

SYSTEEMINTEGRATIE

De weg naar een duurzaam energiesysteem



April 2021



gasunie



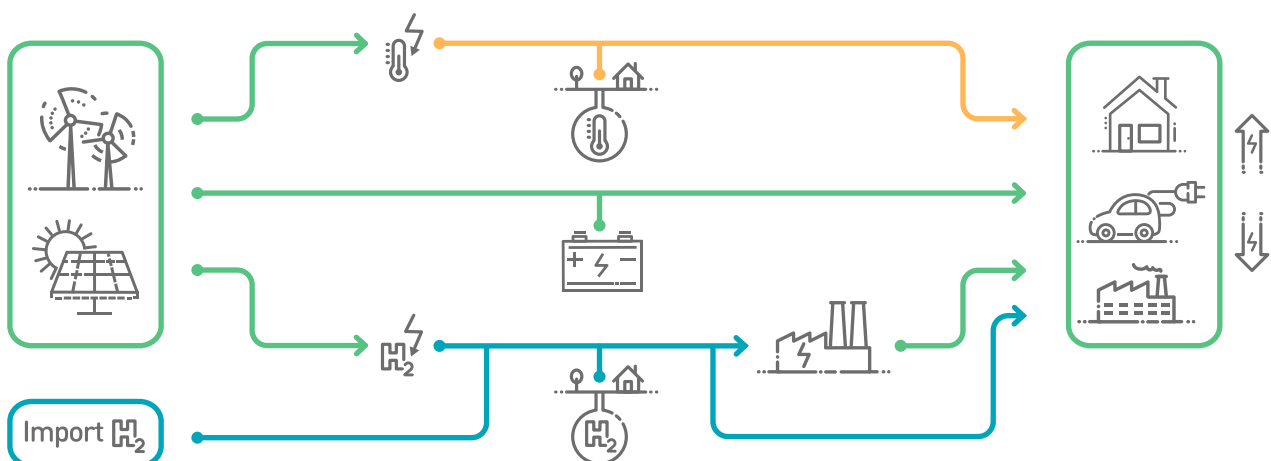
NATUUR
& MILIEU

SAMENVATTING

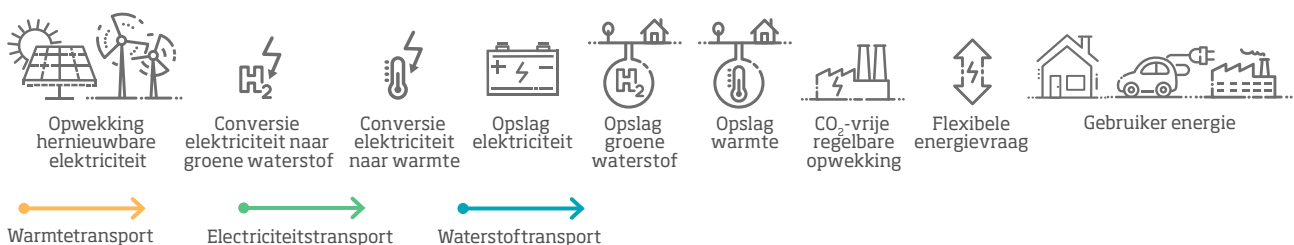
Ons huidige energiesysteem is nog voor 90% afhankelijk van fossiele bronnen zoals kolen en aardgas. De verbranding van kolen en aardgas veroorzaakt klimaatverandering. Om dit een halt toe te roepen moeten we zo snel mogelijk naar een duurzaam energiesysteem.

Een duurzaam energiesysteem is meer dan alleen het plaatsen van zonnepanelen en windmolens. Meer wind- en zonne-energie betekent ook dat het uitdagender is om het aanbod van energie, dat afhankelijk is van het weer, af te stemmen op de vraag. Anno 2021 schakelen gascentrales op aardgas namelijk nog bij of af om de schommelingen in het aanbod van elektriciteit op te vangen. Om tot een 100% duurzaam energiesysteem te komen, en dus zonder afhankelijk te zijn van aardgas, olie en kolen, is systeemintegratie nodig. "Systeemintegratie" is de uitwisseling van verschillende *energiedragers* zoals elektriciteit, warmte en groene waterstof tussen verschillende *sectoren* zoals industrie, gebouwde omgeving en elektriciteitsproductie. Systeemintegratie wordt daarom soms ook wel *sectorkoppeling* genoemd.

In de onderstaande afbeelding is uitgebeeld hoe een energiesysteem gebaseerd op zon en wind dat altijd de energie levert die nodig is er uit kan zien. Zo'n energiesysteem noemen we een geïntegreerd energiesysteem. Systeemintegratie is de weg naar een duurzaam energiesysteem.



Legenda



Alleen met systeemintegratie:

- is de inpassing van *alle* hernieuwbare energie mogelijk, en worden overschotten hernieuwbare energie niet onnodig weggegooid;
- blijven maatschappelijke kosten beheersbaar;
- kan de energie-infrastructuur betrouwbaar blijven doordat pieken goed worden opgevangen;
- en kunnen we afscheid nemen van kolen en aardgas.

Om systeemintegratie mogelijk te maken zijn vijf groepen technieken noodzakelijk:



1. Infrastructuur

Dit zijn o.a. de elektriciteitsnetten die toenemend aanbod van elektriciteit aan kunnen, gasinfrastructuur voor hernieuwbare gassen, interconnecties met omliggende landen, warmtenetten en importfaciliteiten.



2. Conversie (omzetting)

Dit is het omzetten van (overschotten) van hernieuwbare elektriciteit in groene waterstof en warmte. Hiermee kan o.a. de industrie verduurzaamd worden.



3. Regelbare opwekking

Er zijn technieken voor het opwekken van elektriciteit nodig die kunnen worden bijgestuurd naar gelang het aanbod van zon en wind en naar gelang de vraag naar elektriciteit. Gascentrales op groene waterstof gaan hierin een belangrijke rol spelen.



4. Opslag

Om schommelingen in het aanbod van wind en zon op te vangen kan energie tijdelijk worden opgeslagen in o.a. accu's, ondergrondse waterstofopslag of warmtebuffers. Zo wordt er geen energie verspild bij overschotten en kan in periodes van tekorten worden bijgesprongen.



5. Flexibele vraag

Bij een wisselend aanbod van zon en wind kunnen afnemers van energie hun vraag (gedeeltelijk) hierop aanpassen en zo helpen om het energiesysteem te stabiliseren.

Om te zorgen dat het energiesysteem snel genoeg verduurzaamt om de klimaatdoelen te halen, is het noodzakelijk dat de komende vier jaar de volgende belangrijke stappen worden genomen:

1. **Start met grootschalige demonstratieprojecten voor de omzetting van groene elektriciteit naar groene waterstof (elektrolyse) en de inzet van waterstof voor elektriciteit.**
2. **Ontwikkel import, opslag en transport van groene waterstof**
3. **Zorg ervoor dat grote afnemers van energie hun vraag gaan afstemmen op het wisselende aanbod van zonne- en windenergie**

Het komende kabinet staat aan de lat om deze stappen te nemen.

Dit document is opgesteld door Natuur & Milieu.

De boodschap wordt onderschreven door TenneT, Gasunie en Energie Nederland.

WAT IS HET?

“Systeemintegratie” is het samenspel tussen technieken voor de opwekking, omzetting, transport, opslag en gebruik van energie, dat ervoor zorgt dat we te allen tijde kunnen beschikken over energie. Ook in een systeem gebaseerd op zon en wind waar periodes van overschotten van hernieuwbare elektriciteit afgewisseld worden door tekorten. Hoe de elektriciteitsvoorziening dan werkt is weergegeven in de onderstaande figuren.

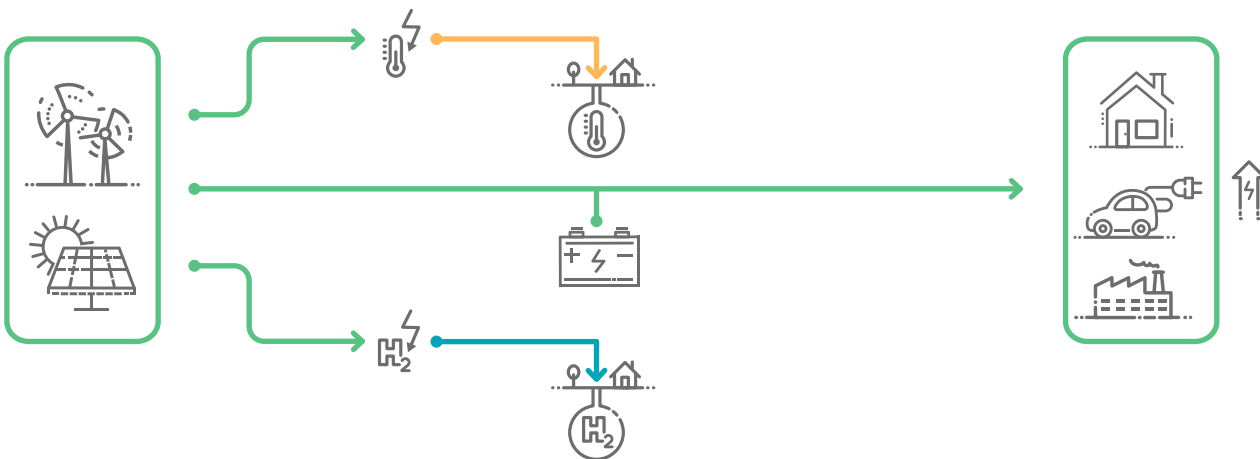
Scenario 1: Het aanbod van zon en wind komt overeen met de vraag.

In deze ideale situatie functioneert de elektriciteitsvoorziening zonder dat aanvullende technieken nodig zijn.



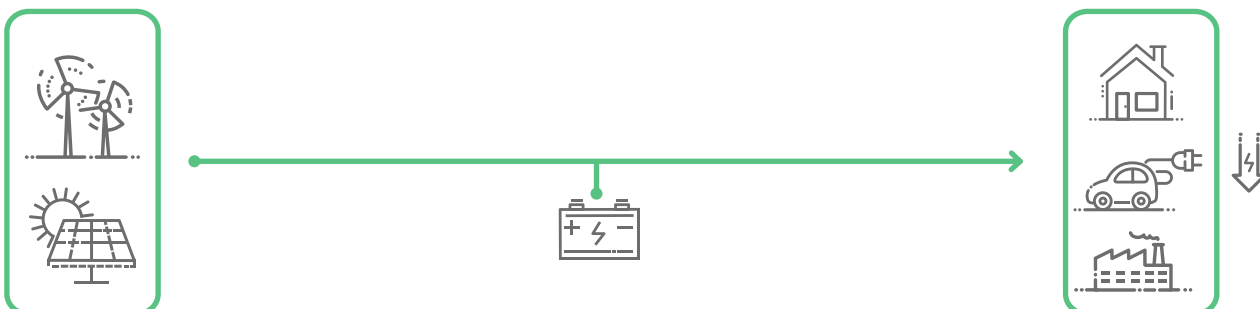
Scenario 2: Meer aanbod van zon en wind dan vraag.

Overschotten aan elektriciteit worden deels direct opgeslagen in beschikbare batterijopslag en deels omgezet in waterstof en warmte en vervolgens op deze manier opgeslagen. Daarnaast wordt de vraag aan de verbruikerskant verhoogd doordat industriële processen opgeschaald worden, elektrische auto’s gaan opladen, etc.



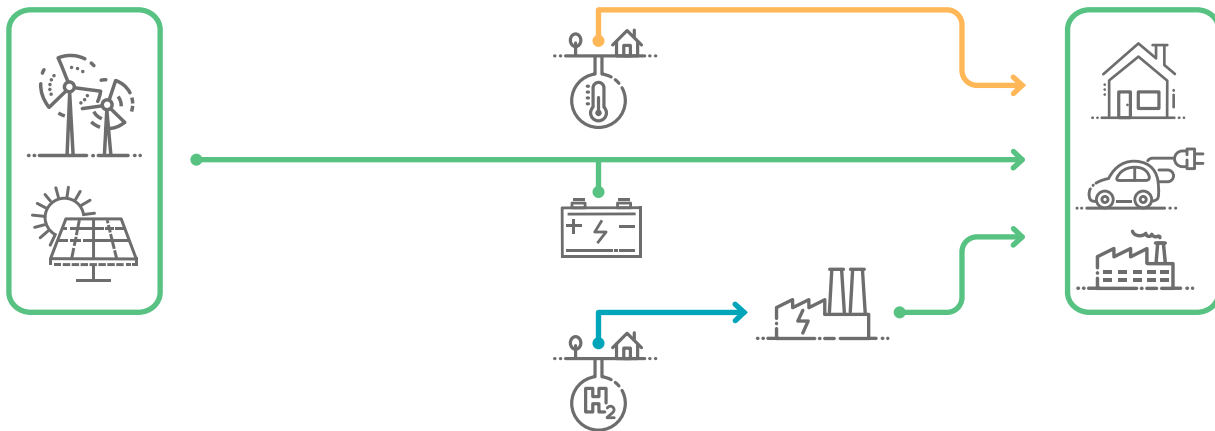
Scenario 3: Kortdurend minder aanbod dan vraag.

De beschikbare batterijopslag wordt ingezet en waar mogelijk wordt de vraag verminderd.



Scenario 4: Langdurig minder aanbod dan vraag.

Een deel van de opgeslagen waterstof kan omgezet worden in elektriciteit. Deze waterstof kan ook deels afkomstig zijn uit import. Ook kan de warmte die is opgeslagen in de zomer geleverd worden in de winter.



Voor systeemintegratie is goede samenwerking nodig tussen allerlei verschillende partijen, zowel aan de vraag- als de aanbodzijde van het energiesysteem. Aan de aanbodzijde zitten energiebedrijven die energie opwekken, maar ook netbeheerders en marktpartijen actief in bijvoorbeeld de opslag en transport van energie. Aan de vraagzijde zit iedereen die energie gebruikt, zoals de mobiliteitssector, de gebouwde omgeving en de industrie. Systeemintegratie is veel meer dan het technisch inpassen van hernieuwbare energie. Het gaat om het totaalplaatje van samenwerkingen tussen publiekelijke, private en maatschappelijke actoren, in technische, organisatorische en economische zin. **Systeemintegratie is een onmisbaar middel voor het bereiken van een volledig duurzaam, maar ook betrouwbaar en betaalbaar energiesysteem.**

De technieken die hiervoor nodig zijn kunnen worden onderverdeeld in vijf groepen die ook terugkomen in voorgaande afbeeldingen. Deze technieken worden in deze explainer verder toegelicht:



Infrastructuur



Conversie (omzetting)



Regelbare opwekking



Opslag



Flexibele vraag

WAAROM IS HET NODIG?

In het Klimaatakkoord zijn afspraken gemaakt die ervoor moeten zorgen dat de elektriciteit die we in 2030 gebruiken minimaal 70 procent hernieuwbaar is¹. Om dit te bereiken is er een grote groei nodig van windmolens op zee (naar ten minste 49 TeraWattuur (TWh, eenheid elektrische energie). Ook ligt er voor zon en wind op land de doelstelling om 35 TWh op te wekken. Voor de gebouwde omgeving zijn ook concrete reductiedoelstellingen geformuleerd voor de afname van de uitstoot van broeikasgassen en het gebruik van aardgas. Dit zal bereikt worden door onder andere isolatie, hernieuwbare warmte-opwekking, warmtenetten en warmtepompen. Hiervoor is meer elektriciteit nodig. Ook de industrie en mobiliteitssector zullen meer elektriciteit gaan gebruiken wanneer ze verduurzamen. Denk aan elektrisch rijden of het vervangen van een gasgestookte boiler door een elektrische. Deze ontwikkelingen leiden tot een sterke toename van de elektriciteitsvraag. De stijgende vraag naar elektriciteit kan alleen duurzaam worden ingevuld met meer wind en zon. Hernieuwbare elektriciteitsproductie zal daarom een steeds grotere rol gaan spelen in ons energiesysteem.

Op dit moment is het Nederlandse energiesysteem nog met name gebaseerd op fossiele brandstoffen (kolen, olie en aardgas). Elektriciteit wordt grotendeels nog opgewekt met behulp van centrale opwekking in gascentrales. Decentrale productie (bijvoorbeeld met behulp van zonnepanelen), speelt in het totaalplaatje nu nog een kleinere, maar wel groeiende rol. De opwekking van warmte vindt grotendeels al decentraal plaats, bijvoorbeeld met warmtekrachtcentrales of lokale warmte-opwekkingsinstallaties, met name met behulp van aardgas². Denk bijvoorbeeld aan een HR-ketel.

Dit "oude" energiesysteem is tamelijk overzichtelijk: conventionele energiecentrales en warmte-installaties zijn goed *regelbaar*. Dit houdt in dat ze zich direct kunnen aanpassen aan de energievraag. Ook kunnen ze gedurende het hele jaar draaien als dat nodig is. Er is al wel sprake een toename van opwekking van hernieuwbare energie, maar op momenten zonder zon en wind worden tekorten opgevangen door regelbare gascentrales op aardgas. Ook de vraag naar energie door de Nederlandse industrie of voor vervoer wordt grotendeels direct ingevuld met behulp van fossiele brandstoffen. Het Nederlandse energiesysteem kan deze tamelijk constante vraag- en aanbodpatronen zeer goed aan.

Dit systeem gaat veranderen

Energie zal in toenemende mate opgewekt worden met zogenaamde *variabele hernieuwbare bronnen* zoals wind en zon. De productie hiervan is voor een behoorlijk gedeelte decentraal, en is *niet altijd regelbaar*: niemand kan bepalen wanneer de zon schijnt en wanneer de wind waait. Tegelijk overlapt onze vraag naar energie niet altijd met het schijnen van de zon of het waaien van de wind. Er is een oplossing nodig is voor wanneer de wind niet waait en de zon niet schijnt, dus op momenten van *tekorten* hernieuwbare energie. Ook ontstaan er momenten met grote *overschotten* hernieuwbare energie, die goed gebruikt moeten worden om tekorten aan te vullen. Hiervoor is **flexibel aanbod nodig**. Dit kan bijvoorbeeld met behulp van energieopslag in de vorm van accu's voor later gebruik, maar ook door overschotten elektriciteit om te zetten in duurzame gassen of warmte voor gebruik in andere energiesectoren³. Anderzijds zal de vraagkant ook flexibel moeten worden. **Flexibele vraag naar energie betekent dat de vraag zich (gedeeltelijk) aanpast op het aanbod van energie**. Bijvoorbeeld door grote industriële afnemers, die hun vraagpatroon aanpassen naar gelang de toestroom van energie of elektrische auto's die overdag laden bij grotere opwekking van zonnestroom. **Samenwerking en afstemming tussen de vele actoren die betrokken zijn bij de vraag en aanbod van energie is hiervoor cruciaal.**

Daarnaast leidt een grote toenemende hoeveelheid aan variabele hernieuwbare energie tot een toename van pieken in het elektriciteitsaanbod. Bij een toename van bijvoorbeeld enkele GigaWatts (GW) wind op zee zijn de grenzen van wat het landelijke elektriciteitsnet aan pieken op kan vangen snel bereikt. **Er moet voorkomen worden dat het de goedkoopste optie is om deze energiepieken te verspillen, en dat vervolgens bij tekorten**

1) Van de 120 TWh in 2030.

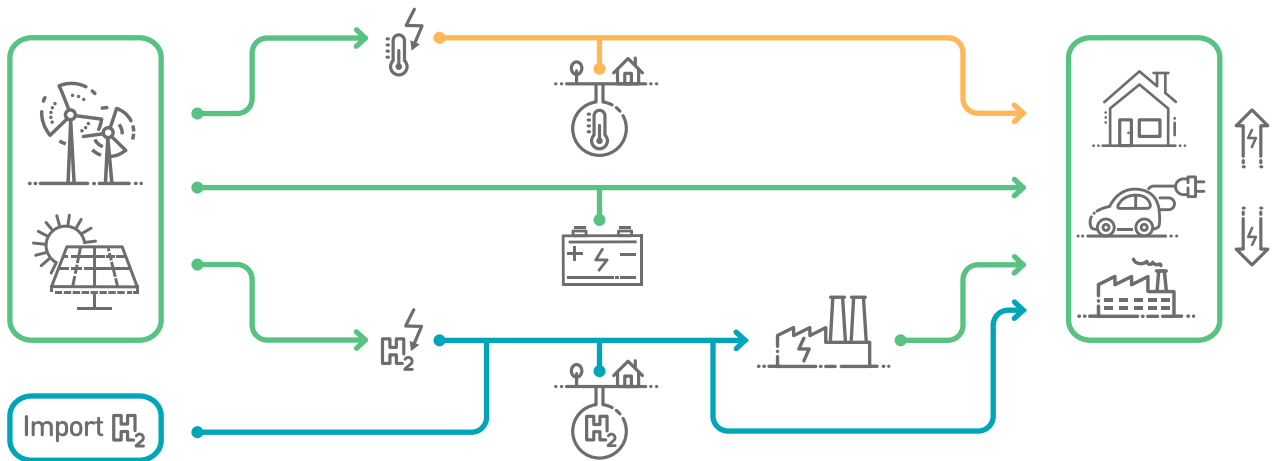
2) <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/80030NED/table?fromstatweb>

3) Of, in het geval van gassen, om op een later moment weer om te zetten in elektriciteit.

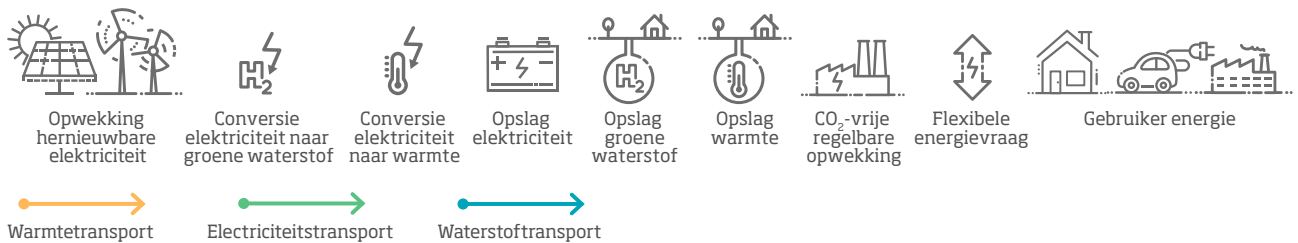
gascentrales op aardgas deze moeten aanvullen. Systeemintegratie kan een grote rol spelen bij het opvangen van deze pieken: bijvoorbeeld door een goed afgestemde mix van omzetting van elektriciteit naar gas (waterstof) en warmte, accuopslag, netverzwaring, vraagsturing en interconnecties met buurlanden.

Tot slot is verduurzaming van het Nederlandse energiesysteem alleen mogelijk als het systeem veilig en betrouwbaar blijft, tegen acceptabele maatschappelijke kosten. **Leveringszekerheid is essentieel.**

Na 2030 zal ons energiesysteem in technische, organisatorische en maatschappelijke zin steeds verder geïntegreerd moeten zijn. De onderstaande figuur geeft schematisch weer hoe een geïntegreerd energiesysteem eruit komt te zien.



Legenda



WAT ZIJN DE VOORDELEN?

Systeemintegratie maakt het mogelijk om meer hernieuwbare energie in te passen en klimaatdoelen te halen.

Het aanbod van energie en de vraag naar energie zullen steeds vaker niet overlappen. Overschotten aan hernieuwbare energie moeten zoveel mogelijk worden ingezet of opgeslagen. Tekorten moeten zo veel mogelijk op een klimaatneutrale manier worden opgelost om de CO₂-uitstoot van het energiesysteem verregaand te reduceren. Systeemintegratie is daarvoor noodzakelijk.

Systeemintegratie zorgt dat maatschappelijke kosten van de energietransitie beheersbaar blijven.

"Maatschappelijke kosten" zijn meer dan de directe kosten en investeringen voor bijvoorbeeld nieuwe technieken of energie-infrastructuur. Hieronder vallen ook factoren als leveringszekerheid, veiligheid, ruimtebeschikbaarheid, duurzaamheid en draagvlak. Al deze factoren moeten meegenomen worden bij de inrichting van het systeem. Ter illustratie: Als er bij grootschalige offshore windprojecten op de Noordzee alleen wordt gekeken naar efficiëntie, zal het altijd de beste optie zijn om deze windenergie direct te transporteren naar afnemers. Maar dit kan de noodzaak vergroten tot grootschalige uitbreiding van bovengrondse hoogspanningskabels (ruimtegebruik en hoge transportkosten), en de noodzaak van een hoge pieklast die leidt tot een volatiel energiesysteem (leveringszekerheid). Met behulp van systeemintegratie zouden grote pieken van windstroom bijvoorbeeld kunnen worden opgevangen met conversie naar groene waterstof in combinatie met een flexibele afname van de industrie. Conversie naar groene waterstof is energetisch veel minder efficiënt dan direct gebruik van elektriciteit. Maar omdat conversie kan bijdragen aan de vraag naar duurzame gassen en seizoensopslag, en tegelijk bij een verstandige locatiekeuze kan bijdragen aan het verminderen van de maatschappelijke kosten en risico's, zal een deel van de geproduceerde elektriciteit omgezet worden naar waterstof.

Systeemintegratie houdt de energie-infrastructuur betrouwbaar.

Het huidige energiesysteem is dusdanig ingericht dat het voldoet aan de eisen rond stabiliteit, veiligheid en betaalbaarheid, en is breed geaccepteerd. Toenemende elektrificatie, en toenemende opwekking van hernieuwbare energie vraagt om een grotere netwerkcapaciteit, die nu nog standaard wordt ingevuld met netverzwaring. Tot op zekere hoogte is dit een zeer belangrijke en efficiënte maatregel. Dit gaat wel gepaard met hogere kosten voor de infrastructuur. Er komt een moment dat de kosten hiervoor dermate hoog worden dat dit voor de samenleving niet langer houdbaar is, waarbij de doelstellingen voor stabiliteit en betaalbaarheid niet meer te verenigen zijn. Ook zal het op een gegeven moment fysiek niet meer mogelijk zijn om het benodigde tempo van verzwaringen bij te benen. Het huidige elektriciteitsnet is berekend op een belastingpiekvraag van rond de 20 GW. Dit zal tot 2030 zo blijven⁴. Maar vanaf 2030 zullen er op bepaalde momenten in het jaar productiepieken ontstaan van rond de 30 GW⁵. Wanneer er in de verdere toekomst tot wel 170 GW⁶ aan zonnepanelen en windmolens in Nederland staan opgesteld⁷ kan op een zonnige winderige dag de netbelasting oplopen tot dezelfde 170 GW. De verzwaring van het elektriciteitsnet die nodig is om deze pieken op te kunnen vangen is niet realistisch. **Netverzwaring zal dus in combinatie met andere opties voor systeemintegratie moeten worden georganiseerd.**

Systeemintegratie maakt uitfasen van aardgas mogelijk.

Als er geen actief beleid op systeemintegratie wordt gevoerd blijven we afhankelijk van aardgas om in periodes van tekorten in onze energievraag te voorzien. Alternatieve, CO₂-vrije technieken om pieken en dalen van duurzame energie emissievrij op te vangen liggen voorhanden. Elektriciteit kan voor de korte of langere duur worden

4) TenneT, 2021. Rapport Monitoring Leveringszekerheid.

5) CE Delft, 2020. Quickscan Ontwikkeling CO₂-vrije Flexibele Technieken.

6) Voor verduurzaming is er een sterke toename van nodig van het opgesteld vermogen zon en wind. De verwachting is dat dit opgesteld vermogen zal oplopen tot 170Gigawatt duurzame elektrische opwekking, ten opzichte van ongeveer 30GW opgesteld vermogen anno 2020 (grotendeels fossiel). Deze sterke toename van het aantal GW komt deels door toenemende vraag naar elektriciteit, maar ook door de lagere bedrijfstijden van zon en wind, in vergelijking met voorheen gas/kolencentrales. Lagere bedrijfstijden van hernieuwbare energie houdt in dat ze minder uur per jaar actief zijn, en dat er meer opgesteld vermogen (GW) nodig is voor dezelfde hoeveelheid energie-opwekking (TWh).

7) Berenschot & Kalavasta, Klimaatneutrale energiescenario's

opgeslagen in batterijen of omgezet naar bijvoorbeeld groene waterstof dat voor langere tijd kan worden opgeslagen. Gascentrales op deze CO₂-vrije waterstof kunnen dan bij tekorten inspringen door deze groene waterstof dan weer in te zetten voor elektriciteitsproductie. Ook afnemers van elektriciteit kunnen hun vraag aanpassen naar gelang het aanbod van energie, waarbij stroom bij overschot zeer goedkoop kan zijn. Ook helpen goede verbindingen van het elektriciteitsnet in Europa om lokale pieken en dalen op te vangen. Deze technieken zullen in de volgende paragraaf verder worden toegelicht.



WAT ZIJN DE BELANGRIJKSTE GROEPEN TECHNIEKEN DIE NODIG ZIJN?

De energietransitie heeft zowel effect op het aanbod van energie als op de vraag. Bij systeemintegratie zullen aan beide zijden van het energiesysteem maatregelen genomen moeten worden om het energiesysteem stabiel en betrouwbaar te houden, en om alle hernieuwbare opwekking in het systeem in te passen. Tussen opwekking en gebruik zit nog essentiële infrastructuur, de mogelijkheid tot opslag en conversie, welke hieronder besproken worden.



Infrastructuur

Zonder de juiste aanpassingen aan infrastructuur geen energietransitie. Zo is **netverzwaring** cruciaal voor het omgaan met pieken aan hernieuwbare energie, maar dit zal bij lange na niet voldoende zijn om het alsmat toenemende aanbod groene stroom goed op te kunnen vangen.

Interconnecties, dat zijn elektriciteitsverbindingen met buurlanden, gaan een steeds belangrijkere rol spelen in het verplaatsen van elektriciteit naar plekken waar tekorten zijn. Ook zullen bestaande en nieuw aan te leggen **gasleidingen** een belangrijke rol spelen in het transporteren van groen waterstofgas (zie conversie). Infrastructuur is kostbaar en vraagt om goede ruimtelijke inpassing. Maar heldere visies vanuit de overheid, en **goede plannen voor de juiste infrastructuur kunnen de kosten van de energietransitie beheersbaar houden**.



Conversie (omzetting)

Hoewel batterijen een belangrijke rol spelen in korte termijn opslag, is het laadvermogen en opslagduur van batterijen (o.a. wegens de grote vraag naar grondstoffen) te beperkt om grootschalige productiepieken van bijvoorbeeld windparken op zee op te vangen. Hier zal conversie, dat wil zeggen de omzetting van elektriciteit naar andere vormen van energie, een belangrijke rol spelen. Zo kan **elektriciteit omgezet worden in warmte**, bijvoorbeeld met behulp van warmtepompen of elektrische boilers. Hiermee kunnen gebouwen worden verwarmd met behulp van warmtenetten, kan deze warmte door industrie worden gebruikt, of worden opgeslagen voor later gebruik.

Ook kan elektriciteit worden omgezet in waterstofgas. Door middel van elektrolyse kunnen overschotten hernieuwbare stroom omgezet worden in groene waterstof. **Waterstofopslag is op een veel grotere schaal mogelijk, en voor een langere periode in vergelijking met opslag van stroom in batterijen**. Hiermee wordt in de toekomst voorkomen dat stroom op grote schaal weggegooid moet worden, en wordt er ook nuttig gebruik gemaakt van stroom die op dat moment zeer goedkoop is. Daarnaast biedt omzetting naar groene waterstof andere essentiële systeemfuncties. **Groene waterstof kan helpen bij het verduurzamen van de industrie**. Het kan namelijk worden gebruikt als grondstof in de chemie, maar het kan ook worden ingezet voor het bereiken van zeer hoge temperaturen. Ook kan het een seizoen lang worden opgeslagen, om vervolgens te worden ingezet in omgebouwde waterstofgascentrales voor het **leveren van CO₂-vrije regelbare energie**. Zie hiervoor *Regelbare opwekking*.

Conversie naar groene waterstof vindt op dit moment nog niet op grote schaal plaats. Het is daarom essentieel dat er nu al veel aandacht van beleid uitgaat om technieken voor elektrolyse op te schalen. Deze techniek heeft nog meer dan tien jaar nodig om zich volledig ontwikkelen⁸. Daarnaast **zal groene waterstof voor lange tijd zeer beperkt beschikbaar blijven**. Conversie naar waterstof is slechts een gedeeltelijke oplossing, en zal in combinatie moeten gebeuren met andere vormen van energieopslag. Slimme integratie van het energiesysteem kan helpen om duurzame energie zo efficiënt mogelijk te benutten en onnodige omzetverliezen zo veel mogelijk te voorkomen. **Er zullen daarom keuzes gemaakt worden over waar waterstof in te zetten. Natuur & Milieu heeft om deze reden hiervoor een afwegingskader ontwikkeld⁹.**

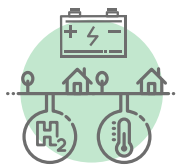
8) CE Delft. 2021. Doorlooptijden investeringen elektrificatie

9) <https://www.natuurenmilieu.nl/themas/energie/projecten-energie/waterstof/waterstof-de-waterstofladder/>



Regelbare opwekking

CE Delft heeft in opdracht van Natuur & Milieu onderzoek gedaan naar CO₂-vrije technieken voor het leveren van flexibel regelbaar vermogen, wat anno 2021 met name gebeurt met behulp van aardgascentrales. Hieruit kwam als meest kansrijke optie naar voren dat **flexibele opwekking voor een belangrijk gedeelte kan en moet worden ingericht met gascentrales die worden omgebouwd tot centrales op CO₂-neutrale waterstof**¹⁰. Deze centrales voorzien de Nederlandse sectoren dan voor een belangrijk gedeelte van de resterende vraag naar elektriciteit die niet door zon en wind kan worden geleverd. Technisch is het mogelijk om gascentrales om te bouwen zodat ze kunnen draaien op CO₂-neutrale waterstof. **Deze techniek zal zonder aanvullend beleid echter niet kunnen concurreren met het blijven gebruiken van aardgas.** Wel is deze techniek goedkoper dan regelbare centrales met behulp van biomassa¹¹.



Opslag

Zodra er meer elektriciteit wordt opgewekt dan er vraag naar is, en het net dit niet kwijt kan, is het **cruciaal om deze energie op te kunnen slaan voor later gebruik**. Dit kan gaan om zeer tijdelijke opslag van enkele korte ogenblikken, of zelfs seizoensopslag. **Groene waterstof** zal op grote schaal opgeslagen kunnen worden in bijvoorbeeld lege zoutcavernes. Ook **batterijopslag** speelt hierin een belangrijke rol, met name voor korte termijnopslag (<1 dag). **Warmteopslag** kan ook een belangrijke vorm van opslag zijn voor de middellange termijn. Opslag van energie is zeer belangrijk voor het stabiel houden van het elektriciteitsnet, het overbruggen van tekorten, en kan ervoor zorgen dat er geen energie hoeft te worden verspild als er overschotten zijn.



Flexibele vraag

Zodra er te weinig groene stroom is, kan de vraag worden verlaagd, zodat beschikbare opgewekte energie wel toereikend is. Dit kan bijvoorbeeld door het tijdelijk afnemen van productieprocessen in de industrie. Deze industriële processen kunnen ook meer stroom afnemen bij overschotten. Qua kosten zou dit goed mogelijk kunnen zijn, aangezien elektriciteit bij tekorten zeer kostbaar is, en bij overschotten juist goedkoop. Een andere oplossingsrichting in de industrie is gebruik maken van hybride installaties die op basis van de beschikbaarheid kunnen schakelen tussen groene stroom en een hernieuwbaar gas zoals waterstof. Op kleinere schaal zouden huishoudens hun vraag kunnen verlagen. Bijvoorbeeld door de elektrische auto op te laden op momenten met een overschot, en dus tijdens momenten dat elektriciteit goedkoop is. **De rol van grote energiegebruikers in flexibele afname van stroom is zeer groot**¹². Het is belangrijk dat er goed wordt nagedacht over de rol die grote afnemers, zoals de industrie, hierin kunnen spelen. Op dit moment is de aanname dat de industrie constant zou moeten kunnen draaien. Echter, voor goede systeemintegratie is het van belang dat er goed wordt gesproken over wat ervoor nodig is om stappen te maken in flexibele afname door de industrie. Hier liggen ook goede kansen voor hybride elektrificatie van industriële processen. Die stap zorgt voor meer flexibele vraag waardoor duurzame energie beter inpasbaar wordt, terwijl tegelijkertijd de CO₂-uitstoot in de industrie omlaag gaat.

10) CE Delft, 2020. Verkenning ontwikkeling CO₂-vrije flexibele energietechnieken

11) CE Delft, 2020. Verkenning ontwikkeling CO₂-vrije flexibele energietechnieken

12) DNV GL, 2020, De mogelijke bijdrage van industriële vraagrespons aan leveringszekerheid

WAT ZIJN DE EERSTE BELANGRIJKE TE NEMEN STAPPEN?

Veel trajecten, zoals grootschalige elektrificatie en elektrolyse moeten in 2021 starten om met zekerheid operationeel te kunnen zijn vanaf 2030¹³. Dat betekent dat, om de afgesproken klimaatdoelen te halen, er nu stappen moeten worden gezet om een echt duurzaam energiesysteem te ontwikkelen. Zonder concrete (pilot)projecten hiervoor komen we er niet. Er moet in de praktijk geleerd worden. Dit geldt niet alleen in technische zin, maar ook economisch en maatschappelijk. De volgende drie stappen moeten nu al genomen worden en zijn no-regret.

1. Start met grootschalige demonstratieprojecten.

Met name om in de praktijk te leren over elektrolyse, en over het ombouwen van aardgascentrales naar gascentrales op waterstof. Nederland heeft een perfecte ligging voor grootschalige wind op zee, waarvan een belangrijk gedeelte ten goede kan komen aan waterstofproductie. In lijn met de Waterstofcoalitie¹⁴ pleiten we voor de realisatie van **500 MW elektrolyse in 2025 en 3-4 GW elektrolyse in 2030. Wat betreft het ombouwen van gascentrales op waterstof zijn er in 2030 al meerdere waterstofcentrales voor flexibel vermogen nodig om de klimaatdoelen te kunnen halen**¹⁵. Om dit te bereiken moeten demonstratieprojecten geïnstrumenteerd worden en ondersteund worden met flankerend beleid. Alleen met grootschalige proeven kan er geleerd worden, en kunnen echte stappen gemaakt worden.

2. Ontwikkel import, opslag en transport van groene waterstof.

Groene waterstof maken met (overschotten) groene stroom zal niet voldoende zijn voor het verduurzamen van de industrie en om gascentrales van voldoende groene waterstof te voorzien. Daarom zal er een **importketen** opgezet moeten worden. Om langdurige schommelingen in het weer en seizoenen op te vangen zal er ook voldoende **opslagcapaciteit** van groene waterstof moeten worden ontwikkeld. In het regeerakkoord moet komen te staan dat er in 2027¹⁶ een netwerk van buisleidingen met waterstof ligt die de **industriële clusters met elkaar verbindt** en ook de import en export van waterstof faciliteert; de waterstofbackbone. Hiervoor is nodig dat op korte termijn een partij wordt aangewezen om de infrastructuur aan te leggen. Daarnaast zal ook financiële ondersteuning vanuit de overheid nodig zijn voor gebruik, productie en transport van groene waterstof.

3. Zorg ervoor dat grote afnemers van energie hun vraag gaan afstemmen op het wisselende aanbod van zonne- en windenergie.

Op dit moment is de status quo dat grote afnemers in de industrie constant moeten kunnen draaien. Maar wat is ervoor nodig om dit te veranderen? **Een eerste belangrijke optie is om gebruik te maken van hybride elektrificatie van industriële processen:** ketels die op de juiste momenten elektriciteit in plaats van gas gebruiken om warmte te leveren. **De routekaart Elektrificatie zet op een rijtje welke stappen nodig zijn om dit van de grond te krijgen.** Voor het elektriciteitssysteem levert dat nuttige, flexibele vraag op en tegelijkertijd CO₂-reductie in de industrie. **De tweede stap draait om flexibel afnemen van energie bij bestaande processen.** Dat vraagt om een verandering van werkwijze van de industrie, maar het kan veel opleveren als het gaat om het inpassen van hernieuwbare energie in ons energiesysteem. Ook zou het de industrie commercieel wat op kunnen leveren. Zodra er overschotten aan elektriciteit zijn is het goedkoper

13) CE Delft, 2021, Doorlooptijden investeringen elektrificatie

14) Waterstofpact, 2021: <https://www.natuurenmilieu.nl/wp-content/uploads/2021/03/Waterstofpact-def.pdf>

15) Natuur & Milieu heeft CE Delft gevraagd opties voor CO₂-vrije flex te onderzoeken. Dit rapport toont aan dat bij 2500 vollasturen waterstofcentrales de goedkoopste opties zijn voor CO₂-vrije flexibel vermogen. In de modelberekeningen in dit rapport wordt geschat dat er rond 2030 tot 5GW opgesteld vermogen aan waterstofcentrales met 1500 tot 2400 vollasturen kunnen draaien. Eén gascentrale komt neer op 1 tot 1.5 GW. Er kunnen dus waarschijnlijk meerdere gascentrales kosteneffectief ingezet worden als back-up centrale op waterstof. De totale vraag naar CO₂-vrij flexibel vermogen is in 2030 volgens dit rapport 7-14 GW. Er zal dus nog een restantpiekvraag door flexibilisering van de vraag en andere technieken opgevangen moeten worden

16) conform HyWay27: <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2020/06/15/hyway-27-gaat-van-start-ezk-gasunie-en-tennet-onderzoeken-inzet-landelijk-gasnet-voor-de-ontwikkeling-van-waterstofinfrastructuur>

om elektriciteit af te nemen. Op die momenten opschalen kan dus ook de kosten van de industrie reduceren¹⁷. **Elektriciteitsmarktpartijen zullen met de industrie moeten gaan samenwerken om transparant uit te zoeken wat het potentieel is van vraagrespons, en hoe dit voor beide sectoren kan leiden tot kostenreducties.** Dus, hoe veel capaciteit kan er op momenten van schaarste worden afgebouwd, en tegen welke prijs? En hoe veel capaciteit kan er op momenten van overschot extra worden ingezet, met welk verdienmodel?

Gezien de lange doorlooptijden van procesaanpassingen moet er **nu al begonnen worden met het creëren van een breed bewustzijn bij zowel de energie- als de industriesector.** Het is aan de overheid om partijen te wijzen op hun onbenutte potentieel en een aantrekkelijk regulerend kader te scheppen om dit potentieel te ontsluiten. **Technische en economische mogelijkheden moeten daarnaast verder worden onderzocht door middel van pilots.**

17) DNV GL, 2020, *De mogelijke bijdrage van industriële vraagrespons aan leveringszekerheid*

Colofon

Opgesteld door Natuur & Milieu.
De boodschap wordt onderschreven door
TenneT, Gasunie en Energie Nederland.
Utrecht, april 2021

Vormgeving

DeUitwerkStudio

Contact

E-mail: p.dejong@natuurenmilieu.nl
Telefoon: +31 (0)30 233 13 28

