

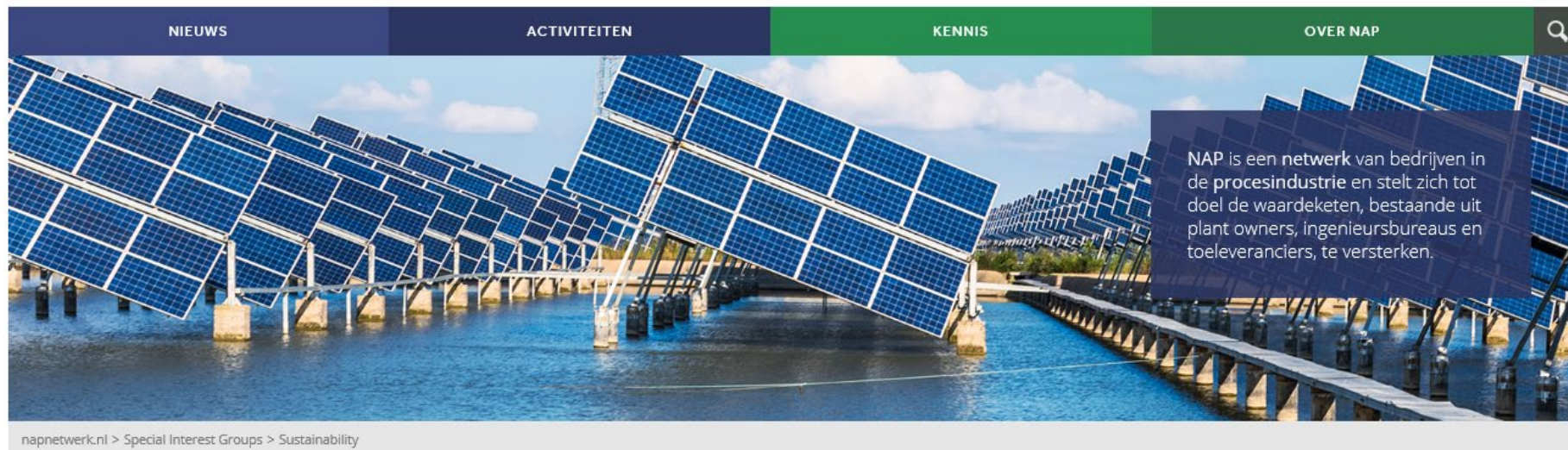
OPPORTUNITIES FOR HYDROGEN IN THE ENERGYTRANSITION

NAP Contact bijeenkomst 15 September

Waar gaan we het over hebben

- Short intro SIG Sustainability
- Short introduction of the speakers
- Hydrogen 'The holy grail of the Energy transition?'
 - *Producing hydrogen.*
 - *Where to stand hydrogen in the Energy-mix*
 - *Scaling opportunities*
- *Hydrogen; Applications and safety*
 - *General specifics*
 - *Applications*
 - *Risks*
 - *Controlling the risks; current focus and future developments*

De SIG Sustainability



Sustainability

Over de SIG

De SIG Sustainability bestaat uit een afvaardiging van NAP-leden van alle signatuur. Dit is belangrijk voor een SIG met een onderwerp zoveel omvattend als Sustainability. Primaire doel van de SIG is dit grote begrip klein te maken en toepasbaar in de organisaties van de NAP-leden.

De oorsprong van de SIG ligt in een breed onderzoek naar Sustainability in de procesindustrie dat in 2013 vanuit de NAP is gehouden. Daarbij was de gehele keten



Speakers

Cees Smit

Senior Adviseur Veiligheid



Toon Boonekamp

Teamleider Water voor industrie

Voorzitter SIG - Sustainability



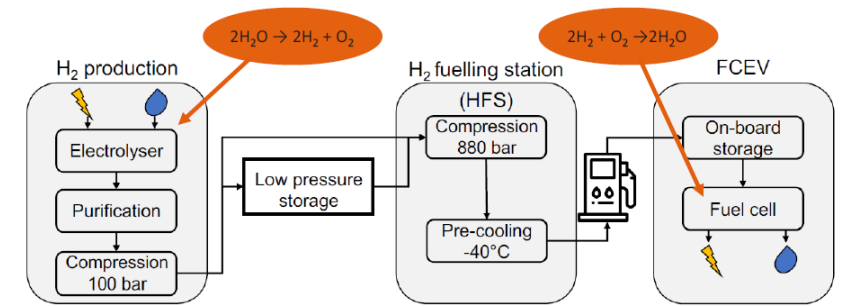
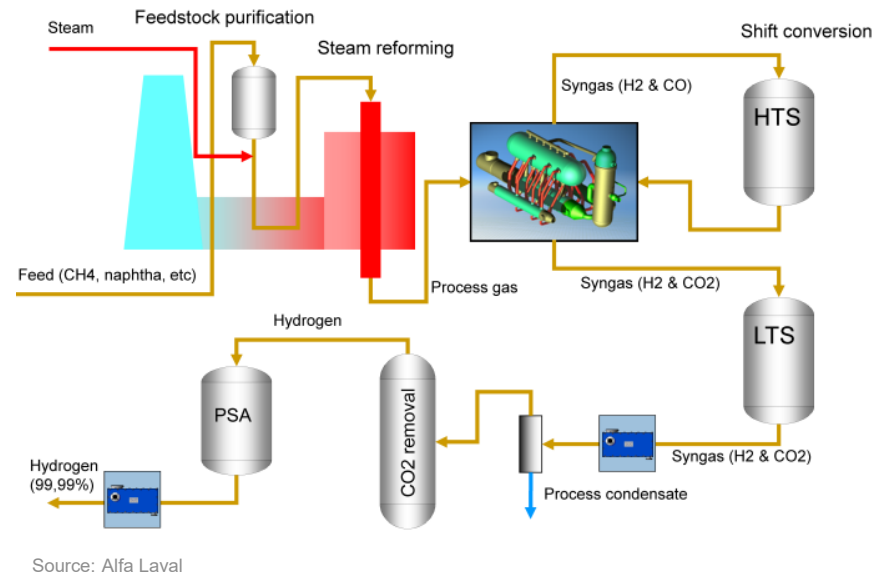
Production of Hydrogen

Most **known** method:
Electrolysis of water.

Currently most **used** (95%):
Steam reforming of natural gas (methane).

Most known application:
Heat and power production

Currently most used:
Chemical building block



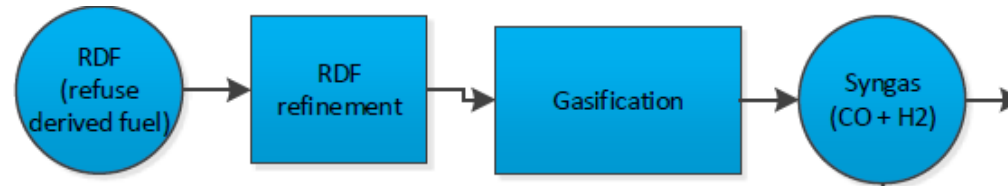
Transition of its own; from grey to green

Sources of hydrogen

Hydrogen carriers: Hydrogen, Methane/Natural gas/Biogas, Ammonia, Formic acid

Gasification of

- Coal
- Biomass
- (Household)waste and water.



	GREY HYDROGEN	BLUE HYDROGEN	GREEN HYDROGEN
Process	Reforming or gasification	Reforming or gasification with carbon capture	Electrolysis
Energy source	Fossil fuels	Fossil fuels	Renewable electricity
Estimated emissions from the production process ^a	Reforming: 9 - 11 ^b Gasification: 18 - 20	0.4-4.5 ^c	0

Note: a) CO_{2-eq}/kg = carbon dioxide equivalent per kilogramme; b) For grey hydrogen, 2 kg CO_{2-eq}/kg assumed for methane leakage from the steam methane reforming process. c) Emissions for blue hydrogen assume a range of 98% and 68% carbon capture rate and 0.2% and 1.5% of methane leakage.

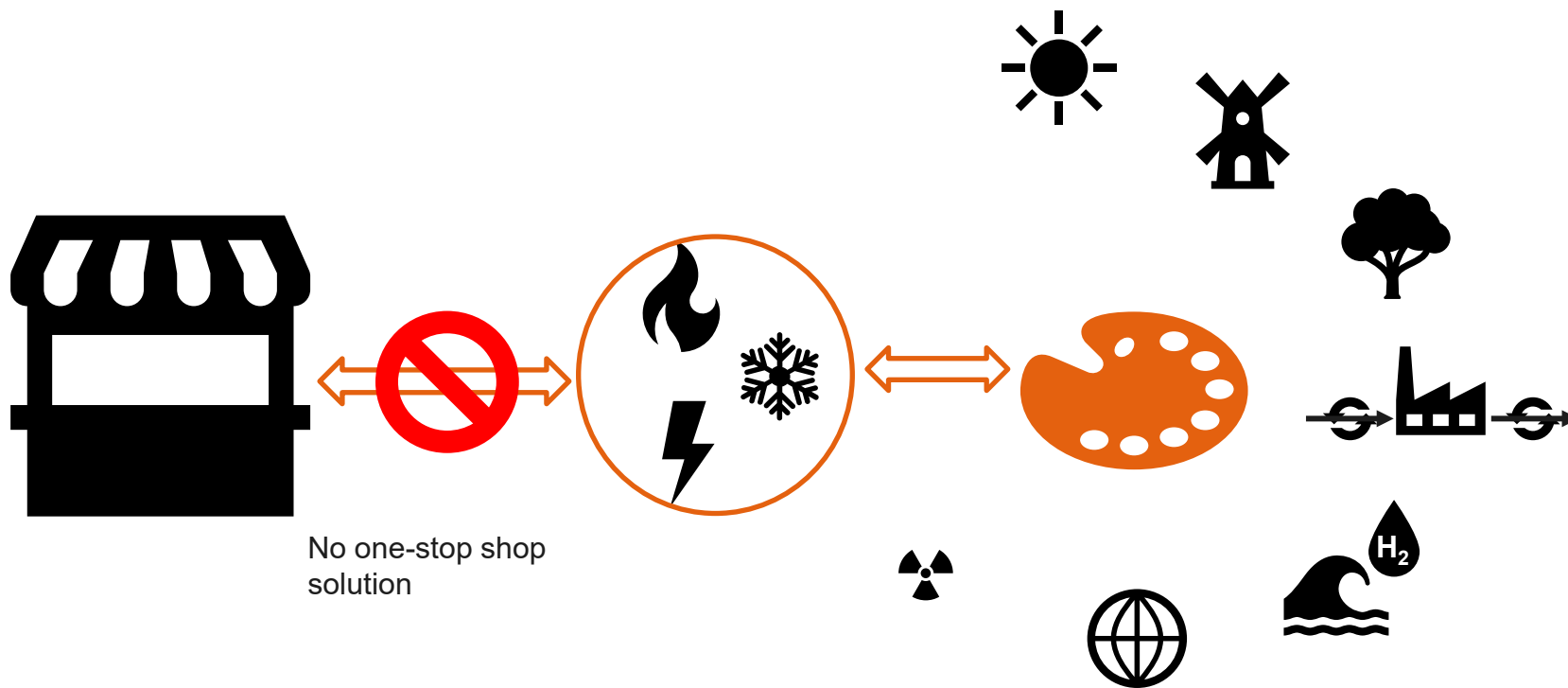
Source: The World Economic Forum; Which countries could become the worlds hydrogen superpowers?

Industrial by products

Storage of redundant electricity

Source, power supply and emission control determines; gray – blue - green

Where to stand Hydrogen in the energymix



The Dutch energy use

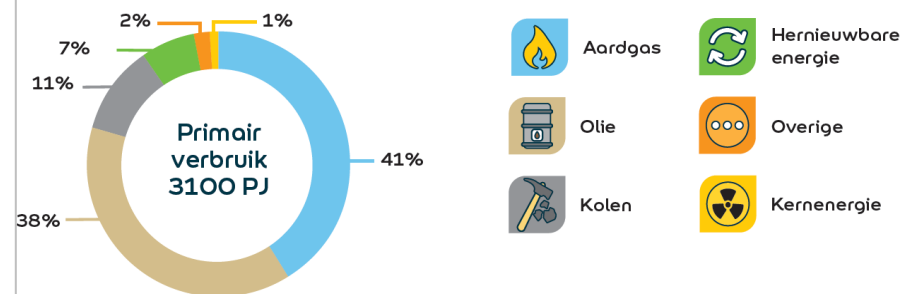
Overall energy use

Approximately 90% of the Dutch primary energy consumption consists of the fossil sources coal, oil and natural gas. The Netherlands still has a long way to go towards a fossil-free economy.

Approximately 77% of this primary energy use is ultimately usefully used for four functions: **heat, raw materials, mobility and electricity**.

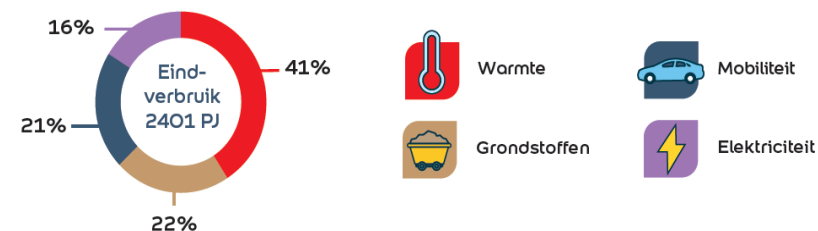
These functions are mainly found in industry, the built environment and mobility.

Hoeveel energie verbruikt Nederland in totaal en uit welke bronnen komt dit?



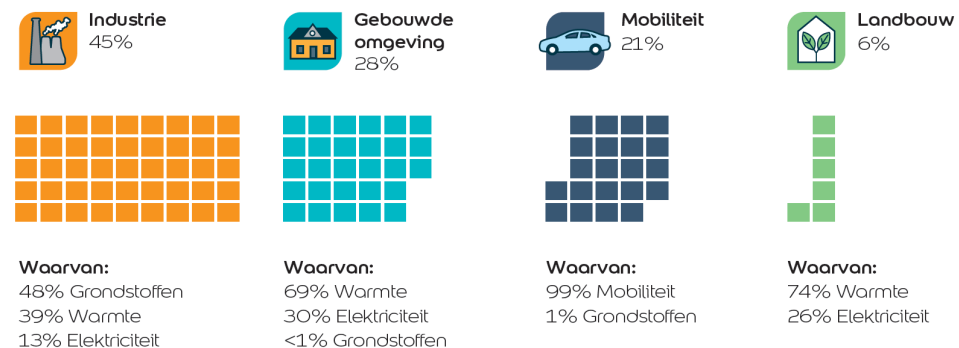
Met 1 PJ kan je een stad als Tilburg een jaar lang van elektriciteit voorzien.

Wat is het eindverbruik van energie en hoe is dit verdeeld over functies?



Eindverbruik = primair verbruik (3100 PJ) - verlies direct verbruik (169 PJ) - verlies omzetting elektriciteit (530 PJ)

Hoe is het eindverbruik van energie verdeeld over sectoren?



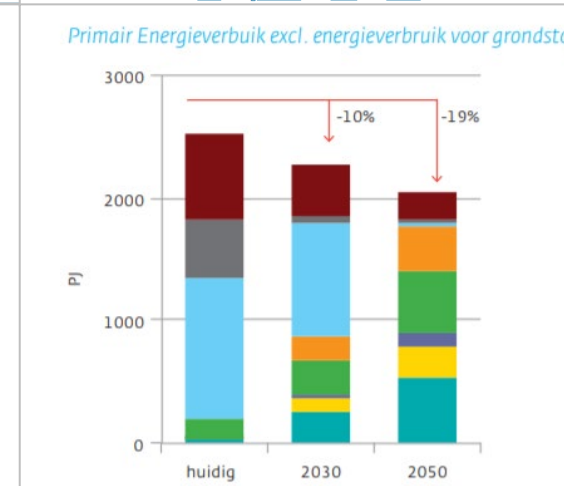
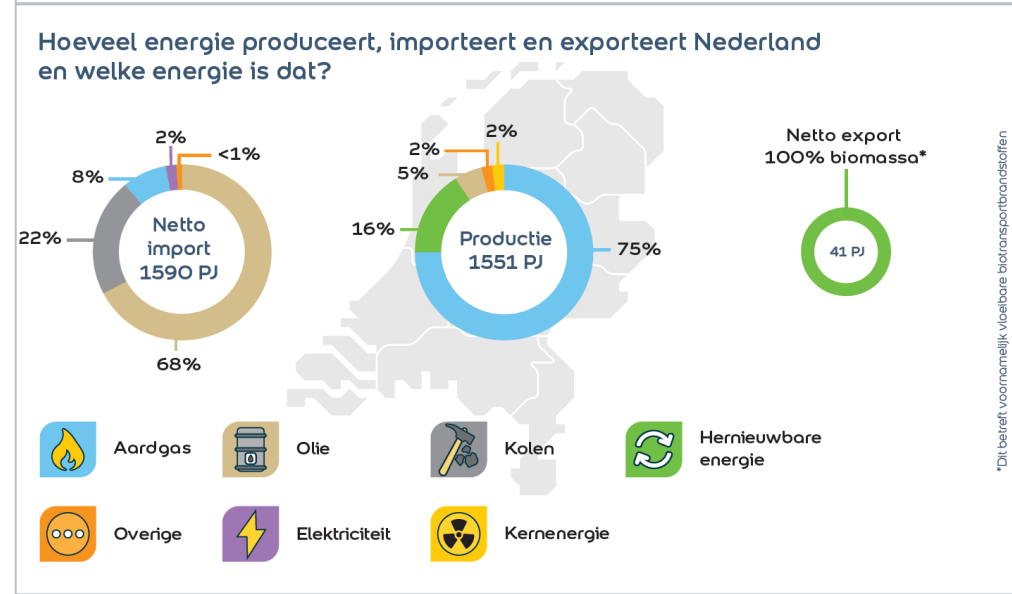
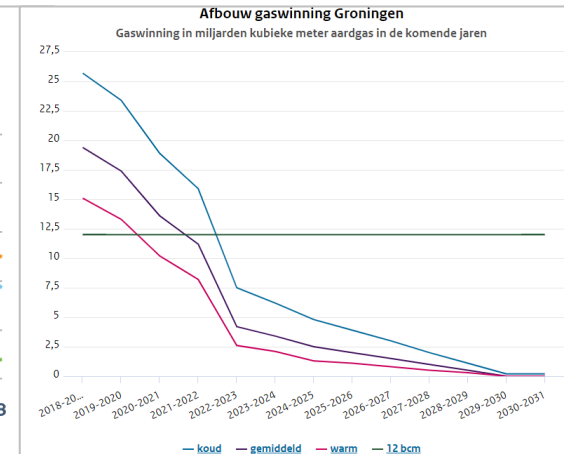
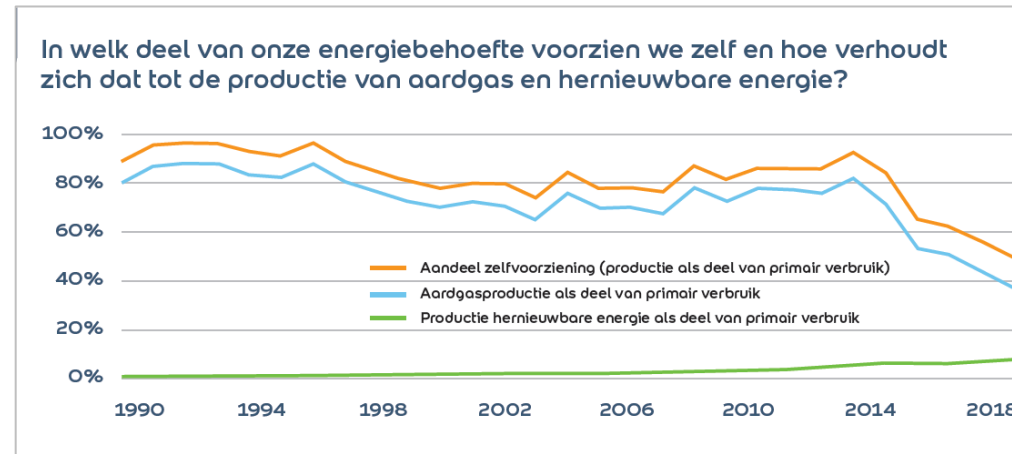
The Dutch energy use

Import and export

For a long time, the Netherlands was largely self-sufficient in terms of energy needs. The gas extraction in Groningen made the Netherlands a net exporter of natural gas, and that compensated energetically for the import of, for example, oil.

However, due to the phasing out of gas extraction in Groningen, the desire to be less dependent on (Russian) other fossil fuel sources forces us to look for alternatives.

Due to availability, the Dutch energy supply is built on natural gas, **alternatives** to Groningen natural gas **are necessary**



	2030	2050
Olie	-38%	-69%
Kolen	-90%	-93%
Aardgas	-18%	-98%
Waterstof	Nieuw	Nieuw
Biomassa	+54%	>100%
Geothermie	>500%	>500%
Zon	>500%	>500%
Wind	>500%	>500%

What would be the best alternative?

The Dutch energy use

Transport

Transport in the Netherlands is going through a rapid transition to electrification. Passenger cars, two-wheelers, small vans and also construction tools are all electrified.

Biofuels are used for heavier transport.

Bio-CNG: cars and buses.

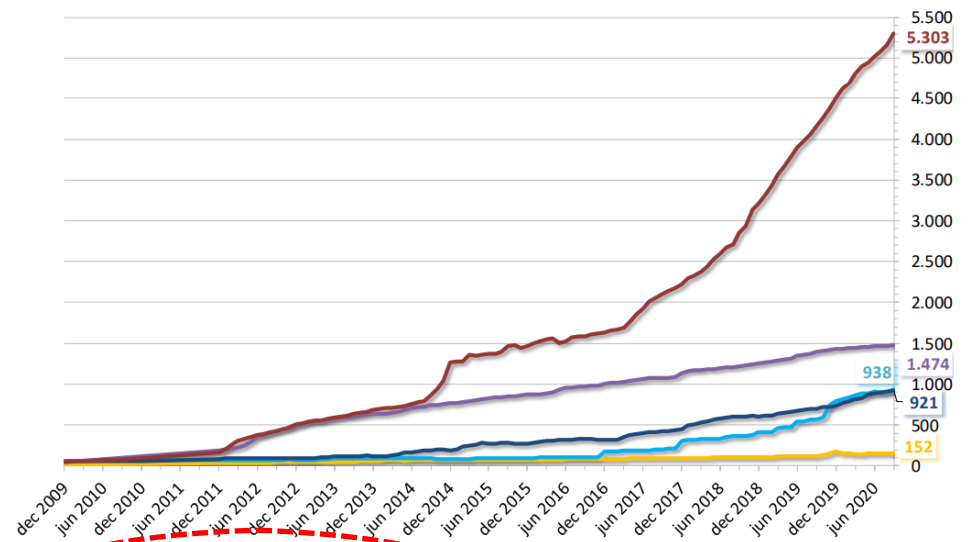
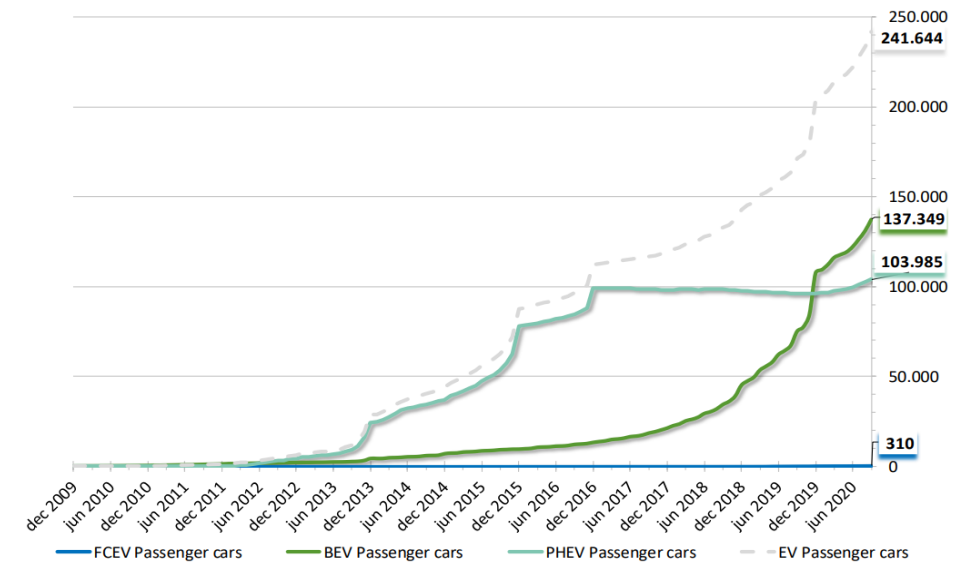
Bio-LNG: trucks, air and shipping

There are no sufficient alternative power sources available for heavy road transport and air and shipping, even after 2030. Production of sustainable gaseous (bio-CNG) and liquid (bio-LNG) biofuels must be increased.

These biofuels can serve as an intermediate solution in the switch to electric or **green hydrogen** propulsion.

Bio-LNG is a solution for the heavy, hard to electrify, transport

Development in the number of electric vehicles registered in The Netherlands (fleet)²



Commercial cars > 3.5 tons (BEV, FCEV)
 Motorbike (BEV)
 Commercial cars ≤ 3.5 tons (BEV, FCEV, PHEV)
 Bus (BEV, FCEV)
 Three-wheel vehicles, Trikes and Quadricycle (BEV)



The Dutch energy use

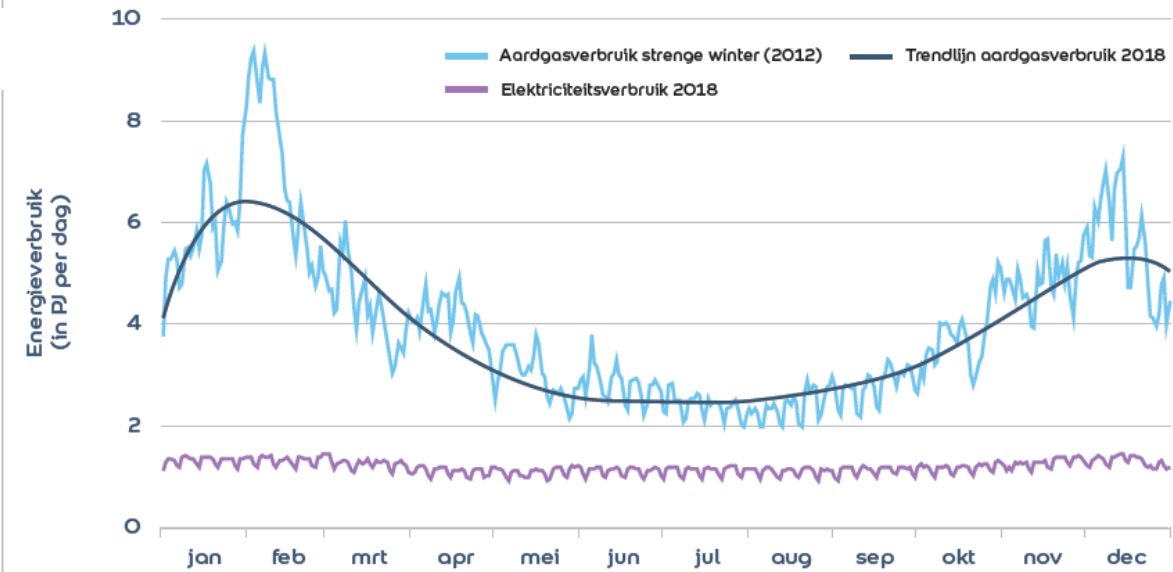
Electricity

Expected electrification of heat and mobility requires the supply of CO2-free electricity. Due to the seasonal nature of the heat demand, buffers and storage are necessary

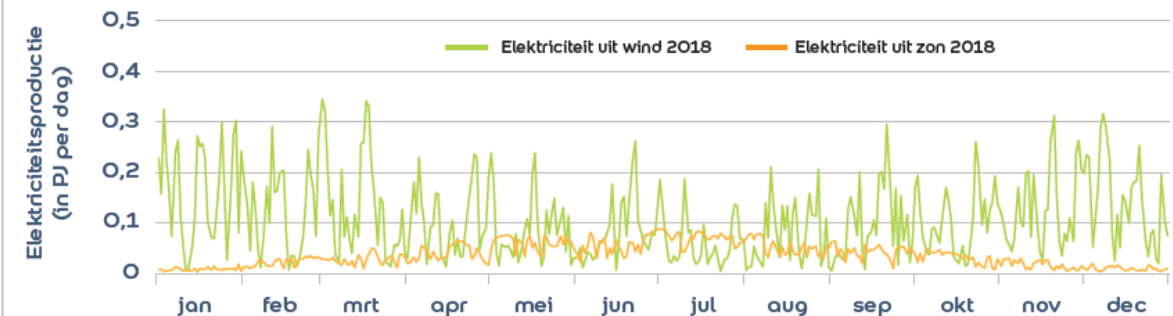
Sun and wind have a fluctuating offer. The infrastructure and demand must be adapted accordingly. In the future, we will have to deal more with time-bound energy tariffs

Large-scale storage of renewable energy is essential. This is not sufficient in electrical carriers. Alternative e-carrier such as **hydrogen** can be used at times of peak demand, peak capture and peak shaving.

Hoe verandert het verbruik van gas en elektriciteit door het jaar heen?



Hoe varieert de productie uit zon en wind door het jaar heen?



The Dutch energy use

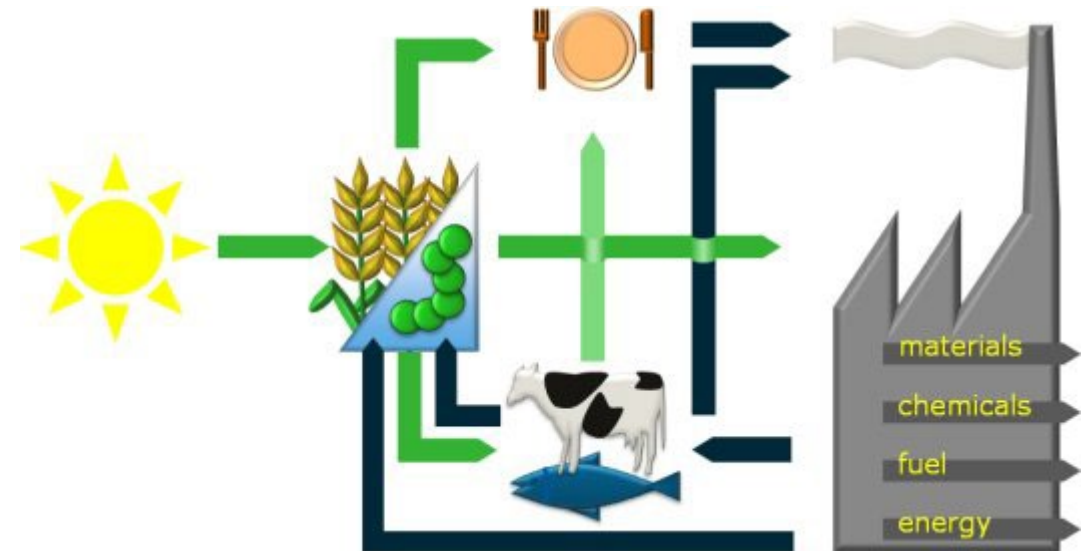
Industry

Biomethane has potential as a building block in the chemical industry. Replacement of raw materials (such as plastics) that are currently made from petroleum and natural gas. This contributes to the future bio-based economy

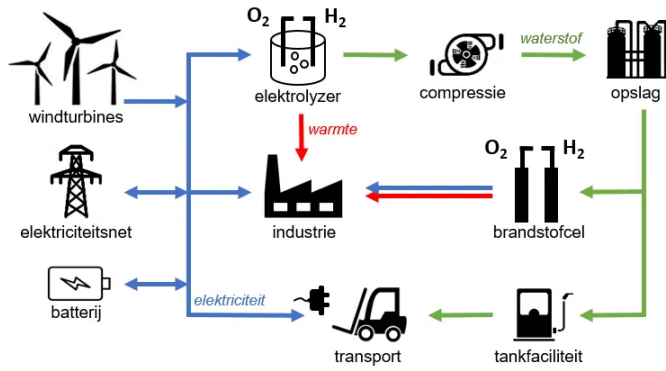
Hydrogen, green gas can also be used in industry for production processes that require a lot of thermal energy, such as the production of glass and steel. Currently, natural gas is still mostly used for this.

Biomethane as green source of carbon atoms feedstock for the industry

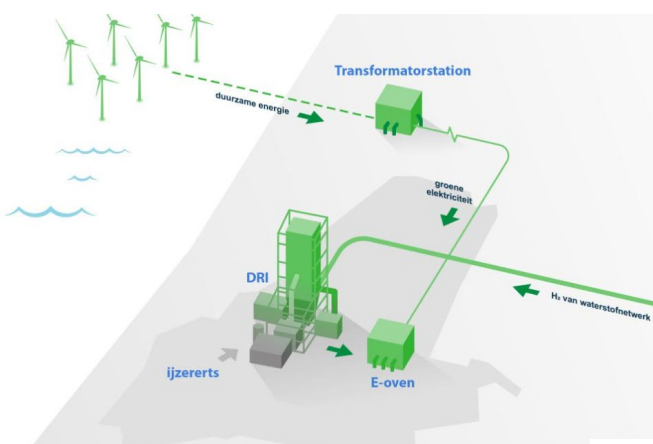
	Industrie en feedstock (HTF)	Kracht en Licht (KL)	Mobiliteit (M)	Lage Temp (Geb. omg.) (LT)
Koolstofbron	Slechts door hernieuwbare C vervangbaar	nvt	nvt	nvt
H ₂ -bron voor industrie	H ₂ nu uit methaan, kan uit (duurzame) elektriciteit	nvt	nvt	nvt
Energiebron/ energiedrager	Deel van processen te elektrificeren, voor deel blijven ook moleculen nodig.	Toenemend aandeel hernieuwbare elektriciteit uit zon en wind, logica inzet biomassa voor elektriciteit verdwijnt.	Toename elektrisch vervoer, eerst personen, ook meer zwaar transport. H ₂ kan alternatief worden.	Voor pieklevering mogelijk nog moleculen nodig als verregaande isolatie noch collectieve warmte kunnen.
Grootschalig transport- en opslag	Industrie kan zelf opslagfunctie leveren: vraagsturing, power to products.	Groei aandeel duurzame elektriciteit stelt eisen aan transport en opslag. Met name seizoensopslag en transport lange afstand.	In zwaar transport energiebron en opslag ineen. Batterijen verbeteren, maar moleculen nog nodig voor zwaar transport en luchtvaart.	Gas voor lage-temperatuurwarmte in nieuwbouw niet meer nodig. Bij warmtebronnen zijn collectieve systemen mogelijk. Oude wijken probleem.



Choosing your hydrogen opportunity



Afbeelding: lectoraat Duurzame Energie, HAN



Tata Steel transformation to hydrogen



WATERSTOFLADDER

😊 ESSENTIEEL	🙂 BELANGRIJK	😐 MOGELIJK	☹️ BEPERKT	☹️ GERING
<p>Dit zijn de meest prioritaire toepassingen van waterstof, waar op termijn geen duurzame alternatieven voor zijn.</p>	<p>De alternatieven, die op termijn beschikbaar komen, zijn in de meeste gevallen niet meer geschikt dan waterstof.</p>	<p>De alternatieven die op termijn beschikbaar komen, kunnen in gevallen meer geschikt zijn dan waterstof, in andere gevallen zal waterstof de meest geschikte toepassing zijn.</p>	<p>De alternatieven die op termijn beschikbaar komen, zijn in de meeste gevallen meer geschikt dan waterstof.</p>	<p>Voor deze toepassingen bestaan al geschikte duurzame alternatieven.</p>
<p>Toepassing</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Grondstof productie kunstmest 2 Zeer hoge temperatuur industriële proceswarmte 	<p>Toepassing</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Grondstof in plastic- en staalindustrie ter vervanging van fossiele grondstof 2 Balansfunctie energie-infrastructuur (bufferfunctie) 3 Intercontinentaal vliegen en varen 	<p>Toepassing</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Niches gebouwde omgeving 2 Binnenvaart 3 Continentaal vliegen 	<p>Toepassing</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Hoge temperatuur industriële proceswarmte 2 Internationaal wegvervoer 	<p>Toepassing</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Lage temperatuur industriële proceswarmte 2 Verwarmen, douchen, koken 3 Regionaal en nationaal wegvervoer 4 Treinen, regionale bussen, personenvervoer
<p>Mogelijke alternatieven</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Geen alternatief 2 Geen reële grootschalige alternatieven 	<p>Mogelijke alternatieven</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Recycling 2 Batterijopslag; Netverzwaringen; Afschakelen hernieuwbare productie 3 Geen grootschalige alternatieven 	<p>Mogelijke alternatieven</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Elektrisch verwarmen, warmtenetten 2 Elektrische scheepvaart 3 Elektrisch vliegen, trein 	<p>Mogelijke alternatieven</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Hoge temperatuur warmtepompen 2 Elektrisch vervoer 	<p>Mogelijke alternatieven</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Elektrisch verwarmen 2 Elektrisch verwarmen 3 Elektrisch vervoer 4 Elektrisch vervoer

Waterstof

Toepassingen en veiligheid



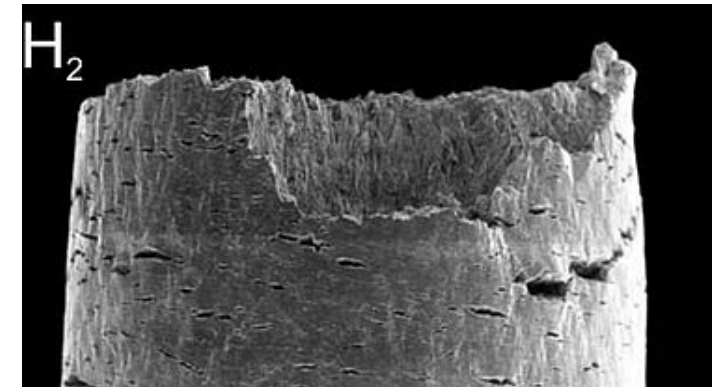
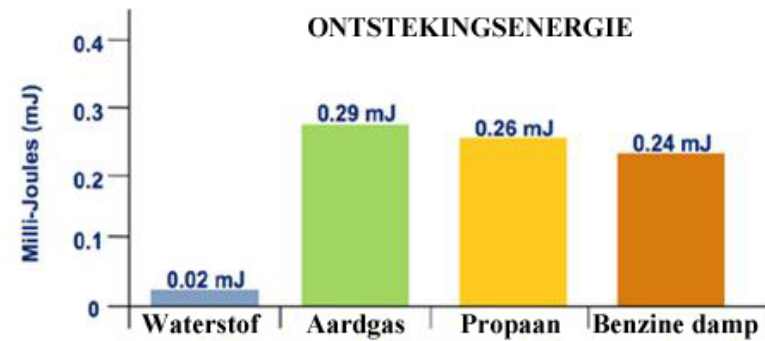
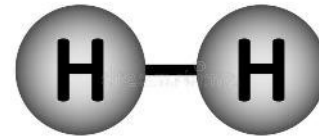
15 september 2022

Cees Smit en Toon Boonekamp

Waterstof

Enkele eigenschappen

- Molecuul
- Molgewicht
- Kleurloos, geurloos
- Explosiegrenzen
- Ontstekingsenergie
- Warmte/energie
- ===
- Verbrossing metalen
- Vluchtigheid
- Vlam nauwelijks zichtbaar



Toepassingen in de actualiteit

Veel te veel om bij te benen



Toepassingen in de actualiteit



Alstom
Siemens
Talgo
Toyota etc.



Toepassingen in de actualiteit

Ook dichtbij de burger



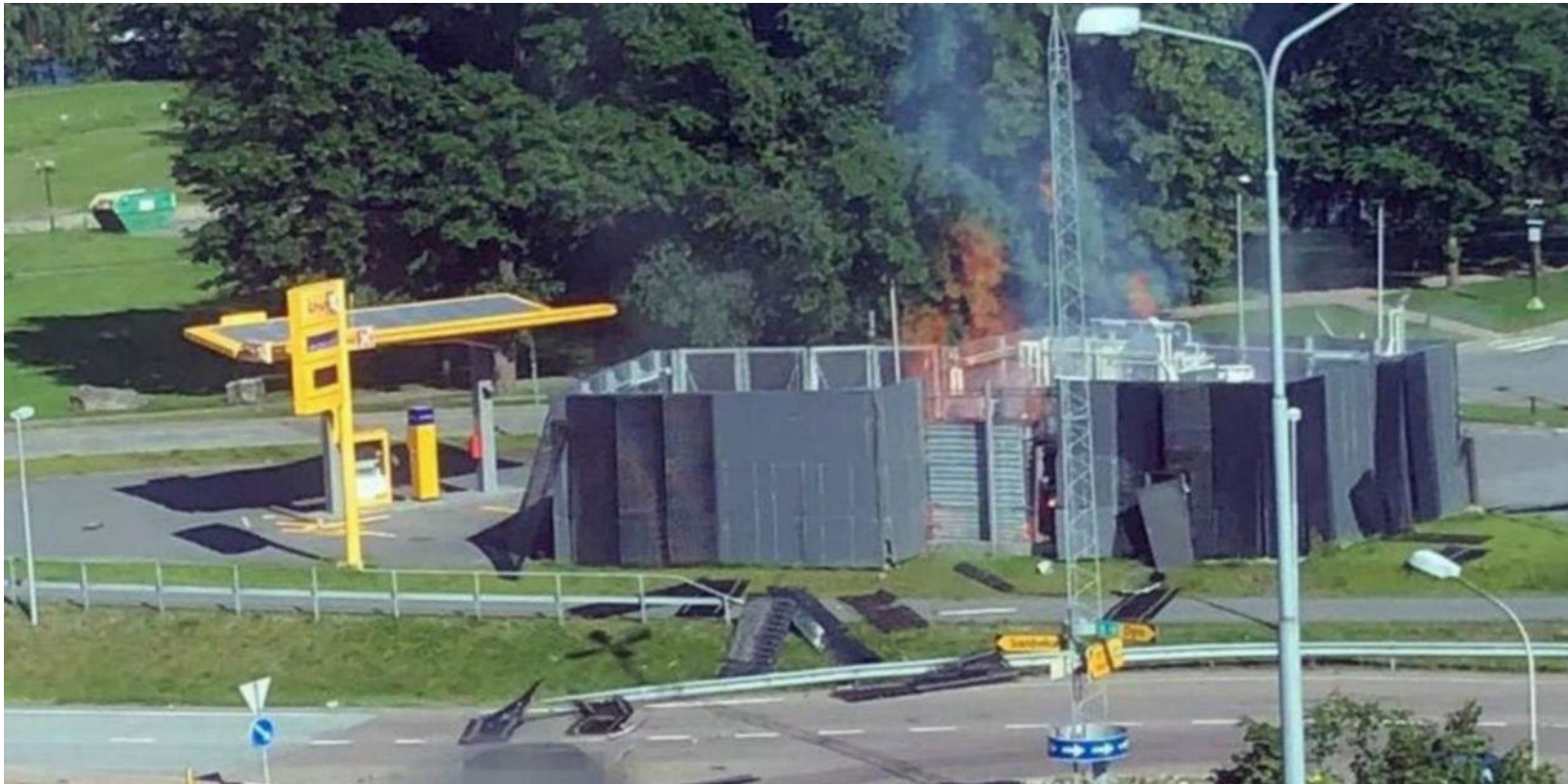
Twée belangrijke grote risico's, qua effecten

Brand en explosie



Voorbeelden van incidenten

H₂ tankstation nabij Oslo (2019)



Voorbeelden van incidenten

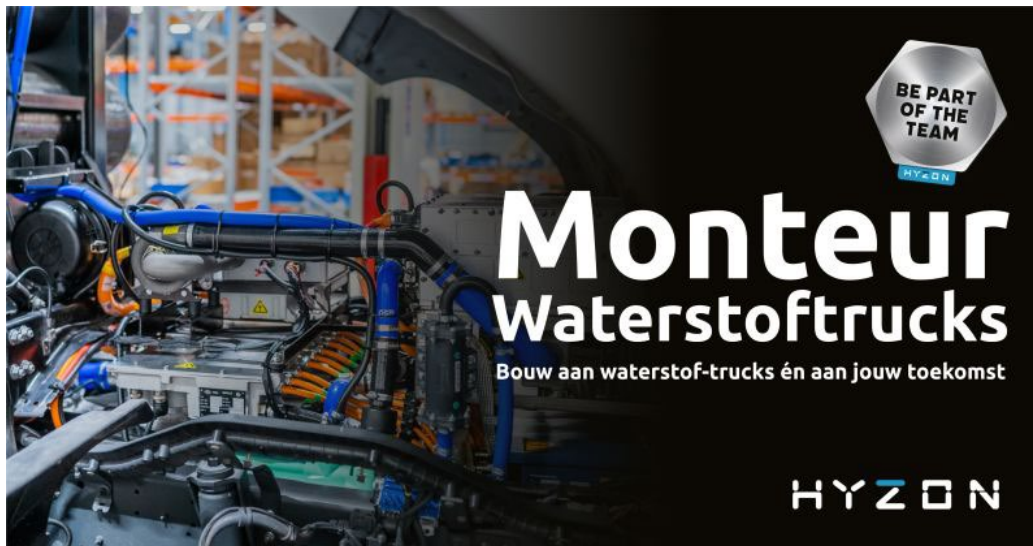
Bus in brand in garage in Doetinchem (2021)



Welke typen Veiligheid zijn zoal in beeld?

In brede zin: de meeste typen [van tunnelveiligheid tot gezondheid (bijv. gehoorschade)]

- Omgevingsveiligheid → QRA's/aandachtsgebieden
- Arbeidsveiligheid → Opleiding en Procedures



- Fysieke veiligheid → Preparatie en Repressie
- Constructieveiligheid → Woningen

Wat gebeurt er op dit front?

Er zijn uitgebreide, brede activiteiten gaande, nationaal en internationaal

Voorbeelden:


- Beoordelen van vergunningsaanvragen (tankstations)
- Opleiding en symposia (ontwerpers, monteurs, brandweer enz.)
- Onderzoek allerlei, bijv. grootschalige opslag in cavernes [land ; zee]
- Gebruik van waterstofdragers i.p.v. waterstof, zoals ammoniak, LOHC e.d.
- QRA methodiek verbeteren
- Wetgeving wijzigen en/of maken
- Nieuwe vervoerseenheden (bijv. schepen voor LH₂)



Nieuwe toepassingen → nieuwe voorzieningen en maatregelen

Voorbeelden: waterstofdetectoren en aandachtscaroten



 BRANDWEER Nederland	Bestrijding incidenten WEGTRANSPORT H₂	Aandachtskaart
---	---	-----------------------

RISICO'S WATERSTOF

- Waar waterstof in deze procedure wordt genoemd, wordt **gasvormig waterstof (onder druk)** bedoeld.
- **Zeer brandbaar** gas (waterstof is zeer licht ontvlambaar, zeer lage ontstekingsenergie nodig).
- **Hoge druk.** Opslag waterstof in cilinders (drukhouders), variërend tussen 150 en 300 bar.
- Waterstof is 14 keer lichter dan lucht. Het verspreidt zich daardoor snel in de omgeving.
- Kans op **krachtige explosie**. Houd bij besloten ruimtes rekening met kans op ophoping vrijgekomen gas. Zoals bij parkeergarages, werkplaatsen, tankstations en tunnels etc.
- Vrijkomend gas is niet zichtbaar (wolk is niet zichtbaar), kan zich divers verspreiden.

BESTRIJDING WATERSTOFSCENARIO'S

Mogelijke hulpmiddelen:

- Warmtebeeldcamera
- Explosiegevaarmeter
- CO-meter
- Gehoorbescherming

Neem contact op met OvD/AGS; zij kunnen nadere informatie ophalen bij het LIOGS.

Benader objecten waaruit waterstof kan vrijkomen onder een hoek van 45° i.v.m. het risico van afblazen en daarbij komende vlam/druk van vrijkomend gas. Gebruik CRS om afblaasrichting bij voertuigen te achterhalen!

Informatie over waterstof en/of waterstofveiligheid

Informatie op Internet groeit tomeloos

- www.waterstofmagazine.nl → zeer nuttig voor toepassingen
- www.nwba.nl
- www.allesoverwaterstof.nl
- www.nationaalwaterstofprogramma.nl
- www.waterstofnet.eu

Etc.



Wees bewust:

"HYDROGEN CAN BE DANGEROUS"

CEO van NEL HYDROGEN



Arcadis.
Improving quality of life.