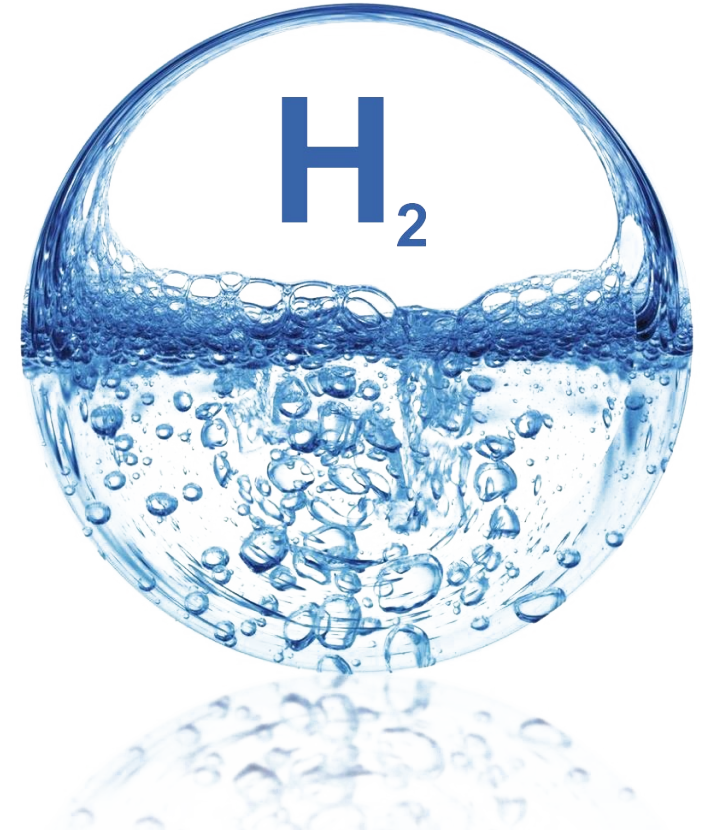


Hans Gelten (Saxion)

14 november 2023

Lectoraat Sustainable Energy Systems, Project HYGENESYS & H₂Hub Twente

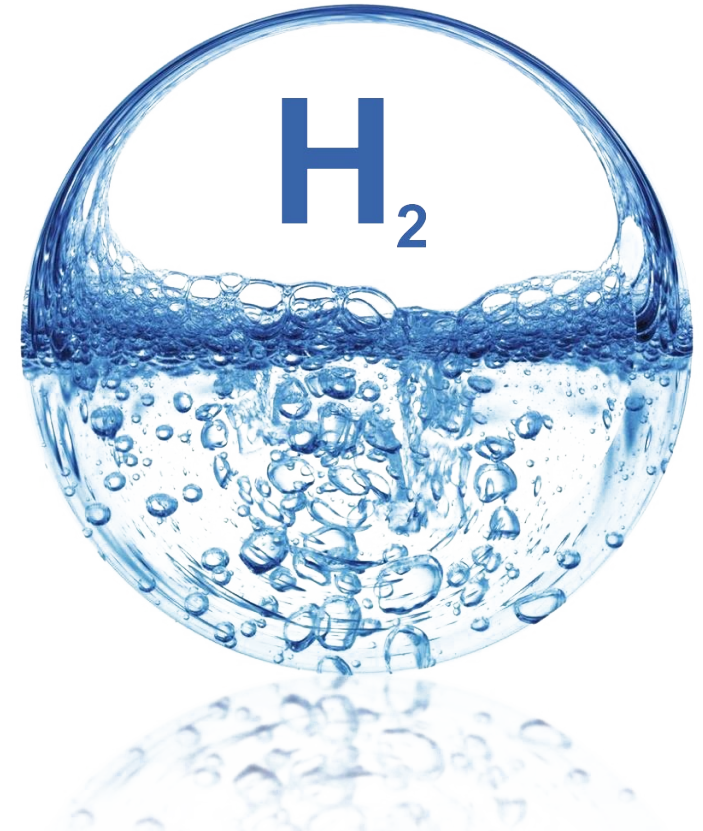
Learning Community rondom waterstof
ontwikkelingen



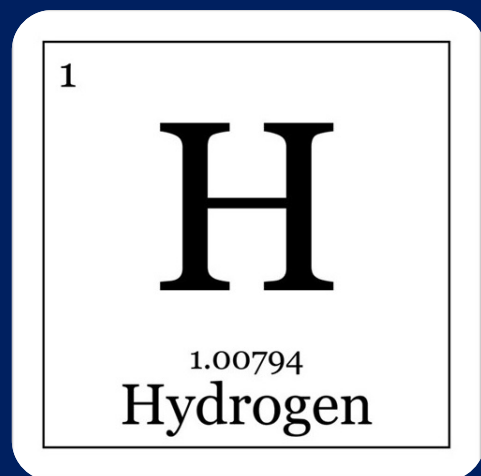
Programma

- 15.00 – 15.30 uur ontvangst
- 15.30 – 16.10 uur presentatie rondom Learning Community en project HYGENESYS
- 16.10 – 16.15 uur presentatie Henri Ossevoort (senior adviseur energie en milieu)
- 16.15 – 17.00 uur rondleiding bij H₂Hub Twente
- 17.00 – 17.30 uur afsluiting + napraten

Waterstof & potentiële toepassingen



Waterstof?



- Lichtste element
- Atomen vormen paren in een molecuul (H_2)
- Meest voorkomende element in universum
- (~75% van de massa van het universum)
- Giganisch aantal waterstofatomen aanwezig op aarde, maar bijna niet in de vorm van waterstofgas
- Produceert geen CO_2 als dit geoxideerd (verbrand) wordt (omdat er geen C atoom aanwezig is)

Heel interessant om CO_2 uitstoot terug te dringen!

Waterstof heeft 2 belangrijke rollen

Chemische rol: bouwsteen chemische industrie / processen (H₂ als feedstock)

Voorbeeld 1: Staal productie

Auxillaire reductie agent in blast furnace

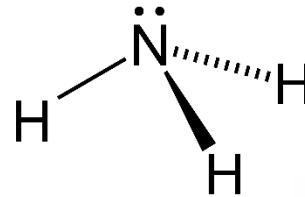


Directe reductie in DRI proces

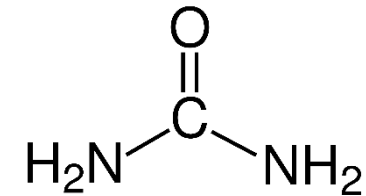
HYBRIT
▶▶ FOSSIL-FREE STEEL

Voorbeeld 2: Kunstmest productie

ammoniak

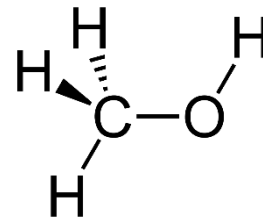


urea



Voorbeeld 3: Methanol productie

- Oplosmiddel
- Farmacie
- Plastic productie
- ...



Bronnen:

- <https://bellona.org/news/climate-change/2021-03-hydrogen-in-steel-production-what-is-happening-in-europe-part-one>
- <https://www.bbc.com/news/uk-wales-south-west-wales-36197240>
- <https://medium.com/silent-power-projects-ltd/10-incredible-uses-of-methanol-401af966538f>

Waterstof heeft 2 belangrijke rollen

Energie rol: molecuul zonder CO₂ emissies bij oxidatie (H₂ as energiedrager)

Energietransport & opslag op grote schaal

Waterstof backbone
NL in 2030



Transport / mobiliteit



Bronnen:

- <https://www.gasunie.nl/en/projects/hydrogen-network-netherlands>
- <https://www.carexpert.com.au/car-news/hyundai-hydrogen-fuel-cell-trucks-in-rhd-for-australia-as-soon-as-2025>
- <https://gunn-jcb.com/jcb-leads-the-way-with-first-hydrogen-fuelled-excavator/>

Waterstof heeft 2 belangrijke rollen

Energie rol: molecuul zonder CO₂ emissies bij oxidatie (H₂ as energiedrager)

Gebouwverwarming



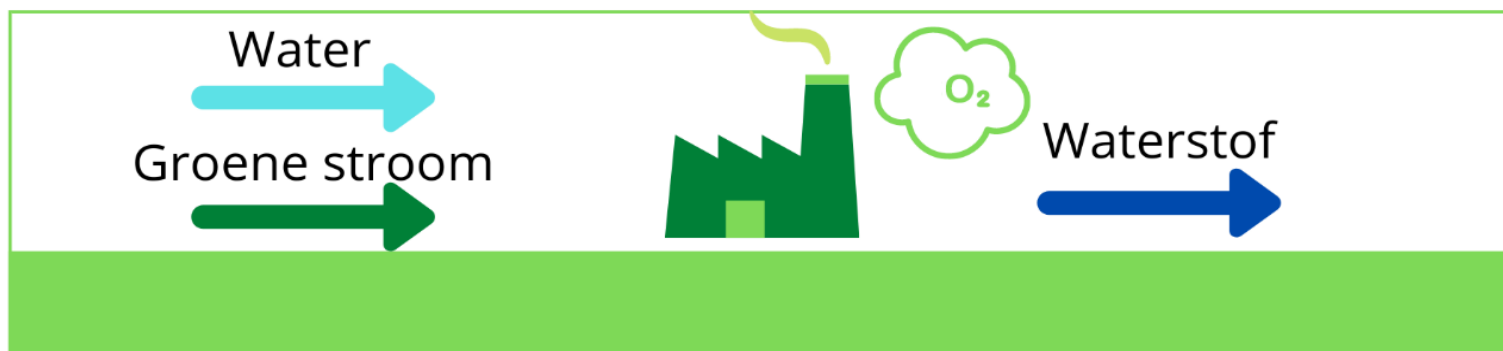
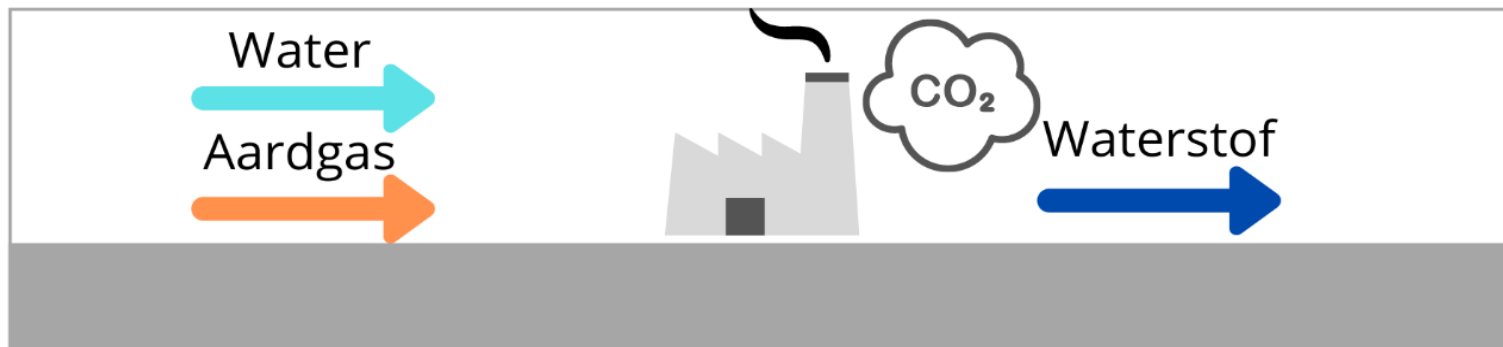
Hoge temperatuur industriële verwarming (>800°C)



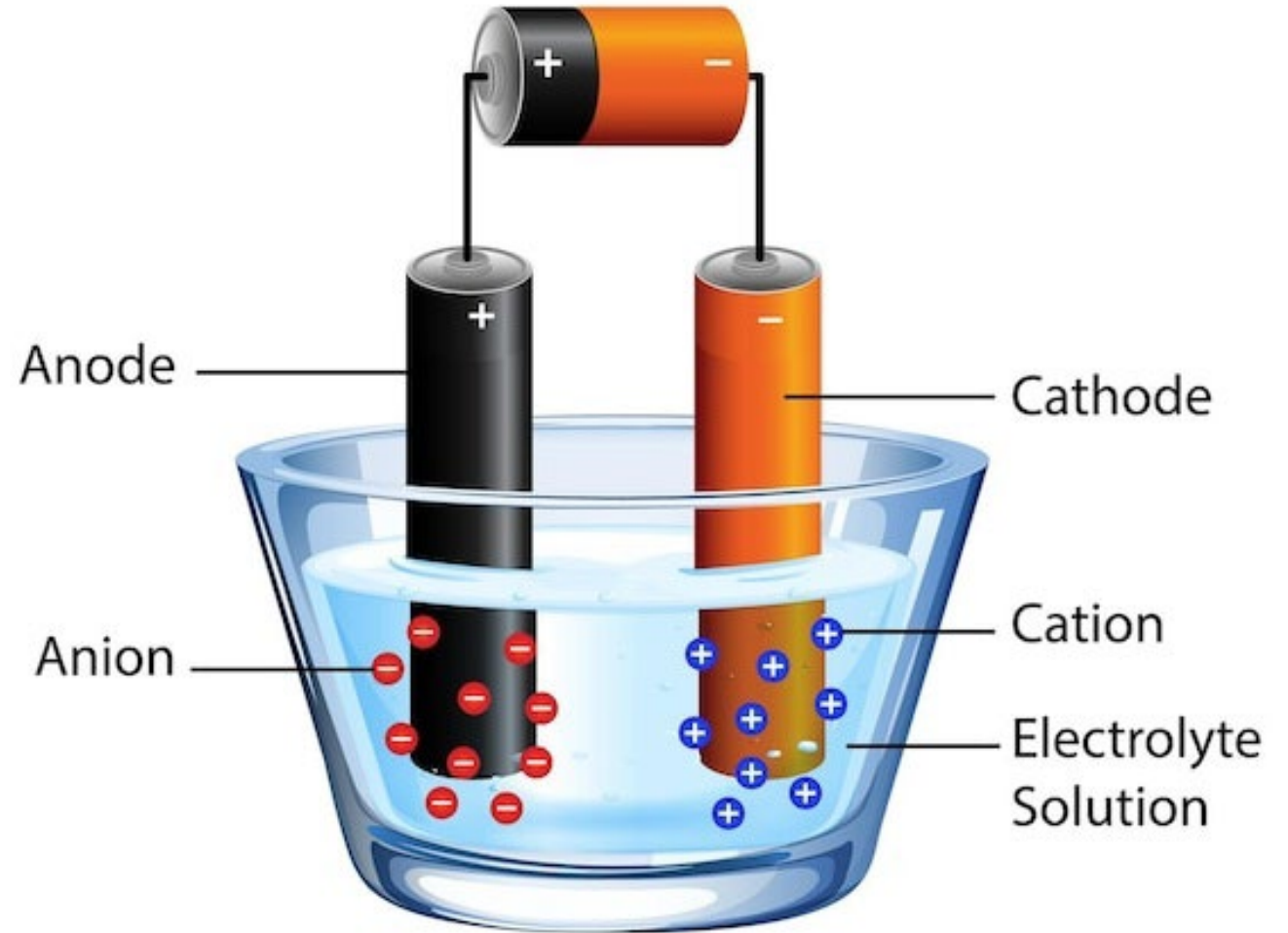
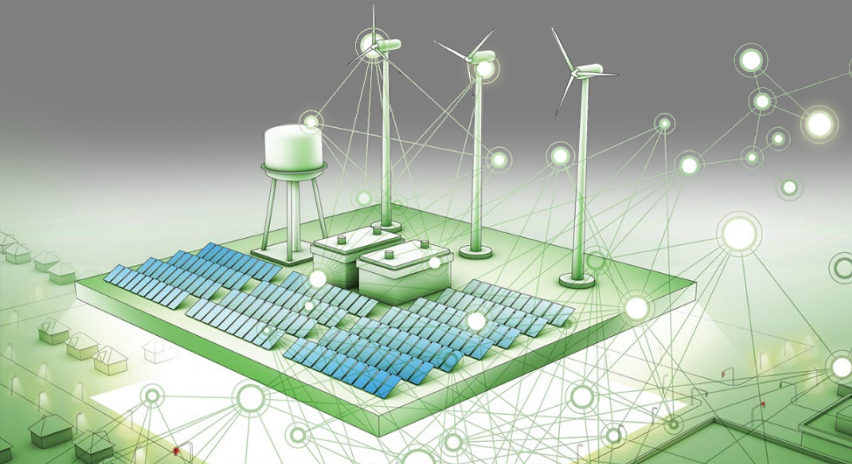
Bronnen:

- <https://www.waterstofmagazine.nl/achtergronden/12-interviews/1845-nederland-wereldprimeur-met-100-waterstof-in-woonhuizen-in-lochem>
- <https://www.ft.com/content/46b44bed-5920-4829-b0eb-2918d3a63ab4>
- <https://fuelcellsworks.com/news/h2-green-steel-to-build-large-scale-fossil-free-steel-plant-in-northern-sweden/>
- <https://www.heliosquartz.com/prodotti/quartz-glass-and-producing-method-technologies/?lang=en>

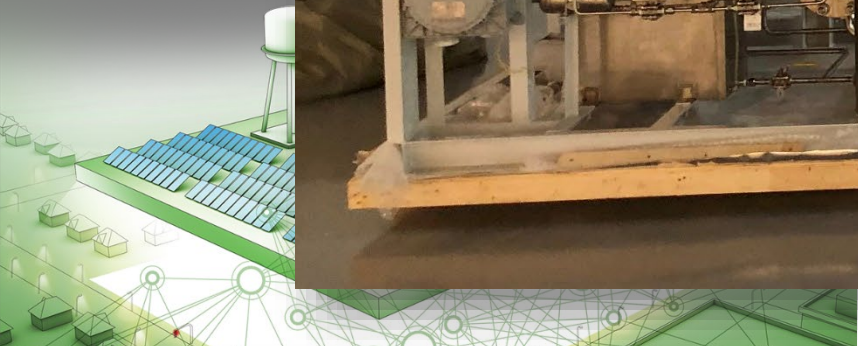
Waterstof-productie



Groene waterstof



Groene waterstof



Waterstofladder



ESSENTIEEL

Dit zijn de meest prioritaire toepassingen van waterstof, waar op termijn geen duurzame alternatieven voor zijn.

Toepassing

- 1 Grondstof productie kunstmest
- 2 Zeer hoge temperatuur industriële proceswarmte

Mogelijke alternatieven

- 1 Geen alternatief
- 2 Geen reële grootschalige alternatieven



BELANGRIJK

De alternatieven, die op termijn beschikbaar komen, zijn in de meeste gevallen niet meer geschikt dan waterstof.

Toepassing

- 1 Grondstof in plastic- en staalindustrie ter vervanging van fossiele grondstof
- 2 Balansfunctie energie-infrastructuur (bufferfunctie)
- 3 Intercontinentaal vliegen en varen

Mogelijke alternatieven

- 1 Recycling
- 2 Batterijopslag; Netverzwaringen; Afschakelen hernieuwbare productie
- 3 Geen grootschalige alternatieven



MOGELIJK

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.

Toepassing

- 1 Niches gebouwde omgeving
- 2 Binnenvaart
- 3 Continentaal vliegen

Mogelijke alternatieven

- 1 Elektrisch verwarmen, warmtenetten
- 2 Elektrische scheepvaart
- 3 Elektrisch vliegen, trein



BEPERKT

De alternatieven die op termijn beschikbaar komen, zijn in de meeste gevallen meer geschikt dan waterstof.

Toepassing

- 1 Hoge temperatuur industriële proceswarmte
- 2 Internationaal wegvervoer

Mogelijke alternatieven

- 1 Hoge temperatuur warmtepompen
- 2 Elektrisch vervoer



GERING

Voor deze toepassingen bestaan al geschikte duurzame alternatieven.

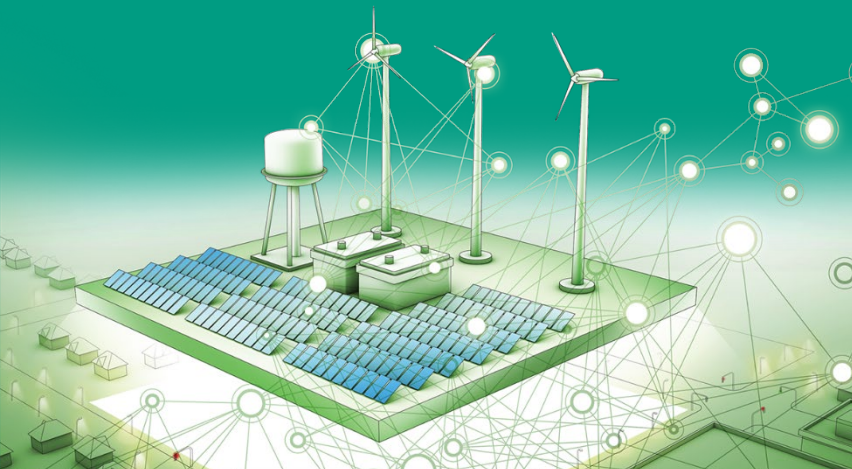
Toepassing

- 1 Lage temperatuur industriële proceswarmte
- 2 Verwarmen, douchen, koken
- 3 Regionaal en nationaal wegvervoer
- 4 Treinen, regionale bussen, personenvervoer

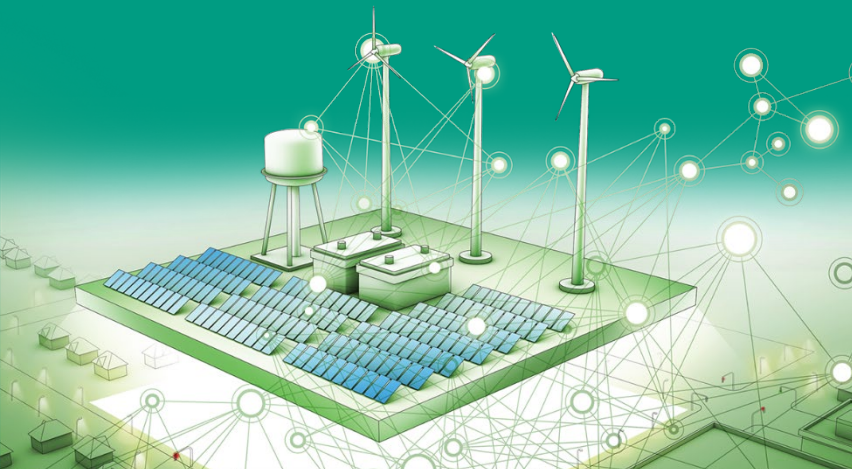
Mogelijke alternatieven

- 1 Elektrisch verwarmen
- 2 Elektrisch verwarmen
- 3 Elektrisch vervoer
- 4 Elektrisch vervoer

Energiesysteem van de toekomst



Energiesysteem van de toekomst



Uitdaging in tijd

- (Veel) meer wind en zonneenergie
- Minder grip op tijd en hoeveelheid van opwek
- Meer behoefte aan energiebuffering om vraag en opwek te ontkoppelen (dag-nacht cyclus, seizoenscyclus)



Uitdaging in plaats

- (Veel) meer wind-op-land en zonneenergie
- Sterke opkomst van decentrale opwek naast centrale energievoorziening (wind-op-zee, kernenergie, waterstof import)
- Daarnaast sterk netcongestie
- Opkomst van lokale energiehubs/grids met beperkte koppeling naar centrale net



Waterstofnetwerk

2030

Waterstof: middel om grote hoeveelheden energie te transporteren tussen landen en tussen grote energieafnemers



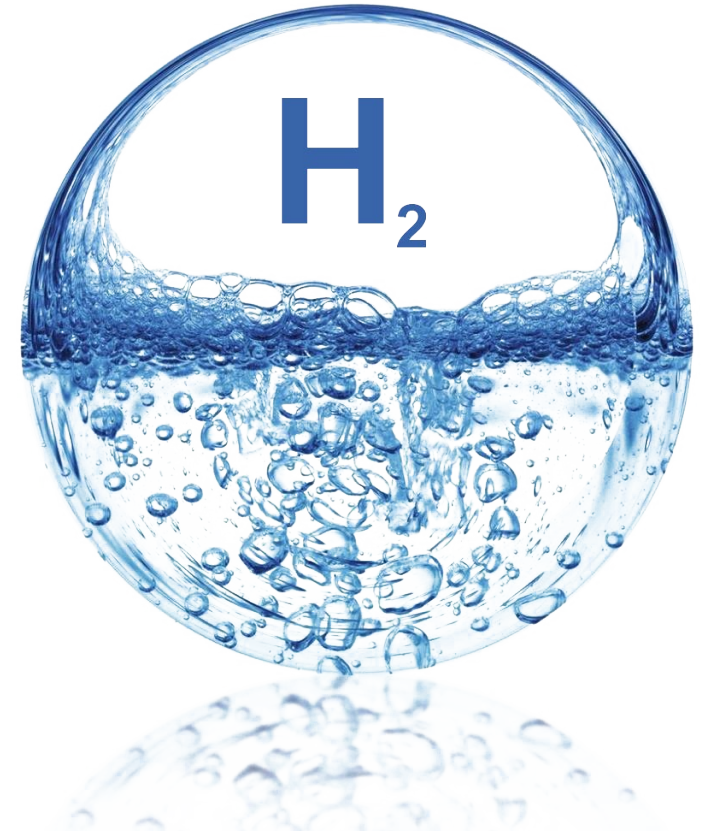
Energiesysteem
van de toekomst

Koning Willem-Alexander start aanleg landelijk waterstofnetwerk

27 oktober 2023



Onderzoek waterstof bij Saxion en HAN





Sustainable Energy Systems



Richard

Systeemintegratie en smart energy



Simon

Bio-energie en opwerking

Duurzame warmte voor de gebouwde omgeving

Waterstof- onderzoek op Saxion

Waterstoftechnologie en applicaties



Benno

Introductie Balanced Energy Systems lectoraat

Balanced Energy Systems

HAN UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES



Introductie Balanced Energy Systems lectoraat



**Stationaire
Decentrale Waterstof
Toepassingen**

Carolien

Balanced Energy Systems

HAN_UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

**Waterstoftechnologie
en mobiele applicaties**



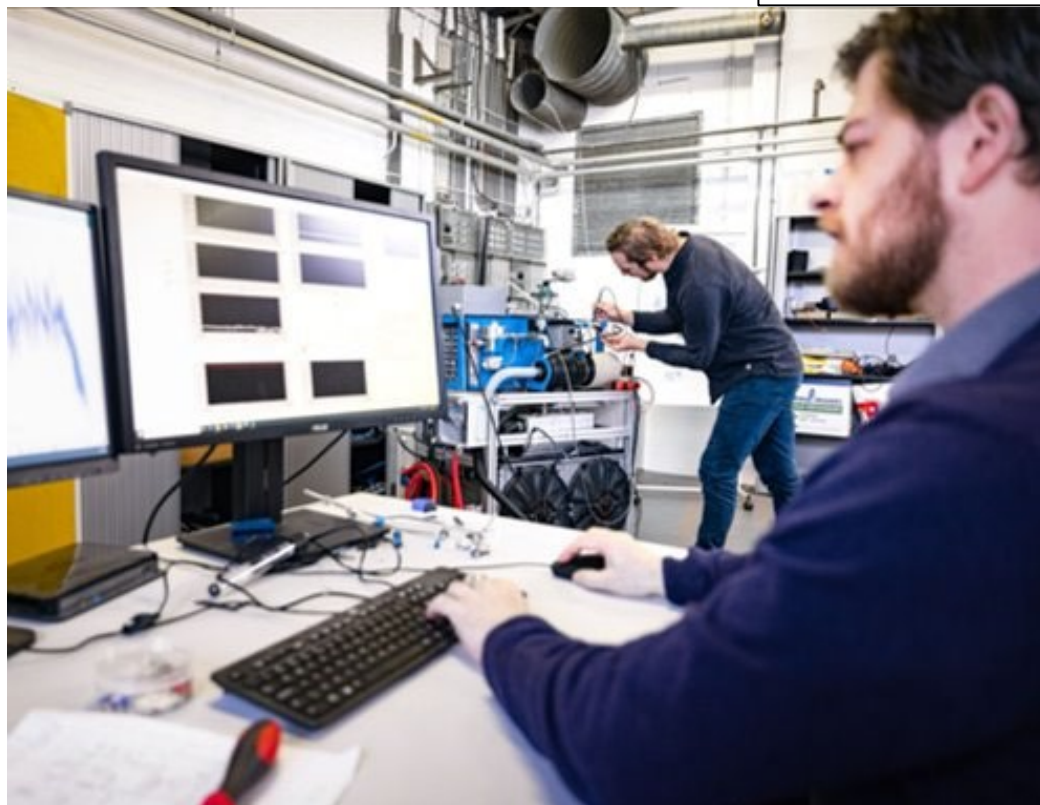
Bram

DECENTRALE WATERSTOF SPRONG

- Gecombineerde onderzoeksagenda en H₂ roadmap
- Duidelijke verdeling van focusgebieden:
 - Saxion: Waterstof in industrie
 - HAN: Waterstof in mobiliteit en energiesysteem
- Betere samenwerking tussen docent/onderzoekers
- Gedeeld H₂ netwerk en gezamenlijke evenementen
- Eén “gezicht” naar de buitenwereld op H₂ gebied
- DE plek voor H₂ kennis en onderwijs in Oost NL
- Onderdeel van een groter eco-systeem

Waterstof fieldlabs Almelo en Arnhem

H2LC (Arnhem)



Waterstof fieldlabs Almelo en Arhem

H₂Hub Twente (Almelo)



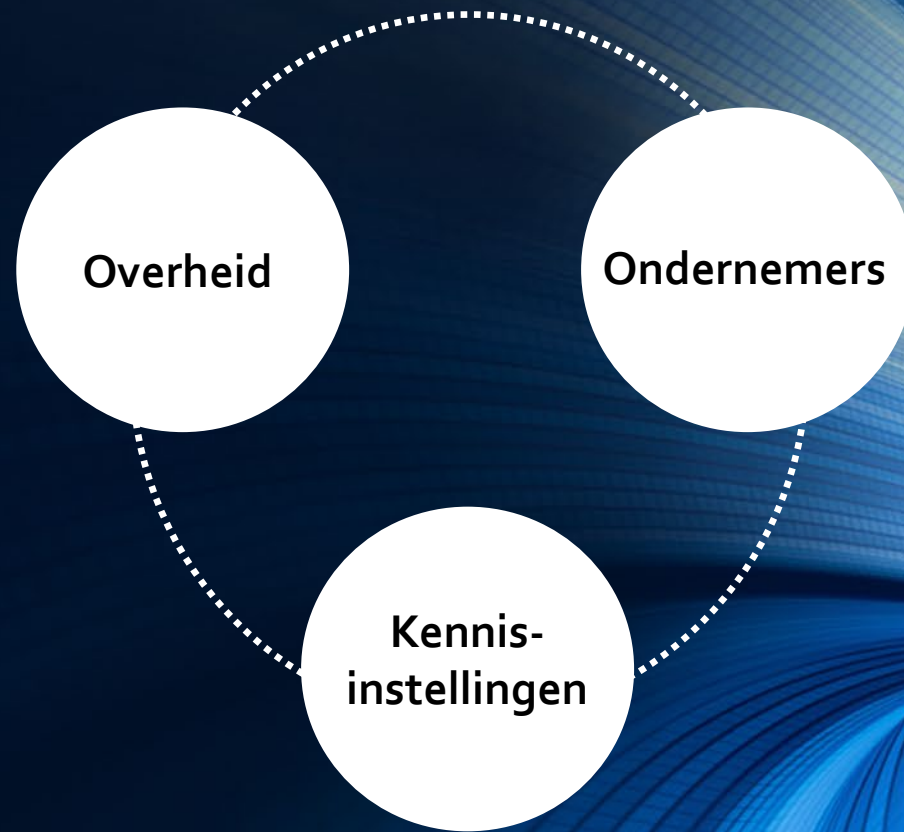
Project HYGENESYS





Focus op

- H₂ productie
- H₂ opslag
- H₂ applicaties



- 1 MW PV panelen
- H₂ R&D activiteiten toegestaan
- Ruimte voor grotere opstellingen

HYGENESYS: HYdrogen GENERation SYStem for decentral applications

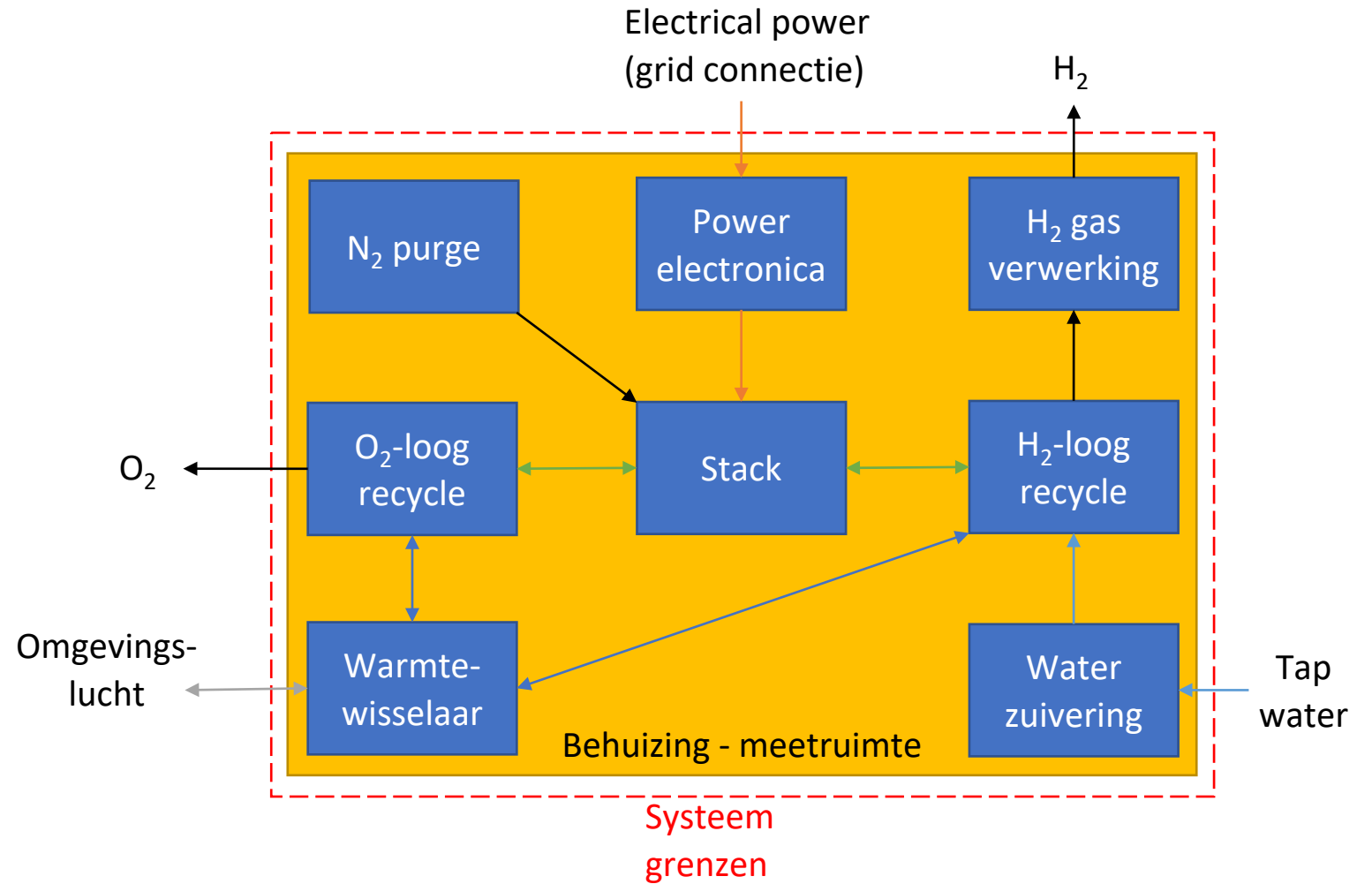
- Complex technisch ontwerp en bouwproject
- Samenwerking tussen H₂Hub Twente en Saxion
- Triple-helix consortium:



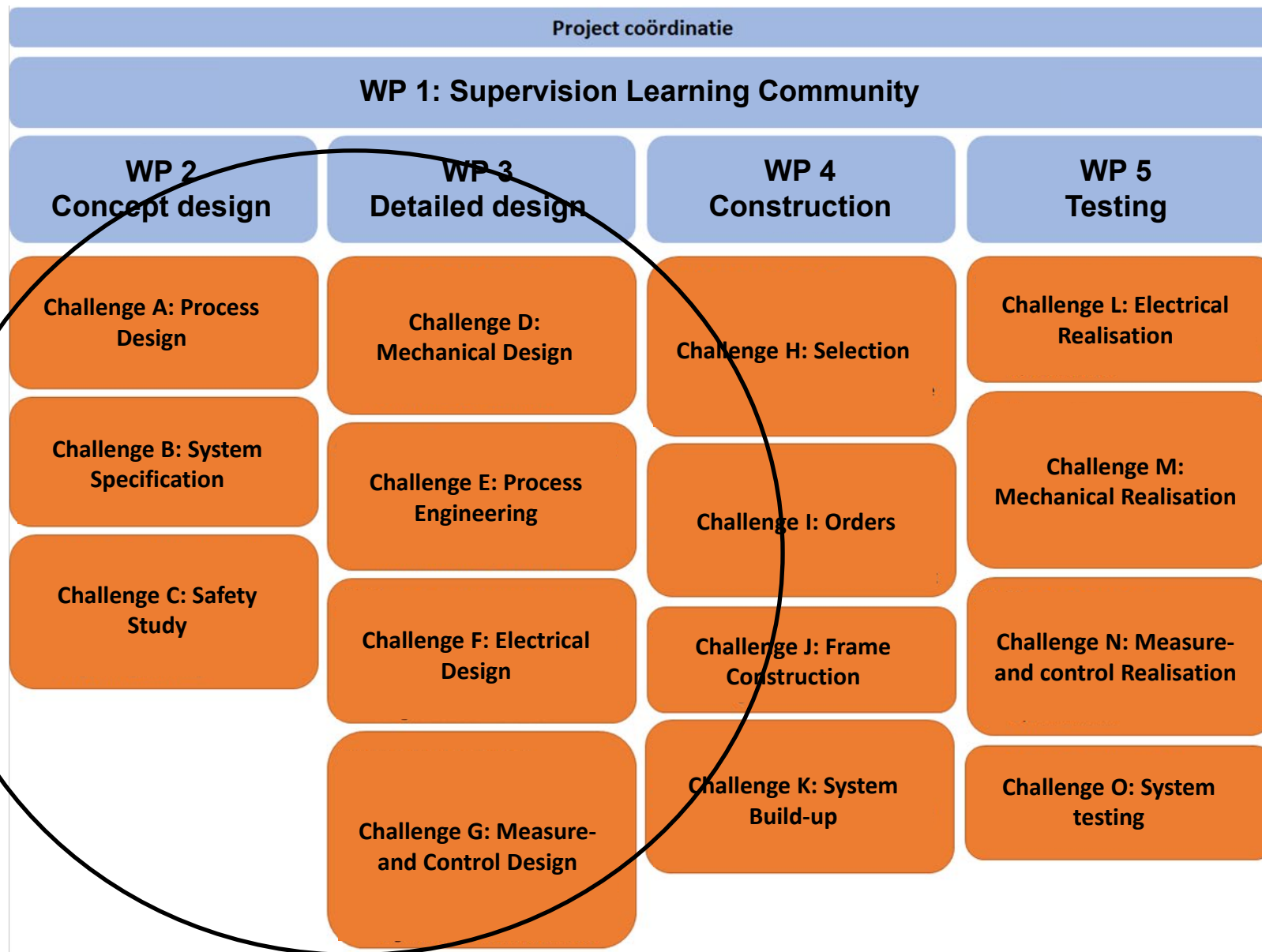
H₂Hub Twente, Almelo, The Netherlands

- Diverse (regionale) bedrijven zowel generalisten als specialisten
- Kennisinstellingen op verschillende niveaus (WO, HBO, MBO)
- Studenten van meerdere studies in het technische domein

Stysteem H₂ electrolyzer



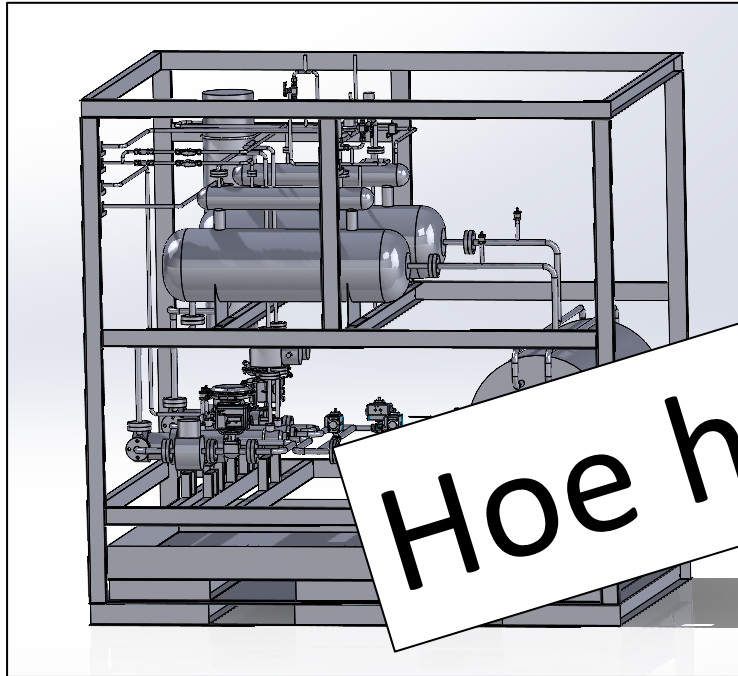
WP's en challenges



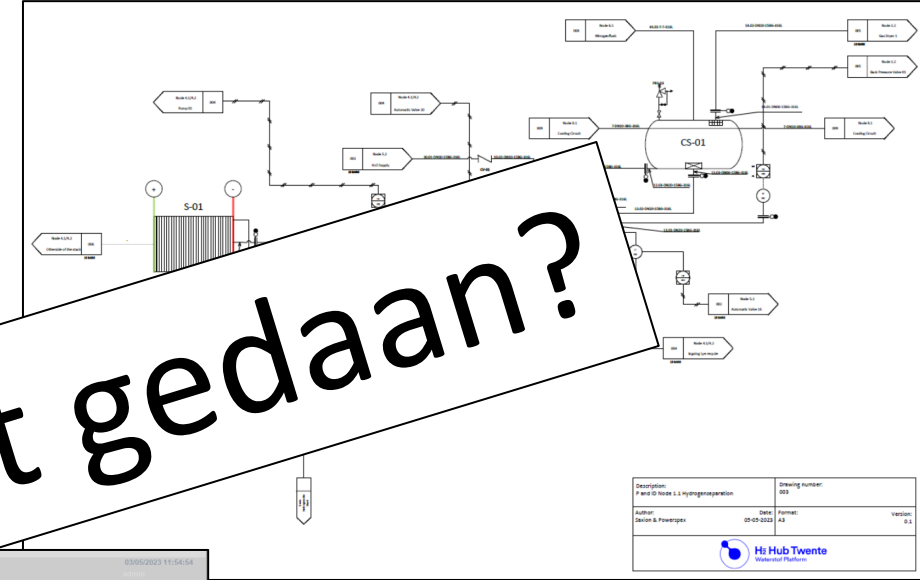
Uitdagingen worden gecoördineerd door bedrijven en uitgevoerd door junior ingenieurs en studenten (MBO, HBO en WO)

Resultaten van het 1e jaar van het project

Er waren 26 studenten bij betrokken, voornamelijk voor stage of afstuderen

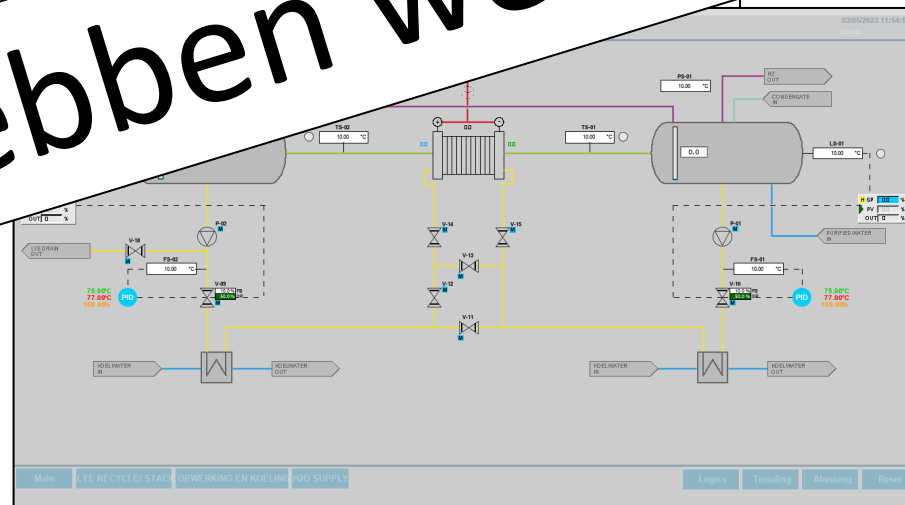


3D ontwerp: Opstelling in frame, zij-aanzicht



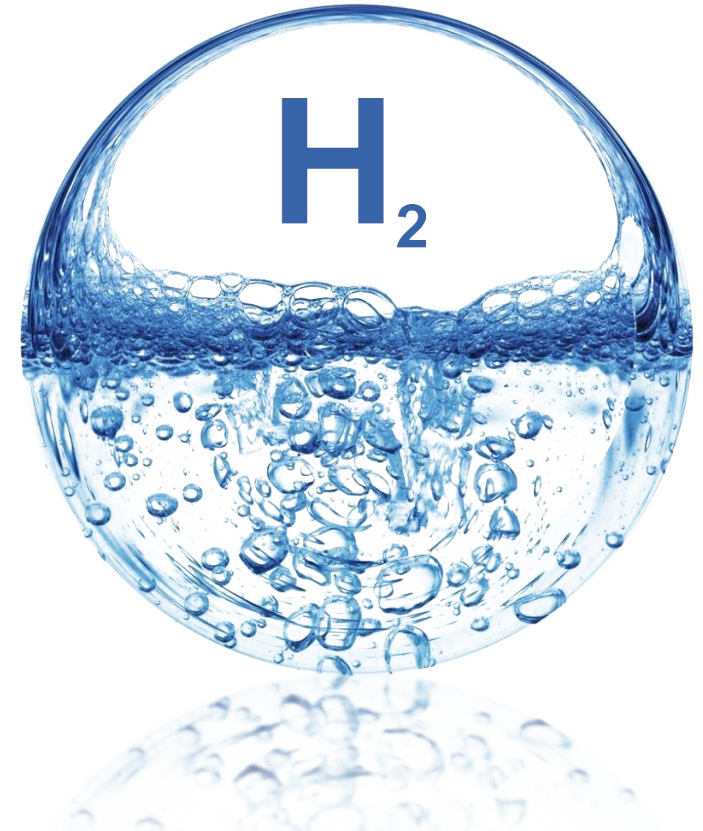
P&ID stack en waterstofscheiding

Hoe hebben we dit gedaan?

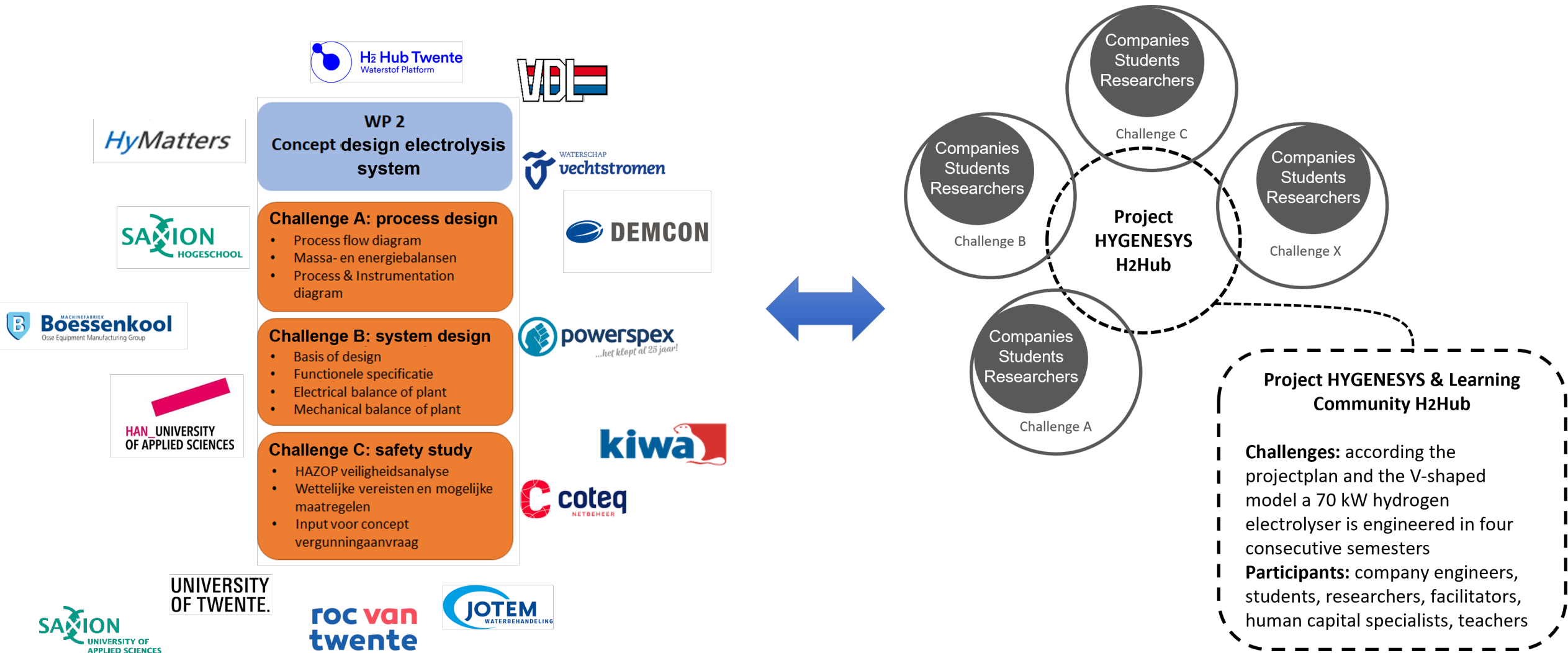


HMI scherm voor stack en loog recycle

Opzetten Learning Community & impact



HYGENESYS & Challenge-based Learning Community



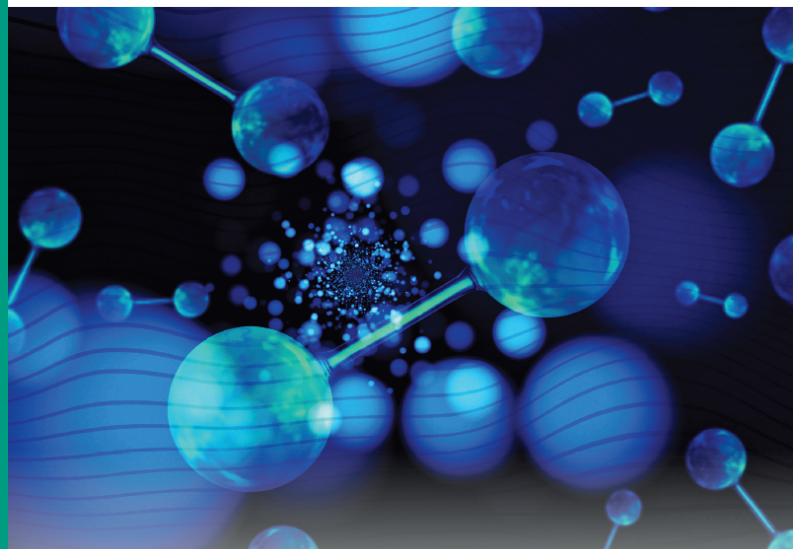


**Samen werken
Samen leren
Samen innoveren**

*In wekelijkse sessies,
in de periodieke vergaderingen,
en alles daartussenin.*

HYGENESYS project

Impact interview



Challenge Based Learning Community geeft vaart aan innovatief waterstofproject HYGENESYS

Parallel onderzoeksdoel: Challenge Based Learning Community

Wat dit project extra bijzonder maakt, is een parallel onderzoeksdoel: met elkaar leren samenwerken vanuit een Challenge Based Learning Community. Hans Gelten is vanuit Saxion Hogeschool betrokken als projectleider HYGENESYS. Samen met Annelies Boerman is hij penvoerder van het project. Zowel Hans als Annelies werkt als docent/onderzoeker binnen het lectoraat Sustainable Energy Systems van Saxion Hogeschool. Hans: "Onze Challenge Based Learning Community is een leer- en innovatiemethodiek waarbinnen onderzoekers, studenten en bedrijfsmedewerkers gelijkwaardig samenwerken aan (deel)vraagstukken in relatie tot het project HYGENESYS. Hierbij leren we van elkaar voortbouwend tot

onderzoekslinje verder te ontwikkelen. Hij was oorspronkelijk als Senior Engineer vanuit het bedrijf Demcon aangehaakt binnen dit project: "Deze Learning Community is anders samenwerken zoals we dat normaal gesproken doen. Naast dat we in een multidisciplinaire groep naar een eindoplossing toewerken, komt er met de Learning Community ook een nieuwe focus overheen: hoe leren we van elkaar in dit project? Dat gaat veel verder dan met elkaar bijeenkomen, een plannetje schrijven en aan de slag gaan. Die focus van hoe dit leerproces in elkaar steekt, en daar gaandeweg verdieping aan geven, maakt onze Challenge Based Learning Community toch wel anders."

- Erkenning dat iedereen waardevol is
- Gezamenlijk zoeken naar manieren om vooruit te komen
- Proces waar je elkaar ondersteunt, bevraagt en helpt

TECH
YOUR
FUTURE

Centre of Expertise TechniekOnderwijs

Filmpje over de impact van de Learning Community

- https://youtu.be/kfmyutnaOhU?si=OcU2L5klC_tYTboD
- <https://youtu.be/L8G9jO9oAh8?si=BXE3WT2eH3jLyHx2>

Conclusies



Conclusies

- Een multidisciplinair en relevant project voor bedrijven zorgt voor intrinsieke motivatie voor alle stakeholders.
- Creëer een gelijkwaardige samenwerking, dit is de beste voorwaarde voor open samenwerking.
- Creëer goede kennisoverdrachtsmomenten omdat deelnemers aan de LC geleidelijk veranderen.
- Fysieke contactmomenten om met elkaar samen te werken.

Further reading and information

- Praktijkpublicatie TechYourFuture, 2023
- Artikel voor CDIO 2023 (J.A.P. Gelten *et al*, 2023)
- HYGENESYS promotion video (<https://youtu.be/kfmyutnaOhU>)
- Impactinterviews Learning Community (TechYourFuture, 2023)

A CHALLENGE BASED LEARNING COMMUNITY FOR HYDROGEN DEVELOPMENT AND APPLICATION

J.A.P. (Hans) Gelten, B.J. (Benno) Aalderink, R.P. (Richard) van Leeuwen

Department of Sustainable Energy Systems, Saxion University of Applied Sciences, M. H. Tromplaan 28, 7513 AB Enschede, The Netherlands

M.M.A. (Mirte) Disberg-van Geloven, S. (Stephan) Corporaal

Department of Human Capital, Saxion University of Applied Sciences, M. H. Tromplaan 28, 7513 AB Enschede, The Netherlands

Y. (Yashar) Hajimolana

Department of Thermal and Fluid Engineering, Faculty of Engineering Technology, University of Twente, Drienerloaan 5, 7500 AE Enschede, The Netherlands

ABSTRACT

The University of Twente, Saxion University of Applied Sciences, ROC of Twente (vocational education), centre of expertise TechYourFuture and the H₂Hub Twente, in which various regional hydrogen interested corporations are involved, work together to shape a learning community (LC) for the development of innovative hydrogen technology. The cooperation between company employees, researchers and students provides a means to jointly work on solutions for real-life problems within the energy transition. This involves a cross-chain collaboration of technical programs, professorships and (field) experts, supported by human capital specialists. In the LC, a decentralized hydrogen production unit with storage of green hydrogen is designed and built. The main question for this research is: how can the design and construction process of an alkaline electrolyzer be arranged in a challenge based LC in which students, company employees (specialists) and researchers can learn, innovate, build-up knowledge and benefit?

LC is developed and implemented in collaboration with companies different levels. The concrete steps are described below:

Human Resource and Development (HRD) specialists and engineers are important factors for a LC. The results of this session will be presented for the LC by the human capital specialists.

According to the agreements of the blueprint. The blueprint is based on the periodic reflections and observed points for improvement.

After a periodic reflection review the proceeding of the LC in this engineering

Challenge Based Learning Community accelerates innovative hydrogen project HYGENESYS

Final research goal: Challenge Based Learning Community

What makes this project extra special is a parallel research goal: learning to work together from a Challenge Based Learning Community. Hans Gelten is involved as project leader from Saxion University of Applied Sciences.

HYGENESYS, together with scientist Benno Aalderink, is the coordinator of the project. Both Hans and Benno work as lecturers/researchers in the Sustainable Energy Systems research group at Saxion University of Applied Sciences. Hans: Our Challenge Based Learning Community is a learning and innovation network in which researchers, students and company employees work together equally on (sub)issues in relation to the HYGENESYS project. While this, they constantly inspire each other to concrete innovation. Hans Gelten is embedded at TechYourFuture and facilitates the Learning Community. To come to a solution, you first recognize that you need each other. Both companies and knowledge institutions as well as students. Then you make an inventory of the possible routes to a solution. A permanent learning process in which you support, question and help each other move forward.

Challenge Based Learning Community equal and inspiring innovation

Hans: TechYourFuture expects to use the Challenge Based Learning Community, a new collaboration model within HYGENESYS. We first investigated this methodology for suitability and are now applying it to the technological development within HYGENESYS. Benno Aalderink is Associate Professor at Saxion University of Applied Sciences. He has recently started working from Sustainable Energy Systems research group with the aim of

Further develop the line of research. He was originally a Senior Engineer from the average Saxion during this project. This Learning Community is different from working together as we normally do. In addition to working towards a final solution in a multidisciplinary group, the Learning Community also brings a new focus: how do we team from each other in this project? This goes much further than getting together, writing a plan and get started. The focus of how this learning process works, and gradually developing it, makes our Challenge Based Learning Community different.

The University of Twente, Saxion University of Applied Sciences, ROC van Twente and the H₂Hub Twente - in which various regional companies interested in hydrogen are involved - work together to shape a learning community for the development of innovative hydrogen technology. This will take concrete steps in preparing staff, students and teachers for the energy transition. This is done in a cross-chain collaboration of technical programs, professorships and (field) experts, and is supported by human capital specialists. The RAAK SME project HYGENESYS and the TechYourFuture project towards Challenge Based Learning Communities reinforce each other in this context.