

# Waterstof in de gebouwde omgeving



## Wat is waterstof?

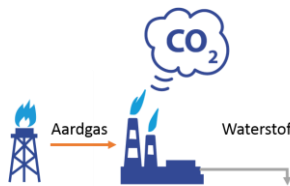


Waterstof is een licht gas, waarvan de moleculen bestaan uit twee waterstofatomen. Omdat waterstof geen koolstof bevat (zoals aardgas of benzine) komt er bij de verbranding van waterstof geen CO<sub>2</sub> vrij. Waterstof is dan ook een CO<sub>2</sub>-vrije energiedrager. Waterstof kan gebruikt worden voor de productie van warmte en elektriciteit, als transportbrandstof en als grondstof voor de chemische industrie.

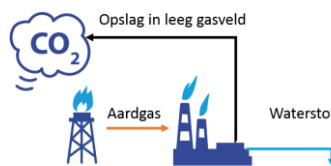
## Waar komt waterstof vandaan?

Waterstof kan niet uit de aardbodem worden gewonnen, dus moeten we het zelf maken. Het kan geproduceerd worden met elektriciteit of uit biomassa (groene waterstof) of uit aardgas (grijze waterstof, of blauw als de CO<sub>2</sub> wordt afgevangen). De waterstofmoleculen die geproduceerd worden via deze drie productieroutes zijn identiek, alleen de productiemethode verschilt.

### Grijze waterstof (nu)



### Blauwe waterstof (toekomst)



### Groene waterstof (toekomst)



## Waar kunnen we waterstof voor gebruiken?

### Industrie



Vrijwel alle waterstof wordt nu gebruikt als **grondstof in de chemie**, met name voor de productie van kunstmest en bij de raffinage van aardolie.

Waterstof is een van de weinige manieren om **hoge-temperatuur-warmte** (> 300°C) op te wekken zonder CO<sub>2</sub>-uitstoot.

Waterstof kan kolen vervangen als hulpmiddel bij de productie van **staal**, waardoor de CO<sub>2</sub>-uitstoot sterk afneemt.

### Mobiliteit



Naast **auto's** op waterstof zal waterstof vooral interessant zijn voor zwaarder vervoer als **vrachtwagens** en **schepen**.

### Elektriciteit



Waterstof kan met **brandstofcellen** omgezet worden in elektriciteit. Ook kunnen **bestaande gascentrales** omgebouwd worden.

### Gebouwde omgeving



Waterstof kan gebruikt worden om **woningen en bedrijfspanden** te verwarmen.

## Hoeveel gaat waterstof kosten?



Naar verwachting zal groene waterstof uit elektrolyse in 2040 tussen de 1,5 en 2,5 €/kg kosten zonder belastingen. Dit komt overeen met een gasprijs van 0,40 tot 0,66 €/m<sup>3</sup>. De huidige gasprijs is ongeveer 0,20 €/m<sup>3</sup> zonder belastingen. Dit betekent dat groene waterstof **2 tot 3 keer zo duur zal zijn als aardgas nu**. De toekomstige aardgasprijs kan echter hoger liggen. Blauwe waterstof is momenteel nog een stuk goedkoper. Het is de verwachting dat **groene waterstof rond 2040 concurrerend wordt met blauwe waterstof**.

## Wat zijn kansen en bedreigingen voor waterstof?

### Grijs

Grijze waterstof speelt **geen rol** in de toekomst, omdat de productie voor veel CO<sub>2</sub>-uitstoot zorgt.

### Blauw

Blauwe waterstof kan een **tussenoplossing** zijn totdat groene waterstof voorradig en betaalbaar is. Het kan de ontwikkeling van de benodigde infrastructuur en de vraag naar waterstof versnellen, maar ook de ontwikkeling van groene waterstof belemmeren. Er wordt nog steeds aardgas gebruikt en CO<sub>2</sub>-opslag is nodig.

### Groen

Voor een doorbraak van groene waterstof zijn grote hoeveelheden hernieuwbare elektriciteit en een sterke daling van de productiekosten nodig. Dit zal pas **na 2035** gerealiseerd zijn. Groene waterstof kan een **grote rol** spelen in de energietransitie: Elektriciteitsoverschotten kunnen worden opgeslagen in de vorm van waterstof en worden gebruikt tijdens tekorten. Ook kunnen dure investeringen in het elektriciteitsnet worden vermeden door energie in de vorm van waterstof te transporteren via het gasnet.

## Hoe kun je waterstof gebruiken in de gebouwde omgeving?

### CV-ketel



Bijmenging van waterstof in het aardgasnet tot 20% is mogelijk zonder aanpassingen aan het net of aan installaties.

Pure waterstof kan gebruikt worden in een waterstof-cv-ketel. Hiervoor moet het gasnet omgebouwd worden en de gasmeter worden vervangen.

### Brandstofcel



Een brandstofcel produceert elektriciteit en warmte uit waterstof. Op korte termijn zijn de aanschafkosten te hoog voor huishoudens.

### Hybride warmtepomp



Een hybride warmtepomp gebruikt een elektrische warmtepomp bij gematigde buitentemperaturen en een waterstof-cv-ketel alleen als het echt koud is.

### Warmtenet



Een warmtenet kan gevoed worden met warmte die vrijkomt bij de verbranding van waterstof in een warmtekrachtcentrale of warmteketel.

## Wanneer verwarmen op waterstof en wanneer niet?



Waterstof heeft als voordeel dat er geen isolatie nodig is en dat er weinig aanpassingen nodig zijn aan de energie-infrastructuur. Daartegenover staat dat het gebruik van elektriciteit energetisch efficiënter is en dat groene waterstof op korte termijn erg prijzig zal zijn. Daarnaast is waterstof naar verwachting voor 2035 niet op grote schaal beschikbaar voor woningverwarming. Na 2035 kan groene waterstof een belangrijke energiedrager worden voor de gebouwde omgeving. Dit hangt wel af van de beschikbare hoeveelheid groene waterstof voor Nederland, de vraag naar waterstof vanuit verschillende toepassingen en de economische waarde van waterstof voor die toepassingen.

# Colofon

Delft, CE Delft, februari 2020

Deze factsheet is geschreven door:  
Chris Jongsma, Reinier van der Veen, Joeri Vendrik

Publicatienummer: 20.190307.002

Waterstof / Productie / Producten / Gebruik / Gebouwde omgeving / Toekomst

Opdrachtgever: Gemeente Nijmegen

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via [www.ce.nl](http://www.ce.nl)

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Reinier van der Veen (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

## **CE Delft**

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.