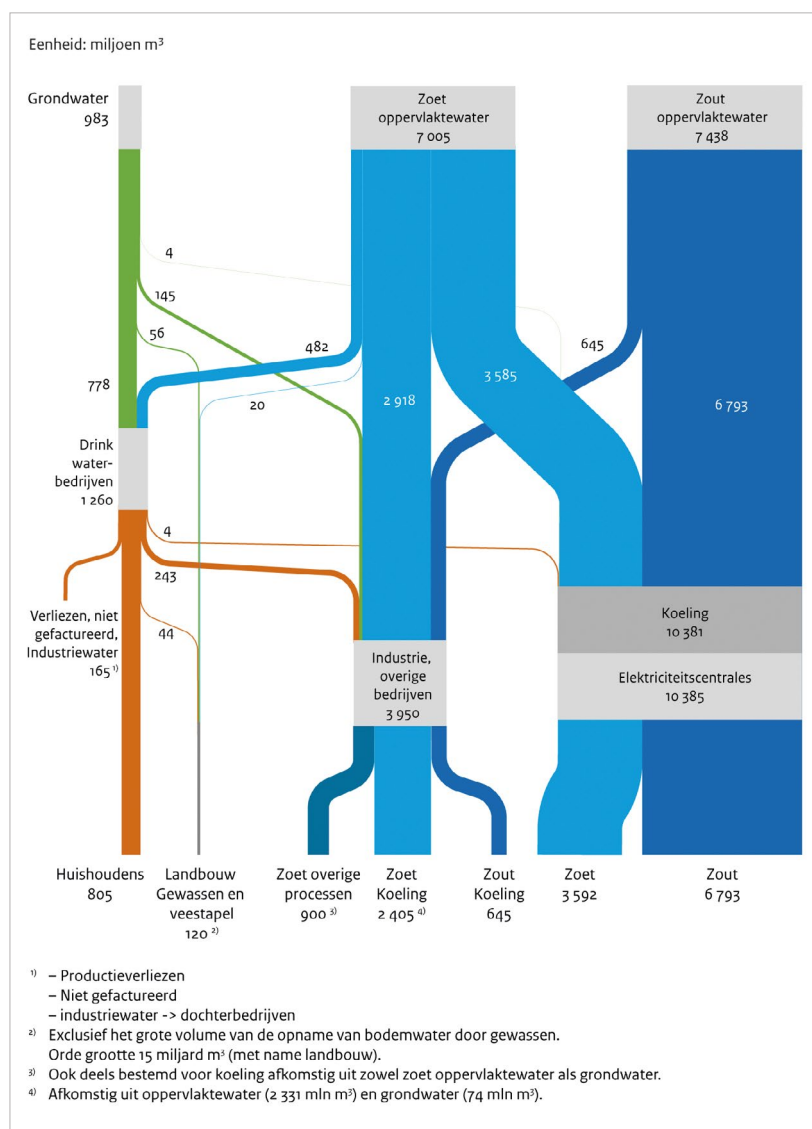


DE INVLOED VAN WATERSTOF OP ONZE DRINKWATERVOORZIENING

Impact op waterverbruik, -bronnen en
-zuivering op nieuwe energiebron



In het voorjaar van 2019 luidden waterbedrijven de noodklok: “kraanwater is in de toekomst niet meer vanzelfsprekend”¹. Bevolkingsgroei en klimaatverandering zetten de (drink)watervoorziening onder druk en ook de industrie gaat meer water gebruiken². Tegelijkertijd zetten we ons in voor de energietransitie waarin waterstof een steeds belangrijkere rol gaat spelen. Voor de productie van waterstof is ook water nodig. Zo ontstond bij ons de vraag: “Wat is de impact van de toenemende vraag naar waterstof in een toekomstig energiesystemen op onze drinkwatervoorziening?”



Afbeelding 1: Winning en gebruik van water (2016), bron CBS³

HOVEEL WATER VERBRUIKT NEDERLAND?

In Nederland wordt ongeveer 15,4 miljard m³ water per jaar gewonnen uit oppervlaktewater, zee en grondwater. Het grootste deel van het water gebruikt de industrie voor industriële processen en voor koeling in energiecentrales. Slechts 1,26 miljard m³ (8% van het totaal) is bestemd voor drinkwater en hiervan gaat ongeveer 63% naar huishoudens. Zie afbeelding 1.

In 2018 telde Nederland 17,2 miljoen inwoners. De prognose is dat Nederland in 2050 ongeveer 18,5 miljoen inwoners heeft³. Dit is een toename van 7,8%. Dit betekent niet automatisch dat het waterverbruik ook met 7,8% gaat toenemen. Huishoudelijke apparaten gaan steeds efficiënter water verbruiken en mensen gaan steeds bewuster om met water. Ondanks de toenemende welvaart kunnen we hierdoor aannemen dat het verbruik per huishouden gemiddeld 20% afneemt. Naar verwachting hebben de Nederlandse huishoudens in 2050 zo'n 50 miljoen m³ drinkwater per jaar extra nodig. Daarnaast neemt het verbruik van zoet water toe door de productie van extra voedsel.

In 2050 verwachten we dat het merendeel van de conventionele elektriciteitscentrales gesloten zijn en er een verschuiving is naar kleinere decentrale energiecentrales zoals bijvoorbeeld biogascentrales. Deze centrales hebben ook koeling nodig. Dit heeft een positief effect op de beschikbaarheid van zoetwater maar het is lastig in te schatten hoeveel dit precies zal zijn. Daarnaast is dit vaak een lokaal vraagstuk. Wanneer een grote centrale in een bepaald deel van Nederland sluit, betekent dat niet altijd dat er meer zoet water beschikbaar is voor een ander deel van het land.

¹⁾ <https://www.rtlnieuws.nl/nieuws/nederland/artikel/4729581/wateropslag-watertekort-den-haag-drinkwater-dunea>

²⁾ https://www.ing.nl/media/ING_EBZ_circular-solutions-to-water-shortage_tcm162-121757.pdf

³⁾ <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/51/prognose-18-miljoen-inwoners-in-2029>

SAMENVATTING

Klimaatverandering, bevolkingsgroei en industrie vragen steeds meer schaars drinkwater. Door de verdergaande energietransitie neemt de productie van waterstof toe. Dus ook de vraag naar water. Als de waterstof productie alleen drinkwater gebruikt, is deze vraag in 2050 ongeveer 5,5 keer zo groot als het huidig waterverbruik voor de productie. We verwachten echter dat de impact lager zal zijn, omdat in de toekomst een groot deel van de productie van waterstof op zee bij de grote windparken zal plaatsvinden, waarvoor zeewater in plaats van drinkwater wordt gebruikt.

WATERZUIVERING: REVERSE OSMOSE

Voor de productie van groene waterstof met elektrolyse is zuiver water nodig. Water is beschikbaar in verschillende kwaliteiten en zuiverheden. Voor elektrolyse wordt gedemineraliseerd water gebruikt, ook wel demi-water, demin water of gedeïoniseerd water genoemd. Het gebruik van kraanwater tast de elektroden aan die elektrolyse gebruikt. In kraanwater zitten namelijk mineralen die elektrische stroom kunnen geleiden, zoals calcium en magnesium. Bij gedemineraliseerd water zijn alle mineralen en zouten verwijderd⁵. Gedemineraliseerd water geleidt nagenoeg géén stroom en tast de elektroden niet aan.

Reverse osmose is een geschikte methode voor waterzuivering. Deze techniek zuivert het water totdat het nagenoeg gedemineraliseerd water is. Reverse osmose perst eenvoudig gezegd het water door een heel nauw membraan die alle onzuiverheden uit het water filtert. Het merendeel van het water gaat door het membraan heen en een klein deel blijft achter met de verontreinigingen. Als kraanwater of zoet water als bron bij deze techniek wordt gebruikt, is de efficiëntie ongeveer 66%. Voor zoutwater ligt de efficiëntie lager, ongeveer 50%.

WATER VOOR DE PRODUCTIE VAN WATERSTOF

Laten we hiervoor eerst eens kijken naar de basis. Voor het maken van waterstof wordt water gesplitst in waterstof en zuurstof. Voor het maken van één waterstof molecuul (H_2) is één water molecuul (H_2O) nodig. Uit tabel 1 blijkt dat één water molecuul ongeveer negen keer zo zwaar is als één waterstof molecuul. Met andere woorden: voor 1 kg waterstof is in theorie ongeveer 9 kg water nodig, dus ongeveer 9 liter.

Tabel 1: Atoommassa's

Element	Atoommassa (u)
H	1,007
O	15,990
H_2O	18,005
H_2	2,015

In de praktijk bereikt de productie van waterstof niet deze 100% efficiëntie met het verbruik van water. Uit een brochure van Nel Hydrogen⁴ blijkt dat voor de productie van groene waterstof met Proton Exchange Membrane (PEM) elektrolyse 0,9 liter water nodig is voor 1 Nm³ waterstof. Ofwel voor 1 kg waterstof is ongeveer 10 liter water nodig. Met grootschalige productie met Steam Methane Reforming (SMR) wordt stoom gebruikt om aardgas te kraken wat waterstof en CO₂ oplevert. De zogenaamde grijze waterstof. Hiervoor is een vergelijkbare hoeveelheid water nodig. Beide technieken hebben ongeveer 90% efficiëntie in waterverbruik. De productie van waterstof in de toekomst gaat meer en meer via elektrolyse. Wij verwachten echter niet dat deze techniek veel efficiënter water gaat verbruiken. De efficiëntie van 90% is al erg hoog en de focus ligt meer bij het verbeteren van de elektrische efficiëntie, het reduceren van kostbare metalen en opschaling in productievolume.

WATERBRONNEN

Bij onze berekeningen nemen we aan dat het water voor de productie van waterstof wordt afgetapt van het drinkwater net waarbij alle waterstof op land geproduceerd wordt. Dit water is relatief schoon en kan met reverse osmose de gewenste kwaliteit krijgen. Het is ook mogelijk om rivierwater of zeewater te gebruiken. Dat is zelfs aannemelijk omdat een groot deel van de productie van waterstof op zee⁶ gaat plaatsvinden, dichtbij de grote windparken. Dit zorgt er ook voor dat grote pieken windenergie niet op het hoogspanningsnet terechtkomen, waardoor de infrastructuur minder verzwaard hoeft te worden. Waterstof kan via bestaande pijpleidingen naar land worden getransporteerd. Dit ontlast dan het elektriciteitsnet en tientallen boorplatforms krijgen een nieuwe bestemming als waterstofproductielocaties. Door deze platforms intact te laten in plaats van af te breken, blijven ecosystemen behouden en komen er geen grote reststromen vrij. De waterstofproductielocaties op zee gebruiken zeer waarschijnlijk zeewater, wat dan wel sterker gezuiverd moet worden. Waterstofproductie op land eist dan een kleiner deel van de drinkwatercapaciteit op dan eerder is geschetst.

⁴ <https://nelhydrogen.com/assets/uploads/2018/05/Electrolysers-Brochure-Rev-C.pdf>

⁵ <https://www.logisticon.com/over-ons/aquaclinics/gedemineraliseerd-water-of-demiwater>

⁶ <https://opwegmetwaterstof.nl/2019/11/04/in-beeld-boorplatform-scheveningen-voor-groene-waterstof/>

WATERVERBRUIK INDUSTRIËLE ELEKTROLYSER

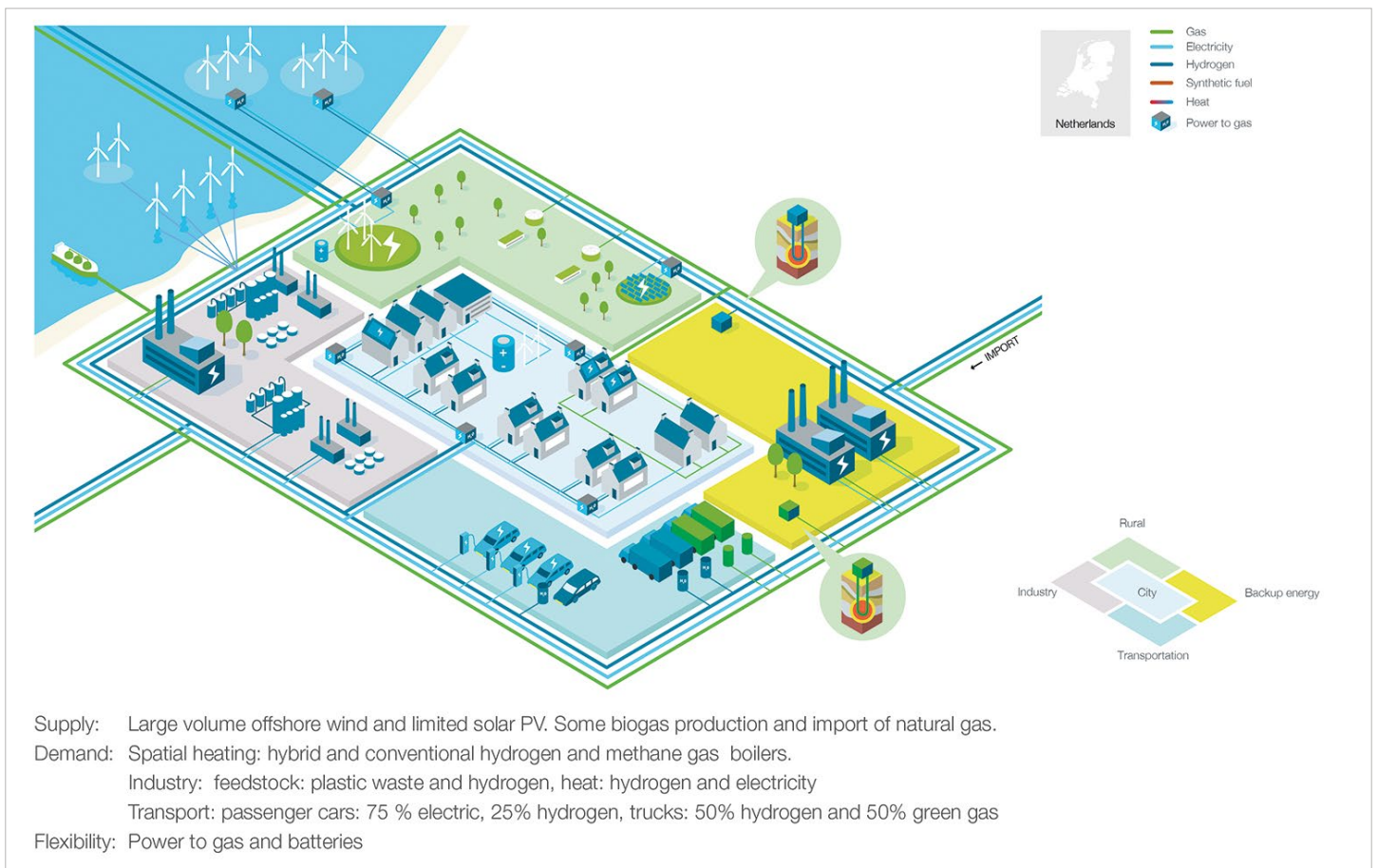
Een Proton Exchange Membrane (PEM) elektrolyser gebruikt 53,3 kWh/kg (zie Brochure Nel Hydrogen ⁷). Uitgaande van een vermogen van 1.400 MW en 4.000 draaiuren per jaar (ongeveer de helft van de tijd), produceert zo'n PEM elektrolyser ongeveer 105 miljoen kg waterstof. Hiervoor is ongeveer 1,6 miljoen m³ water nodig. Dit komt overeen met slechts 0,13% van de Nederlandse drinkwaterwinning. Een grootschalige elektrolyser lijkt dus op zichzelf geen grote impact te gaan hebben op het landelijk waterverbruik.

HOEVEEL WATERSTOF VERBRUIKT NEDERLAND IN 2050?

Eén grote industriële elektrolyser heeft dus geen significante impact op het waterverbruik. Maar wat als we naar een waterstof economie gaan? De huidige waterstof productie in Nederland is ongeveer 8 miljard Nm³ waterstof ofwel 720 miljoen kilo per jaar.

Deze waterstof is voor de industrie bestemd ⁸ en wordt vooral gebruikt voor de productie van ammoniak, een grondstof voor bijvoorbeeld kunstmest. Het grootste deel (95%) van deze waterstof wordt geproduceerd met Steam Methane Reforming (SMR). Hiervoor is op jaarbasis ongeveer 3,3 miljard m³ aardgas nodig. De overige 5% is een restproduct van de industrie, bijvoorbeeld bij de productie van chloor. Gezien de ambities van Nederland om over te gaan naar groene waterstof, verwachten we dat elektrolyse de meest toegepaste techniek gaat worden. Hiervoor moet dan eerst een kostenreductie en opschaling in productievolume van elektrolyse worden gerealiseerd.

TenneT en Gasunie hebben samen de 'Infrastructure outlook 2050' ⁹ uitgebracht. Hierin staat de visie van de netbeheerders over de energie infrastructuur in de toekomst. Power-to-gas speelt hierbij een grote rol. Wij nemen in de berekening het 'nationaal' scenario als uitgangspunt om te kijken hoeveel waterstof (en dus ook water) we in 2050 nodig hebben. De hoofdlijnen van dit scenario staan in afbeelding 2.



Afbeelding 2: Nationaal scenario (bron: TenneT & Gasunie: Infrastructure Outlook 2050) ⁹

⁷⁾ <https://nelhydrogen.com/assets/uploads/2018/05/Electrolysers-Brochure-Rev-C.pdf>

⁸⁾ H-Vision – Blue hydrogen as accelerator and pioneer for energy transition in the industry

⁹⁾ TenneT & Gasunie – Infrastructure Outlook 2050

Tabel 2: Verbruik water voor (toekomstige) waterstof

	Waterstof productie *		Waterverbruik (miljoen m ³)		% van drinkwater winning in Nederland	
	miljoen kg	miljard Nm ³ **	Elektrolyse	SMR	Elektrolyse	SMR
Huidig verbruik Nederland	720	8	10,79	10,82	0,86%	0,86%
Infrastructure outlook 2050 'Nationaal' scenario	4746	52,79	71,23	71,37	5,65%	5,66%

^{*)} Merk op dat het bij de waterstof logischerwijs om de productie in plaats van het verbruik gaat, aangezien water de input is voor het productieproces.

^{**)} Normaal kubieke meter (Nm³) is gedefinieerd op een temperatuur van 0°C en een druk van 1.013 bar(a)

Volgens het nationaal scenario is er 158 TWh waterstof nodig. Dit is 38% van de totale vraag. Op basis van de Lower Heating Value (LHV), ofwel de lagere verbrandingswaarde van 33,31 kWh/kg, is ongeveer 4,7 miljard kg waterstof per jaar nodig. Dit betekent een stijging van meer dan 500% ten opzichte van het huidige verbruik van waterstof.

Tabel 2 laat zien hoeveel water er nodig is om de huidige én de toekomstige hoeveelheid waterstof te produceren met Elektrolyse en Steam Methane Reforming (SMR) en hoe de verhouding is tot de huidige drinkwaterwinning in Nederland.

WAT BETEKENT DIT?

De huidige waterstofproductie heeft bijna 11 miljoen m³ water per jaar nodig. Dit komt overeen met ongeveer 0,9% van de huidige drinkwaterwinning. In 2050 neemt de hoeveelheid water met 60 miljoen m³ toe tot een totaal van 71 miljoen m³ per jaar. Dit komt overeen met ongeveer 5,7% van de huidige drinkwaterwinning.

De toename van de drinkwatervraag voor de productie van waterstof met 60 miljoen m³ per jaar heeft dezelfde orde van grootte als de verwachte stijging van het waterverbruik van de Nederlandse huishoudens. Dit is namelijk 50 miljoen m³ per jaar. Deze impact is minder dan wij dachten maar versterkt wel het oorspronkelijke probleem, namelijk een dreigend tekort aan drinkwater. Door de toenemende vraag van huishoudens én de productie van waterstof neemt de drinkwatervraag met 8,8% (50+60=110 miljoen m³) toe.

Naast klimaatverandering, een toenemende vraag naar water door bevolkingsgroei en industrie zal ook de productie van waterstof de drinkwatervoorziening onder druk zetten. De impact is relatief klein ten opzichte van de totale vraag naar water maar wel iets waar drinkwaterbedrijven zich op moeten voorbereiden.

Desalniettemin is het goed om te kijken hoe we de toenemende drinkwatervraag kunnen reduceren. Tevens is het belangrijk om goed te kijken waar we waterstof gaan produceren. Grootschalige offshore waterstof productie lijkt hierbij een interessante optie. Tot slot verwachten wij dat Nederland niet zelfvoorzienend kan zijn en een deel van de waterstofbehoefte zal importeren uit andere landen.

ABOUT ARCADIS

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende ontwerp- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Door de toepassing van onze diepe marktsectorkennis in combinatie met onze ontwerp, consultancy, engineering, project- en management diensten werken we samen met onze klanten aan uitzonderlijke en duurzame resultaten. Wij zijn met 27.000 mensen die in ruim zeventig landen meer dan €3,4 miljard aan omzet genereren. Wij ondersteunen UN-Habitat met kennis en expertise om de leefomstandigheden in snel groeiende steden over de hele wereld te verbeteren. www.arcadis.nl

Arcadis. Improving quality of life.

MEER INFORMATIE

Siebren Wijtzes

Adviseur Energietransitie
E siebren.wijtzes@arcadis.com

Toon Boonekamp

Adviseur Watertechnologie & Energie
E toon.boonekamp@arcadis.com