Prac//
toraten
platform voor praktische innovatie

D·C
DRENTHECOLLEGE

Practorraatrede
Waterstof in de Industrie
Willem Hazenberg EUR ING MBA RI
8-4-2022 Emmen

daag jezelf uit

Willem Hazenberg

Practor
Waterstof in de Industrie
Drenthe College

Senior Consultant
Stork Asset Management

Voorzitter HYDROGREENN
Netwerk

Stuurgroepslid NEN NP-H_2-IGO

Gastdocent – Waterstof
veiligheid HanzePro

Prive:
Getrouwd met Henny-Hazenberg- Bensink

Wonen in Kropswolde samen met onze dieren:

Honden
- Daisy
  &
- Kira

Poesen
- Boris
  &
- Indy

Hoe het begon Prof. Ad van Wijk (April 2017)

- Groene waterstof maakt de energietransitie mogelijk voor de chemie, mobiliteit en elektriciteit. Dit is nodig om klimaatdoelen van Parijs te halen én de economie te vergroenen en te versterken.

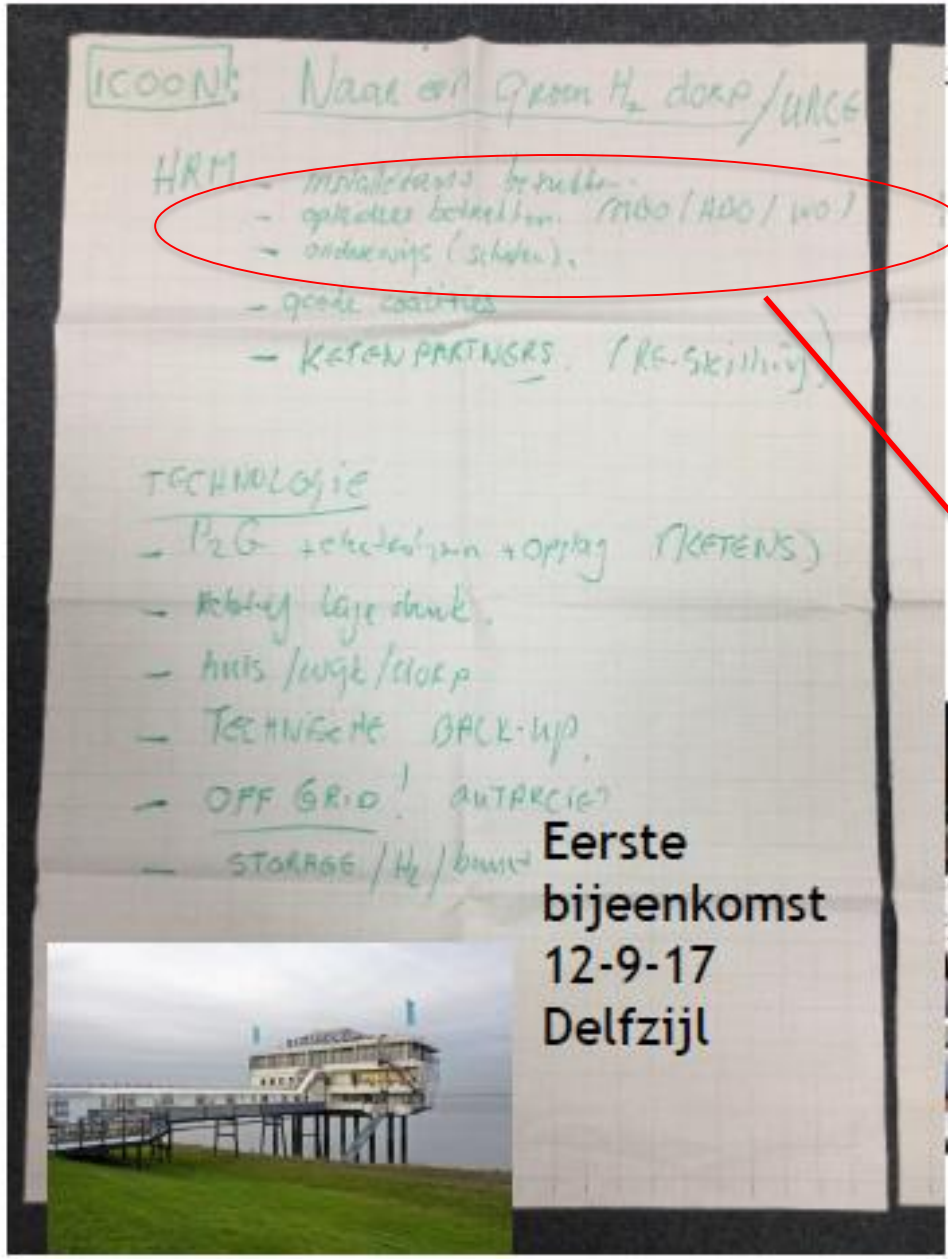
- Noord-Nederland is uniek gepositioneerd om de groene waterstofeconomie tot ontwikkeling te brengen, vanwege de grootschalige groene elektriciteitsproductie via offshore wind, de kennisinfrastructuur, grootschalige chemie clusters, de import van groene elektriciteit en de aanwezige gastransport infrastructuur, die goedkoop kan worden aangepast voor groene waterstof.

- Er is samen met het bedrijfsleven, wetenschap en overheid een high level routekaart ontwikkeld. Deze moet nu concreet worden uitgewerkt in een masterplan onder leiding van een sterke en standvastige groene waterstof ambassadeur.

D·C DRENTHECOLLEGE

De geboorte van de waterstof ambassadeurs

D·C
DRENTHECOLLEGE

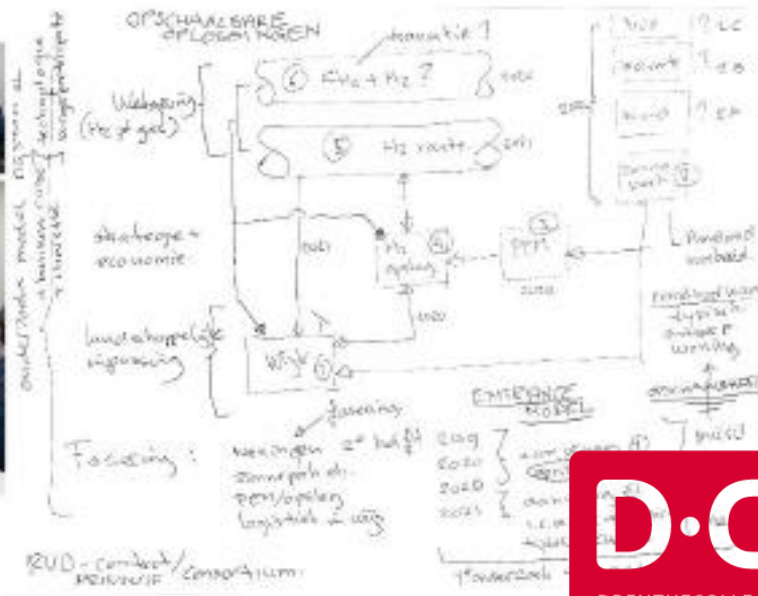


Eerste bijeenkomst 12-9-17 Delfzijl

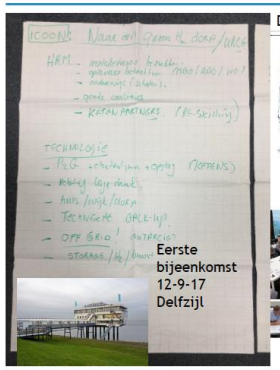
Design sessies Entrance

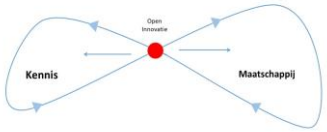
Opleidingen betrekken MBO/HBO/WO en scholen

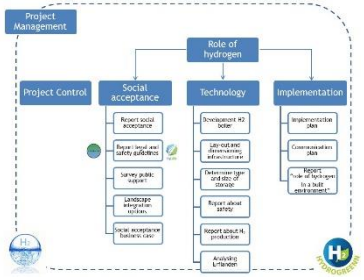
Project coalitie - RVO plan Hoogeveen

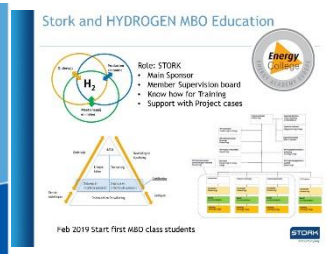


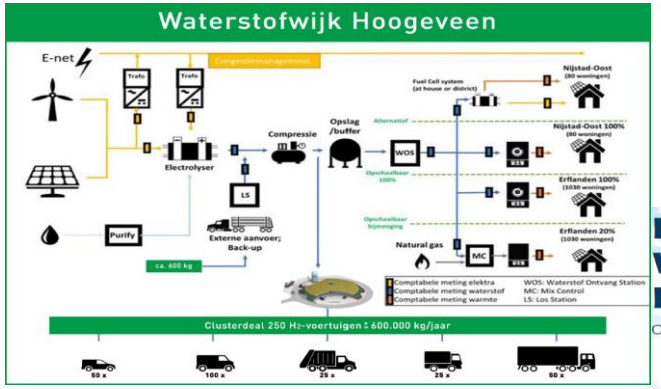
Van kreet tot concreet in 4 jaar











Climate-KIC
Climate-KIC is supported by the EIT, a body of the European Union

D·C DRENTHECOLLEGE

WATER STOF WIJK

Ketenintegratie en samenwerking is sleutel om dit te realiseren.

Waterstof-lab Den Haag 5-april-2022

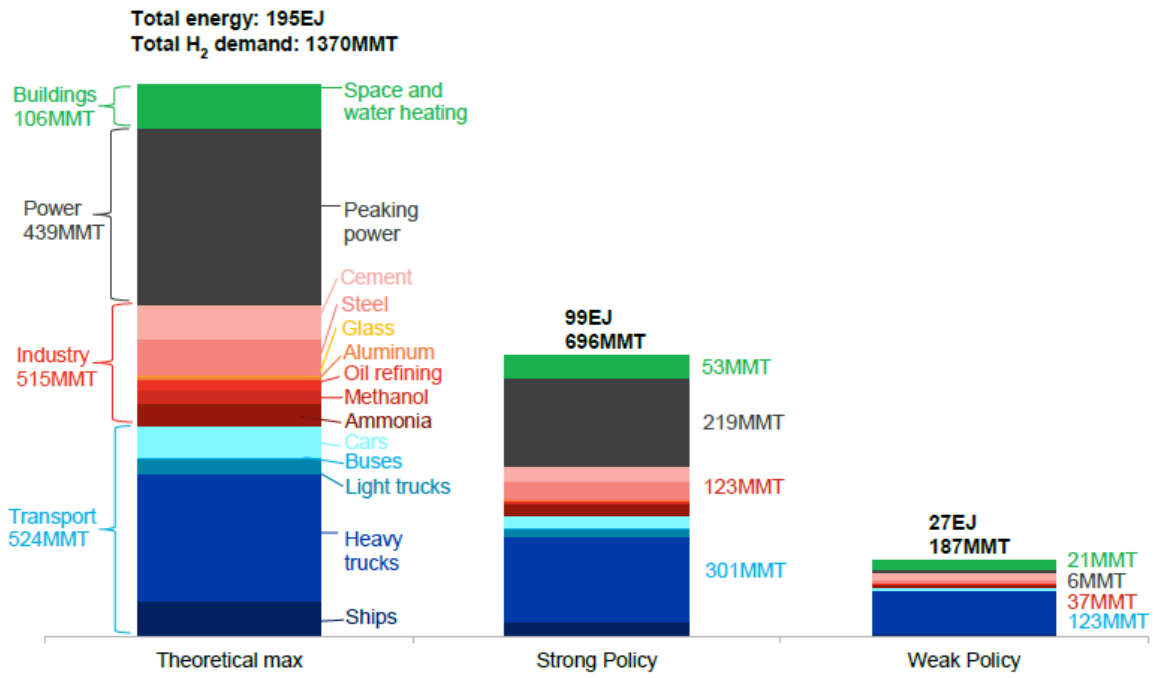
Een Drents Tiny House op waterstof laat aan Tweede Kamer zien dat verwarmen met groene waterstof de toekomst heeft.
5-7 april.

Waterstof-lab deelnemers uit gemeentes, rijksoverheid, netbeheerders, NGO, netbeheerders enz.

D·C
DRENTHECOLLEGE

Wereldwijde vraag naar waterstof

Figure 11: Potential demand for hydrogen in different scenarios, 2050



Source: BloombergNEF. Note: Aluminum demand is for alumina production and aluminum recycling only. Cement demand is for process heat only. Oil refining demand is for hydrogen use only. Road transport and heating demand that is unlikely to be met by electrification only: assumed to be 50% of space and water heating, 25% of light-duty vehicles, 50% of medium-duty trucks, 30% of buses and 75% of heavy-duty trucks.

Waterstof kan tot 24% van de wereld energievraag invullen in 2050.
Voldoen aan deze 24% energiebehoefte om aan het 1,5 graden scenario te voldoen vereist massieve additionele duurzame elektriciteitsproductie.
In dit scenario is er ongeveer 31.320TWh stroom productie nodig zijn om de elektrolyse van stroom te voorzien.
Dat is meer dan de huidige wereldwijde elektriciteitsproductie van alle bronnen.

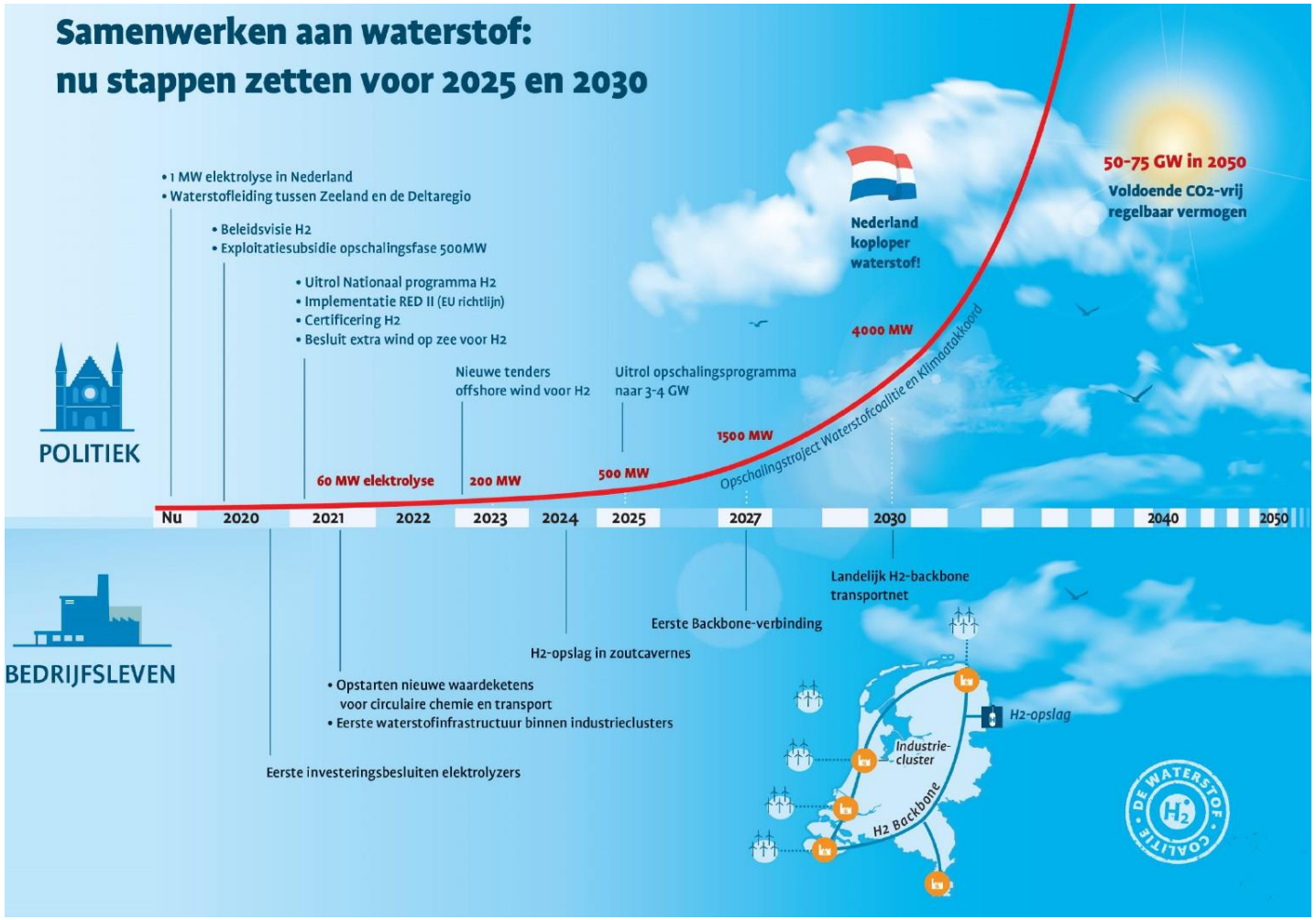
(Bloomberg 2020)

Ter vergelijking huidig wereldwijd gebruik is 70 MMT waterstof

Source: Bloomberg BNEF-Hydrogen-Economy-Outlook-Key-Messages-30-Mar-2020

D·C DRENTHECOLLEGE

Nederlandse plan voor productie waterstof

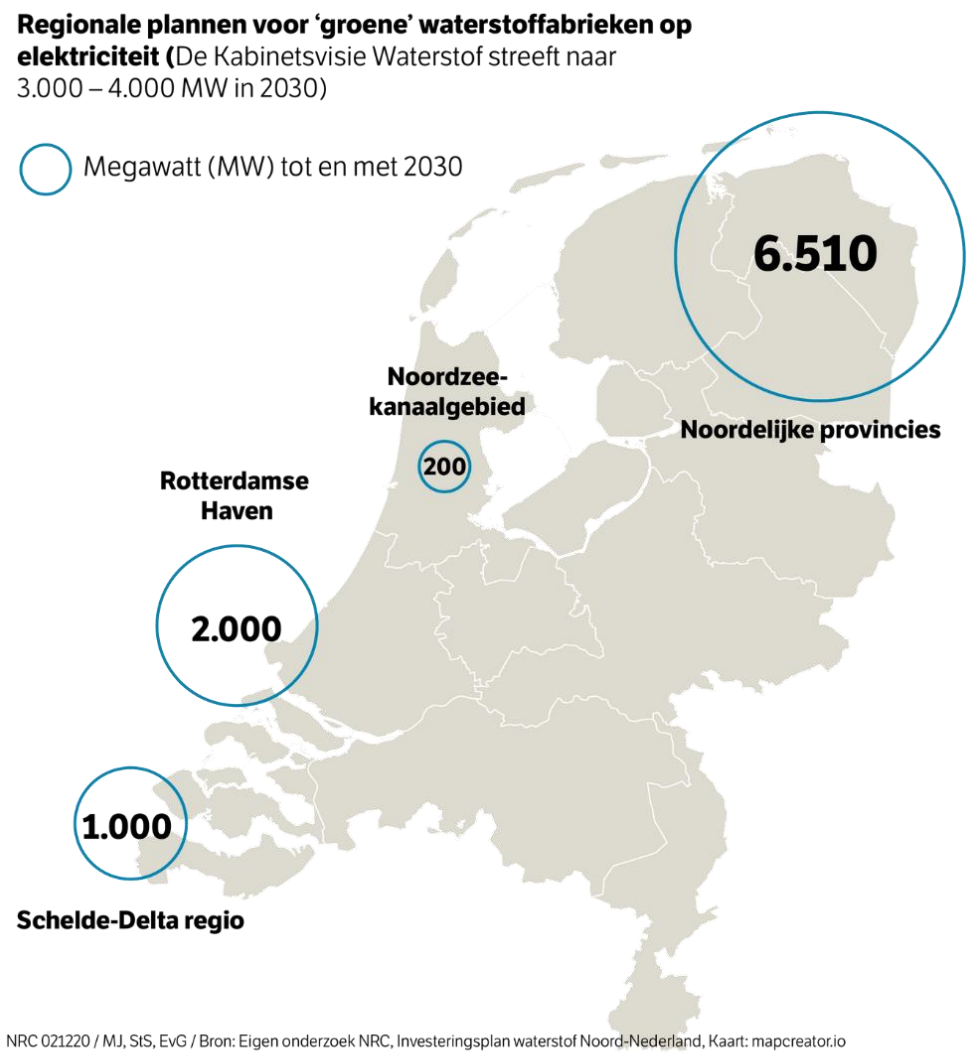


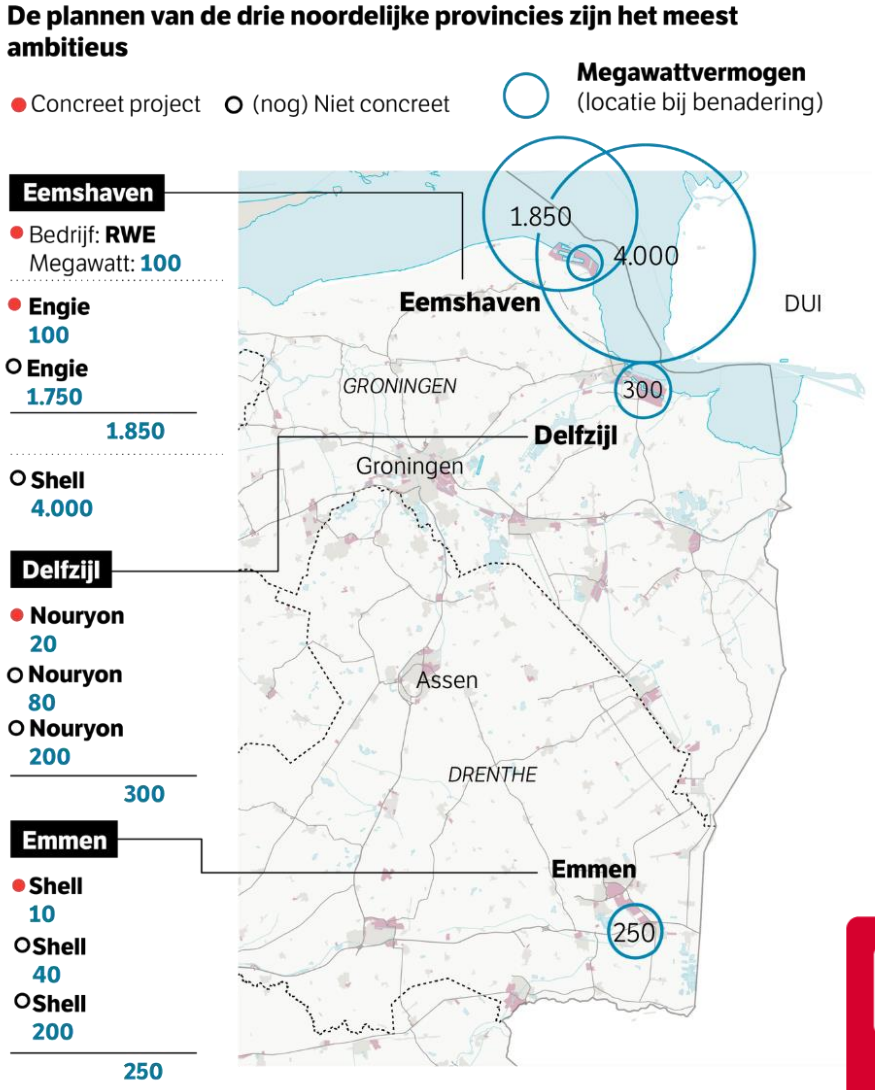
Tijd dringt voor groene waterstof

‘Samenwerken aan waterstof: nu stappen voor 2025 en 2030’ zijn de stappen in de tijd uiteengezet die ondernomen moeten worden om te komen tot 500 Megawatt in 2025 en 3-4 Gigawatt in 2030.

D·C DRENTHECOLLEGE

Regionale waterstof plannen in Nederland





DRENTHECOLLEGE

Werkgelegenheidsverlies door aardgaswinning

Door de afbouw van de aardgaswinning zal de werkgelegenheid in die sector sterk teruglopen.
De getallen variëren wat per bron, maar zijn significant.

- (VNO Van de Molen 2014) 19.292 banen
- New energy Coalition 2018) 19:000 banen
- Ton Voerman (2019) 10.000-15.000 banen plus banen in Chemische industrie die aardgas benutten

Geldinjectie als compensatie banenverlies

GRONINGEN Door het stoppen van de aardgaswinning in de provincie Groningen dreigen ruim 20.000 banen in de energiesector in de regio Noord-Nederland verloren te gaan.

Met inzet van een forse financiële injectie kunnen die werknemers en de aanwezige infrastructuur en kennis echter worden aangewend voor de overgang naar groene energie.

Dat is de conclusie van een rapport van het Joint Research Centre van de Europese Unie. Op dit moment werken er ongeveer 20.000 mensen in de energiesector in de noordelijke provincies, stelt het Samenwerkingsverband Noord-Nederland (SNN) waarin de provincies Friesland, Groningen en Drenthe en de gemeenten Groningen, Leeuwarden, Assen en Emmen gezamenlijk optrekken.

Er zijn in de sector plannen voor het creëren van 2300 nieuwe banen. In de hernieuwbare energie is ruimte voor een kleine 16.000 nieuwe banen.

In de sector zijn plannen voor het creëren van 2300 nieuwe banen

B DvhN 13 juni 2020

Als de aardgaswinning helemaal stopt en bedrijven vertrekken, gaat er veel kennis en investeringen verloren in de regio. Investeringen in nieuwe vormen van energievoorziening kunnen een braindrain voorkomen, benadrukt SNN. Op die manier kunnen vrijwel alle banen behouden blijven. De energie is na de agrarische sector de grootste economische sector in de regio.

Het samenwerkingsverband wil samen met de Nederlandse overheid en de Europese Unie bekijken hoe die investeringen kunnen worden aangewakkerd.

DvhN 12-6-2020 Geldinjectie als compensatie banenverlies

D·C DRENTHECOLLEGE

Binnen de gemeente Emmen is gas van cruciaal belang

Wethouder Guido Rink: *"Voor de industriekern binnen de gemeente Emmen is gas van cruciaal belang. Nu de aardgasproductie drastisch afneemt, moeten we zorgen voor een goed alternatief.*
Groene waterstof is één van die kansrijke alternatieven.
Dit geweldige project helpt ons om de klimaatdoelen te bereiken en het stimuleert innovatieve en duurzame economische ontwikkeling in de regio. Daarnaast bevordert dit project de brede noordelijke samenwerking, een belangrijke voorwaarde voor het slagen van de waterstofeconomie."

[Waterstofregio - Emmen geeft energie]

D·C DRENTHECOLLEGE

Werkgelegenheid

(EZK, Reijerkerk en Van Rhee, Waterstof: Kansen voor de Nederlandse industrie, 2019) hebben in het rapport "Waterstof: Kansen voor de Nederlandse industrie[1]" gekeken naar de kansen voor de Nederlandse maakindustrie rond waterstof.

De studie laat zien dat er nu al 259 organisaties betrokken zijn bij waterstof .

ekinetix FME POWERED BY DUTCH TECHNOLOGY STRATELLIGENCE decision support

D·C DRENTHECOLLEGE

Werkgelegenheid door waterstof

- (De overstap naar waterstof als energiebron kan Nederland tot wel 41.000 nieuwe banen opleveren" (Van de Sander 2021)

- (European commission JRC technical report, Spisto, et al. 2020, 13)
  - stelt dat de geplande 100 MW-waterstofprojecten tot 2030 in Groningen in Drenthe, 6.000 FTE aan werkgelegenheid geven tijdens de constructiefase en 500 FTE tijdens de bedrijfsvoering.

Jaar CE Delft studie 2011	Vraag naar groene waterstof PJ	Totale eenmalige werkgelegenheid (gemiddelde FTE/jaar)	Terugkerende werkgelegenheid (gemiddelde FTE/jaar)
2030	10 – 40	1.800 - 4.700	4.200 - 12.500
2040	132 – 317	2.000 - 13.000	9.200 - 43.000
2050	254 - 593	2.200 - 20.000	14.200 - 72.600

Bron van tabel en grafiek: CE Delft april 2021: Overzicht van vraag naar arbeid (afgerond op honderdtallen)

- **Waterstof is een van de weinige gebieden waar werkgelegenheid is na alle delen van de waardeketen.**

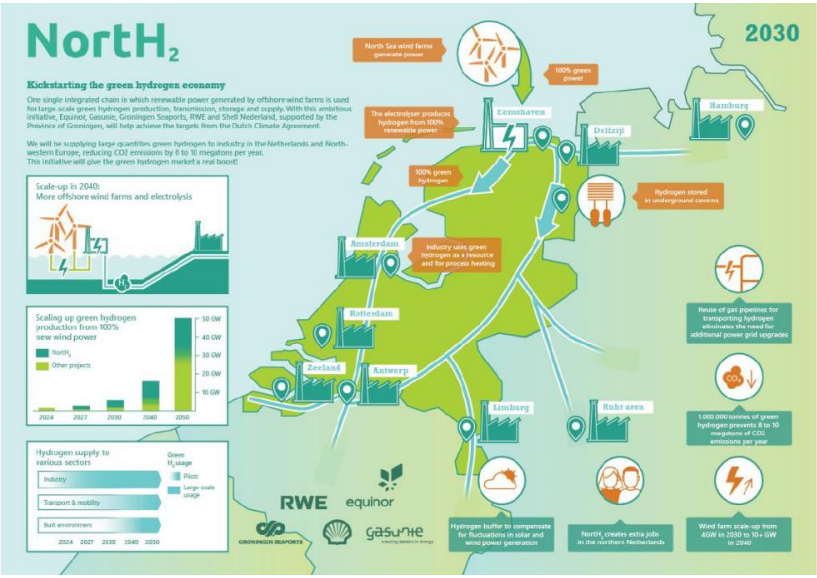
- Het is dus vooral belangrijk om werk te behouden die mogelijk vervalt en die kennis te hergebruiken
- **eventueel met aanvullende scholing**

D·C DRENTHECOLLEGE

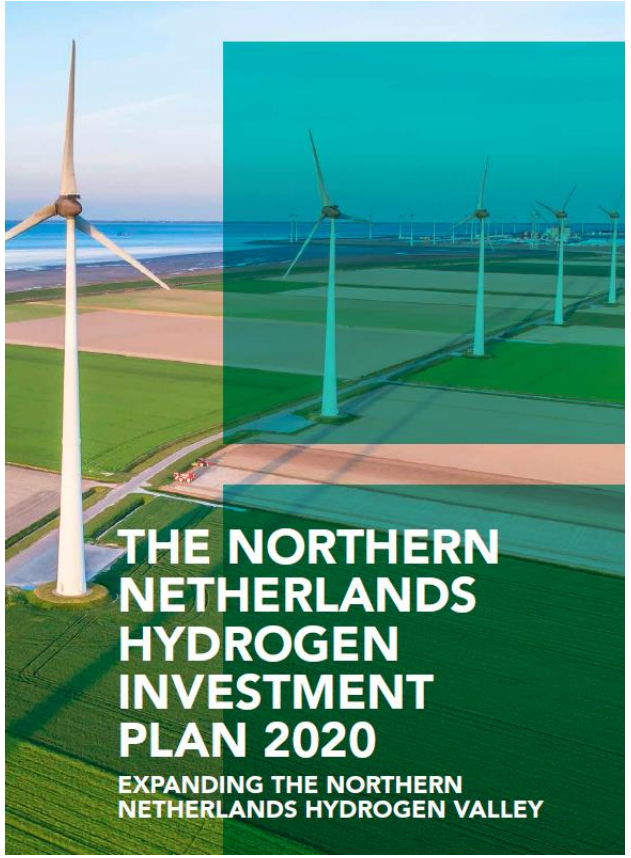
H_2 energy Applications in Valley environments for Northern Netherlands (HEAVENN)

D·C
DRENTHECOLLEGE

Waterstof projecten Nationaal NorthH_2 en HYWAY27



Meer dan 50 projecten in Noord Nederland met een investering van circa 10 miljard euro.



Tata Steel kiest in samenwerking met overheden, netbeheerders en Practoraat Waterstof in de Industrie van Drenthe College voor een route naar een schone productie van staal, voor een groot deel gemaakt met waterstof.

D·C
DRENTHECOLLEGE

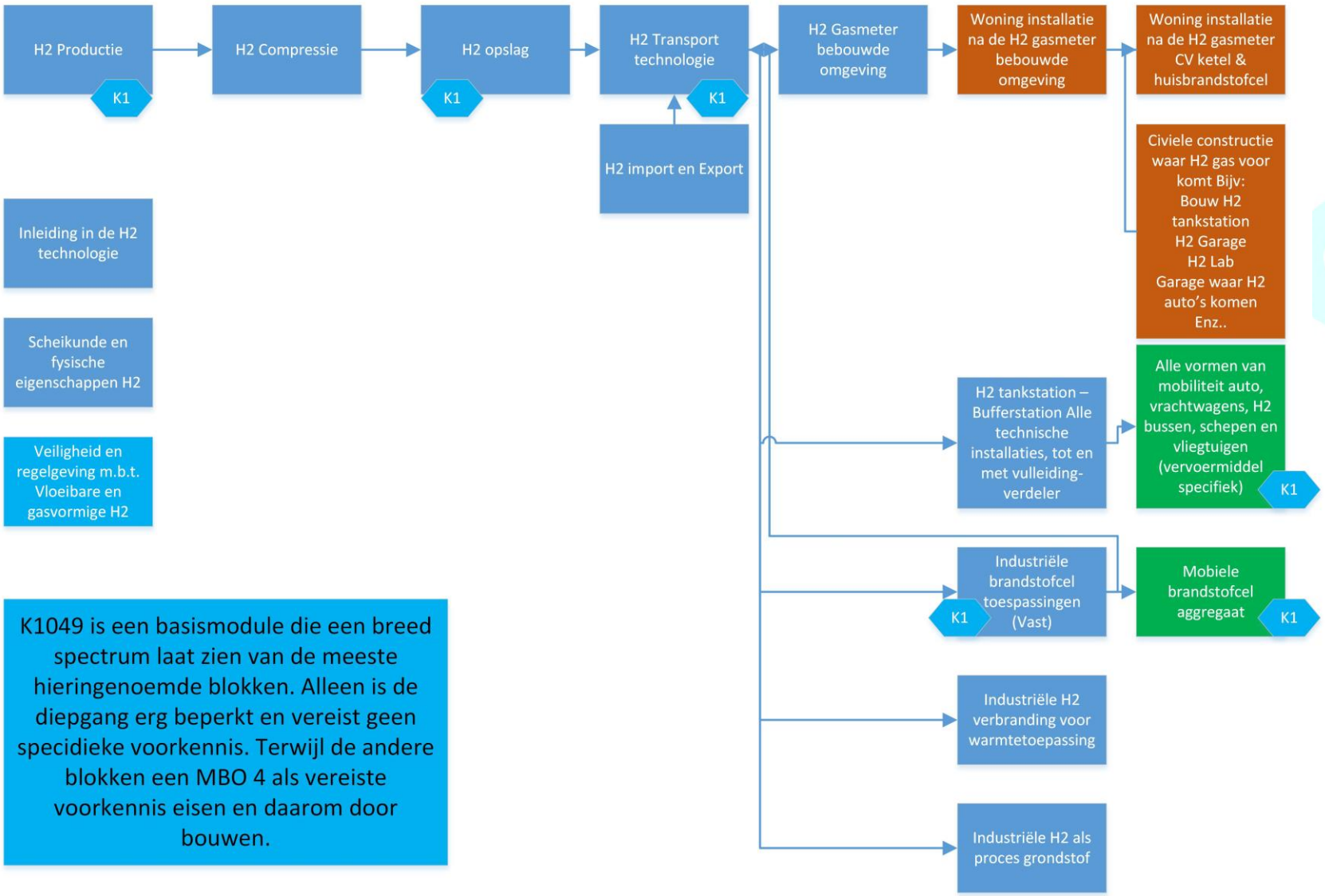
Enkele Drentse H_2 projecten

- GZI (Gas Zuivering Installatie) SHELL. Het begint met de installatie van een 10 MW elektrolyse.

GETEC terrein wordt via een nieuwepijplijn aan de waterstof hoofdleiding aangesloten om zo op termijn 3.600 ton waterstof te gebruiken om aardgasvraag te verminderen in hun gasturbines en zo “groene” stoom te kunnen leveren aan hun gebruikers. In totaal gebruikt het GETEC terrein 110 Miljoen m^3 aardgas per jaar (= top tien aardgas gebruikers)

Waterstoftankstations bouw en operatie o.a. Resato, Pesse, Hydrogen valley airport GAE, Waterstofwijk hoogeveen, Intergas en Bekaert Assen. Vriend BV waterstof educatiecentrum

Waterstof Logistieke keten en verdeling opleidingen (WHB 9-11-2021)



K1049 is een basismodule die een breed spectrum laat zien van de meeste hieringenoemde blokken. Alleen is de diepgang erg beperkt en vereist geen specidieke voorkennis. Terwijl de andere blokken een MBO 4 als vereiste voorkennis eisen en daarom door bouwen.

Sectorkamer SBB

beroepsonderwijs bedrijfsleven

Keuzedeel mbo

Waterstof in de industrie

D·C DRENTHECOLLEGE

Cursusboek Keuzedeel Waterstof in de Industrie

Auteur : Willem Hazenberg EUR ING MBA RI

Datum : 23-3-2022

ISBN : Komt

Status : Concept 0.011

INDUSTRIE

© 2022 ROC Drenthe College / Energy Collage / Willem Hazenberg

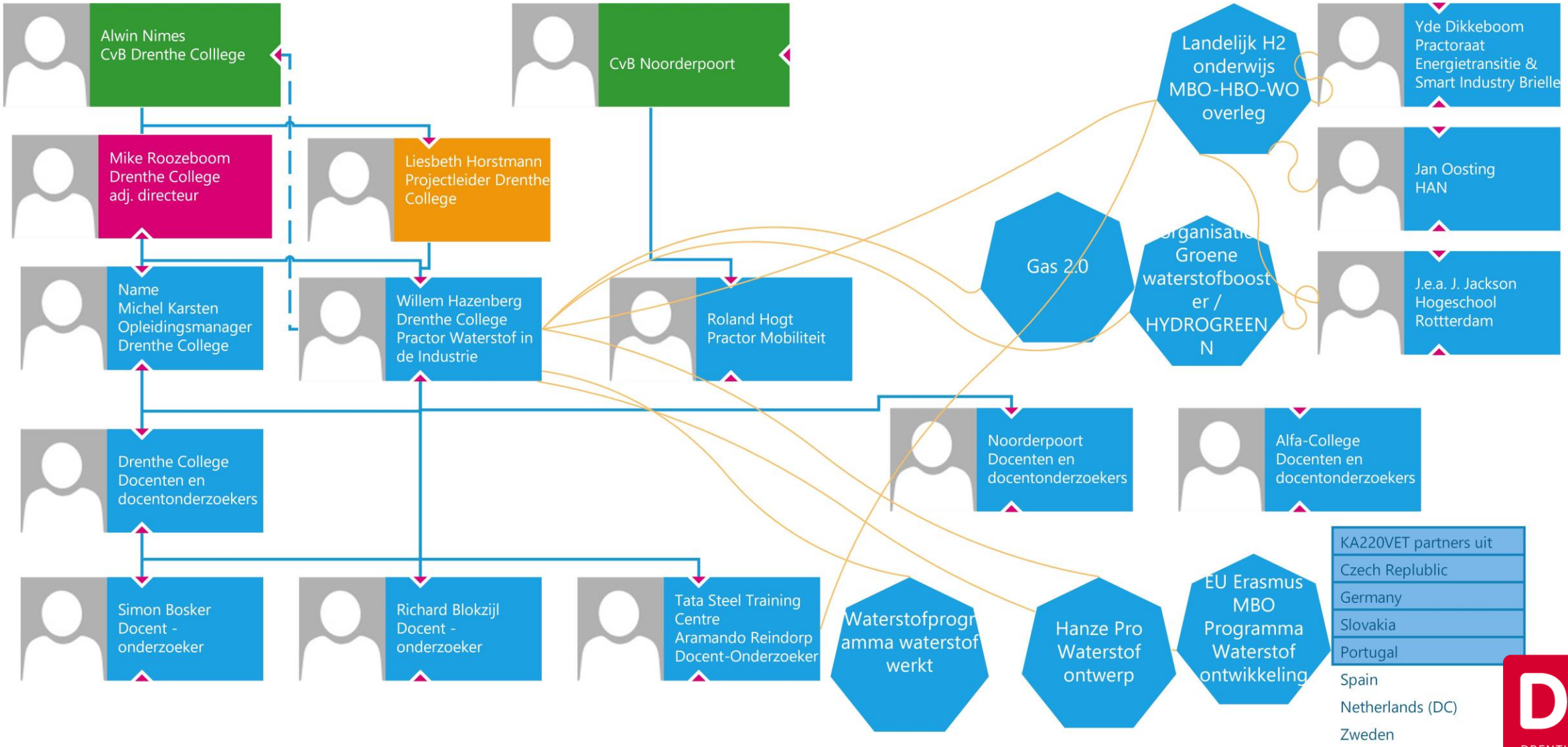
Alle rechten voorbehouden. Niets van deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevens bestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnames of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van ROC Drenthe College / Energy Collage

Boek is in ontwikkeling een paar KPI:

- Circa 400 pagina’s
- 240 Studie-uren
- 60 lesuren

- Boek is primair gemaakt voor het MBO maar ook bruikbaar binnen HBO-WO als naslagwerk.

Pratoraat organisatie H_2 in de Industrie



Train de trainers aanpak

- Opschaling door een train de trainers aanpak: voordelen van een train de trainer aanpak zijn:
  - Versnelling van kenniscirculatie.
  - Efficiency.
  - Consistentie in kennis en kennisoverdracht.
  - Persoonlijke ontwikkeling van de trainer.
  - Opbouw van een netwerk van trainers waarlangs ook nieuwe kennis verspreidt kan worden.

- Deze aanpak past dan ook geheel binnen de huidige vraag naar snel opleiden van professionals, de benodigde opschaling en het noodzaak tot opbouwen van eenduidige kennis, met name op het gebied van veiligheid rond waterstof.

D·C DRENTHECOLLEGE

De onderzoeksgebieden binnen practoraat

1. Het practoraat gaat onderzoeken wat de functie en toepasbaarheid is van H_2 in de industrie. Er wordt specifiek gekeken naar de opwek, transport, opslag, inzet en onderhoud van H_2 als energiedrager en grondstof.

2. Het ontwikkelen van het keuzevak waterstof en industrie voor docenten en studenten

3. Waterstofveiligheid

4. Het ontwerpen van een waterstof asset breakdown om zo faalgedrag, inspectie en onderhoudsstructuur op te zetten zal deels in 2022 spelen maar in 2023 een groter aandeel te krijgen.

D·C
DRENTHECOLLEGE

Praktijkgericht onderzoek

- We kennen praktijkgericht onderzoek zowel op HBO als op MBO. Dus wat is het verschil?
- In de uitvoering van het onderzoek en organisatie is er geen verschil.

- **Het verschil zit in de onderwerpen die je kiest, die passen bij de toekomstige functierollen van de studenten.**

D·C DRENTHECOLLEGE

Toekomstige functierollen van de MBO studenten

1. Het bedienen van deze installaties.
2. Zorgen dat anderen veilig kunnen werken bij een waterstof installatie.
3. Rollen tijdens de constructie van deze installaties.
4. Het uitvoeren van inspectietaken.
5. Het uitvoeren van onderhoud.
6. Bredere kennis vereist over meerdere vakgebieden door decentrale systemen.

D·C
DRENTHECOLLEGE

Vereiste kennis voor toekomstige functierollen van de MBO studenten

- Wat is een waterstofinstallatie, welke componenten zitten er in en hoe werkt een waterstofinstallatie?
- Welke onderhoud is nodig wat waar, hoe en hoe vaak?
- Wat moet je inspecteren, waar liggen de risico's en waarom?
- Welke werkprocedures moeten er worden gebruikt tijdens het uitvoeren van onderhoud?
- Met welke veiligheidsmaatregelen moet men rekening houden?

D·C DRENTHECOLLEGE

Welke Scholingsproducten komen uit het practoraat

- Waterstof productiemethoden
- Waterstof transport en infrastructuur methoden
- Begrip waterstof economie en waterstof ketenintegratie
- Waterstof toepassing elektrificatie
- Waterstof toepassing verbranding
- Waterstof tankstations toepassing
- Waterstof bedrijfseconomisch
- Waterstof Bebouwde omgeving (deel tot aan de Gasmeter) excl. Civiel stuk
- Waterstof bijmeng toepassing (verbranding)
- Extra veiligheid rondom werken met H_2
- Regelgeving en handhaving rond waterstof
- Asset en onderhoud strategieën en procedures rond H_2
- Kennisalliantie Emmen e.o. met productie-transport-opslag-gebruik H_2
- Procesbeschrijving om de opgedane kennis in het curriculum te verankeren

D·C DRENTHECOLLEGE

Waterstof Praktijk bij DC Emmen en EnTranCe

Doormiddel van deze set kunnen de studenten 30 lesuur aan waterstof gerelateerde kennis op doen. Bij DC in Emmen

EnTranCe installatie van 100 kg H_2 aanwezig, 200 bar tot 8 bar VCA regiem

D·C DRENTHECOLLEGE

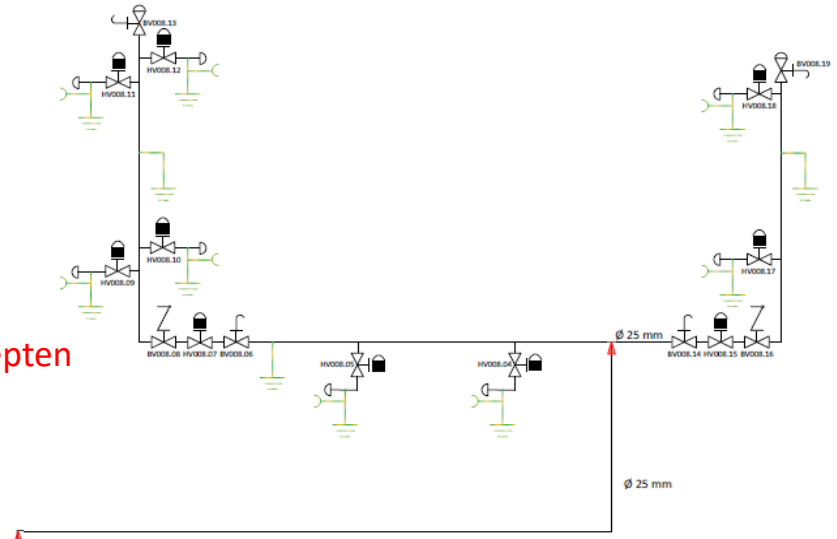
Praktijk EnTranCe WING

Leren veilig omgaan met H2, procedures, veiligstellen test procedures, en in bedrijfstellen

September 25, 2020	P&ID Energy Transition Bridge hydrogen expansion (rev 3.0)

Leren componenten

Leren ontwerpconcepten



Preferred material: stainless steel 316L
All piping diameters in mm
All hydrogen blow-off or other hydrogen venting equipment should have the opening at at least 2.50 m height
All instruments are placed in a non-Ex zone so the equiment does not need Ex-classification
Piping and instruments should be connected via Swagelok products except when flanged
If possible items which should be removed for maintenance or calibration should be flanged
: lockable valve or lockable cover covering valve; valves can only be manually operated when using key
All transmitters are mounted by means of a block and bleed valve block
Available air pressure: 4 – 9.5 barg
Tube container working pressure 20 – 200 barg
FT008.01 (vortex) minimum working flow range 0 – 50 m^3/hr
FT050.01 (coriolis) minimum working weight working range 0 – 4.5 kg/hr
FT200.01 (coriolis) minimum working weight working range to be determined
PT008.01 minimum working pressure range 0 – 9 barg
PT050.01 minimum working pressure range 0 – 55 barg
PT200.01 minimum working pressure range 15 – 210 barg
TT200.01 minimum working temperature range -20°C – 50°C

Block valve with purge connection

Block valve with relief option

Tagnames: ttppp.nn
tt: type*
ppp: pressure area (200, 050 and 008)
nn: number (01 – 99)

*)
- AL: alarm light
- BV: block valve with purge/relief (block&bleed)
- CV: check valve
- ESD: emergency shut down switch
- HV: hand valve
- PCV: pressure control valve
- PI: pressure indicatror
- PRV: pressure relief valve
- PT: pressure transmitter
- TT: temperature transmitter
- V: vessel/storage

Filling part to be determined since Air Liquide filling station has to fit in

Note 1: GV200.03 equipped with 24VDC solenoid controlled by ESD-system

Note 2: on safety blow-off systems (prv's) wireless leak detection (sound) will be installed

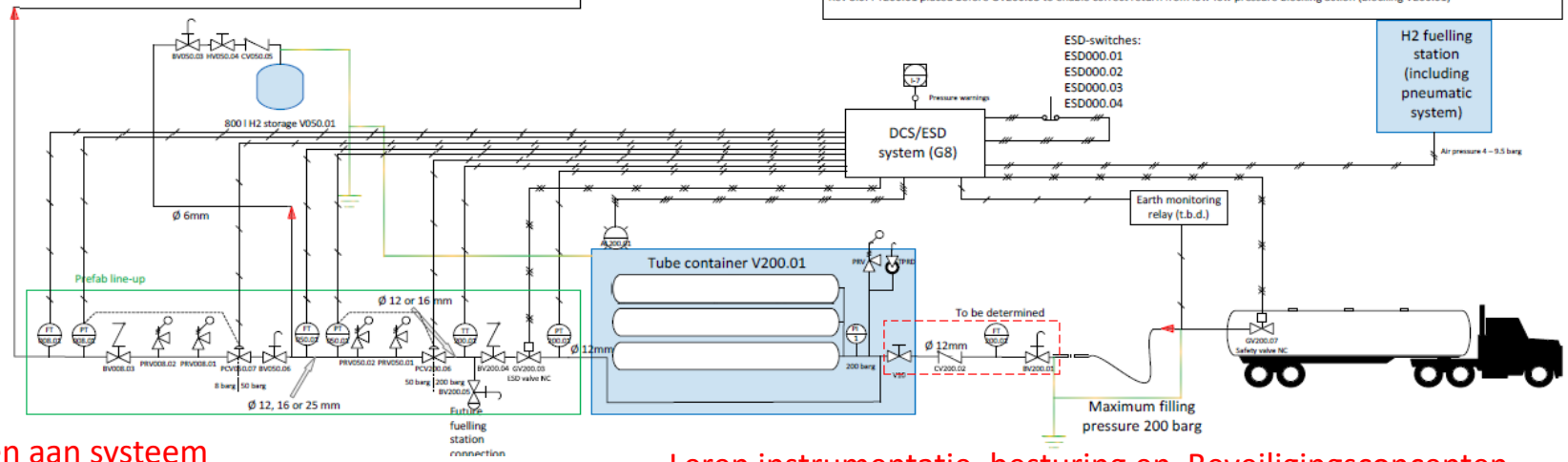
Note 3: flash light AI200.01 to be determined by Stork (make, model & type)

Note 4: present loading dock (Air Liquide) will be used; V10 is superfluous and can be removed; block&bleed already available

Note 5: pneumatic signal to trailer (GV200.07 as part of the trailer) is controlled by a solenoid close to or in DCS/ESD cabinet

Rev 3.0: PT200.01 placed before GV200.03 to enable correct return from low-low pressure blocking action (blocking V200.01)

Vaardigheden
- VCA
- ATEX
- Flensmontage
- kunststoflassen
- Koppelingen
- bijv. Swagelok
- Gasdetectiemeter

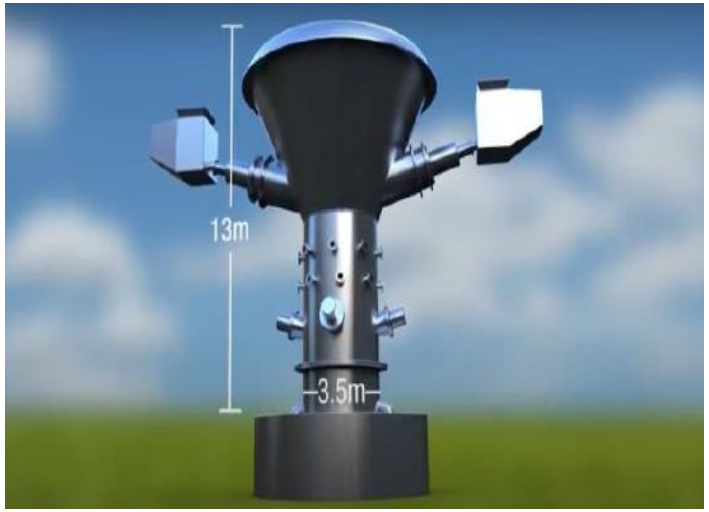


Praktische werkzaamheden aan systeem

Leren instrumentatie, besturing en Beveiligingsconcepten

D·C DRENTHECOLLEGE

Waterstofbrander bij Stork Thermeq



Plasma technologie om H_2 te produceren. SGH2 Energy waar Stork mee samenwerkt in de ontwikkeling

Hier een H_2 brander na jaren dienst in werkplaats Stork Thermeq Hengelo. Genoeg vermogen om met bijna 1000 mensen mee te douchen.

D·C DRENTHECOLLEGE

Waterstof en veiligheid, VS incidenten in 2018

Industry	Total Incidents	Incidence Rate*	
	–Nonfatal	-Nonfatal	-Fatal
Agriculture, forestry, fishing and hunting	64.200	3,7	574
Oil and gas extraction	1.100	0,8	13
Construction	199.100	3,0	1.008
Petroleum and coal products manufacturing	900	1,3	5
Chemical manufacturing	16.100	1,9	18
Industrial gas manufacturing (hydrogen)	**200**	**1,0**	**1**
Grocery stores	86.000	4,5	38
Gasoline stations	17.100	2,4	47
Power generation, transportation & distribution	6.800	1,7	5
Investment banking and securities	1.900	0,2	4

- * Incident rate is number of incidents per 100 full time employees per year
- Data Retrieved from U.S. Bureau of Labor Statistics

D·C DRENTHECOLLEGE

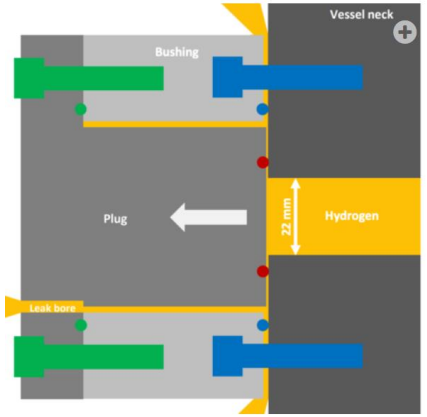
Waterstof incidenten samenvatting per equipment en primaire oorzaak

Equipment / Cause	Equipment Design or Selection	Component Failure	Operational Error	Installation or Maintenance	Inadequate Gas or Flame Detection	Emergency Shutdown or Response	Other or Unknown
Hydrogen Gas Metal Cylinder or Regulator		3/13/2012 4/30/1995 2/6/2013	4/26/2010	12/31/1969			3/17/1999 11/1/2001 12/23/2003
Piping/Valves	4/4/2002 2/6/2008 5/11/1999	4/20/1987 11/4/1997 12/31/1969 8/19/1986 7/27/1991 12/19/2004 2/6/2008 10/3/2008 4/5/2006 5/1/2007 9/19/2007 10/31/1980	2/7/2009	1/24/1999 2/24/2006 6/8/1998 12/31/1969 2/7/2009	9/1/1992 10/31/1980	10/3/2008	
Tubing/Fittings/Hose		9/23/1999 8/2/2004 8/6/2008 9/19/2007	1/1/1982	9/30/2004 10/7/2005		10/7/2005	
Compressor		10/5/2009 6/10/2007 8/21/2008 1/15/2019			10-5-2009	8/21/2008	
Liquid Hydrogen Tank or Delivery Truck	4/27/1989	12/19/2004 1/19/2009	8/6/2004	12/31/1969		1/1/1974	12/17/2004
Pressure Relief Device	7/25/2013 5/4/2012	1/15/2002 1/08/2007	12/31/1969				

Hydrogen safety panelstudie tabel 2
Samenvatting van waterstof incidenten van H2tools.org geleerde lessen. Maart 2020.

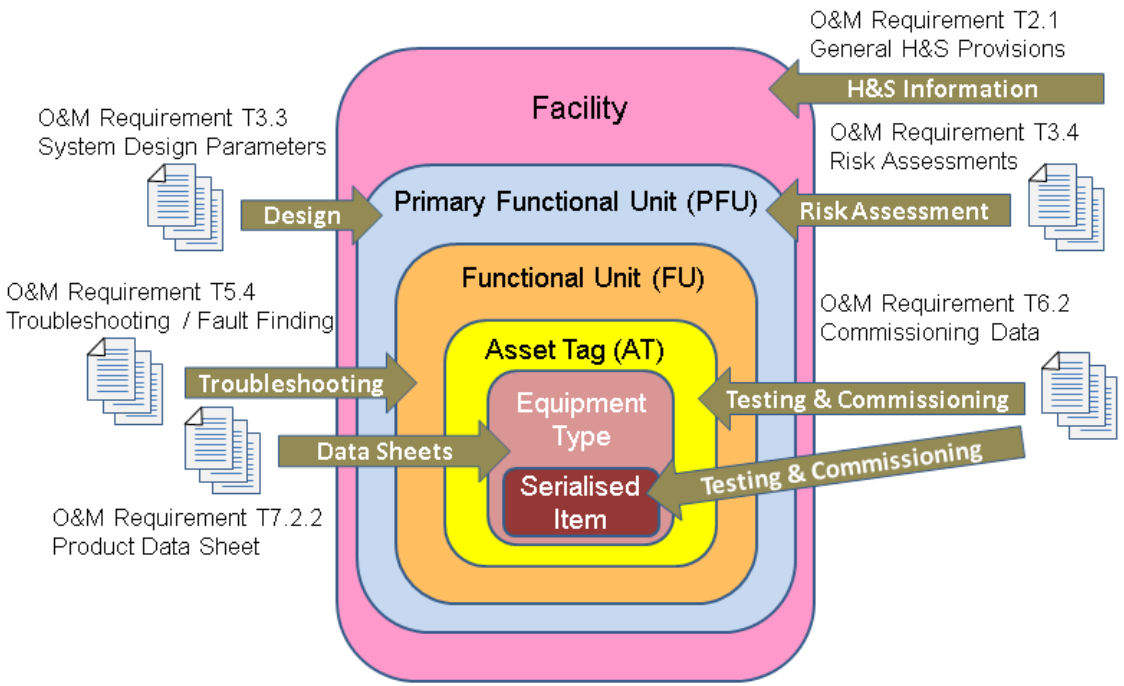
69 cases periode 1969-2019.

Color Key
xx/xx/xxxx = no ignition
xx/xx/xxxx = explosion
xx/xx/xxxx = fire



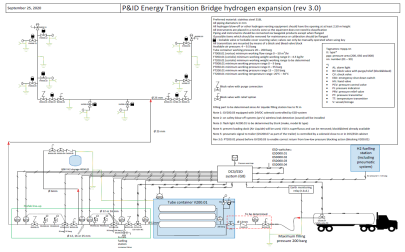
D·C DRENTHECOLLEGE

Waterstof systeem Asset break down



De fiets als voorbeeld

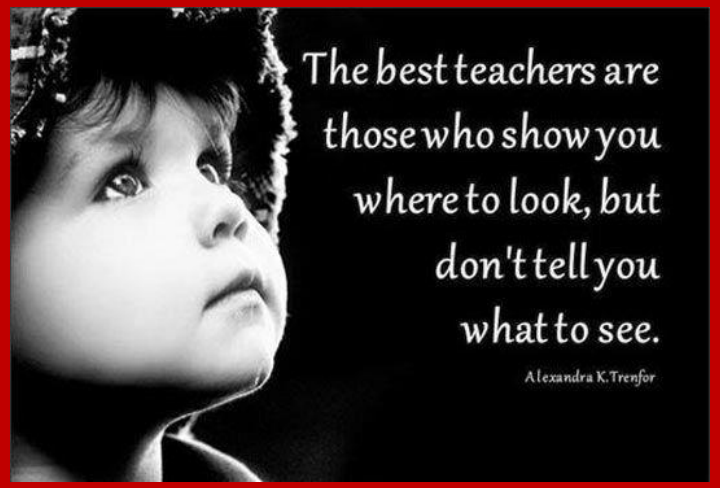
1. Bicycle Work Breakdown Structure (WBS)
   - 1.1. Bicycle Product (Deliverable) Scope
     - 1.1.1. Frame Set
       - 1.1.1.1. Frame
       - 1.1.1.2. Handlebar
       - 1.1.1.3. Fork
       - 1.1.1.4. Seat
     - 1.1.2. Crank Set
       - 1.1.2.1. Pedals
       - 1.1.2.2. Cranks
       - 1.1.2.3. Bearing Assembly
     - 1.1.3. Wheels
       - 1.1.3.1. Front Wheel Assembly
         - 1.1.3.1.1. Front Rim
         - 1.1.3.1.2. Spokes
         - 1.1.3.1.3. Hub
       - 1.1.3.2. Rear Wheel Assembly
         - 1.1.3.2.1. Rear Rim
         - 1.1.3.2.2. Spokes
         - 1.1.3.2.3. Hub
     - 1.1.4. Braking System
       - 1.1.4.1. Front Brakes
       - 1.1.4.2. Rear Brakes
     - 1.1.5. Shifting System
       - 1.1.5.1. Front Gear Shift System
       - 1.1.5.2. Rear Gear Shift System
   - 1.2. Supporting Project Scope
     - 1.2.1. Project Management
     - 1.2.2. Safety
     - 1.2.3. Systems Engineering
       - 1.2.3.1. Integration
       - 1.2.3.2. Testing
       - 1.2.3.3. Documentation



Hoe is de installatie opgebouwd?
Wat eist de vergunning verlener?
Wat schrijven de normen voor?
Wat is volgens de handleiding vereist?
Wat weten we uit de ervaring met gelijksoortige systemen?

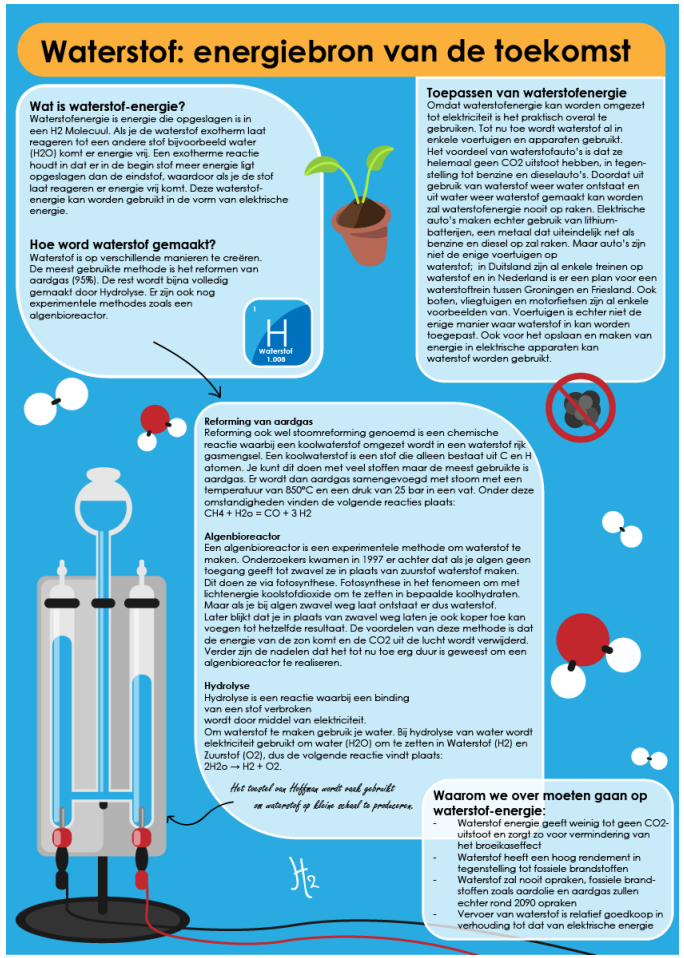
D·C
DRENTHECOLLEGE

daag jezelf uit



drenthecollege.nl
W.hazenberg@drenthecollege.nl
06209733851

Samenwerken Technasium



Creatie van:

- Poster
- Animatie
- Boek – paper
- Demonstratie
- Enquête
- presentatie

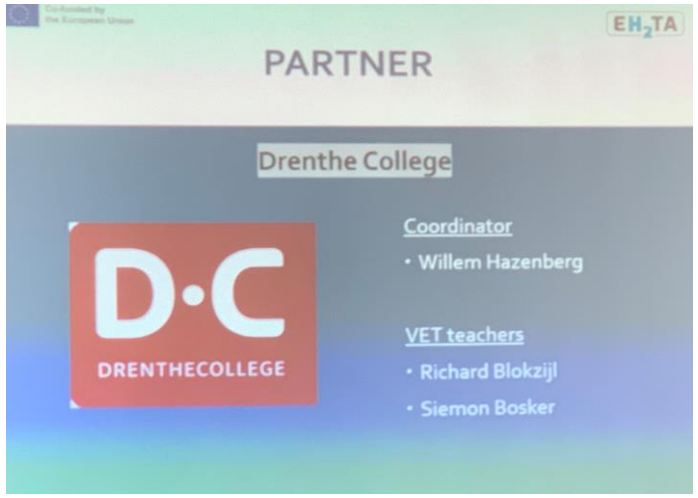
- [WAAROM WATERSTOF DE ENERGIE VAN DE TOEKOMST IS!!!!!! – YouTube]

DRENTHECOLLEGE

GREENFLEX Project

D·C
DRENTHECOLLEGE

DC Internationaal Waterstof EH_2TA

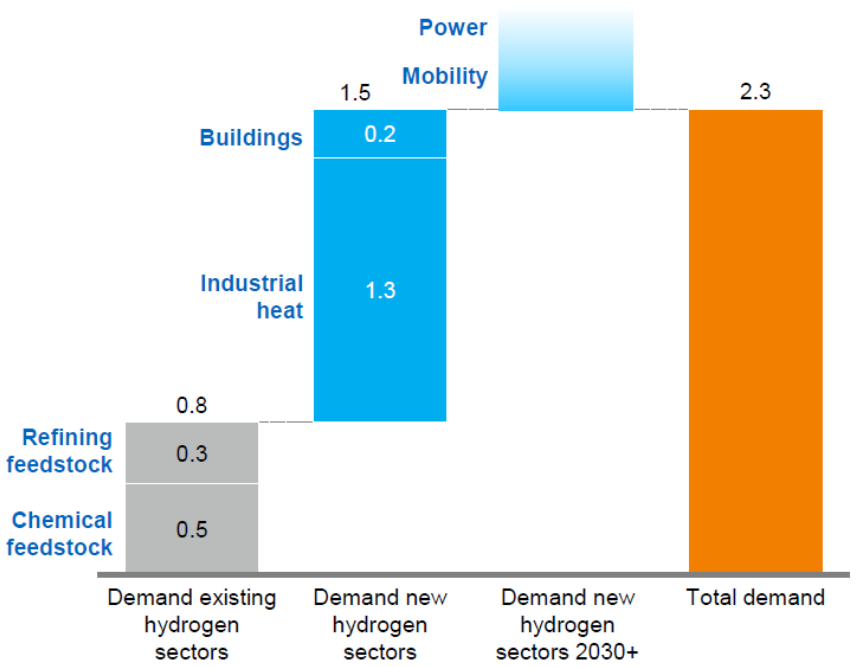


Nederlandse vraag naar waterstof

H2 DEMAND

The maximum hydrogen market in the Netherlands by 2030 is ~2.3 mtpa hydrogen with the majority of demand coming from new hydrogen applications

Estimated CO_2-free hydrogen market demand in the Netherlands in 2030, mtpa H_2



Market sizing methodology

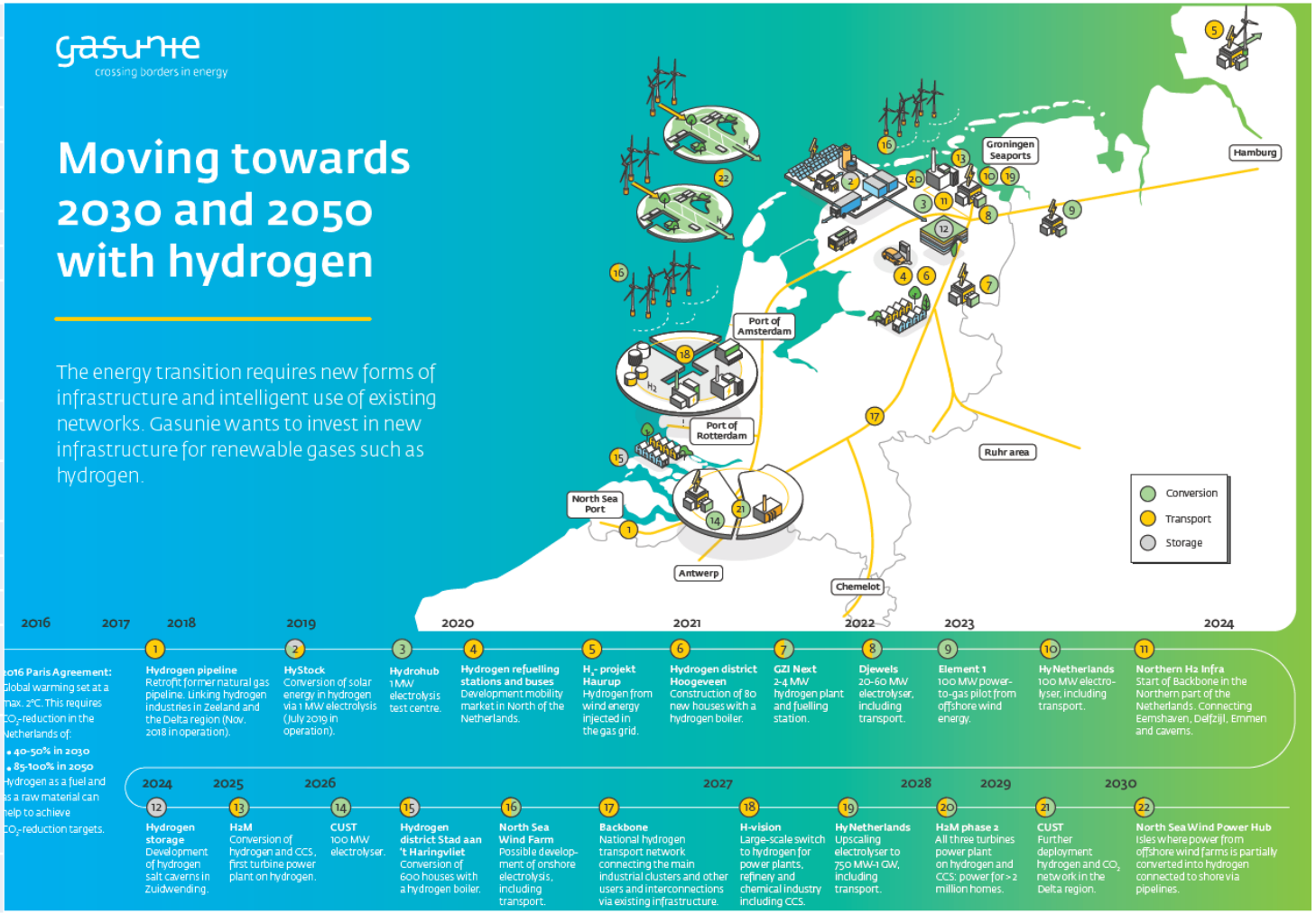
Chemical feedstock[1]	**100%** of grey H_2 replaced with CO_2-free H_2
Refining feedstock[2]	**100%** of grey H_2 replaced with CO_2-free H_2
Industrial heat[3]	Replacement of high-temperature heat by H_2 for: **100%** In chemicals; **75%** in refining[4]; **20%** in steel[5]
Buildings	**100% H_2** in 500,000 buildings[6]; **0.5% blend of H_2** in natural gas for other buildings[7]
Mobility[8]	**600** trucks; **0** ships; Potential upside in both segments post-2030
Power[9]	**Up to 15%** of electricity production converted to H_2 post-2030

1 Based on plant-level analysis for ammonia production and projected production
2 Based on a unit-by-unit and plant-by-plant basis for each refinery. Accounts for by-product hydrogen production
3 Based on market outlook of high temperature heat required in industrial energy production. Converted on an energy basis, assumes same efficiency for hydrogen fueled furnace as a natural gas furnace
4 Limited replacement of HT Heat due to cogeneration
5 Research underway to inject ~20% hydrogen in blast furnace to replace coal
6 Assumption that 25% of 2 mn buildings that transition to low-carbon heating (as per the Klimaatakkoord) switch to 100% H_2
7 Based on the allowed percentage of hydrogen for low calorific gas is 0.5 % in the Dutch regional gas grit (RNB)
8 Cost competitive assessment based on vehicle sales, scrap rate, total demand (km travelled), power train TCO assessment
9 Fraunhofer ISE (2015), What Will the Energy Transformation Cost? Pathways for Transforming the German Energy System by 2050

SOURCE: McKinsey Energy Insights' Global Energy Perspective; McKinsey Refinery Database; Fertecon; Oil & Gas Journal; International Energy Agency GHG R&D Program, FCH JU

Projecten Nederland 2022-2030

GZI Next	NLD	2022
Hysolar Green on Road - Nieuwegein	NLD	2021
PosHYdon	NLD	2021
GreenH2UB (1st hub, Noord Brabant)	NLD	2021
Hydrogenpilot Oosterwolde	NLD	2021
SkyNRG	NLD	2022
DJEWELS Chemiepark - Delfzijl	NLD	2022
Ijmuiden	NLD	2023
Magnum, Eemshaven	NLD	2023
HyNetherlands, 1st phase	NLD	2023
Porthos	NLD	2023
Shell - Port of Rotterdam	NLD	2023
Multiphly	NLD	2024
HEAVENN (Hydrogen Energy Applications for Valley Environments in Northern Netherlands)	NLD	2024
H-Vision	NLD	2025
Port of Rotterdam BP refinery	NLD	2025
NorthH2 green hydrogen	NLD	2027
HyNetherlands 2nd phase	NLD	2028
GreenH2UB (9 hubs of 3-10MW)	NLD	2030
H2GO - 2nd phase	NLD	2030



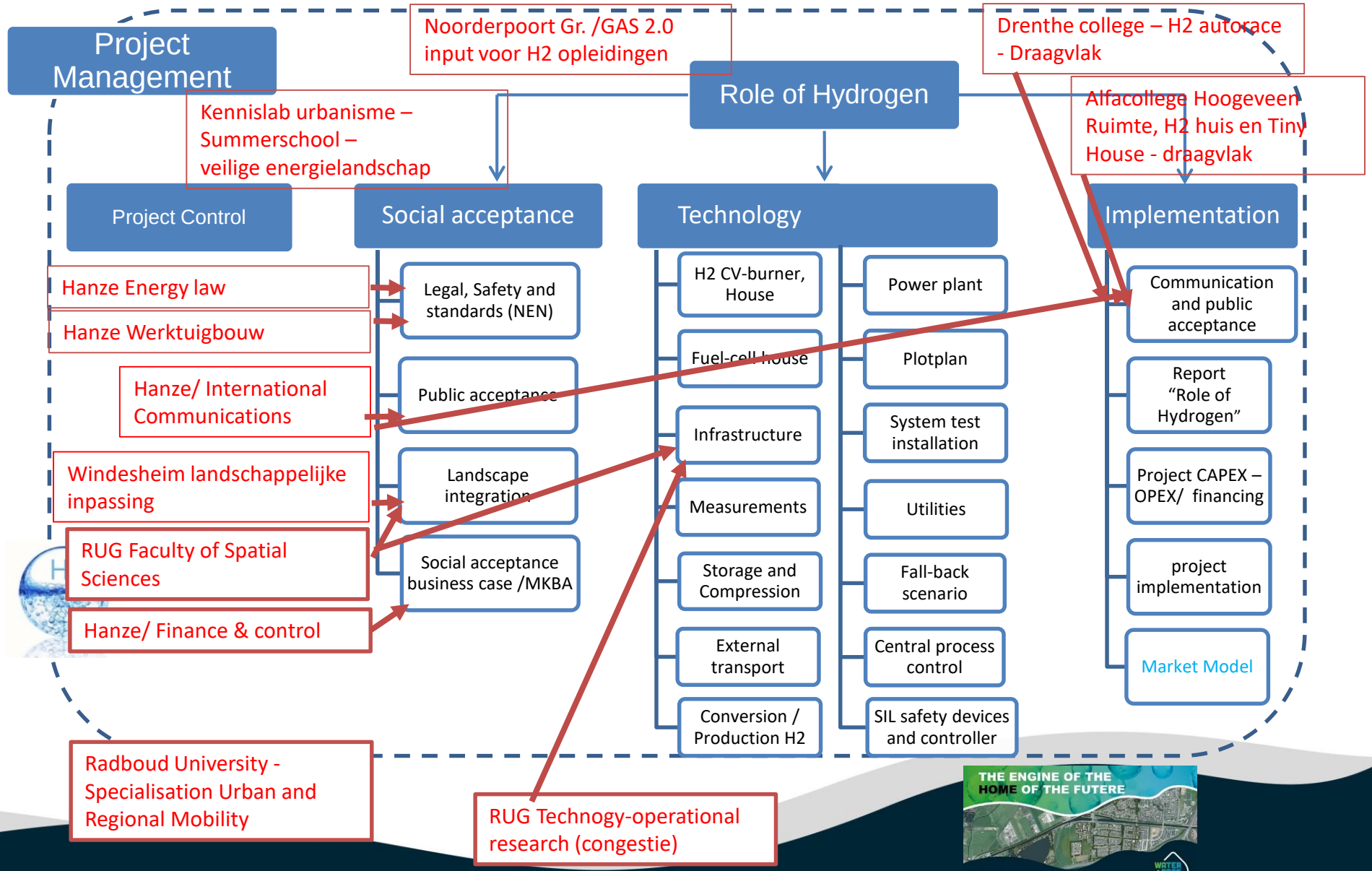
DRENTHECOLLEGE

Doelgroepen practoraat

- Welke doelgroepen willen wij ons richten?
- Studenten mbo
- Docenten
- Levenslang ontwikkelprogramma's LLO
- Collega scholen
- Samenwerking met HBO – WO vanuit Regio Campus en in Noordelijke / landelijke samenhang.
- Internationale samenwerken op EU niveau betreffende waterstof binnen o.a. Erasmus plus programma's zoals:
  - GreenSkills4H2
  - Education in Hydrogen Technologies Area (EH2TA) die toegekend zijn.
- Regionale masterclasses

D·C
DRENTHECOLLEGE

Waterstofwijk Hoogeveen werkpakketten en relatie met onderwijs



Waterstof incidenten zullen er zijn als we ze niet goed ontwerpen of gebruiken

Courtesy of Gangwon Fire HeadQuarter

Schade van waterstof opslag incident
Ganwong South Korea 23-5-2019

Hydrogen incidents

Electrolyzer

- Personnel did not fully understand the interrelation of electrolyzer membrane gas permeability, membrane degradation, and dynamic operating range

Hydrogen vehicle fueling station

- Assembly error of an end plug for the high-pressure hydrogen tank

Hydrogen transport

- Incorrect pressure relief devices installed during maintenance

Hydrogen tanker loading

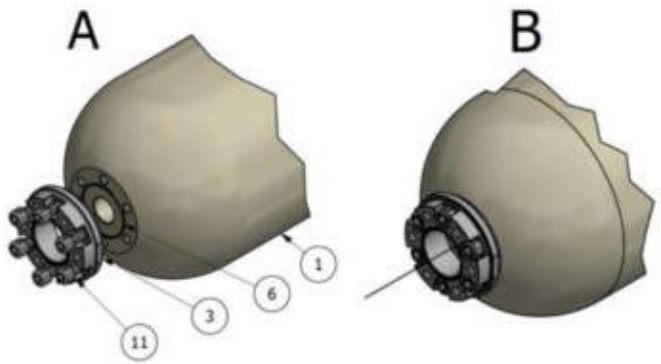
- Unauthorized repair and failure to follow procedures

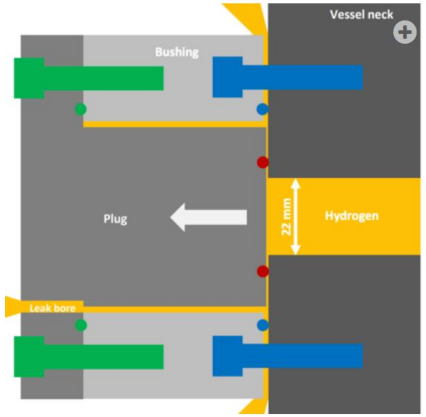
Hydrogen bus fueling station

- Incompatible pressure relief device installed

D·C
DRENTHECOLLEGE

Kjorbo Incident – (NOR) Waterstof tankstation





Niet goed geplaatste (Blauwe bout)

D·C
DRENTHECOLLEGE