekt.

Wanneer we naar de bron van het gas kijken dan denken we vaak dat dit gas per definitie een fossiele bron is. Maar ook biomassa, zon en wind kunnen bronnen zijn voor gas. In het geval van zon en wind bijvoorbeeld, kan met de opgewekte energie via de Power to Gas-techniek synthetisch gas gemaakt worden waarvoor CO₂ als grondstof nodig is. In Duitsland en Denemarken waar het aandeel duurzame energie veel groter is dan in Nederland en waarmee de nodige ervaring is opgedaan met de effecten hiervan, is deze techniek al erkend als noodzakelijk bouwsteen van een duurzame energiehuishouding. Er wordt hard gewerkt om deze techniek volwassen te krijgen.

Een ander voorbeeld is warmte. Ook hiervoor geldt dat warmte op zich niet duurzaam is maar dat wel kan zijn als de bron maar duurzaam is.

■ HET ENERGIESYSTEEM IN 2050

In de beschouwing van het energiesysteem met de doelstelling van 2050 in gedachten is het dus noodzakelijk de doelen en mogelijkheden scherp te krijgen.

Het doel is in 2050 volledig duurzaam te zijn.

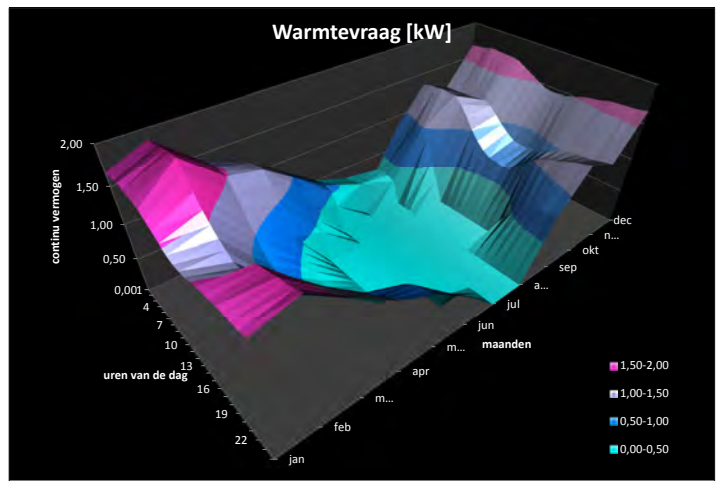
1. Dat kan dus alleen door de systeemgrens veel ruimer te kiezen, namelijk van energiebron tot gebruiker en door de CO₂-reductie centraal te stellen en geen afgeleide doelen als 'all electric' en dergelijk te definiëren. Die leggen namelijk de systeemgrens strak om de woning.

2. Verder zal de transitie betaalbaar moeten zijn, want anders gaat het eenvoudigweg niet slagen.
 3. Tot slot moeten we ons realiseren dat we een marsroute nodig hebben om vanuit de huidige situatie in het energiesysteem van 2050 te komen.
- Laten we elk van deze drie punten eens nader onder de loep nemen met de nodige getallen er bij.

Ad 1: Van bron tot gebruiker de CO₂-uitstoot naar 'Nul' centraal stellen

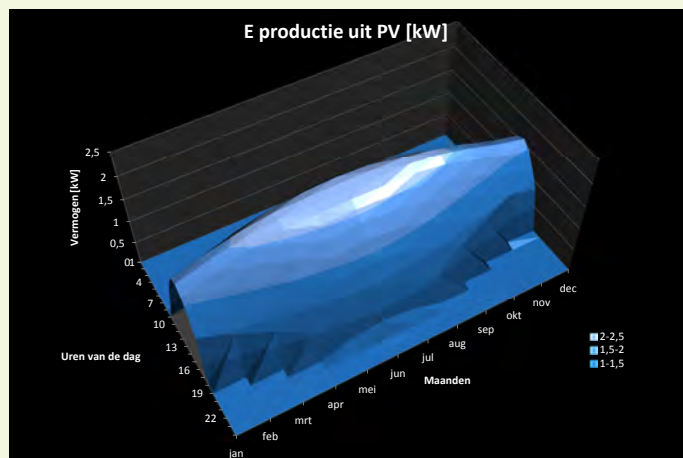
Een veel gevolgde route om CO₂ te reduceren is het opwekken van elektriciteit met PV-panelen, waarbij de elektriciteit vervolgens met een warmtepomp wordt omgezet naar warm water en verwarming. Ook deze aanpak volgt uit de huidige salderingsregeling en de systeemgrens om de woning. Het lijkt een heel eenvoudige en daarom aantrekkelijke aanpak. Er zijn echter twee wezenlijke punten die niet zorgen voor het gewenste resultaat, namelijk:

- a. Vraag en aanbod vallen niet samen in de tijd. Het moment van energieopwekking valt niet samen met het moment van energiebehoefte.
- b. Het is thermodynamisch verre van ideaal; het gaat voorbij aan de exergetische regels van de thermodynamica.



-Figuur 3- Nul-op-de-meter woning. Bron: Remeha

Vraag en aanbod vallen niet samen in de tijd
In Nederland mogen we elektriciteit salderen. Volgens deze regeling mag ingekochte en aan het net geleverde elektriciteit tegen elkaar verrekend worden. De gebruiker betaalt dus alleen de netto ingekochte elektriciteit. Hierdoor is het mogelijk om, wanneer op jaarbasis evenveel elektriciteit uit de PV-panelen wordt opgewekt als het huis nodig heeft, een netto rekening te hebben die op 0 uitkomt. Dat geldt overigens alleen zolang deze regeling nog van kracht is, daarna hebben deze huizen alsnog een energierekening. Maar 0 (nul) kWh op de rekening betekent niet dat er geen fossiele brandstof is gebruikt. Dat hangt af van het samenvallen van moment van opwekking en afname. Meestal valt dat niet samen. Voor een 'All electric woning' is uitgerekend hoeveel energie er op elk moment nodig is en hoeveel er geproduceerd wordt. Uitgangspunt is de temperatuur op elk moment in het jaar, zie figuur 2. Op de x-as staan de uren van de dag (0-24), langs de y-as de maanden van het jaar. Verticaal (z-as) staat de bijbehorende temperatuur. De weergegeven waarden zijn verkregen van het KNMI en gelden voor het midden van het land. Nu we deze informatie hebben, kunnen we precies uitrekenen hoeveel elektriciteit er precies nodig is voor de warmtepomp om dat



-Figuur 4-
Bron: Remeha

voor elk moment het nodige vermogen en de bijbehorende COP bekend is. Het benodigde vermogen is weergegeven in figuur 3. Duidelijk wordt dat de grootste vraag plaatsvindt tijdens de donkere uren in de koude maanden. Op dezelfde manier is eenvoudig uit te rekenen hoeveel elektriciteit er wordt opgewekt uit de PV-panelen, zie figuur 4 vorige pag. Daarnaast gebruikt de bewoner elektriciteit voor de diverse apparaten in het huis. Wanneer we al die informatie met elkaar combineren ontstaat figuur 5. Duidelijk zien we in het midden een diepe kuil waar door PV opgewekte elektriciteit naar het net wordt geleverd en in de gebieden daaromheen zien we hoge pieken waar elektriciteit nodig is. Wanneer we dit in getallen weergeven blijkt dat minder dan 20% van de elektriciteit voor de warmtepomp rechtstreeks uit de PV-panelen komt. Dit is dus op momenten dat er geen aanbod vanuit de zon is. Deze elektriciteit komt dus uit de centrale elektriciteitsproductie (hoofdzakelijk steenkool) waarbij een bepaalde hoeveelheid CO₂ gemoed is. Berekening leert dat dit op jaarbasis ongeveer 1.600 kilo CO₂ [2] is, alleen voor verwarming!

Bij een oppervlakkige beschouwing lijkt dit dus een duurzaam huis. Echter, in werkelijkheid is dit minder eenvoudig. Stel nu dat we deze warmtevraag hadden ingevuld met een traditionele HR-ketel, dan was de CO₂-uitstoot van de woning 1.400 kilo [2] geweest en bovendien was de investering al snel €10.000 lager geweest voor de consument. 'All Electric zorgt dus voor meer CO₂ en kost meer geld'.

Thermodynamica

Binnen de thermodynamica is exergie een belangrijk begrip. De exergie beschrijft eenvoudig gezegd de bruikbaarheid van energie. Elektriciteit en gas zijn hoogwaardige vormen van energie (dragers) waar je nog veel mee kunt doen. Lage temperaturen (verwarming van je

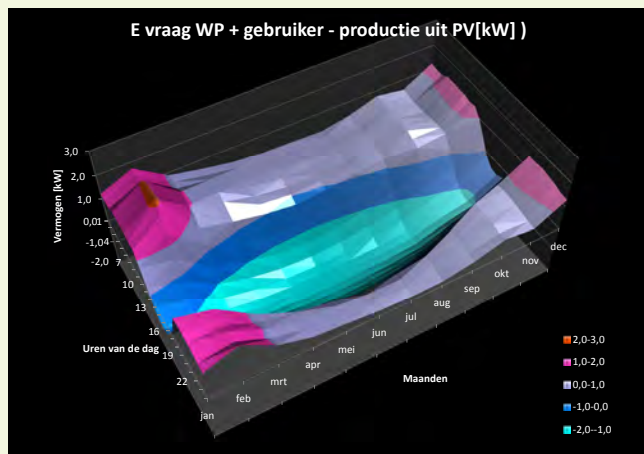
huis bijvoorbeeld) geeft weinig tot geen mogelijkheden om nog opnieuw gebruikt te worden. Het is vergelijkbaar met het gebruik van grondstoffen waarbij we het normaal vinden die te recyclen tot ze echt niet meer bruikbaar zijn. Wanneer we de hoogwaardige elektriciteit of gas direct omzetten naar laagwaardige warmte benutten we niet het volledige potentieel, we gaan eigenlijk direct van grondstof naar afval. Naast deze punten is er nog een tweede probleem. In figuur 5 is eenvoudig te zien dat er in de winter hele periodes voorkomen waar gedurende lange tijd de continu-vraag naar elektriciteit groter wordt dan 1 kW. Het net is daar echter niet op berekend; gemiddeld kan er per woning 1 kW door het net worden geleverd en in sommige delen van het land zelfs minder. Dit houdt in dat we bij grootschalige toepassing van deze oplossing het net moeten verzwaren. Tot nog toe worden die kosten niet meegenomen in de business case maar geso-

cialiseerd, iets wat uiteraard niet houdbaar is bij grote aantallen; de kosten lopen daarbij dus nog veel verder op. Bij grootschalige toepassing is er bovendien altijd een back-up nodig voor de elektriciteitsproductie als er geen zon of wind is, tenzij we buitengewoon kostbare opslagsystemen voor langere termijn gaan toepassen.

Dit voorbeeld laat zien dat het noodzakelijk is het hele energiesysteem mee te nemen en dat we naar de integrale kosten en de integrale CO₂-effecten moeten kijken.

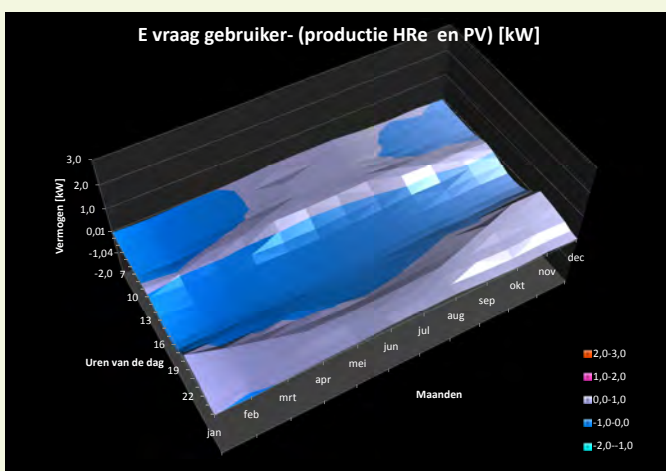
Ad 2 Betaalbare transitie.

Uitgaande van de doelstelling om in 2050 de hele gebouwde omgeving duurzaam te hebben is het van belang in kaart te brengen wat dat inhoudt. Kijkend naar het huidige bestand van de gebouwen en de benodigde nieuwbouw/vervanging is vast te stellen dat 90% van de gebouwen in 2050 [3] er reeds staat. We zullen

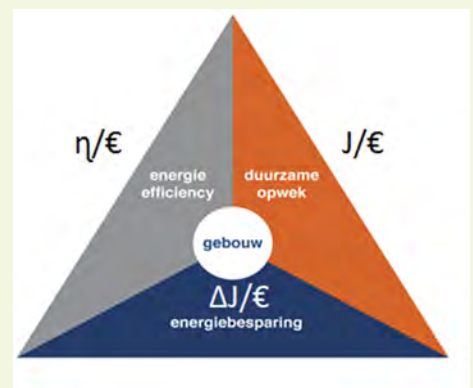


-Figuur 5- Nul-op-de-meter woning.

Bron: Remeha



-Figuur 6-Bron: Remeha



-Figuur 7-

de slag moeten maken in de huidige bestaande bouw. Uiteraard is het van belang dat we de nieuwbouw zo duurzaam mogelijk maken maar dat helpt niet bij de overige 90%.

We zullen als maatschappij een oplossing moeten vinden binnen de kaders van de bestaande bouw en dus ook binnen de kaders van de beslissers die over die woningen gaan. Dat houdt voor woningbouw in dat voor ongeveer de helft van de woningen een oplossing moet worden gevonden die ook voor de corporaties interessant is en voor de andere helft een oplossing die voor de consument/eigenaar haalbaar is. Dit stelt dus hele zware eisen aan de toegepaste technieken en kosten. Om de kosten laag te houden pleit ook dit voor een benadering waarbij zoveel mogelijk gebruik wordt gemaakt van de bestaande energie-infrastructuur. Een goede benadering voor zowel corporaties als de particuliere markt zou een variatie op de trias energetica kunnen zijn. Klassiek stelt deze benadering dat we in drie stappen het energiegebruik verlagen: 1. de vraag verminderen met isolatiemaatregelen en dergelijke, 2. de benodigde energie duurzaam opwekken en 3. de resterende energievraag zo efficiënt mogelijk doen.

De voorgestelde variatie zou kunnen zijn: de vraag verminderen tot het niveau waarbij de kosten te hoog worden, lees hoger. Dan overstappen naar de tweede stap, namelijk duurzaam opwekken. Ook hier niet voor 100% gaan maar tot een niveau waar dat financieel zinnig is. De derde stap dan zo efficiënt mogelijk maar opnieuw tegen de laagste kosten. In de combinatie komen we tot een maximale besparing tegen de laagste kosten, zie figuur 7. Hiermee wordt het snelst een haalbare businesscase bereikt. Wanneer we deze in plaats van de bestaande bouw en tegelijkertijd gaan werken aan het verduurzamen van de centrale opwekking van de elektriciteits- en gasproductie komen we vanzelf tot een systeem waarbij het geheel duurzaam is geworden tegen de laagste kosten. Dat komt doordat we bij deze benadering van bron tot gebruiker steeds de grootste CO₂-reductie tegen de laagste kosten kiezen.

Een vergelijkbare aanpak is voorgesteld door Greenpeace in hun rapport hoe we in 2050 100% [4] duurzaam kunnen worden. Ook Greenpeace zet daarbij in op verduurzaming van de energievoorziening in combinatie met decentrale opwekking uit PV en WKK (HRe-ketels).

Een ander voordeel van deze aanpak is dat we vanuit de huidige situatie naar de nieuwe situatie kunnen werken en daarbij elke keer stappen zetten ter verbetering. Tevens ontstaat er zo geen technologie 'lock in', die ervoor zou kunnen zorgen dat nieuwe betere technieken

niet toegepast kunnen worden. Zo is een wijk die volledig op elektriciteit draait de keuzemogelijkheid ontnomen om over een aantal jaren een brandstofcel toe te passen.

Kan dat nu niet anders? Stel dat we dezelfde woning uitrusten met een combinatie van PV-panelen met een HRe-ketel (een HRe-ketel die wanneer er warmtevraag is ook elektriciteit opwekt). De PV-panelen leveren dan stroom overdag en de ketel neemt het over in de avond en desgewenst in de nacht. De doelstelling is dan uiteraard wel dat het gas dat gebruikt wordt in de transitie naar 2050 volledig duurzaam opgewekt moet worden met bijvoorbeeld Power to Gas technologie. Wanneer we deze oplossing op dezelfde woning en gebruiker toepassen krijgen we figuur 6. We zien in één oogopslag dat de grafiek bijna helemaal vlak is geworden en dus met gemak in de huidige infrastructuur is toe te passen. Wanneer we gedurende de transitie het gas volledig duurzaam gaan produceren daalt de CO₂-uitstoot nu werkelijk naar 0. Wanneer we het gas duurzaam produceren gaat het gasnetwerk dus eigenlijk als opslagsysteem dienen voor duurzaam opgewekte energie in plaats van de huidige functie van transport van fossiel aardgas. Het voordeel hiervan is dat deze infrastructuur er al ligt en dat de elektrische infrastructuur niet dient te worden aangepast. Elektriciteits- en gasinfrastructuur gaan elkaar nu helpen en de kosten dalen daarmee enorm ten opzichte van oplossingen waarbij het net moet worden aangepast of waar gekozen wordt voor slechts één vorm van energie [5]. Uit het genoemde rapport is af te leiden dat het aanleggen van één infrastructuur niet leidt tot lagere kosten omdat die infrastructuur veel te zwaar moet worden uitgelegd, namelijk op het piekvermogen dat slechts zelden voorkomt.

Ad 3 Hoe komen we bij ons doel?

Gas en elektriciteit combineren en elkaar laten versterken, dat klinkt allemaal heel mooi, maar hoe kunnen we dit regelen? Immers bij vervangingsprojecten zijn er meerdere partijen en beslissers betrokken en heeft ook niet altijd degene die de investering doet het voordeel van die investering. Daarnaast verschillen de mogelijkheden van regio tot regio, op sommige plaatsen is er aanbod van restwarmte, op andere plaatsen helemaal niet. De capaciteit van het elektriciteitsnet verschilt per regio en zo zijn er meer verschillen.

Om dit te regelen is het wellicht noodzakelijk om een regiefunctie te beleggen, zowel nationaal als per regio, met voldoende mandaat. Alleen dan kunnen de diverse mogelijkheden voor de betreffende regio tegen elkaar worden afgewogen om tot de optimale oplossing te

komen op het vlak van de keuze van energiedragers, netwerk, gebruik van restwarmte en verbetering van woningen. Er kan dan ook een verrekening worden gedefinieerd om binnen het project tot een redelijke verdeling van kosten en opbrengsten te komen waardoor het voor alle partijen interessant wordt.

Een punt dat echte optimalisatie bemoeilijkt, is de huidige keuze van de politiek om niet alleen bepaalde doelstellingen of afgeleide doelstellingen te definiëren maar ook bepaalde technieken. Hierdoor is er geen sprake van een vlak speelveld waardoor benodigde innovaties niet worden uitontwikkeld.

GAS EN GRONINGEN

Even terug naar het begin. Los van de CO₂-reductie zijn ook de bevingen in Groningen en de houding van Rusland een reden om 'van het gas' af te gaan. Hoe verhoudt zich dat tot het voorgaande verhaal? Het voorgaande pleit voor het gebruik van de gasinfrastructuur maar niet perse voor het gebruik van fossiel aardgas. Paradoxaal genoeg kan gebruik van gas echter de gasvraag wel verlagen; toepassing van gasgestookte HRe-ketels met een rendement van 107 verlaagt namelijk de gasvraag in centrales sterk omdat het rendement daar veel lager is. De voorgestelde aanpak leidt in alle gevallen tot een lagere energievraag, waardoor de vraag naar aardgas nog verder afneemt. Bij het gebruik van duurzame bronnen om synthetisch gas te maken verdwijnt de afhankelijkheid van fossiel aardgas uiteindelijk volledig.

SAMENVATTEND

Om in 2050 volledig duurzaam te zijn moeten we de volgende zaken organiseren:

- doelstelling duidelijk formuleren: CO₂-uitstoot in de gebouwde omgeving in 2050 op '0';
- beschouw de hele energiekolom van bron tot gebruiker;
- bepaal keuzes op een maximale reductie van uitstoot tegen minimale kosten;
- creëer een vlak speelveld door basis van de eerder omschreven doelstelling en maak geen vooringenomen keuzes op het gebied van energiedrager of techniek;
- zorg dat er afhankelijk van specifieke regionale gebiedsmogelijkheden optimale keuzes gemaakt kunnen worden.

REFERENTIES

1. CBS, oktober 2015
2. Remeha
3. EIB 2014 en Bouwend Nederland
4. Energy[r]evolution, a sustainable world energy outlook 2015, september 2015
5. De opkomst van all-electric woningen. Institute for Business Research. Enexis