

Transitie naar duurzame energie met Waterstof economie.

Samengesteld door Theo Nohlmans

Samenvatting

- Een transitie is een structurele verandering die het resultaat is van op elkaar inwerkende en elkaar versterkende ontwikkelingen op het gebied van bijvoorbeeld **economie**, **cultuur**, **technologie**, **instituten** en **natuur** en **milieu**
- **Historie**
 - De Agrarische revolutie zijn de veranderingen die plaatsvonden in de Europese Landbouw en Maatschappij vanaf 1750
 - Industrialisatie (1860) is het proces van veranderingen in het **productieproces** door **mechanisatie** en de daaropvolgende veranderingen in de **productieorganisatie**, zoals de invoering van het **fabriekssysteem**.
 - Historie Transitie Van paardenkracht naar PK – over milieuproblemen die het paard in de 19e eeuw veroorzaakte.
 - Geschiedenis van de auto (1885-1904) en exponentiële toename van CO2
- **Heden.**
 - Hoe vervangen we aardgas door een duurzame energiedrager? Dat is de grote vraag van de komende jaren. Op het gebied van waterstof gebeurt er veel. Duurzaam Bedrijfsleven zet een aantal kansrijke toepassingen op een rij: Transport, Openbaar Vervoer, Verwarming op waterstof, Waterstof voor de Industrie. Projecten noemen.
 - Hoewel waterstof steeds meer gezien wordt als energiedrager van de toekomst, is het zeker niet de heilige graal.
 - Waterstof: belangrijke energiedrager van de toekomst. Waterstof kan een grote rol spelen bij de enorme maatschappelijke opgave om de emissie van CO2 drastisch te reduceren. Jörg Gigler, directeur TKI Nieuw Gas, en Marcel Weeda, senior onderzoeker bij het TNO, vertellen meer.
 - Geen woord erover in het regeerakkoord, maar de Klimaattafels van Ed Nijpels buitelen over elkaar heen om waterstof te bejubelen. Ook energiebedrijven staan te popelen om de energiedrager te gaan gebruiken, maar daarvoor is een grote systeemomslag nodig. De vraag is wie dat allemaal gaat betalen.
- **Toekomst**
 - Achtergrond Waterstof . Soorten waterstof.
Waarom is waterstof zo hard nodig?

In principe is het omschakelen van een economie op duurzame energie een makkie: je elektrificeert alle energieverbruik, ook voor verwarming en voor transport. Die stroom maak je met duurzame middelen, dus met windmolens, zonnepanelen en biobrandstoffen zoals biogas en houtsnippers. Klaar.

Maar er zijn twee problemen. Allereerst zijn sommige processen, vooral in de zware industrie, niet te elektrificeren, of alleen tegen heel hoge kosten. Het maken van staal, glas, cement en bakstenen bijvoorbeeld: de benodigde temperatuur is nauwelijks te bereiken met warmtepompen of elektrische ovens. Met waterstof kan het wel. Het Zweedse staalconcern SSAB is al begonnen met de bouw van een proefinstallatie voor dit procedé.

Het andere probleem is dat zon en wind niet altijd op afroep beschikbaar zijn. Denk aan windstille of bewolkte dagen. Daar zijn veel mouwen aan te passen. Zo kun je elektriciteitsnetten aan elkaar koppelen; het waait altijd wel ergens in Europa. Je kunt het gebruik van stroom afstemmen op het aanbod van stroom. Laad bijvoorbeeld de batterij van de elektrische auto 's nachts op; dan is er meer windstroom en weinig vraag.
 -
 - Doordat waterstof het kleinste molecuul op aarde is, gaat het dwars door sommige materialen heen. Dat kan lastig zijn bij transport in pijpleidingen, maar is geen groot probleem: in industriegebieden zijn al prima werkende leidingnetwerken voor waterstof.

- Waterstof is onmisbaar. Volgens hoogleraar Ad van Wijk is wind- en zonne-energie niet genoeg, Zie Ad van Wijk.

Ook als je energie wilt **transporteren**, kun je beter waterstof verplaatsen dan stroom. Er gaat weliswaar 60 procent van de energie verloren wanneer je elektriciteit omzet in waterstof en weer terug in elektriciteit. Maar 'elektronen' verplaatsen via nieuwe kabels is 100 tot 200 keer duurder dan waterstof verplaatsen via omgebouwde aardgasleidingen, zegt Van Wijk. Dat voordeel gaat zwaarder tellen naarmate de windmolens verder in zee komen te staan. En al helemaal wanneer je zonne-energie uit de Sahara naar Europa wil halen; volgens hem een reële mogelijkheid. Nederland heeft het voordeel dat er al een grote gasinfrastructuur ligt. Ook woonwijken kunnen hierdoor relatief eenvoudig van waterstof worden voorzien, volgens hem.

-
- Potentiële opties voor Nederland
- waterstof Hub in Delfzijl.
- Duitsland op weg naar 100 waterstof tankstations in 2019, Nederland 9 *
<https://opwegmetwaterstof.nl/2018/06/01/duitsland-op-weg-naar-100-waterstoftankstations-in-2019/> H2 mobility
- België , Vlaanderen, waterstofnet roadmap Interreg waterstofregio 2.0 België en Nederland , <https://www.waterstofnet.eu/nl/roadmaps/roadmap-voor-waterstofinfrastructuur-in-belgie-h2mobility>
- Innovatie en Wetenschap is er druk mee bezig

Zie:

<https://www.duurzaambedrijfsleven.nl/energietransitie-business>

<https://www.topsectorenergie.nl/nieuws/experimenteren-met-alle-vormen-van-waterstof>

<https://www.dwv-info.de>

<https://www.duurzaambedrijfsleven.nl/download/handreiking-waterstof-coalitie.pdf>

http://technotheek.utwente.nl/wiki/Fuel_cells/_/Brandstofcellen

<http://profadvanwijk.com/tag/groene-waterstofeconomie/>

<http://profadvanwijk.com/nederland-waterstofland-2/>

<https://www.vno-ncw.nl/forum/iedereen-aan-de-waterstof-auto-dat-dichterbij-dan-je-denkt>

<https://www.vno-ncw.nl/column/nederland-aan-de-waterstof-iedereen-doet-mee>

<https://www.waterstofnet.eu/nl/roadmaps/roadmap-voor-waterstofinfrastructuur-in-belgie-h2mobility>

<https://opwegmetwaterstof.nl/2018/06/01/duitsland-op-weg-naar-100-waterstoftankstations-in-2019/>



-

Een transitie is een structurele verandering die het resultaat is van op elkaar inwerkende en elkaar versterkende ontwikkelingen op het gebied van bijvoorbeeld *economie, cultuur, technologie, instituties en natuur en milieu.*

1. Verleden

Een bekende transitie uit het verleden was de transitie van *steenkol* naar *aardgas* als belangrijkste energiedrager. Dit vergde systeeminnovaties voor aardgaswinning en distributie, woning*bouw* en de ontwikkeling van (huishoudelijke) *apparatuur*. Destijds leek het onvoorstelbaar dat steenkool niet langer gebruikt zou worden en dat aardgas de toekomst zou worden. Andere transities waren de overgang van een *industriële economie* naar een *diensteconomie*, en de *demografische transitie* van een hoog naar een laag sterfte- en geboortecijfer in West-Europa tussen 1750 en 1960.

2. Heden en Toekomst

In de huidige maatschappij worstelen diverse sectoren en domeinen - *landbouw, verkeer en vervoer, waterbeheer, energievoorziening, bouwsector en gezondheidszorg* - met hardnekkige, langsepende problemen van '*onduurzaamheid*' die alleen door middel van transities op te lossen lijken te zijn. Voor het bewerkstelligen van die transities zijn tal van samenhangende '*systeeminnovaties*' nodig: vernieuwingen op het niveau van technologieën, regels en organisatievormen. Transities duren vaak lang, tot zelfs meerdere *generaties*, en vergen de steun en inzet van bedrijven, maatschappelijke organisaties, kennisinstellingen en burgers, als onderdelen van *maatschappelijke netwerken*. De afgelopen jaren is men zowel wetenschappelijk als in het beleid druk bezig met het experimenteren met nieuwe vormen van sturing speciaal gericht op deze transities naar duurzaamheid, onder de noemer *transitiemanagement*. Ook vanuit de *maatschappij* worden diverse initiatieven ontplooid. Voorbeelden daarvan zijn de lokale gemeenschappen die onder de noemer van *Transitiestad* (Transition town) zelf aan de slag gaan om hun manier van wonen, werken en leven *duurzamer* te maken.

3. Termijn

Omdat transities structurele veranderingen zijn die een grote impact op de samenleving hebben, veronderstellen ze ook de nodige tijd om die verandering te kunnen laten plaatsvinden. Als die tijd niet beschikbaar is, en de verandering dus op korte tijd moet plaatsvinden, dan gaat ze gepaard met grote overgangsmoeilijkheden. We spreken dan eerder over een revolutie. Schrijver en activist Rob Hopkins spreekt daarom over de nood om de verandering tijdig voor te bereiden. Hij stelt dat de maatschappij de keuze heeft om kiezen voor een transitie, waarbij de samenleving zich gedurende 1 à 2 decennia voorbereidt op een toekomst met bijvoorbeeld minder energievoorzieningen. Indien we ons hierop niet voorbereiden, en de transitie haar tijd dus niet gunnen, zal er eerder sprake zijn van een revolutie. De verandering wordt dan op een niet-comfortabele en vaak gewelddadige wijze door externe factoren opgedrongen.

Agrarische revolutie 1750.

De Agrarische revolutie zijn de veranderingen die plaatsvonden in de Europese Landbouw en Maatschappij vanaf 1750

1. Oorsprong

Vanaf 1780 begon in *Engeland* een ontwikkeling die zou leiden tot de huidige moderne *industriële samenleving*. Typische kenmerken van deze ontwikkeling waren de explosieve groei van steden, de introductie van machines en fabrieken in de nijverheid, de toename van de productie en de tewerkstelling. De *industriële revolutie* kwam niet vanzelf op gang.

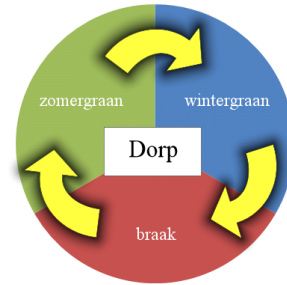
Er waren een paar decennia eerder enorme veranderingen tot stand gekomen, vooral in de agrarische en de **demografische** ontwikkeling.

2. Agrarische revolutie

aardappelplant



De Europese maatschappij was vanouds een **landbouwmaatschappij**. In bijna alle landen was **landbouw** de belangrijkste economische sector. De toenemende toepassing van wetenschappelijke kennis na 1750 zou voor de landbouw grote gevolgen hebben. **Vruchtwisseling** maakte het bijvoorbeeld mogelijk het middeleeuwse **drieslagstelsel** (3 jaar) te vervangen. Ook deden tot dan toe onbekende gewassen zoals de **aardappel** en **maïs** hun intrede. De invoering van de **keerploeg** maakte een betere



grondbewerking mogelijk. Men ging zaaizaden selecteren voor de volgende oogst. Alleen de beste zaden werden gebruikt en zorgden zo voor een betere opbrengst. Een betere bemesting en vervanging van ossen door paarden als trekdieren hielpen ook bij het vergroten van de productie. In sommige gebieden werd het landbouwareaal vergroot door massale kap van bossen, het **droogleggen** van moerassen en het in cultuur brengen van andere **woeste gronden**.

3. Gevolgen

De innovaties in de landbouw maakten door de hogere opbrengsten aan voedingsgewassen uiteindelijk een spectaculaire groei van de bevolking mogelijk. De wederzijdse beïnvloeding van de agrarische en de **demografische revolutie** mag dan ook niet uit het oog verloren worden.

B. Industriële revolutie 1860

Industrialisatie is het proces van veranderingen in het **productieproces** door **mechanisatie** en de daaropvolgende veranderingen in de **productieorganisatie**, zoals de invoering van het **fabriekssysteem**. Het betreft dus niet alleen technologische, maar ook sociale veranderingen. Hierdoor wordt de **economie** van een **samenleving** steeds sterker afhankelijk van de industriële **productie** in plaats van de opbrengsten van **landbouw** en **huisnijverheid**.



In een periode van industrialisatie wordt arbeid, die traditioneel vooral werd gedaan met behulp van spierkracht van **mens** en **dier**, in toenemende mate verricht door **machines**. De eerste industriegebieden vormden zich in de tweede helft van de **achttiende eeuw** in **Groot-Brittannië** en niet veel later ook in **België**. De machines werden er eerst nog met waterkracht, maar wat later vooral door **stoom** aangedreven. Deze ontwikkeling werd begunstigd door de aanwezigheid van **steenkool** en **ijzererts**.

Nederland bleef nog lang primair een **handels-** en landbouwnatie, hoewel er al vanaf de **late middeleeuwen** een bescheiden vorm van industrialisatie plaatsvond met behulp van **windkracht**. De **industriële revolutie** kwam er echter niet eerder dan ongeveer 1860 op gang.

In veel landen buiten [Europa](#), [Noord-Amerika](#) en [Japan](#) heeft de industrialisatie zich pas in de tweede helft van de [twintigste eeuw](#) ontwikkeld.

1. Historie Transitie

Van paardenkracht naar PK – over milieuproblemen die het paard in de 19e eeuw veroorzaakte.

In 1898 kwamen afgevaardigden uit de hele wereld in New York City bijeen voor de eerste conferentie ooit over de planning van stedenbouw. Eén onderwerp domineerde de discussie en dat was niet huisvesting, ruimtelijke ordening, economische ontwikkeling of infrastructuur. Het was het probleem van de [paardenmest](#) dat de afgevaardigden tot wanhoop dreef.

Het paard was geen nieuwkomer in de stedelijke omgeving, maar aan het einde van de 19e eeuw had het paardenmestprobleem een ongekennde omvang bereikt. Het aantal paarden in de steden groeide sneller dan het aantal mensen. Amerikaanse steden kwamen om in [paardenmest](#) en andere vervelende bijproducten van deze dominante wijze van transport: urine, vliegen, opstoppingen, paardenlijken, en verkeersongevallen. Wreedheid tegen paarden was tevens een vorm van aantasting van het milieu.



Het paard wordt gedwongen een kapotte kar te trekken

De situatie leek nijpend. In 1894 schatte de Londense Times dat in 1950 elke straat in de stad met negen meter paardenmest zou zijn bedekt. Een New Yorker voorspelde in 1890 dat in 1930 de paardenmest tot de derde verdieping van de bebouwing zou reiken. Er dreigde een enorme sanitaire en volksgezondheids crisis. Een oplossing had men niet. Het paard was immers al gedurende duizenden jaren de dominante vorm van vervoer. Paarden waren essentieel voor het functioneren van de negentiende-eeuwse stad, voor persoonlijk vervoer, voor vrachtvervoer, en zelfs voor mechanische energie. Zonder paarden zouden steden letterlijk verhongeren.

Alle inspanningen om het probleem in te perken faalden jammerlijk. De conferentie concludeerde dat ze er niet uit kwamen en werd na 3 in plaats van de geplande 10 dagen afgebroken.

Opkomst Automobiel 1885

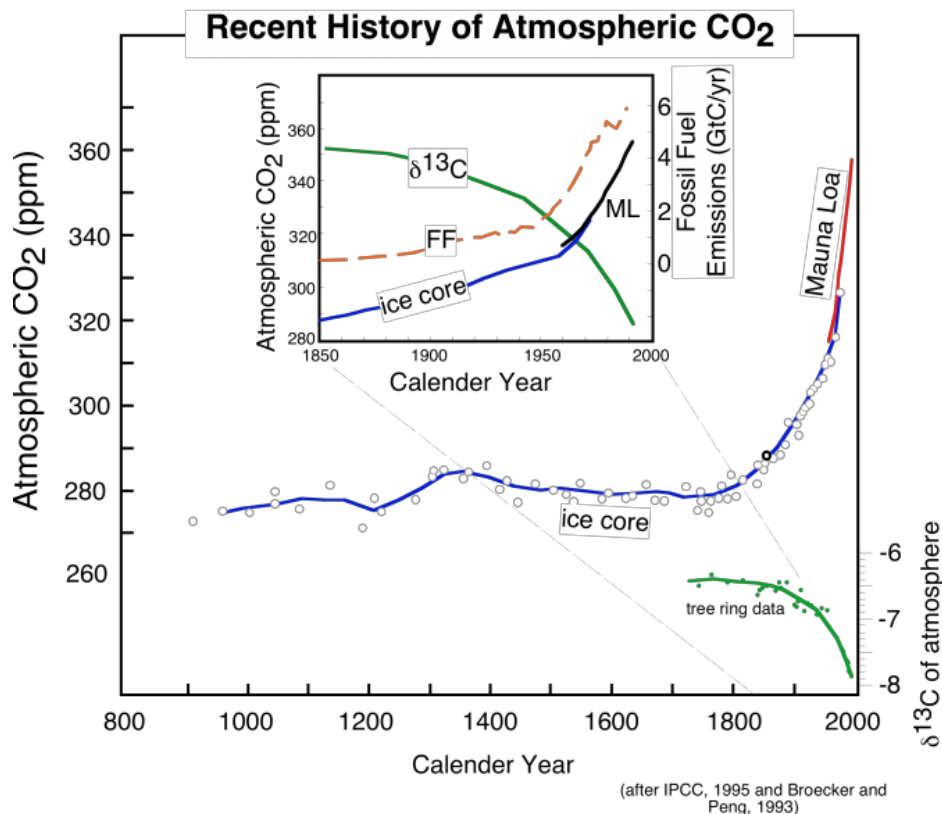
Geschiedenis van de auto (1885-1904)

Dit artikel beschrijft de geschiedenis van de automobiel vóór het jaar **1905**. De [auto](#) werd her-uitgevonden in 1885, maar had enkele voorlopers die in het hoofdstuk [Voorgeschiedenis](#) worden behandeld. Het eerste tijdperk in de geschiedenis van de auto zelf begint in 1885 en eindigt in 1904. Dit tijdperk wordt ook het **Veteraan**-tijdperk genoemd.

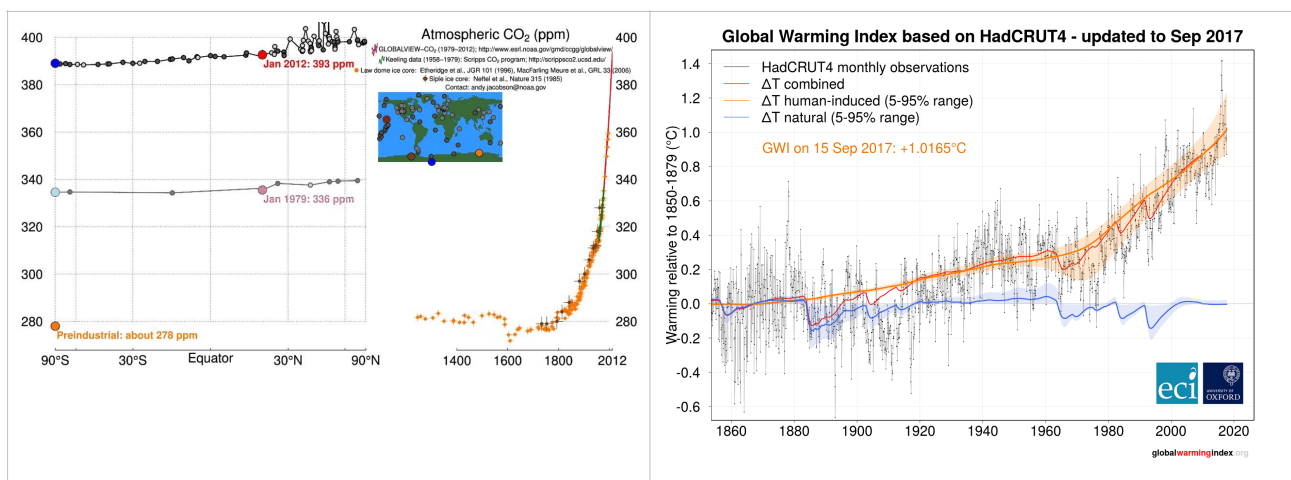


De eerste auto van [Carl Benz](#)

Inhoud



Algemeen wordt erkend dat de eerste automobielen met **verbrandingsmotor** op **benzine** zo goed als gelijktijdig werden gebouwd door meerdere **uitvinders** die onafhankelijk van elkaar werkten. Voor dit kon gebeuren ontdekte een **Oostenrijkse** chemicus, **Abraham Schreiner**, eerst de **benzine**.^[1] De Waalse Belg **Etienne Lenoir** bouwde in 1862 zijn eerste auto met een **verbrandingsmotor**. De Duitser **Nikolaus Otto** gebruikte een nieuw systeem met vier zogenoemde takten in 1878. **Gottlieb Daimler** patenteerde de eerste succesvolle hoge snelheid verbrandingsmotor (1885). De **Duitser Carl Benz** bouwde zijn eerste automobiel in 1885 in **Mannheim**. In 1886 bouwden **Gottlieb Daimler** en **Wilhelm Maybach** in **Stuttgart** hun eerste auto. Zij waren tevens de bouwers van de eerste rijdende **motorfiets** met **inwendige verbrandingsmotor**. De **Oostenrijker** Siegfried Marcus, ten slotte, werkte in Wenen aan een auto.



Heden.

28-11-2018 16:14 | DOOR: BAS JOOSSE

Hoe vervangen we aardgas door een duurzame energiedrager? Dat is de grote vraag van de komende jaren. Op het gebied van waterstof gebeurt er veel. Duurzaam Bedrijfsleven zet een aantal kansrijke toepassingen op een rij.

Met de energietransitie voor de deur wordt een grote rol toegedicht aan wind en zon als energiebronnen. Schoon, duurzaam en bijna altijd voorradig. Maar windenergie die 's nachts opgewekt wordt, moet ergens worden opgeslagen. Via een Power-to-gas centrale kan de wind of zon worden gebruikt om waterstof te creëren. Dat kan eenvoudig worden opgeslagen en heeft diverse toepassingen. Maar waar kunnen we waterstof allemaal voor gebruiken?

Transport

Op diverse plaatsen in Nederland wordt de energiedrager gebruikt om voertuigen aan te drijven. In [Breda](#) rijden voertuigen van de gemeente op waterstof. In Noord-Holland wordt een proef uitgevoerd om een vrachtwagen erop te laten rijden.

Het Japanse concern Toyota heeft een schip ontwikkeld wat door waterstof aangedreven wordt. De brandstof wordt gewonnen uit zeewater. De Sloveense vliegtuigfabrikant Pipistrel heeft een klein vliegtuigje voor vier personen ontwikkeld wat op [waterstof](#) vliegt.

Openbaar Vervoer

Het openbaar vervoer in [Groningen](#) wordt deels aangedreven door waterstof. Treinen rijden in Nederland nog niet op de alternatieve brandstof, in Duitsland gebeurt dit al wel. Of het in Nederland gaat gebeuren is nog maar de vraag: veel niet-geëlektrificeerde spoorlijnen worden verduurzaamd door de inzet van treinen op [batterijen](#) of door ze te elektrificeren.

Omzetten naar energie

Het Nederlandse bedrijf Nedstack produceert sinds 2007 brandstofcellen waarbij waterstof omgezet wordt naar energie. Bij een fabriek van Akzo Nobel in Delfzijl staat een installatie van Nedstack die energie uit het gas haalt.

Verwarming op waterstof

In Rotterdam experimenteert netbeheerder Stedin met het verwarmen van huizen door middel van de energiedrager. Via het gasnet wordt het gas naar een centrale ketel getransporteerd, die vervolgens de huizen verwarmt. Volgens onderzoeksbureau Berenschot kan waterstof het verduurzamen van het warmtenet [versnellen](#).

Waterstof voor de industrie

In de chemische industrie is waterstof interessant omdat bij veel processen hoge temperaturen nodig zijn. Voor temperaturen van meer dan 250 graden Celsius is de energiedrager volgens de Topsector Energie één van de alternatieven ten opzichte van elektriciteit.

Het element biedt daarnaast ook kansen voor de verduurzaming van de industrie. Een aantal bedrijven in Zeeland en België [bundelen hun krachten](#) om de CO₂-uitstoot te beperken. Hiervoor wordt onder andere gekeken naar een waterstofnetwerk tussen Vlissingen en Gent. Op Goeree Overflakkee zijn voorbereidingen om ammoniak te maken op basis van waterstof die met lokale zon en wind geproduceerd

De transitie van fossiele naar hernieuwbare energie is zeker in de beginjaren vaak als kostenpost gepresenteerd. Zes jaar geleden riep premier Mark Rutte nog dat windmolens op subsidie draaien. Hij deed die uitspraak in een periode dat de gaskraan in Groningen nog volledig open stond en er fors werd geïnvesteerd in nieuwe kolencentrales.

Die benadering van de transitie is de afgelopen jaren compleet veranderd. Zes jaar geleden zou het uit financieel oogpunt ondenkbaar zijn geweest om splinternieuwe kolencentrales ver voor het einde van hun levensduur te sluiten. Je zou al helemaal voor gek worden versleten als je van plan was om te stoppen met de gaswinning, de nationale melkkoe die de staat de afgelopen decennia miljarden euro's heeft opgeleverd. Toch is dat wat er nu gebeurt: over twaalf jaar draaien er geen kolencentrales meer. Dan is ook de gaskraan in Groningen definitief dicht. Het besef is snel gegroeid dat om de klimaatdoelstellingen te halen, de transitie met versnelling in gang moet worden gezet, ongeacht het prijskaartje.

Van energietransitie naar nieuwe business

Daarnaast is ook een ander besef gegroeid: de transitie kost niet alleen geld, ze kan ook geld opleveren. Neem Groningen als voorbeeld waar nu al ontwerpen klaar liggen om de gaseconomie te transformeren naar een waterstofeconomie. Bij traditionele fossiele bedrijven groeit de overtuiging dat meegaan in die transitie nieuwe business kansen oplevert. Een voorbeeld is het Deense energiebedrijf Ørsted (voorheen Dong) dat van fossiel volledig is overgeschakeld op duurzaam.

In deze themamaand belichten we deze en andere best practices van bedrijven en ondernemers die al goed op weg zijn in de energietransitie. Denk bijvoorbeeld aan Engie die inzet op geothermie en daarnaast ook

samen met Suez energie opslagsystemen van afgedankte accu's verhuurt. Of aan boeren die in de transitie een nieuwe business kans zien en naast voedselproducent ook energieproducent worden. Deze bedrijven zijn er al van overtuigd dat de transitie niet exclusief toebehoort aan start-ups. Het is juist ook een kans om bestaande bedrijven toekomstbestendig te maken.

Op de website Nederland MVO verschenen onlangs twee artikelen over waterstof.

In Waterstof: belangrijke energiedrager van de toekomst stellen Jörg Gigler (TKI Nieuw Gas) en Marcel Weeda (TNO) dat de ontwikkeling van waterstof via verschillende stadia gaat. Om uiteindelijk grootschalig groene waterstof te kunnen produceren zijn er ook projecten nodig met waterstof uit aardgas waarbij al dan niet de CO₂ wordt afgevangen en ondergronds opgeslagen.

In Maakt waterstof het verschil? buigen vier deskundigen zich over de vraag hoe de markt voor waterstof het beste ontsloten kan worden. De potentie van waterstof, met name in het vervoer, is veelbelovend maar waterstofproductie is nog niet rendabel. Ook zij stellen dat voor verduurzaming experimenten nodig zijn met alle vormen van waterstof. Uiteindelijk zullen innovaties de groene waterstofeconomie op gang brengen. De overheid kan deze transitie ondersteunen met financiële prikkels.

Meer informatie

- [Nederland MVO](#)
- [Maakt waterstof het verschil?](#)
- [Waterstof: belangrijke energiedrager van de toekomst](#)
- [Waterstof](#), commerciële bijlage bij het Financieele Dagblad, De Telegraaf en Management Scope (pdf-bestand)

Waterstof: belangrijke energiedrager van de toekomst

WATER-ENERGIE

Waterstof kan een grote rol spelen bij de enorme maatschappelijke opgave om de emissie van CO₂ drastisch te reduceren. Jörg Gigler, directeur TKI Nieuw Gas, en Marcel Weeda, senior onderzoeker bij het TNO, vertellen meer!





Jorg Gigler Directeur TKI Nieuw Gas
Marcel Weeda Senior onderzoeker TNO

Waterstof wordt gezien als de ontbrekende schakel in de energietransitie. De productie uit water door elektrolyse met duurzame energie van zon en wind speelt hierbij een cruciale rol.

Het omzetten van elektrische energie, opgewekt met wind en zon, naar chemische energie in waterstof maakt het mogelijk om wind en zonne-energie niet alleen in te zetten voor verduurzaming van elektriciteit, maar ook voor verduurzaming van de blijvende behoefte aan moleculen voor grondstof in de chemische industrie en voor brandstof in toepassingen waar elektriciteit of batterijen niet toereikend zijn. Voorbeelden zijn hoge temperatuurwarmte voor de industrie, brandstof voor zwaar wegverkeer, de luchtvaart en de scheepvaart.

Hierbij levert de veelzijdigheid van waterstof veel flexibiliteit voor het energiesysteem. Het is relatief eenvoudig in grote hoeveelheden op te slaan, over grote afstanden te transporteren, en is op afroep stuurbaar in te zetten in diverse markten en een breed scala aan toepassingen.

Voor duurzame waterstof is duurzame energie nodig. De uitbouw daarvan kost tijd. Voor ontwikkeling van de waterstofoptie is het echter niet nodig hierop te wachten. Er kan namelijk een start worden gemaakt via blauwe waterstof. Dit is waterstof geproduceerd op basis van aardgas waarbij de gevormde CO₂ wordt afgevangen en opgeslagen.

De klimaat-neutrale inzet van aardgas via waterstof kan het pad effenen voor groene waterstof en op kortere termijn al een aanzienlijke bijdrage leveren aan het halen van klimaatdoelen.

“Hoewel waterstof steeds meer gezien wordt als energiedrager van de toekomst, is het zeker niet de heilige graal,” vertelt Jörg Gigler, directeur van Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI), een stichting die binnen de negen topsectoren publiek-private samenwerkingsprojecten stimuleert.

“Het is één van de mogelijkheden op het gebied van duurzame energie, maar zeker niet de enige. Wel is het zo dat veel partijen enthousiast zijn over het gebruik van waterstof als duurzame energiedrager: milieubewegingen, consumenten, projectontwikkelaars en de industrie-sector. Toch vergen specifieke toepassingen van waterstof nog de nodige aandacht.

Hoewel waterstof steeds meer gezien wordt als energiedrager van de toekomst, is het zeker niet de heilige graal.

Afhankelijk van waar je het wilt inzetten, zal dus steeds moeten worden gekeken of het de meest geschikte mogelijkheid is. Hierbij gaat het niet alleen om technische vraagstukken, maar ook om het maatschappelijk aspect. Zo is het gebruik van waterstof binnen de industrie geen enkel probleem, maar binnen de gebouwde omgeving zijn er nog wel wat vragen te beantwoorden. Voor een maximale acceptatie is het belangrijk dat burgers mee worden genomen in de transitie, de verschillende opties begrijpen, en hun eigen keuzes mogen maken.”

Potentie

De potentie van waterstof is bijna oneindig. Als energiedrager is het breed inzetbaar in de industrie, in de mobiliteit, in de energiesector en in de gebouwde omgeving. Hierbij kun je de volgende toepassingen onderscheiden: productie van hoge temperatuurwarmte voor processen in de industrie, als grondstof voor de chemische industrie, de staalindustrie en in olieraffinaderijen, elektrisch aangedreven nul-emissie brandstofcel voertuigen zoals auto's, bussen, vrachtwagens, treinen en schepen, productie van elektriciteit in

flexibele gascentrales (combined cycle gasturbines), productie van warmte voor ruimteverwarming (lage temperatuur warmte) in de bestaande gebouwde omgeving en mogelijk ook voor warm tapwater.

Uitdagingen

Grijze (fossiele), blauwe (klimaatneutrale waterstof via Carbon Capture en Storage (CCS)) en groene (duurzame) waterstof kunnen alledrie helpen om snelheid te maken. Om succesvol te kunnen zijn heeft waterstof namelijk schaalgrootte nodig. Dat betekent dus innoveren. Nederland kent inmiddels vele waterstofinitiatieven die zich in diverse stadia van ontwikkeling bevinden, en dat aantal groeit.

Een mooi voorbeeld zijn vuilniswagens op waterstof in Groningen die daarmee geruisloos het afval ophalen en toch voldoende vermogen hebben om te laden, te persen en naar de afvalcentrale te rijden. Ook is het aantal bussen op waterstof voor comfortabel en schoon regionaal streekvervoer gegroeid. Of wat te denken van het transport van waterstof door oude gasleidingen in Zeeuws-Vlaanderen, waardoor de gasleidingen een nieuwe toekomst krijgen en kosten worden bespaard. Komen tot grootschalige toepassingen is een van de grootste obstakels bij de inzet van waterstof als energiedrager.

“De orde van grootte van projecten moet echt omhoog,” legt Marcel Weeda, senior onderzoeker bij TNO uit. “Van enkele tientallen megawatten, moeten wij naar honderden megawatten. We zitten nu in een tussenfase waar we door moeten komen. We moeten dus situaties en markten creëren om waterstof aan de man te brengen. Die opschaling moet nu concreet vorm worden gegeven.

[De orde van grootte van projecten moet echt omhoog](#)

Daarnaast moeten de kosten van waterstoftechnologie omlaag; het is nu nog relatief duur. Ook kan de technologie rondom waterstof nog efficiënter. Daar is nog meer onderzoek en ontwikkeling voor nodig. Een set van fiscale maatregelen en subsidie zullen het mogelijk moeten maken om grootschalige projecten te realiseren, zodat alle partijen er beter van worden. Om de klimaatdoelstellingen te realiseren is haast geboden. Naast studeren en onderzoeken moeten we het nu ook gewoon gaan doen.”

09-2018 MARJOLIJN WESTERLAKEN, nl.redactie@mediaplanet.com

ACHTERGROND WATERSTOF

Ineens lijkt waterstof het antwoord op alle energieproblemen – waar komt al dat enthousiasme vandaan?



Een vrouw in Californië tankt waterstof voor haar auto. Foto Bloomberg via Getty Images

Geen woord erover in het regeerakkoord, maar de Klimaattafels van Ed Nijpels buitelen over elkaar heen om waterstof te bejubelen. Ook energiebedrijven staan te popelen om de energiedrager te gaan gebruiken, maar daarvoor is een grote systeemomslag nodig. De vraag is wie dat allemaal gaat betalen.

[Gerard Reijn en Niels Waarlo](#) 11 juli 2018, 20:10

‘Waterstof is wat ons betreft de sleutel tot de energietransitie.’ Dat zei Ed Nijpels, voorzitter van de Klimaattafels die dinsdag de eerste stappen richting een Klimaatakkoord presenteerden. Terwijl het woord ‘waterstof’ in het regeerakkoord niet één keer voorkwam. Waarom kan dit doodeenvoudige molecuul – twee aan elkaar geplakte waterstofatomen, het meest voorkomende element in het universum – plots op zo veel enthousiasme rekenen, van de industrie tot milieubewegingen?

Omdat het gas waterstof een energiedrager is met een breed scala aan toepassingen. Het is potentieel een brandstof voor auto's, fabrieken en cv-ketels, een opslagmiddel voor duurzame elektriciteit en een grondstof voor de chemische industrie. Daarmee vormt het een oplossing voor meerdere problemen die de energietransitie met zich meebrengt. Vandaar dat waterstof in de stukken van vier van de vijf Klimaattafels een belangrijke rol speelt.

Hoe kom je aan waterstof?

Waterstof is geen energiebron maar een energiedrager. Je moet het eerst maken, wat energie kost, waarna deze energie elders bruikbaar is. Nu al produceert de industrie zo'n 800 duizend ton waterstof per jaar, vooral voor raffinaderijen en voor de kunstmestindustrie, zegt Ad van Wijk, hoogleraar toekomstige

energiesystemen aan de TU Delft. De industrie maakt dit nu nog door aardgas te splitsen, waarbij CO₂ vrijkomt. Deze waterstof wordt 'grijs' genoemd.

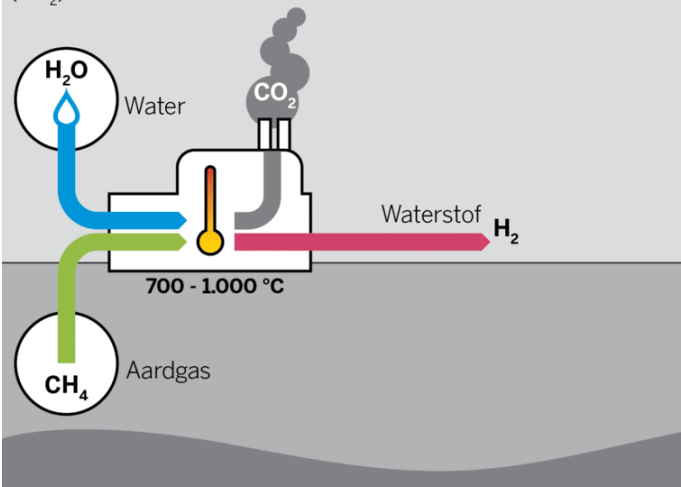
Vang je deze CO₂ af en stop je het onder de grond, dan spreek je van blauwe waterstof. Deze variant staat in de gepresenteerde plannen van de Klimaattafels genoemd voor de korte termijn. Milieuorganisaties hebben twijfels over de haalbaarheid en de prijs van ondergrondse CO₂-opslag – een frictiepunt tijdens de onderhandelingen over het Klimaatakkoord.

Waar het uiteindelijk heen moet, is groene waterstof. Deze wordt op fundamenteel andere manier geproduceerd: door water met duurzaam opgewekte elektriciteit uit elkaar te trekken tot zuurstof en waterstof (elektrolyse). Daar komt geen CO₂-molecuul aan te pas. Het is in feite gecondenseerde wind- en zonnestroom.

VERSCHILLENDE SOORTEN WATERSTOF

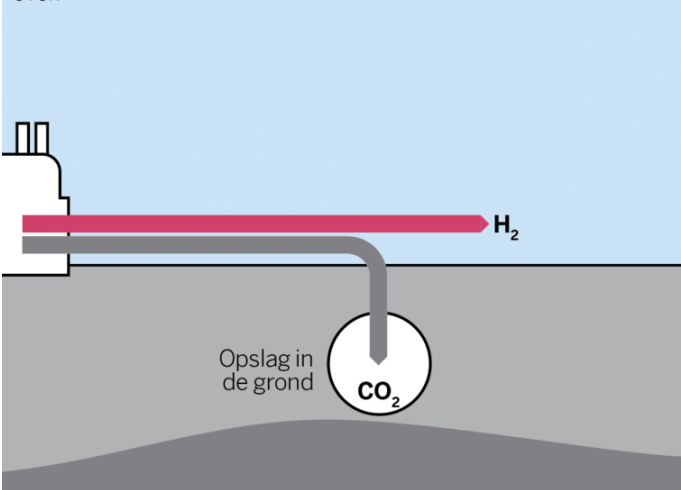
● Grijze waterstof

Mengsel water en aardgas wordt verhit. Hierbij ontstaat waterstof en koolstofdioxide (CO_2)



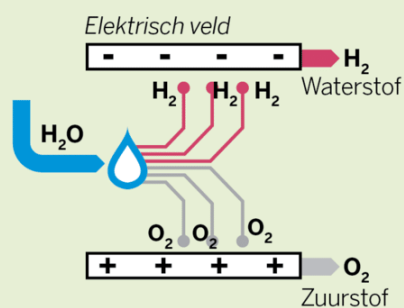
● Blauwe waterstof

Bij afvangst koolstofdioxide (CO_2) blijft schone waterstof over.



● Groene waterstof

Duurzame elektriciteit wordt gebruikt om water te splitsen. Hierbij ontstaat waterstof en zuurstof.



Waarom is waterstof zo hard nodig?

In principe is het omschakelen van een economie op duurzame energie een makkie: je elektrificeert alle energieverbruik, ook voor verwarming en voor transport. Die stroom maak je met duurzame middelen, dus met windmolens, zonnepanelen en biobrandstoffen zoals biogas en houtsnippers. Klaar.

Maar er zijn twee problemen. Allereerst zijn sommige processen, vooral in de zware industrie, niet te elektrificeren, of alleen tegen heel hoge kosten. Het maken van staal, glas, cement en bakstenen bijvoorbeeld: de benodigde temperatuur is nauwelijks te bereiken met warmtepompen of elektrische ovens. Met waterstof kan het wel. Het Zweedse staalconcern SSAB is al begonnen met de bouw van een proefinstallatie voor dit procedé.

Het andere probleem is dat zon en wind niet altijd op afroep beschikbaar zijn. Denk aan windstille of bewolkte dagen. Daar zijn veel mouwen aan te passen. Zo kun je elektriciteitsnetten aan elkaar koppelen; het waait altijd wel ergens in Europa. Je kunt het gebruik van stroom afstemmen op het aanbod van stroom. Laad bijvoorbeeld de batterij van de elektrische auto 's nachts op; dan is er meer windstroom en weinig vraag.

Maar er zijn grenzen.

Eens in de twee jaar kampt Nederland met een aanzienlijke 'Dunkelflaute', een periode van dagen of soms weken dat de zon niet schijnt en de wind niet waait, ook niet in het buitenland. Daar zit je dan met je molens en panelen. Dat probleem wordt gaandeweg groter. Naarmate warmtepompen steeds meer woningen verwarmen, neemt juist in de winter, als de zonnestroom bijna wegvalt, de elektriciteitsvraag toe. Voor zulke momenten zou je een energievoorraad willen aanleggen tijdens energieoverschotten.

Je kunt elektriciteit toch in een batterij stoppen?

Dat kan, maar dat is duur. Om alleen al de elektriciteit op te slaan die huishoudens in Nederland op één dag verbruiken, moet voor 45 miljard euro aan batterijen worden aangeschaft.

Dezelfde hoeveelheid energie opslaan in de vorm van waterstof is veel goedkoper en makkelijker.

Certificeringsinstituut Kiwa berekende eerder dit jaar dat het opslaan van 2.000 kilowattuur energie in een batterij rond de 40 duizend euro per jaar kost; honderd keer duurder dan het bewaren van diezelfde hoeveelheid energie in de vorm van waterstof. De batterij zou zo groot zijn als drie zeecontainers. Voor dezelfde energiehoeveelheid waterstof volstaat een tank van één kubieke meter.

Hoogleraar Van Wijk heeft de mogelijkheden ook bestudeerd. 'In een zoutcaverne past 6.000 ton waterstof. Die bevat dan evenveel energie als 17 miljoen grote huisbatterijen voor zonne-energie.'

Ook als je energie wilt **transporteren**, kun je beter waterstof verplaatsen dan stroom. Er gaat weliswaar 60 procent van de energie verloren wanneer je elektriciteit omzet in waterstof en weer terug in elektriciteit. Maar 'elektronen' verplaatsen via nieuwe kabels is 100 tot 200 keer duurder dan waterstof verplaatsen via omgebouwde aardgasleidingen, zegt Van Wijk. Dat voordeel gaat zwaarder tellen naarmate de windmolens verder in zee komen te staan. En al helemaal wanneer je zonne-energie uit de Sahara naar Europa wil halen; volgens hem een reële mogelijkheid. Nederland heeft het voordeel dat er al een grote gasinfrastructuur ligt. Ook woonwijken kunnen hierdoor relatief eenvoudig van waterstof worden voorzien, volgens hem.

Hoe sla je waterstof op?

Je kunt het flink in elkaar persen, vloeibaar maken, in een oud gasveld stoppen of in een zoutholte. De eerste methode is voor grote hoeveelheden minder geschikt en de tweede is moeilijk omdat je het moet koelen tot -255 graden, en daarna weer verwarmen. Dat kost veel energie.

Of het in lege gasvelden kan worden opgeslagen, is nog onzeker. Mogelijk gaat waterstof reageren met elementen in de bodem, zoals zwavel, en ontstaan er giftige verbindingen. Opslaan in zout cavernes is geen probleem.

Doordat waterstof het kleinste molecuul op aarde is, gaat het dwars door sommige materialen heen. Dat kan lastig zijn bij transport in pijpleidingen, maar is geen groot probleem: in industriegebieden zijn al prima werkende leidingnetwerken voor waterstof.



Foto de Volkskrant

De energiecentrale van Nuon in de Eemshaven in Groningen. Foto Nederlandse Freelancers

Loopt het Klimaatakkoord op de muziek vooruit met dat waterstofplan?

Absoluut niet. Het bedrijfsleven is al hard bezig. In Groningen werkt Gasunie aan een waterstoffabriekje dat op zonnepanelen werkt. Op den duur kan dat worden opgeslagen in een zoutholte bij Zuidwending (Veendam). In Rotterdam heeft TNO, in opdracht van Uniper, BP, Stedin, Havenbedrijf Rotterdam en Smartport, de mogelijkheden van groene waterstof onderzocht. En afgelopen mei pleitte de Waterstofcoalitie, onder meer bestaand uit grote bedrijven en Greenpeace, ervoor dat Nederland voorop moet lopen op waterstofgebied.

Dat doet het nu nog niet. Een jaar geleden tekenden grote concerns als Shell, Total en Toyota in Davos een 'waterstofpact'. In IJsland wordt waterstof gemaakt met de aardwarmte van hun befaamde geisers. In Duitsland stroomt ter plaatse gemaakt waterstof op enkele plaatsen gewoon door het gasnet. Tot een bijmenging van 20 procent levert dat geen enkel probleem op.

Maar Japan is pas echt gek op waterstof. Sinds het land zijn kerncentrales in de ban deed na het ongeluk met de centrale van Fukushima, ziet het land het gas als dé brandstof van de toekomst. De Olympische Spelen van 2020 in Tokyo zullen de eerste zijn die helemaal op waterstof draaien.

Waar moet Nederland die waterstof produceren?

De Noordzee lijkt er geknipt voor, gezien de vele windmolens die er kunnen staan. Op sommige gasplatforms kunnen waterstoffabriekjes staan.

Het is geen verre toekomstmuziek. Het consortium North Sea Energy, met daarin olie- en gasbedrijven, offshorebedrijven en kennisinstituten als TNO, heeft al vier bedrijven gevonden die het eerste experiment willen opzetten. René Peters, directeur gastechnologie bij TNO, verwacht dat nog dit jaar een besluit wordt genomen. In totaal, denkt hij, is er wel een tiental platforms inzetbaar bij de waterstofproductie.

De energiebedrijven willen dolgraag, en niet alleen omdat waterstof hun toekomst kan zijn. Zij zitten met productieplatforms en buizenstelsels die spoedig overbodig zijn, omdat de gasvelden in de Noordzee leeg

raken. Dan moeten ze die installaties verwijderen: een dure grap. Het installeren van Peters' waterstoffabriekjes kan die nare kostenpost naar een verre toekomst schuiven. Zulke fabriekjes op oude gasplatforms is niet Peters' einddoel. 'Je kunt daar kleine installaties op zetten van 10 megawatt, en ook nog wel grotere van bijvoorbeeld 100 megawatt. Maar uiteindelijk heb je fabrieken nodig met een vermogen van meer dan duizend megawatt. En om die te herbergen, heb je een eiland in de Noordzee nodig.' Aan dat eiland wordt al gewerkt. Tennet, het bedrijf dat in Nederland het hoogspanningsnet beheert, heeft een samenwerkingsverband met zijn Deense en Britse zusterbedrijven, Gasunie en de haven van Rotterdam. Op de Doggersbank willen ze zo'n eiland aanleggen. Maar voordat dat er ligt, is het wel 2040. Peters: 'Tot die tijd kunnen we op die gasplatforms alvast beginnen en ervaring opdoen.' Het duurt zeker tot 2030 voordat de waterstofproductie op grote schaal draait, denkt Peters. Al die windmolens die op de Noordzee gepland zijn, zijn natuurlijk prachtig, maar alleen al om alle kolencentrales te vervangen die uiterlijk 2030 dicht moeten, zijn 3.000 van de grootste molens nodig. 'Het duurt echt nog wel tot 2030 voordat we zo veel stroom van de Noordzee hebben dat we een groot overschot kunnen gebruiken voor de productie van waterstof', zegt hij.

Welke hordes zijn verder nog te nemen?

Om waterstof grootschalig in te zetten, is een grote systeemomslag nodig die volgens Ad van Wijk een 'nationale aanpak' vergt. Er zijn grote hoeveelheden windmolens op zee nodig. Elektrolyzers, die groene waterstof maken, moeten massaal uit de grond worden gestampt. De huidige gasinfrastructuur moet aangepast, zodat deze ook waterstof aankan. Fabrieken moeten gasturbines en -ketels aanpassen. Wie dit soort investeringen betaalt, is in de huidige fase van het Klimaatakkoord hét twistpunt. De Industrietafel zou graag een tender regeling zien, waarbij bedrijven subsidie kunnen aanvragen voor hun waterstofplannen, zoals eerder ook voor windmolenparken gebeurde.

Dan is er nog de vraag: is dit gas wel veilig? Absoluut, zegt Van Wijk. 'Waterstof is het lichtste element, het stijgt op met 20 meter per seconde. Stel dat er een lek is, dan zit het voordat het met zuurstof is gemengd – waardoor het kan branden – al hoog in de lucht.' Maar, zo weet hij, dat betekent niet er geen maatschappelijke zorgen kunnen zijn, wat het draagvlak voor waterstof aantast. 'Daar moeten we dus aandacht aan besteden.'

Draait de cv-ketel uiteindelijk op waterstof?

Die kans is niet heel groot. De efficiëntste manieren om woningen te verwarmen zijn aansluiting op een warmtenet dat wordt gevoed met afvalwarmte van de industrie, en de al veel genoemde elektrische warmtepomp. Maar voor sommige woningen of wijken kan waterstof zomaar een (deel van de) oplossing blijken. Erop koken kan ook: afgelopen mei bakte Van Wijk zelfs de eerste waterstof-omelet van Nederland. Al is dan wel een kleurstof nodig: de vlam is onzichtbaar.

Dit artikel verscheen eerder in de [Volkskrant](#)

Waarom waterstof onmisbaar is

June 28, 2018 Ad van Wijk

Volgens hoogleraar Ad van Wijk is wind- en zonne-energie niet genoeg

Het is de komende jaren een kwestie van meters maken. Dat zegt hoogleraar Ad van Wijk over de transitie naar duurzame energie. "De technieken die we nodig hebben om de doelstellingen van het klimaatakkoord van Parijs te halen, bestaan gewoon. We moeten ze nu op grote schaal gaan toepassen." Het is vooral van belang om in te zetten op het gebruik van waterstof. Dat is volgens Van Wijk hét alternatief voor aardgas. "Ik ben een boerenzoon en letterlijk opgegroeid met de krachten van de natuur", vertelt Ad van Wijk. "Als kind was ik altijd buiten, in de zon, de regen, of de wind. Ik denk dat ik al op heel jonge leeftijd intuïtief aanvoelde wat een energie er in de natuur huist."

Van Wijk studeerde in de jaren 70 natuurkunde in Utrecht. "Het was de tijd van het rapport van de [Club van Rome](#): Grenzen aan de groei. Dat heeft mijn aandacht voor de draagkracht van de aarde wel aangewakkerd. En door de oliecrises in die periode besefte ik ook de kwetsbaarheid van ons energiesysteem dat volledig afhankelijk was van olie uit het buitenland. Het antwoord op de ecologische en geopolitieke vragen lag wat mij betreft voor de hand: zelf duurzame energie opwekken."

Duurzame energie voor iedereen

Van Wijk was in 1984 medeoprichter van [Ecofys](#), een adviesbureau op het gebied van duurzame energie. Later werd hij directievoorzitter van E-concern. Dat bedrijf realiseerde verschillende grote duurzame energieprojecten, zoals het Prinses Amalia windpark op de Noordzee, en omvangrijke zonne-energie projecten in Spanje.

E-concern ging echter failliet in 2009. Het bedrijf kreeg tijdens de financiële crisis steeds meer moeite met het financieren van de grote projecten en kon uiteindelijk zijn verplichtingen niet meer nakomen. Van Wijk: "Toen zat ik ineens thuis op de bank. Maar voor mij was het al snel duidelijk dat ik me wilde blijven inzetten voor de energietransitie." Dat doet hij momenteel onder meer als deeltijd professor Future Energy Systems

aan de [TU Delft](#). Van Wijk: “Hier werk ik samen met een grote groep inspirerende ondernemers en onderzoekers die innovatieve oplossingen ontwikkelen voor de toekomstige energievraag.”



Ad van Wijk: “Duurzame energie voor iedereen is nog steeds mijn persoonlijke missie. “
“Duurzame energie voor iedereen: dat was indertijd de missie van E-concern”, zegt Van Wijk. “En het is nog steeds mijn persoonlijke missie. Want ik ben ervan overtuigd dat het kan: een volledige overstap naar duurzame bronnen. Maar dat gaat niet zonder slag of stoot. Dus voor het zover is, zijn we echt een aantal decennia verder. Want het bouwen van voldoende duurzame opwekkingscapaciteit kost veel tijd. Maar dat pleit er alleen maar voor om zo snel mogelijk en grootschalig te beginnen.”

C.V.

AD VAN WIJK

Ad van Wijk (1956) is duurzame energieondernemer en deeltijd professor Future Energy Systems aan de [TU Delft](#). In 1984 was Van Wijk medeoprichter van het bedrijf Ecofys, later een onderdeel van E-concern. Van Wijk was CEO van E-concern, een bedrijf dat veel nieuwe duurzame energieprojecten ontwikkelde. Voorbeelden zijn het offshore windpark Prinses Amalia in de Noordzee, diverse zonne-energie parken in Spanje en een bio-methanol fabriek in Nederland.

profadvanwijk.com

Waarom is een grootschalige aanpak noodzakelijk?

“Laten we reëel zijn: we komen er niet met alleen maar kleinschalige en lokale projecten voor bijvoorbeeld het opwekken van groene stroom. Dat soort projecten – zoals de aanleg van lokale zonneparken – is absoluut van belang, maar ze leveren al met al gewoon te weinig op. De komende tien tot vijftien jaar moet het accent wat mij betreft vooral liggen op het bouwen van fors meer windparken op zee én op de overschakeling naar waterstof.”

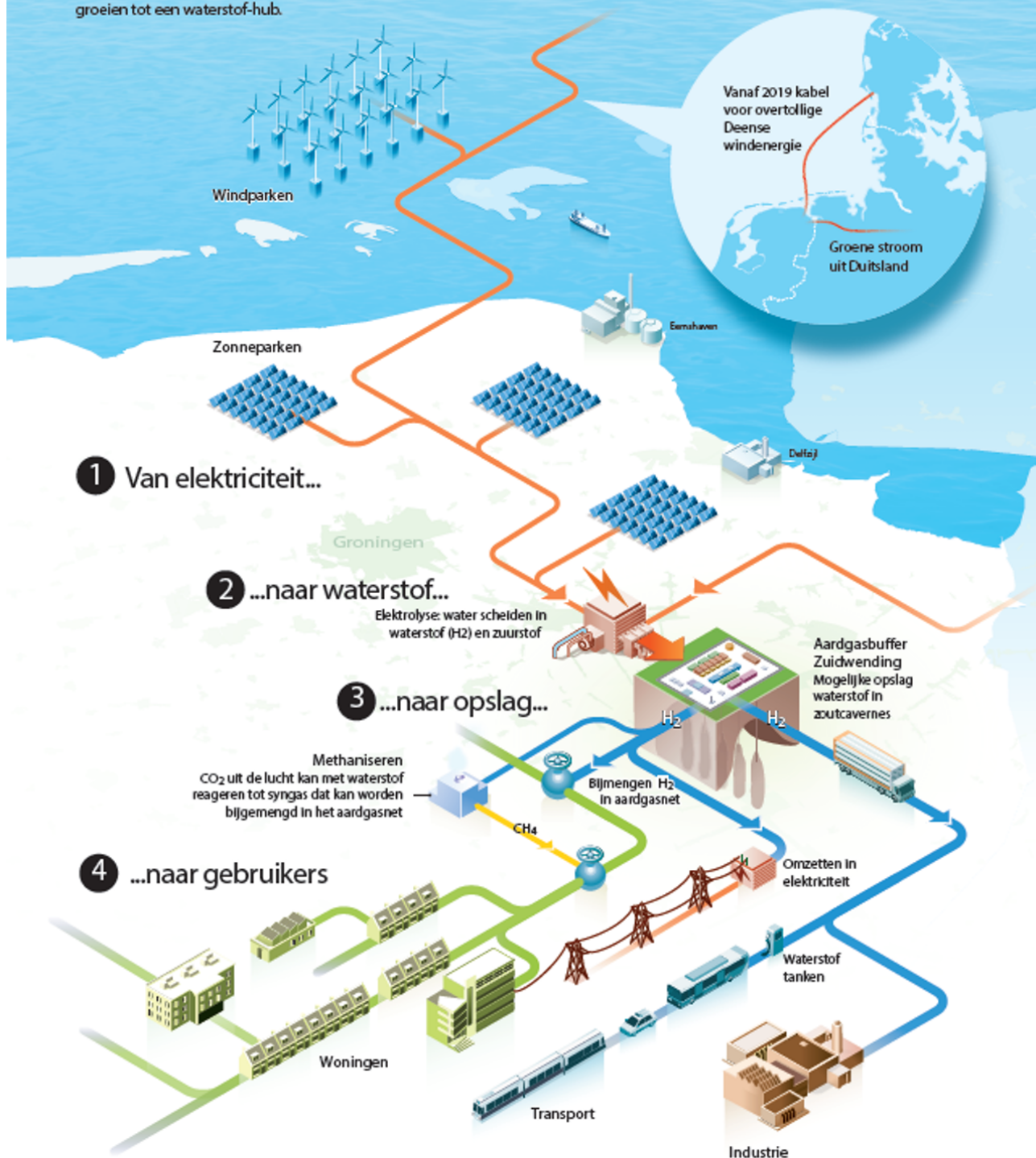
“Om te beginnen bij wind op zee: dat is veruit de meest efficiënte vorm van duurzame energieopwekking op dit moment en in de komende jaren. Een molen op zee wekt ongeveer tweemaal meer energie op dan een op land. Tot voor kort moest de bouw van offshore windparken worden gesubsidieerd, maar dat is inmiddels niet meer nodig.” Begin dit jaar maakte minister Wiebes van economie en klimaat bekend dat het bedrijf Vattenfall voor het eerst een offshore windmolenpark bouwen zonder subsidie. Dat park moet in 2022 klaar zijn en zal 1 miljoen huishoudens van stroom voorzien.

Windmolens op zee

Momenteel telt Nederland drie windmolenparken op zee, en worden er twee bijgebouwd. [Tussen 2023 tot 2030 komt er nog een zo'n 7.000 megawatt aan opwekkingsvermogen op zee bij](#), zegt Van Wijk. “In totaal staat er tegen 2030 zo'n 11.500 megawatt aan offshore windmolenparken.” Dat is [genoeg om ruim elf miljoen huishoudens van stroom te voorzien](#). Aangezien Nederland niet zoveel huishoudens telt, kan een deel van de opgewekte energie ook voor bijvoorbeeld de industrie worden gebruikt.

Een waterstof-hub in Noord-Nederland

De productie van groene stroom neemt de komende jaren een grote vlucht. Dat brengt grote schommelingen tussen aanbod en vraag met zich mee. Om die op te vangen kan het overschot aan stroom worden omgezet in waterstof en mogelijk opgeslagen in Aardgasbuffer Zuidwending. Noord-Nederland heeft de ideale positie om uit te groeien tot een waterstof-hub.





Het Duitse off shore windpark Nordsee One, dat door Triodos Bank gefinancierd wordt.

De totale geplande capaciteit van wind op zee lijkt weliswaar fors, toch zijn de bestaande en voorziene parken volgens Van Wijk niet meer dan een begin. “Ik schat in dat we in de periode 2023-2030 ongeveer viermaal zoveel extra opwekkingscapaciteit op zee moeten bouwen dan het kabinet nu voor ogen heeft. Haalbare en betaalbare grootschalige alternatieven voor wind op zee zijn er niet, want alle andere opties zijn veel duurder. Ook windmolens op land zijn geen haalbaar alternatief. Natuurlijk, ook daar moeten er meer van komen, alleen is de ruimte in een klein land als het onze beperkt.

Er is ook kritiek op windparken op zee. Ze zouden een aanslag plegen op bijvoorbeeld het leven op de zeebodem en de biodiversiteit.

“Dat zijn terechte opmerkingen. Het is absoluut van belang om de windparken op zee goed in te passen, ook in ecologisch opzicht. Je moet windparken niet zomaar ergens neer zetten, maar bij het bepalen van locaties rekening houden met natuurwaarden. Om de ecologie niet onnodig aan te tasten, is het ook van belang om bepaalde rustgebieden aan te wijzen op zee. Maar het is wel goed om je te beseffen dat binnen een windmolenpark de flora en fauna zich juist vaak kan herstellen.”

[> Bekijk meer informatie over en onderzoek naar het ecologisch inpassen van windmolenparken](#)

Meer wind op zee dus. De andere noodzakelijke stap is in uw ogen een overstap naar waterstof.

“Dat klopt. Waterstof is een belangrijk alternatief voor aardgas. Voor het maken van waterstof is elektriciteit nodig. Als we extra windmolens op zee hebben, kan de waterstof met elektriciteit van die molens worden gemaakt. Het grote voordeel van waterstof is dat de infrastructuur voor het transport al bestaat. Want op zee liggen talloze leidingen die nu in gebruik zijn voor het transport van aardgas vanaf offshore gasvelden. Die leidingen kunnen zonder veel aanpassingen worden gebruikt voor veilig transport van waterstof. Hetzelfde geldt voor het aardgasnet op land. En als het gaat om huishoudens: bestaande cv-ketels en gasfornuizen werken ook op waterstof. Zij het dat er relatief kleine aanpassingen voor nodig zijn aan met name de brander.”

Waterstof is ook een energiebron voor de industrie, en voor verkeer en vervoer, zegt Van Wijk. “Je kunt waterstof weer omzetten in elektriciteit. Dat betekent dat je er elektrische auto's op kunt laten rijden, mits je ze uitrust met een brandstofcel die de waterstof omzet. In Duitsland wordt momenteel een netwerk van 400 pompstations aangelegd, speciaal voor waterstof voor personenauto's.”

Opslag onder de grond

Een groot nadeel van duurzame energiebronnen zoals windmolens en zonnepanelen is dat de energieopwekking ervan zo onvoorspelbaar is. Op onbewolkte dagen met veel wind is de productie maximaal. Maar op windstille en bewolkte dagen wordt er veel te weinig opgewekt om in onze energiebehoefte te voorzien.

“Grootschalige opslag van elektriciteit in bijvoorbeeld batterijen is geen haalbare optie”, zegt Van Wijk.

“Daarvoor is de hoeveelheid die je moet opslaan gewoon veel te groot. Ook hier kan waterstof uitkomst bieden. Want waterstof kun je wél vrij eenvoudig opslaan, bijvoorbeeld in ondergrondse zoutkoepels die in het verleden zijn ontstaan door zoutwinning.” Volgens Van Wijk is opslag en gebruik van waterstof veilig. Van Wijk: “Op de een of andere manier heeft waterstof geen goed imago als het gaat om veiligheid. Maar dat is onterecht, want het is veiliger dan aardgas.”

Zijn we er als we meer windparken op zee hebben en overschakelen op waterstof?

“Dat zijn wel de twee grote stappen, maar uiteraard moet er nog meer gebeuren. Zoals een forse verbetering van woningisolatie waardoor de energiebehoefte afneemt. En daarnaast is het van belang om onder meer in te zetten op meer zonnepanelen op huizen en gebouwen. En op de aanleg van warmtenetten: transportsystemen van warmwaterbuizen waarmee gebouwen kunnen worden verwarmd. Dat water kan worden opgewarmd met restwarmte van de industrie. Nu blaast de industrie veel warmte zo de lucht in. Dat is doodzonde.”



Ad van Wijk onderzoekt duurzame energiesystemen op de TU Delft. Op de campus is de Green Village gerealiseerd: een proeftuin voor innovaties.

Innovatie en wetenschap

De rol van de wetenschap en innovatie is uiteraard zeer belangrijk volgens hoogleraar Van Wijk, maar het gaat in de periode tot 2030 vooral om implementatie. “Het kabinet wil in 2030 de CO₂-uitstoot met 49% verminderen ten opzichte van 1990. We hebben de kennis in huis om dat doel te realiseren. Het is dus zaak om vol in te zetten op het toepassen van bestaande technieken. Ondertussen staan de wetenschap en de innovatie natuurlijk niet stil. Er kan bijvoorbeeld nog heel wat winst worden geboekt met de verbetering van het opwekkings-rendement van zonnepanelen. Maar denk aan het verbeteren van de capaciteit van windturbines. Dat is allemaal van belang. Maar voorlopig – tot 2030 – moeten we vooral meters maken. Gewoon doen dus.”

Wat zijn de lastige vragen en dilemma's als het gaat om de energietransitie?

“Ik denk dat vooral de politiek een onvoorspelbare factor is. Ik vrees dat het huidige kabinet kiest voor lapmiddelen. Op zich is het natuurlijk positief dat ook in de politiek inmiddels breed draagvlak bestaat voor de energietransitie. En zoals gezegd is ook het kabinet tamelijk ambitieus met dat doel van 49% CO₂-reductie in 2030. Toch vrees ik dat de uitwerking van die doelstelling een soort poldercompromis wordt.”

“We zijn sterk in offshore. Dat betekent dat het bedrijfsleven internationaal veel orders in de wacht kan slepen voor projecten op zee”

“Dat zie je al een beetje aan het regeerakkoord, dat zwaar inzet op de opslag van de CO₂-uitstoot van de industrie. Daarbij komt het erop neer dat de industrie CO₂ niet zomaar de lucht in blaast, maar afvangt en vervolgens ondergronds – bijvoorbeeld in lege gasvelden op zee – opslaat. Ik ben daar niet echt op tegen, want het kan best iets zijn dat ons tijdelijk uit de brand helpt. Maar het blijft een lapmiddel. Bovendien is de kans groot dat het de aandacht en inzet afleidt van maatregelen die de CO₂-uitstoot daadwerkelijk terugdringen, zoals de bouw van windmolens. Het kabinet is bijna klaar met het nationale klimaatakkoord, dat in juli echt af zou moeten zijn. Maar ik moet nog zien of daar échte keuzes in worden gemaakt.”

Achter het net vissen

Van Wijk ziet de komende jaren een internationale markt voor duurzame energie ontstaan. “Zeker ook op het gebied van waterstof. Landen als Japan en Duitsland zetten daar fors op in. En omdat je waterstof goed kunt vervoeren per transportleiding of per schip, zijn er geen obstakels voor het ontstaan van een internationale waterstofmarkt.”

Het ontstaan van zo'n markt en het ontwikkelen van de capaciteit om duurzame energie op te wekken, bieden ook Nederland economische kansen. Van Wijk: “We zijn sterk in offshore. Dat betekent dat het bedrijfsleven internationaal veel orders in de wacht kan slepen voor projecten op zee.”

“En als het gaat om waterstof: dat Nederland over een uitgebreid aardgasnet beschikt, maakt de omschakeling naar waterstof een haalbare optie. Als we het snel oppakken kunnen we kennis en ervaring opbouwen, en dat kan het bedrijfsleven ook internationale projecten opleveren. Maar dat snelle oppakken van de overstap naar waterstof moeten we dan wel doen. Dat kan alleen als de politiek er ook werkelijk voor kiest. Doet ze dat niet, dan vissen we achter het net en worden we voorbijgelopen door anderen.”



Itske Lulof: “De aardbevingen in Groningen maken klip en klaar duidelijk dat we niet door kunnen op de weg van fossiele brandstoffen.”

ALLEEN DUURZAME WATERSTOF

DE ROL VAN WATERSTOF VOLGENS TRIODOS BANK

Itske Lulof is directeur Energie & Klimaat bij [Triodos Investment Management](#). Ze ziet een grote rol weggelegd voor waterstof. “Vooral in de industrie en voor het zwaardere vervoer als vervanging voor dieseltreinen en de scheepvaart. Inderdaad kan het aardgasnet gebruikt worden voor het transport van waterstof. Maar alleen als de waterstof duurzaam wordt opgewekt met wind op zee. In de gebouwde omgeving zie ik minder potentie voor waterstof want daar gaan we de overstap naar elektrisch maken. Dus koken en verwarmen door middel van zonnepanelen en een warmtepomp. En dit dan combineren met veel meer elektrisch vervoer zoals auto's en fietsen. Daarmee maken we een echte dappere stap weg van fossiele brandstoffen en naar potentieel volledig duurzame opwek.”

[> Lees het interview met Itske Lulof over de energietransitie](#)

Dit artikel verscheen op [De Kleur van Geld](#).

Nederland Waterstofland

Na afloop van de succesvolle conferentie ‘Nederland Waterstofland’ zijn er enkele documenten gepubliceerd over de rol die waterstof kan spelen in de klimaattransitie:

Recent Posts

- [‘Waterstof fundamenteel onderdeel van Klimaatakkoord’](#)
- [‘Ineens lijkt waterstof het antwoord op alle energieproblemen’ – Volkskrant](#)
- [Waarom waterstof onmisbaar is](#)
- [Purpose Minds – Bram Bet vs Ad van Wijk](#)
- [Waterstof manifesto ‘Waterstof: Essentiële Bouwsteen Energietransitie’](#)

Zie:

<https://www.duurzaambedrijfsleven.nl/energietransitie-business>

<https://www.topsectorenergie.nl/nieuws/experimenteren-met-alle-vormen-van-waterstof>

<https://www.dwv-info.de>

<https://www.duurzaambedrijfsleven.nl/download/handreiking-waterstof-coalitie.pdf>

http://technotheek.utwente.nl/wiki/Fuel_cells_/Brandstofcellen

<http://profadvanwijk.com/tag/groene-waterstofeconomie/>

<http://profadvanwijk.com/nederland-waterstofland-2/>

<https://www.vno-ncw.nl/forum/iedereen-aan-de-waterstof-auto-dat-dichterbij-dan-je-denkt>

<https://www.vno-ncw.nl/column/nederland-aan-de-waterstof-iedereen-doet-mee>

Eric Derk Wiebes Ir. (Delft, 12 maart 1963) is een [Nederlands](#) politicus. Hij is sinds 26 oktober 2017 minister van Economische Zaken en Klimaat in het [kabinet-Rutte III](#). Van 4 februari 2014 tot 26 oktober 2017 was hij staatssecretaris van Financiën in het [kabinet-Rutte II](#). Daarvoor was hij sinds 2010 in [Amsterdam](#) voor de [VVD wethouder](#) Verkeer en Vervoer.^[2] Eerder was hij onder meer werkzaam bij bedrijfskundige adviesbureaus en op het Ministerie van Economische Zaken.

Biografie

Wiebes is de zoon van een [kernfysicus](#).^[3] Hij werd geboren in Delft, maar hij groeide op in [Muiderberg](#).^[4] Hij studeerde [werktuigbouwkunde](#) aan de [Technische Universiteit Delft](#) en behaalde later een [MBA](#) bedrijfskunde.^[1] Na zijn studie was hij van 1987 tot 1989 werkzaam bij [Shell](#). Daarna werkte hij als [consultant](#) bij [McKinsey](#) (1990-1992) en vervolgens bij [OC&C Strategy Consultants](#) (1993-2004), waar hij vanaf 1996 vennoot was. In 1983 werd hij lid van de VVD. Hij maakte in deze partij deel uit van de commissie Economische Zaken.^[5] Van 2004 tot 2010 was hij werkzaam op het [Ministerie van Economische Zaken](#), in de laatste drie jaar onder meer als plaatsvervangend secretaris-generaal.^[4]

Op 19 mei 2010 volgde hij [Hans Gerson](#) op als wethouder in Amsterdam. Gerson verving tijdelijk [Tjeerd Herrema](#) nadat laatstgenoemde aftrad ten gevolge van de problemen rond de aanleg van de [Noord/Zuidlijn](#). Wiebes hield zich als wethouder onder meer bezig met de Noord/Zuidlijn, de gemeentelijke ICT, het openbaar vervoer, de luchtkwaliteit en het parkeerbeleid in Amsterdam.^[4] Sinds 2013 maakte hij tevens deel uit van een adviescommissie die staatssecretaris [Wilma Mansveld](#) samenstelde naar aanleiding van de problemen rond de [Fyra](#)-treinen.^[6]

Staatssecretaris

Op 4 februari 2014 werd Wiebes benoemd tot [staatssecretaris](#) van [Financiën](#) als opvolger van [Frans Weekers](#) die op 30 januari 2014 was afgetreden.^[7]

In het najaar van 2016 raakt Wiebes in politieke problemen.^[8] Hij heeft de [Tweede Kamer](#) bewust niet geïnformeerd over de problemen en overschrijdingen bij de vertrekregeling voor werknemers bij de [Belastingdienst](#).^[8] In maart 2016 was Wiebes hierover al geïnformeerd. Verder zweeg hij over het vroegpensioen karakter van de regeling in de Kamer en dit werd hem in januari 2016 al gemeld.^[8] Verder is, tegen de procedures in, geen advies gevraagd aan een speciale commissie die moest adviseren over de reorganisatie.^[9]

Minister

Sinds 26 oktober 2017 is Wiebes in het [kabinet-Rutte III](#) minister van [Economische Zaken en Klimaat](#).^[10]