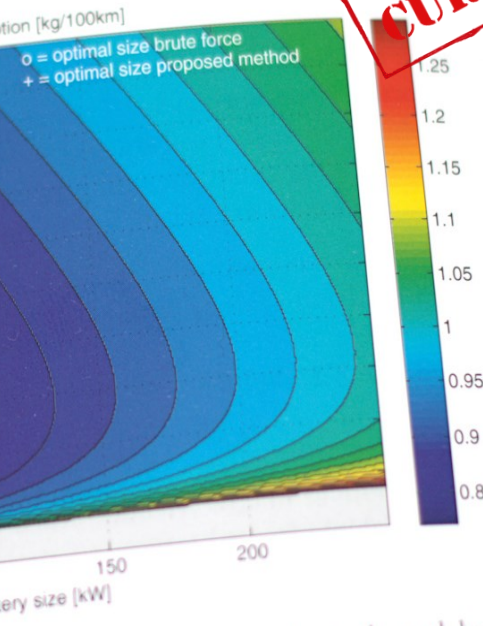


## Waterstof

Jules Verne schreef al in 1874: 'Waterstof wordt belangrijk voor onze energievoorziening'.

Maar hoe dan? En welke consequenties heeft dat? Deze cursus waterstof gaat in op deze vragen vanuit een technisch perspectief. Hoe past waterstof in een duurzame energiehuishouding, welke technieken en componenten zijn daarvoor nodig, hoe zit het met de veiligheid en welke wet- en regelgeving zijn daarbij relevant?



Cursussen, post-hbo en maatwerkopleidingen Faculteit Techniek

### Algemeen

In deze cursus kijken we naar de toepassing van waterstof als energiedrager. We bespreken de hele waterstofketen van productie tot toepassing en behandelen de bijbehorende componenten, systemen en hun fysische principes.

Om het praktisch te maken rekenen we verschillende toepassingen door, zowel energetisch als kostentechnisch. We verkennen ook de wet- en regelgeving die voor waterstof-toepassingen relevant zijn en kijken welke informatiebronnen belangrijk zijn om als professional op energetisch, technisch, economisch en veiligheidstechnisch gebied verder aan de slag te kunnen.

Deze cursus wordt door de HAN aangeboden in samenwerking met [HyMatters](#). De lesstof en de opdrachten zijn op hbo-niveau.

Op hoofdlijnen komen de volgende onderwerpen aan bod:

- Wat is waterstof?: stofeigenschappen, waterstof als grondstof, brandstof of energiedrager en parallellen met andere brandstoffen of energiedragers.
- Waterstof wordt steeds belangrijker: energietransitie en duurzame energie en opslag.
- De waterstofketen: -productie, transport en distributie, opslag en toepassingen.
- Waterstoftechnologie: brandstofcel technologieën, PEM en van cel naar systeem.
- Veiligheid: Fysieke eigenschappen en functionele-, proces- en omgevingsveiligheid
- Wet- en regelgeving: Mobiliteit, Gebouwde omgeving, openbare ruimte, Vergunningen.
- Energie, economie en milieu: energetische kentallen en rekenen aan waterstoftoepassingen
- Beleid: visies op waterstof en nationaal en internationaal beleid

Voor meer details: z.o.z.

### Doelstelling

De cursus heeft tot doel om op het gebied van waterstof:

- een stevige basis te geven in de toepassingen en wat daar praktisch bij komt kijken
- de engineering van waterstofsysteem in de basis te begrijpen
- voldoende bagage te geven om in discussies een zinvolle bijdrage te leveren
- hoe men de weg kan vinden in wet- en regelgeving.

### Doelgroep

De cursus is bedoeld voor professionals die nu of in de toekomst in hun werk met waterstoftoepassingen te maken krijgen. Voor deelname aan de cursus dienen de deelnemers minimaal een mbo+ of hbo technische - of economische vooropleiding te hebben en aantoonbaar op hbo niveau te denken en te werken.

### Locatie

HAN Faculteit Techniek, Ruitenberglaan 26 te Arnhem. Er is voldoende parkeergelegenheid aanwezig.

### Lestijd

De cursus wordt gegeven van 16:15 tot 21:00 uur met 45 minuten pauze. De totale cursus duurt 4 dagen.

### Cursusgeld

De cursuskosten (inclusief lesmateriaal, maaltijden, koffie en thee) staan vermeld op de website.

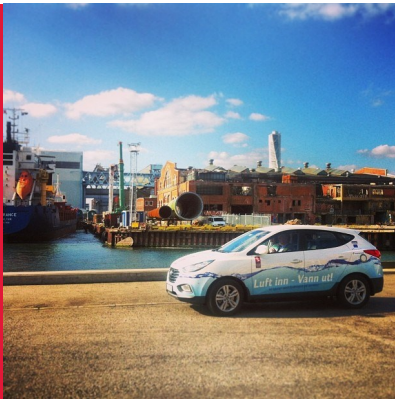
### Resultaat

Elke deelnemer ontvangt een bewijs van deelname. Bij voldoende toetsresultaat ontvangt de deelnemer een hbo-certificaat.

### Aanmelden

U kunt zich aanmelden via [www.han.nl/deeltijd](http://www.han.nl/deeltijd).

# Waterstof



## Meer Informatie

Bertha Smids, cursuscoördinator, Engineering  
Hogeschool van Arnhem en Nijmegen  
Ruitenberglaan 26, 6826 CC Arnhem  
T (026) 365 83 22 E [bertha.smids@han.nl](mailto:bertha.smids@han.nl)

## Cursusinhoud

### Overzicht cursusinhoud

#### Waterstof, wat is het?

- Historie
- De rol van waterstof in de energietransitie  
Duurzame energie behoeft opslag

#### Waterstof als keten

- Productie  
Grijs, blauw, groen,  
Steam Methane Reforming, Elektrolyse
- Transport en distributie  
Leidingen  
Compressoren; mechanisch, elektrochemisch
- Opslag  
Vormen van opslag  
Invloed van druk
- Toepassingen  
Grondstof, energiedrager  
Industrie, mobiliteit, energie

#### Veiligheid

- Fysica  
Eigenschappen van waterstof vergeleken met andere  
brandstoffen en energiedragers  
Toxicologisch, verbranding, explosie
- Wet- en regelgeving  
Normen en richtlijnen  
Industrieel, mobiel, gebouwde omgeving  
ATEX 114/153, NPR 7910, PGS 35, ADR

#### Brandstofcellen

- De brandstofcel als voorbeeld van de elektrochemische cel
- Type brandstofcellen: SOFC, PAFC, AFC, MCFC, PEM
- Van cel naar toepassing  
De PEM-cel  
Van cel naar stack  
Van stack naar system  
Van system naar brandstofcelhybride aandrijflijn
- Fabrikant specifieke producteigenschappen

#### Energiesystemen

- Kenmerken van duurzame energiesystemen
- Process Flow Diagrams en Piping & Instrumentation Diagrams
- Ontwerpen systemen met waterstof als energiedrager
- Voorbeelden van waterstof gerelateerde energiesystemen

#### Rekenen aan waterstof: energetisch

- Kentallen energetisch, conversies
- Modelleren  
Energiebalans  
Massabalans

#### Rekenen aan waterstof: economisch

- Economische kentallen
- Huidige kostprijzen
- CAPEX, OPEX
- Marktontwikkelingen

#### Informatiebronnen

- Literatuur
- Websites
- Normen, richtlijnen

#### Beleid

- Internationaal, EU, landelijk en regionaal
- Visie, stimuleringsmaatregelen en subsidies