

PUT ENERGY IN (Y)OUR FUTURE





Inhoudsopgave

3 Voorwoord

Individual Assignments

4 Achter de schermen bij de Entrance Award

Learning Community Urban Energy

- 5 Hortus Botanicus Haren: Transition to Decentralised Energy Production and Storage Location
- 6 Samenwerken aan duurzaamheid begint met écht contact
- 7 Van 1895 tot 2030, Drennoord en Waterstof
- 8 Hortus Haren en het Voormalig zoölogisch laboratorium
- 9 Sustainability Transition at Hortus Haren: *A Journey of Nature-Inspired Innovation*
- 10 Een standaardmodel voor de biomeiler *Stappen naar een duurzame toekomst*
- 11 Designing a Guideline for Setting Up a Hydrogen Laboratory at Greenwise Campus in Emmen: Focusing on Stakeholders' Requirements
- 12 Duurzaam stukje China in Haren
- 13 Participatie en uitdaagrecht in de praktijk: een kijkje in het hoofd van de gemeenteambtenaar

Professorship Wind

- 14 Sustainable Wind Energy. Optimising Braun Antaris Wind Turbine at Entrance
- 15 Innovative Vibration Monitoring for Small Wind Turbines: Damage Detection
- 16 Truth, Trust, and Turbulence *Disinformation about wind turbines and how to address it*

Learning Community REMO-lab

- 17 Producing Hydrogen While Reclaiming Clean Water from Black Water Through Electrocoagulation
- 18 The Power of Learning Communities: Overcoming Challenges in Collaboration
- 19 Ammonia electrolyser plate topologies and its effects
- 20 Smarter Sensors, Cleaner Systems: Optimising Ammonia Electrolysis at the REMO-lab
- 21 CFD: Contribute for Future Decades!

Learning Community Ameland

- 22 Zonne-energie bufferen: in stroom of in warmwater?
- 23 Wanneer data vaag wordt: AI-gedreven besluitvorming voor complexe energieprojecten

Learning Community Waterstof

- 24 Het verborgen prijskaartje van slijtage Zoektocht naar het ideale vervangmoment van een elektrolyser-stack
- 25 Van zichtbare damp naar een slimme oplossing: werken aan een schoner waterstofuitlaatsysteem
- 26 Hydrogen power, delivered to location on a bite-size scale

Lectoraat Economische vraagstukken in de energietransitie

- 27 Groene waterstof met waarde: hoe maatschappelijke keuzes de energietransitie sturen

Voorwoord

Beste lezer,

We hebben studenten gevraagd hun unieke leerervaring bij Entrance – Centre of Expertise Energy van de van de Hanze UAS, in de vorm van een toegankelijke blog, met u te delen. Voor u ligt de bundeling van deze blogs, waarin de studenten u een kijkje geven in hun (afstudeer) onderzoek én hun leerervaring bij Entrance.

De uniciteit van de leerervaring bij Entrance ligt in de multidisciplinaire benadering van onderzoek. Entrance biedt studenten een rijke, inspirerende leer- en onderzoeksomgeving, waarin grote maatschappelijke vragen en opdrachten op het thema energietransitie, altijd vanuit verschillende perspectieven worden benaderd. De student studeert af in het eigen vakgebied, maar niet zonder de onderzoeksvraag ook vanuit het perspectief van studenten, onderzoekers en werkveldvertegenwoordigers uit andere domeinen te hebben bekeken.

In de onderzoeksomgeving die Entrance biedt, leren studenten niet alleen toegepast onderzoek te doen, maar ontwikkelen ze ook competenties die nodig zijn om in complexe, multidisciplinaire contexten vorm te kunnen geven aan het versnellen van de energietransitie.

De studenten nemen u mee in hun leerproces en de resultaten daarvan en vertellen over de uitdagingen die ze zijn tegengekomen. U krijgt een beeld van de diversiteit aan opdrachten én opleidingen en van de complexiteit van het vraagstuk energietransitie. Een vraagstuk waarin een enorme maatschappelijke opdracht voor ons allen ligt. Een vraagstuk dat vraagt om professionals die – vanuit politieke, economische, sociale, technologische, ecologische en juridische opleidingsachtergronden – elkaar leren verstaan en die leren begrijpen dat ze elkaar nodig hebben om (sneller) duurzame antwoorden te vinden op de complexe vragen waar we met elkaar voor staan.

We zijn als lerende kennissamenleving Entrance, erg trots op alle studenten die dit jaar met hun opdracht/onderzoek hebben bijgedragen aan de doelstelling van Entrance om de energietransitie te helpen versnellen en ik dank hen dan ook namens alle collega's, heel hartelijk voor hun inzet.

Ik wens u veel leesplezier.

Anke de Poorte
Programma manager Leren & Innoveren in de
Energietransitie, Entrance – Centre of Expertise
Energy

PUT ENERGY IN (Y)OUR FUTURE

Individual Assignments

Achter de schermen bij de Entrance Award

Het is best bijzonder om als student ineens een mailbox vol innovatieve ideeën te mogen beoordelen. Samen met Ramon, masterstudent Internationale Communicatie, mocht ik de eerste selectie maken voor de Entrance Award. We kregen twintig aanmeldingen binnen, van technische startups tot sociale initiatieven. Elk bedrijf had zijn eigen verhaal, ambitie en oplossing. Onze uitdaging: wie maakt nu écht het verschil?

Hoe gingen we te werk?

We begonnen met het verzamelen van alle nominaties die binnenkwamen via de mail. In het beging waren dit er maar een paar, maar dichterbij de deadline stroomde de nominaties binnen. Als een nominatie binnen kwam wilde we graag contact met degene die genomineerd was, dat is vaak niet degene die de nominatie plaatste. Dit was lastig want niet iedereen reageerde direct, soms moesten we even doorzetten om contact te leggen. Dat leverde vaak informatieve gesprekken op, waarin we merkten hoe gedreven de mensen achter deze bedrijven zijn.

Daarna doken we in het onderzoek. We lazen artikelen, bekeken websites en vroegen door op hun motivatie en impact. We probeerden ons steeds voor

te stellen: wat betekent deze innovatie voor de energietransitie, en voor de mensen die ermee te maken krijgen?

Om eerlijk te kunnen vergelijken, gebruikten we een vaste set criteria, aangesteld door de organisatie:

Impact

(hoeveel verschil maakt het voor de energietransitie?)

Schaalbaarheid

(kan het idee groeien, nationaal of zelfs internationaal?)

Originaliteit

(hoe vernieuwend is het?)

Toekomstbestendigheid

(blijft het relevant?)

Doorbreken van gewoontes

(verandert het bestaande patronen?)

Meerwaarde van de prijs

(wat zou de award betekenen voor het bedrijf?)

We gaven alle bedrijven onafhankelijk van elkaar een rapportcijfer en bespraken daarna onze bevindingen. Soms waren we het direct eens, soms moesten we elkaar overtuigen.

Wat voor bedrijven deden mee?

De verschillen waren enorm. Een paar voorbeelden van de soorten innovaties die we tegenkwamen zijn:

Circulaire zonnepanelen;

bedrijven die zonnepanelen ontwikkelen die volledig recyclebaar zijn en geen schadelijke stoffen bevatten

Energiezuinige huishoudelijke apparaten;

denk aan een slimme droger die tot 90% minder energie verbruikt dan standaardapparaten

Nieuwe vormen van energie-opslag;

bijvoorbeeld een warmtebatterij voor de industrie op basis van gesmolten zouten, die grote hoeveelheden duurzame warmte kan opslaan en zo fossiele brandstoffen vervangt.

Lokale energiegemeenschappen;

initiatieven waarbij bewoners in een buurt hun eigen opgewekte zonne-energie kunnen

opslaan en delen via slimme thuisbatterijen. Hierdoor wordt het elektriciteitsnet minder belast en kunnen mensen meer uit hun eigen duurzame energie halen.

Datagedreven verduurzaming; oplossingen die vastgoedbedrijven helpen hun gebouwen sneller te verduurzamen door realtime data en slimme analyses.

Emissievrije logistiek en transport;

zoals elektrische alternatieven voor offshore transport of mobiele zonne-aggregaten als alternatief voor vervuillende dieselmotoren op bouwplaatsen en evenementen.

Innovaties in energieopwekking;

zoals systemen die energie uit golven halen, of technologieën die geluid en trillingen omzetten in elektriciteit. Sommige ideeën waren nog in de conceptfase, andere al in gebruik.

Educatieve en sociale innovaties;

bijvoorbeeld een serious game waarmee studenten en professionals inzicht krijgen in het energiesysteem, of een franchiseconcept dat biogasinstallaties toegankelijk maakt voor kleinschalige boeren wereldwijd.

Slimme AI-oplossingen;

Oplossingen die met kunstmatige intelligentie netcongestie kunnen verminderen, zodat meer

duurzame energie kan worden ingevoerd.

Wat viel ons op?

Wat ons vooral opviel: innovatie is niet één ding. Sommige bedrijven kwamen met hightech oplossingen, andere juist met praktische of sociale ideeën. De een had al een fabriek of pilot-project draaien, de ander stond nog aan het begin. Het was soms lastig om een technische innovatie te vergelijken met een sociaal initiatief, maar juist die mix maakte het werk zo interessant. We merkten ook dat het verhaal achter een innovatie minstens zo belangrijk is als de techniek zelf. De motivatie van de mensen, hun visie en de manier waarop ze anderen weten te betrekken, maakt vaak het verschil.

Samen leren en kiezen

De presentatie aan de commissie was spannend, maar vooral leuk. We konden laten zien hoe we tot onze keuzes waren gekomen en waarom we sommige bedrijven hoger hadden gescoord dan

andere. Onze aanpak, kritisch, maar open en nieuwsgierig, werd gewaardeerd.

Wat we vooral geleerd hebben?

Dat samenwerken vanuit verschillende achtergronden echt meerwaarde heeft. En dat de energietransitie niet alleen draait om techniek, maar vooral om mensen die samen het verschil willen maken.

Een blog door: Sem Heller, vierdejaarsstudent Toegepaste Psychologie

Learning Community Urban Energy

Hortus Botanicus Haren: Transition to Decentralised Energy Production and Storage Location

My name is Aleksandar Dimitrov, and I am in my third and final year of mechanical engineering at Hanze University of Applied Sciences. This semester I had the opportunity to serve as an intern at Entrance – Centre of Expertise Energy. The project I was assigned to was developing a pathway for the Hortus Botanicus Haren (Fig. 1) to decentralise and thus become more energy self-sufficient, whilst following European and regional regulations and policies. The goal is to significantly decrease CO₂ emissions while also complying with the Paris Climate Agreement's targets and minimising energy use.

Let me tell you what is required for such a project to be implemented.

These findings lead to the project's primary research question, which is as follows:

"How can Hortus Botanicus in Haren be repurposed into a (de) centralised energy production and storage location, with methods adhering to the policies at national and European Union levels, achieving 35% energy self-sufficiency within 5 years and 55% energy self-sufficiency within 15 years according to the requirements of the Green Deal?"

Solution

The proposed energy strategy for Hortus Botanicus Haren is designed to transition the location toward energy and CO₂ neutrality through a tailored mix of renewable technologies and integrated system planning. One of the central components is the implementation of a rooftop photovoltaic (PV) system comprising 127 high-efficiency solar modules, expected to generate approximately 58 MWh annually. This system will significantly reduce electricity drawn from the grid, which is currently a major contributor to the site's carbon footprint. To address the heating demand—especially critical for plant conservation



Figure 1. Hortus Botanicus Haren Map

and visitor comfort—a range of heat pump configurations has been proposed. These include a cascade system combining air-to-water and high-temperature water-to-water heat pumps capable of reaching up to 80 °C for radiator systems, a more moderate cascade for low-temperature heating up to 50 °C, and a standalone high-lift heat pump for locations requiring a direct jump from 5 °C ambient to 80 °C water temperature. Each configuration is chosen based on specific building requirements and operational profiles. Furthermore, hydrogen production using a 20 kW electrolyser and 10 kWh fuel cell is proposed as a future-ready

solution to support long-term seasonal energy storage, with the potential to store excess solar electricity as hydrogen for later use, adding flexibility and resilience to the system.

Discussions & Results

Due to the Hortus Botanicus Haren having an uncertain future regarding the development of the location, due to the construction of a new building, the upcoming decisions of whether to demolish or renovate other buildings and more relevant factors, two solutions have been developed in order to help the stakeholders make decisions on the future of the location.

The first pathway is the most optimal one, where sufficient funding is found. The optimal pathway for Hortus Botanicus Haren combines decentralised renewable electricity generation with electrified heating solutions, creating a flexible and future-proof energy system. This approach centers on installing a rooftop photovoltaic (PV) system to supply clean electricity on-site, supported by high-efficiency heat pumps tailored to each building's thermal needs—ranging from high-temperature cascade systems for legacy radiators to standalone units capable of reaching 80 °C. In parallel,

the pathway anticipates the integration of a hydrogen electrolyser, enabling seasonal storage and balancing of surplus solar generation. While for the future the heat pump system can be also upgraded to a 50 °C low-temperature system. This integrated solution minimises reliance on fossil fuels, ensures compatibility with the garden's development plans, and supports gradual scalability toward 35% self-sufficiency in five years and 55% in fifteen, aligning with the broader sustainability goals of the site.

The second pathway is in the case where not enough funding is found. The budget pathway for Hortus Botanicus Haren focuses on cost-effective decarbonisation by prioritising solutions with lower upfront capital requirements while still achieving meaningful sustainability gains. This route emphasises the installation of a moderately sized rooftop PV system to offset electricity use without oversizing based on future uncertainties, alongside

the adoption of a standalone heat pump system capable of reaching required temperatures efficiently without the added complexity and cost of cascading systems. To keep expenses manageable, the hydrogen system is deferred for future phases, allowing for staged investment as more accurate usage data and funding opportunities become available. This pathway ensures early reductions in CO₂ emissions and operational costs while maintaining flexibility for future upgrades, making it a financially prudent starting point for the garden's transition to a sustainable energy system.

Conclusion

In conclusion, this solution represents a strategic step toward decarbonising Hortus Botanicus Haren by integrating solar energy and electrified heating, while laying the groundwork for future hydrogen storage and ensuring a balance between sustainability and long-term return on investment.

A blog by: Alexander Dimitrov, third year student Mechanical Engineering

Participated in the Learning Community Urban Energy

Learning Community Urban Energy

Samenwerken aan duurzaamheid begint met écht contact

In de afgelopen maanden heb ik mijn afstudeeronderzoek uitgevoerd bij Entrance, een plek waar innovatieve energieprojecten en maatschappelijke transities samenkomen. Vanuit mijn opleiding Human Resource Management aan de Hanze kreeg ik de kans om me te verdiepen in een vraagstuk dat mij direct aansprak: *Hoe kunnen we de communicatie tussen gemeenten en burgerinitiatieven verbeteren in het kader van duurzame transitieprojecten?*

De aanleiding

Met de invoering van nieuwe participatiewetgeving en de toegenomen focus op energietransitie, staan gemeenten steeds vaker voor de uitdaging om écht samen te werken met inwoners. Burgerinitiatieven nemen een steeds actievere rol op zich – van het ontwikkelen van groene daken tot het beheren van openbare ruimte – maar de samenwerking met gemeenten loopt niet altijd soepel. Misverstanden, frustratie en langs elkaar heen praten zijn aan de orde van de dag. Dit vormt niet alleen een risico voor het draagvlak van (duurzame) projecten, maar ook voor het vertrouwen tussen overheid en samenleving.

Mijn aanpak

In mijn onderzoek combineerde ik literatuurstudie met praktijkonderzoek. Ik voerde twaalf interviews met betrokken ambtenaren van verschillende gemeenten en analyseerde praktijkvoorbeelden met behulp van het AMO-model (Ability, Motivation, Opportunity) en het communicatiemodel van Schulz von Thun die hieronder staat afgebeeld. Door die combinatie van theorie en praktijk probeerde ik zicht te krijgen op waar de communicatie precies misloopt – en hoe we dat kunnen verbeteren met gerichte HR-interventies.

Wat ik tegenkwam in de praktijk

De gesprekken die ik voerde met professionals waren open en eerlijk. Wat me opviel? De wil is er – bij zowel gemeenten als burgers – maar het ontbreekt vaak aan de juiste vaardigheden, de tijd of het vertrouwen om echt samen te werken. Zo gaven ambtenaren aan dat ze soms vastlopen in beleidstaal, terwijl burgers gewoon duidelijkheid willen. Terugkoppeling blijft uit, verwachtingen worden niet uitgesproken, en de ruimte voor écht contact is beperkt.

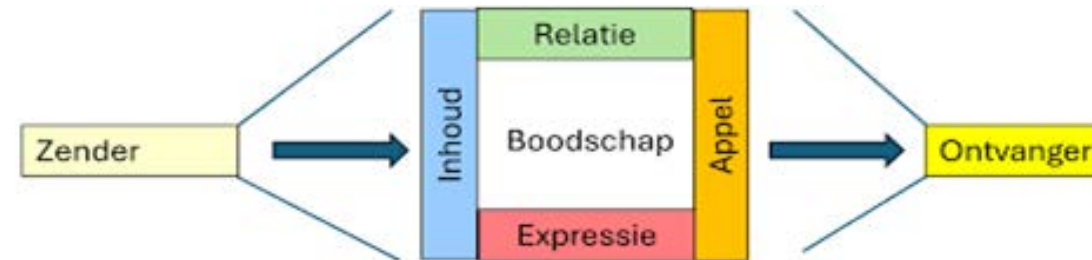
Een ander opvallend patroon: participatie wordt soms gezien als iets “wat moet” in plaats van iets dat waarde toevoegt. Dit komt voort uit druk, beleid en tijdsgebrek, maar heeft wel gevolgen. Inwoners die het gevoel hebben dat hun stem niet telt, haken af. Terwijl diezelfde

bewoners vaak juist de sleutel zijn tot succesvolle transitie.

Wat werkt wél?

Op basis van mijn onderzoek kwam ik tot vier HR-interventies die aantoonbaar bijdragen aan betere communicatie en samenwerking:

- **Gespreksvaardigheidstraining** – Gericht op het ontwikkelen van empathisch en begrijpelijk taalgebruik, afgestemd op burgers.
- **Co-creatie** – Geen participatie “voor de vorm”, maar echte samenwerking vanaf het begin. Alleen toepasbaar wanneer de context dat toelaat, maar dan zeer krachtig.
- **360-graden feedback** – Feedback vanuit verschillende perspectieven helpt ambtenaren zich bewust te worden van hun communicatiestijl.



- **Informeel leren via buddy- of coachingssystemen** – Praktijkgericht leren van collega's blijkt laagdrempelig en effectief, zeker in complexe trajecten.

Conclusie

Communicatie is méér dan informatie uitwisselen. Het is het fundament voor vertrouwen, samenwerking en succesvolle participatie. Gemeenten die hierin investeren – in vaardigheden, in reflectie, in tijd – leggen een stevige basis voor duurzame projecten met maatschappelijk draagvlak.

Voor mij persoonlijk was dit onderzoek een leerzame reis. Niet alleen inhoudelijk, maar ook in het proces: het combineren van theorie met praktijk, het vinden van de juiste invalshoek, en het opbouwen van vertrouwen bij respondenten. Ik heb ontdekt hoe groot de rol van HR kan zijn in maatschappelijke opgaven – en dat motiveert me om verder te bouwen aan een mensgerichte publieke sector.

Een blog door: Daan Peelen, vierdejaarsstudent Human Resource Management

Deelgenomen aan de Learning Community Urban Energy

Learning Community Urban Energy

Van 1895 tot 2030, Dennenoord en Waterstof

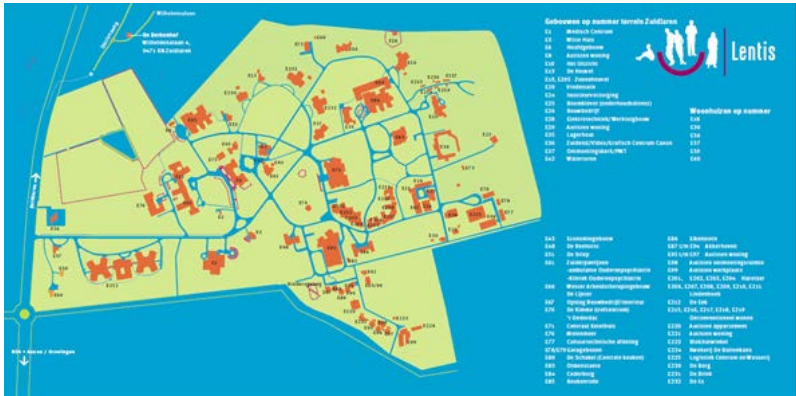
In de lange geschiedenis van het terrein van Dennenoord was er in 2025 een kans voor mij om daar een stukje aan toe te voegen. De organisatie Lentis (geestelijke-gezondheids- en ouderenzorg in de Groningen, Friesland en Drenthe) als opdrachtgever van het onderzoek in samenwerking met Entrance waren op zoek naar antwoorden op onderzoeksvragen van onze tijd.

Onze tijd, de tijd van de energietransitie wordt hiermee bedoeld. Lentis stelt zich als doel om in 2050 volledig CO2 neutraal te zijn. Zo ook het terrein Dennenoord waar Lentis eigenaar van is. Hier staan verspreid over zo'n 80 hectare terrein 100 gebouwen waar zorg wordt verleend aan een cliënten die op het therapeutische landgoed een veilige plek nodig hebben. Al vanaf 1985 tot heden wordt er op het terrein zorg verleend.

Om het doel van energieneutraliteit in 2050 te behalen onderzoeken bij Entrance studenten van verschillende disciplines binnen Learning Communities (LC) naar oplossingen voor de vraagstukken van Lentis.

In 2025 mocht ik deelnemen aan een zeer gevarieerde groep studenten, ofwel die elk hun eigen onderzoeken uitvoerden op allerlei terreinen. Zowel over technische vraagstukken als communicatieve en psycho- en sociologische vraagstukken werden er binnen de Learning Community (LC) van Lentis rapporten en adviezen gedeeld en gepresenteerd.

Vanuit mijn opleiding Rechten nam ik deel om onderzoek te doen naar waterstof. Voor het CO2 neutraal worden van Dennenoord is het vraagstuk om energie zo duurzaam mogelijk en zonder fossiele brandstoffen op te wekken. In de LC was er voor mijn introductie een onderzoek uitgevoerd door student Robert –Marian Melie,



opleiding Mechanical Engineering (Werktuigbouwkunde) voor de mogelijkheden van toepassing van een electrolyzer als techniek om waterstof op het Dennenoord terrein op te wekken. Zijn onderzoek introduceerde vervolgens de vraag naar een juridisch gericht onderzoek over de toepassing van waterstof.

Door zijn onderzoek is samen met Entrance, Lentis en de LC een onderzoeksvraag geformuleerd om toekomstscenario's voor Lentis te schetsen tot de middellange termijn van 2030. Het doel is om in deze toekomstscenario's weer te geven wat binnen de huidige en aankomende wet- en regelgeving mogelijk is om de opwekking en opslag van waterstof op het terrein Dennenoord te implementeren.

Wetgeving kan vaak voor ondernemende partijen en stakeholders restrictief aanvoelen door vele verboden, uitzonderingen, beperkingen en risico's. Door dit karakter kan innovatie vaak worden vertraagd, de noodzaak voor zekerheid, compliance met wetgeving, risicobeperking voor aansprakelijkheid remmen stakeholders af om te innoveren. Echter in het onderzoek was het doel om juist de ruimte binnen de wetgeving op te zoeken. Waar kunnen we op positieve wijze de energietransitie ondersteunen bij Lentis? Welke ruimte geeft de wetgeving op het gebied van waterstof, waar nog zoveel onduidelijk is en zoveel ontwikkelingen plaatsvinden.

Gedurende het onderzoek bleef dit een centraal punt voor alle betrokken partijen. Energietransitie is altijd vooruit, de onbekende toekomst in. De snelheid van de innovatie haalt de plannen van de wetgever vaak in.

Hier lag de uitdaging van het onderzoek, hoe kan er inzicht worden gegeven aan de mogelijkheden binnen de huidige regelgeving, waarin nog veel onduidelijke kaders zijn voor het opwekken van waterstof via een electrolyzer op het terrein van Lentis?

Op een toekomstbestendige manier, waarbij de wetgeving juist zekerheid en de toegang kan bieden voor de energietransitie. Het onderzoek begon dan ook met een diepe analyse van de huidige stand wetgeving en de toekomst. De juridische toekomst die vorm wordt gegeven door de nieuwe Energiewet.

Met een analyse van de Energiewet als toekomstvisie, de Omgevingswet, en Europese

regelgeving kon er invulling worden gegeven aan diverse toekomstscenario's voor Lentis. Uiteindelijk zijn de toekomstscenario's in het klassieke onderzoeksrapport ook samengevat in een passend beroepsproduct voor Lentis.

Er is ook veelvuldig gebruik gemaakt van de experts die Entrance te bieden had, zeer waardevol en uniek was de grote hoeveelheid expertise die Entrance zelf in-house heeft. Daarnaast de snelheid waarmee externe connecties van Entrance konden worden ingeschakeld voor het geven van inzichten voor de ondersteuning van mijn onderzoek.

Door de verschillende Learning Communities waaraan ik heb deelgenomen van start tot afronding van het onderzoek heeft gemaakt dat afstuderen bij en namens Entrance een unieke kans was waarin ik als young professional heb kunnen groeien in ervaring en skills binnen de energietransitie.

Een blog door: Joran Riemersma, vierdejaarsstudent HBO-Recht

Deelgenomen aan de Learning Community Urban Energy

Learning Community Urban Energy

Hortus Haren en het Voormalig zoölogisch laboratorium

Hortus Haren

Hortus botanicus Haren heeft de ambitie om zich te ontwikkelen tot een belangrijk transitiecentrum voor biodiversiteit en duurzaamheid. Om dit doel te bereiken, is een geleidelijke ontwikkeling van verschillende elementen van de Hortus nodig en een forse stijging in bezoekersaantallen. De vereniging Vrienden van de Hortus zien potentie in het voormalig zoölogisch laboratorium, een gemeentelijk monument op het terrein van de Hortus, en zijn op Entrance – Centre of Expertise Energy afgestapt om te kijken wat het pand voor de Hortus kan betekenen. In het onderzoek is onderzocht hoe het voormalig zoölogisch laboratorium kan bijdragen aan het verhogen van het bezoekersaantal van de Hortus.

Onderzoeksvraag:

Hoe kan een fundamentele analyse van behoeften in een programma van eisen leiden tot een beter ontwerp voor implementatie van nieuwe functies in het voormalig zoölogisch laboratorium dat kan bijdragen aan het stijgen van het bezoekersaantal van Hortus botanicus Haren?

Wat kan het pand betekenen voor de Hortus?

Het voormalig zoölogisch laboratorium is een gemeentelijk monument op het Hortus-Biotoop gebied wat sinds 2023

door gemeente Groningen is overgekocht van de Rijksuniversiteit Groningen. Uit het onderzoek is gebleken dat het voormalig zoölogisch laboratorium kan bijdragen aan het verhogen van het bezoekersaantal van de Hortus, echter is dit afhankelijk van een



aantal cruciale voorwaarden die gerealiseerd moeten worden door de Hortus om hierin succesvol te zijn zoals het realiseren van een tracé tussen het pand en de Hortus, het opwaarderen van het promotiebeleid en het waarborgen van continuïteit in variatie en belevenis (programmering).

Programma van eisen op basis van een fundamentele analyse

Voor het voormalig zoölogisch laboratorium is een programma van eisen en aanbevelingen per ruimte opgesteld op basis van het in kaart brengen van de bestaande situatie, een fundamentele analyse van de bezoekerswens en succesvolle functies uit het verleden en van Hortus botanicus Haren en Leiden.

De bestaande situatie is in kaart gebracht door een bouw opvraag bij gemeente Groningen, documentatie van de huidige staat van de ruimtes tijdens bezoek aan het pand, tekenwerk van Quiverté bij de implementatie van een nieuw brandveiligheids-

systeem, en een diepte-interview met Lenze Hofstee (Oprichter Carex, in beheer van het voormalig zoölogisch laboratorium en Biotoop sinds 2010) over het gebruik en de staat van de ruimtes.

De bezoekerswens is gebaseerd op analyses van de enquête van De Grote Hortus Dag 10 juni 2023, de stakeholdersbijeenkomst georganiseerd door gemeente Groningen op 16 juli 2024 en de enquête: Bezoekerswens Hortus botanicus Haren november 2024. Naast algemene conclusies van de bevindingen op basis van de enquêtes en de stakeholdersbijeenkomst zijn de conclusies aangevuld met de 6-P methode, die vervolgens ook associatief is vertaald naar een aanvulling per hoofdstuk van het programma van eisen.

De succesvolle functies voor het programma van eisen van het voormalig zoölogisch laboratorium zijn gebaseerd op diepte-interviews over succesvolle functies uit het verleden van Hortus botanicus Haren en Leiden met Tjerk Zwanenburg (voorzitter vereniging Vrienden van de Hortus (Haren)) en Emma Knapper (communicatie en marketing-medewerker Hortus Leiden).

De in kaart gebrachte situatie van het pand, bezoekerswens en geïnventariseerde succesvolle functies hebben geleid tot een programma van eisen en aanbevelingen van de ruimtes van het voormalig zoölogisch laboratorium wat kan leiden tot een beter ontwerp voor implementatie van functies voor het voormalig zoölogisch laboratorium.

De kracht van het pand komt pas tot zijn recht wanneer er een verbinding in de vorm van een tracé tussen het entreegebied van de Hortus en de noordzijde van het pand om op deze manier de Hortus en het voormalig zoölogisch laboratorium in een staat van harmonie te laten verkeren. Ook zit de kracht van het pand in de toegevoegde waarde voor het gebied door te fungeren als verbinding tussen mensen, gebieden, natuur en organisaties. Dit wordt gewaarborgd door onder andere betrekking van verschillende natuurorganisaties, mensen met een afstand tot de arbeidsmarkt, scholen en onderzoeksinstituten.

Multifunctioneel centrum

Samenvattend biedt het pand een kans om bezoekersaantallen te verhogen in de vorm van een multifunctioneel centrum. Het pand biedt huisvesting in de vorm van seizoensgebonden evenementen, een slechtweervoorziening, natuureducatie, horeca, een duurzame energievoorziening, workshops, een natuurmuseum op de eerste verdieping, tentoonstellingen en exposities. Door in te spelen op de menselijke behoefte "verbinding" in de winter, waarbij kerstmarkten, winteractiviteiten en winter gethematiseerde horeca kunnen worden gehuisvest. In de zomer wordt er ingespeeld op de menselijke behoefte "ontwikkeling" en "variatie" door een breed scala aan natuureducatie en continuïteit in variatie en belevenis aan te bieden door bijvoorbeeld seizoensgebonden evenementen of exposities voor specifieke doelgroepen. Hier mee wordt niet alleen de doelgroep verbreed, maar wordt ook herhaalbezoek van de reguliere bezoeker gestimuleerd.

Een blog door: Laurens de Jonge, vierdejaarsstudent Major Bouwkunde

Deelgenomen aan de Learning Community Urban Energy

Learning Community Urban Energy

Sustainability Transition at Hortus Haren: *A Journey of Nature-Inspired Innovation*

Transitioning to a sustainable future is not just a technical challenge, it's a deeply social and cultural one. This insight formed the foundation of my graduation project at Entrance and Hanze. Partnering with the Friends of the Hortus Association, I developed a multidisciplinary strategy to kickstart the energy transition at Hortus Haren, a botanical garden just outside Groningen.

The Challenge

The Hortus management, encouraged by the municipality of Groningen, had a clear ambition: to set the garden on a path toward energy neutrality. More than that, they aspired for Hortus to become a local "transition engine"—a source of inspiration where visible, meaningful, and educational interventions could spark broader change.

While the vision was strong, the path forward was uncertain. They needed fresh ideas, community involvement, and a tangible plan to present to potential supporters. My role was to help illuminate that path.

Nature and People at the Heart

From the beginning, it was clear that this project wouldn't be purely technical. The stakeholders—

including the garden's staff, local visitors, and citizens of Haren—were placed at the center of the research. The process began with interviews and was supported by three targeted surveys, gathering a wide variety of perspectives.

The goal was to develop a set of tailored interventions that genuinely reflected their input. All the unique ideas from visitors, staff, and community members—ranging from energy-saving concepts to educational activities—were carefully analyzed and mapped. These contributions revealed an emotional bond between people and the garden, and a clear willingness to act, provided they were given space and support.

Some called for solar panels, others suggested better insulation

or composting initiatives. Many expressed a strong desire for more sustainability education, especially for children. That was a turning point in my understanding of the garden's potential.

From Ideas to Action

The resulting intervention portfolio tailored specifically for Hortus included:

- **Energy-saving and production innovations:** From floating solar panels and solar benches to green roofs and Q-Roof hybrid systems that combine solar power with greenery.
- **Educational programs:** A biomimicry-based lesson plan titled "Ask Nature!" was

developed to teach school-children how to find sustainable solutions by observing nature. In addition, two board games—designed in both Dutch and English—were created based on the actual layout of the garden to engage younger visitors in playful climate learning. These were supported by tailored posters and activity prompts.

- **Engagement strategy:** A step-by-step engagement plan was formulated to guide the garden through five participatory phases of transition, from awareness to implementation.

Each intervention was assessed not only for technical feasibility,

but also for its contribution to ecosystem services and social cohesion. The proposed ideas were evaluated in terms of their impact on the garden's historical and aesthetic values. Interventions were designed to educate, inspire, and mobilize stakeholders, making the energy transition both visible and participatory.

To maximize accessibility and engagement, the resulting guidelines were communicated through storytelling and visual design, helping both the garden management and the wider public understand and embrace the vision.

Learning by Doing

Engaging with this project revealed that effective sustainability transitions require creativity, empathy, and adaptability. The primary challenge was not merely finding optimal technical solutions, but aligning those solutions with people's values, emotions, and capabilities. Witnessing participants' enthusiasm during brainstorming and co-creation sessions

was particularly rewarding, highlighting the importance of giving communities the space to actively shape their future.

A Future in Transition

My research underscored that botanical gardens like Hortus Haren are not simply green spaces—they are living laboratories for change, places where nature, education, and innovation intersect. With proper support and direction, public spaces such as botanical gardens can lead by example in the climate transition, becoming vibrant hubs of sustainability, and demonstrate what sustainable futures look like in practice. They can model not only greener infrastructure but also greener mindsets.

This experience reaffirmed my belief that transitions don't start with blueprints. They start with people—their questions, their creativity, and their courage to imagine something better.

"Transition begins in the mind, grows in the garden, and thrives in the community."

A blog by Mazyar Kamaei, Master student Energy for Society

Participated in the Learning Community Urban Energy



Learning Community Urban Energy

Een standaardmodel voor de biomeiler *Stappen naar een duurzame toekomst*

Hoe kunnen we de kracht van organisch materiaal benutten om warmte op te wekken en bijdragen aan een duurzamere samenleving? Deze vraag stond centraal in mijn afstudeeronderzoek bij Entrance, het expertisecentrum voor de energietransitie van de Hanze. Het onderzoek richtte zich op het ontwerpen van een standaardmodel voor biomeilers, een technologie die warmte genereert door de compostering van organisch materiaal. In deze blog deel ik niet alleen de resultaten, maar ook de uitdagingen en inzichten die ik tijdens dit traject heb opgedaan.

Van idee naar ontwerp

Biomeilers zijn een relatief onbekende technologie in Nederland, maar bieden veel potentie voor duurzame energieopwekking. Mijn onderzoek startte met een uitgebreide literatuurstudie, waaruit bleek dat standaardisatie nog ontbreekt binnen de biomeilertechnologie. Een gestandaardiseerd model kan de adoptie van biomeilers versnellen en de drempel verlagen voor groepen zoals tiny house-bewoners en gemeenschappen in landelijke gebieden.

Na het verzamelen van data uit steekproefonderzoek en een expertgesprek, ontwierp ik een biomeiler met een hoogte van 2,5 meter en een diameter van 3 meter. Dit formaat bleek goed te functioneren in eerdere projecten en biedt een balans tussen praktische toepasbaarheid en warmteopbrengst. Voor de warmteoverdracht koos ik drie soorten warmtewisselaars: een platenwarmtewisselaar, een condensatiewarmtewisselaar en een buizenwarmtewisselaar. Samen met een buffervat zorgt dit systeem voor een efficiënte opslag en overdracht



van warmte. Vervolgonderzoek is echter nodig om de verschillende componenten verder te optimaliseren voordat het ontwerp op de markt kan worden gebracht.

Uitdagingen en leermomenten

Tijdens het onderzoek stuitte ik op verschillende uitdagingen. Zo bleek het verzamelen van betrouwbare data over bestaande biomeilers lastig door het gebrek aan gedocumenteerde praktijkvoorbeelden. Hierdoor moest ik veel keuzes baseren op theoretische modellen en adviezen van experts. Een ander obstakel was het balanceren van duurzaamheid en kosteneffectiviteit. Hoewel de installatiekosten van een biomeiler variëren tussen €3.000

en €10.000, biedt de technologie aanzienlijke besparingen op energiekosten, oplopend tot €817 per vulling. Voor verdere opschaling is echter een betere kosten-batenanalyse nodig, gebaseerd op precieze outputdata van biomeilers. Wiskundige modellering op basis van praktijkvoorbeelden is hierbij nodig.

Een persoonlijk leermoment was de waarde van samenwerking. Door intensief samen te werken met collega-studenten en experts bij Entrance, kreeg ik nieuwe perspectieven en inzichten die ik anders niet had overwogen. Daarnaast leerde ik dat technische ontwerpen niet alleen om functionaliteit draaien,

maar ook om het inspelen op de behoeften van gebruikers, zoals het minimaliseren van onderhoud en geurhinder.

De toekomst van de biomeiler

Het standaardmodel dat ik heb ontwikkeld, vormt een basis voor verdere ontwikkeling en opschaling van biomeilers in Nederland. Voor succesvolle implementatie is echter meer onderzoek nodig, bijvoorbeeld naar de impact van verschillende vulmaterialen en het lange-termijnonderhoud. Dit onderzoek heeft mij niet alleen veel geleerd over duurzame technologie, maar ook over de complexiteit van het verbinden van technische oplossingen met maatschappelijke behoeften. Ik hoop dat mijn werk bijdraagt aan een duurzamere toekomst waarin technologieën zoals de biomeiler een prominente rol spelen.

Slot

Met dit blog wil ik anderen inspireren om verder na te denken over de mogelijkheden van duurzame energieoplossingen. De weg naar een standaardmodel voor biomeilers is niet zonder uitdagingen, maar biedt volop kansen om bij te dragen aan de energietransitie. Samen kunnen we stappen zetten richting een wereld waarin technologie en natuur hand in hand gaan voor een betere toekomst.

Een blog door: Myrine de Waard, vierdejaarsstudent Technische Bedrijfskunde

Deelgenomen aan de Learning Community Urban Energy

Learning Community Urban Energy

Designing a Guideline for Setting Up a Hydrogen Laboratory at Greenwise Campus in Emmen: Focusing on Stakeholders' Requirements

The energy transition is in full swing, and hydrogen is at the forefront of this shift. Hydrogen development in the Netherlands will create significant job opportunities across various sectors. However, a gap exists due to the lack of training in hydrogen system inspection, operation, maintenance, and safety. My thesis project at Entrance focused on a stakeholder-driven approach to designing the Greenwise Campus hydrogen lab, addressing educational requirements. The goal is to offer tailored hydrogen education and research services. Additionally, the design will foster collaboration to create a hub for hydrogen research and workforce development. This blog takes you through the journey of my research, from defining the problem to designing an intervention that brings academia and industry together.

Defining the Research

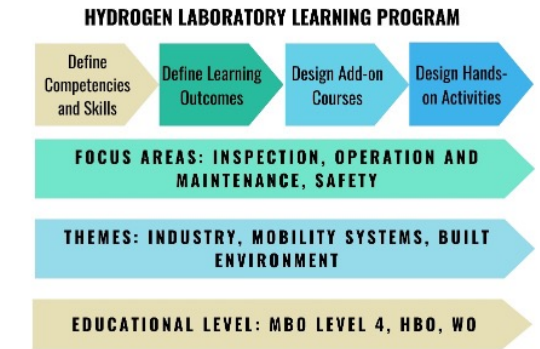
The foundation of my thesis was understanding the current landscape of hydrogen education. Desk research revealed that while hydrogen is gaining importance, there is a noticeable gap in training for system inspection, operation, maintenance, and safety.

To bridge this gap, I explored the educational expectations of institutions and the industry.

Key questions guided my research: What competencies do professionals need in the hydrogen sector? What facilities should an educational hydrogen laboratory provide? How can institutions collaborate effectively to offer relevant hydrogen training?

Collecting Data: Listening to Stakeholders

Understanding the needs of various stakeholders was



Key elements of the Guideline for setting up the Greenwise Campus hydrogen lab

important in shaping the guidelines. To gather insights, I adopted a multi-method approach:

Desk Research: Investigated labor demand, existing hydrogen competencies, and current educational programs.

Site Visits & Observations: assessed existing hydrogen labs and educational institutions to identify gaps and current research opportunities.

Focus Groups & Interviews: Engaged professors from educational institutions, municipal representatives, and industry leaders to capture diverse perspectives on hydrogen education, including their requirements and expectations.

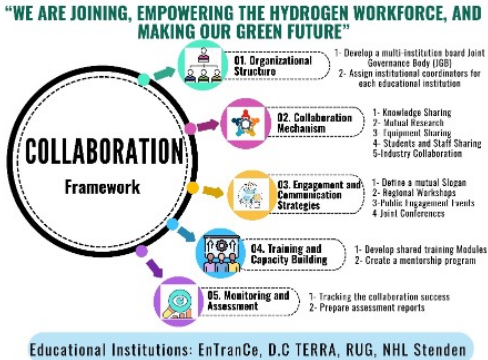
Through this process, I identified key expectations for a hydrogen lab, ranging from hands-on training to research-driven learning models.

Designing the Intervention: A Stakeholder-Driven Approach

Once the data was gathered, the next step was structuring it into a clear and actionable guideline. Using a tailored CATWOE analysis, I categorized the needs of different stakeholders and prioritized their requirements. The final intervention consisted of two key elements:

- A learning program that includes add-on courses for mbo level 4, hbo, and wo students in hydrogen inspection, operation, and safety, designed for educational institutions. It also features hands-on training at the Greenwise Campus hydrogen laboratory to bridge the gap between theory and industry expectations.
- A collaboration framework

connecting educational institutions and hydrogen laboratories to establish a hub for knowledge



sharing, equipment sharing, research, and skill development.

A Step Towards a Hydrogen-Ready Workforce

The proposed guideline lays the groundwork for an educational facility that meets the demands of the energy transition. By equipping students with essential hydrogen skills and fostering collaboration between institutions and industry, the project not only benefits individual learners but also contributes to workforce development in the Netherlands.

The Greenwise Campus Hydrogen Lab will serve as an innovative

A blog by: Kianoush Karimi, Master student Energy for Society at Entrance

space where students, educators, and industry experts come together to advance hydrogen research and education. This initiative will accelerate workforce readiness and ensure that professionals are prepared to support the growing hydrogen economy.

Sharing Knowledge for a Sustainable Future

As I conclude my thesis journey, I recognize the power of collaboration in shaping the future of hydrogen education. Writing this blog is a small step in sharing knowledge, but it aligns with the broader goal of my research: to make hydrogen training accessible and relevant.

I encourage readers to engage with hydrogen education initiatives to amplify the impact. Whether you're a student, educator, or industry professional, your involvement can shape a future where education meets industry needs.

Let's drive the hydrogen revolution forward. Together!

Learning Community Urban Energy

Duurzaam stukje China in Haren

Het chinees plekje in Haren moet drastisch verduurzaamd worden, dit is wat bleek nadat het aan de richtlijnen van de Europese Uni moet voldoen. Hierbij gaat het natuurlijk over de Chinese tuin in de botanische tuin Hortus in Haren. De Chinese gebouwen zijn niet volgens de Europese richtlijnen en zijn tevens ook aardig duur om te verwarmen, dit resulteerde in de opdracht die wij als groepje hebben gekregen. w is, hoe duurzamer het materiaalgebruik van de woning is.

De opdracht

De opdracht was snel duidelijk het theehuis als hoofdgebouw in het Chinese gedeelte ook bruikbaar te kunnen maken tijdens de winter maanden, hierbij denkend aan de Europese richtlijnen van 2050. Momenteel kan het theehuis alleen in de zomer gebruikt worden omdat het dunne muren, enkel glas en ook wat gaten heeft, waardoor het lastig is een aangename temperatuur te behouden. Ook kost het veel tijd en energie om het hele gebouw op te warmen.

Entrance

Bij de learning community van Entrance – Centre of Expertise Energy hebben we met dit project kunnen samen met andere groepen. Hierbij is gekozen dat wij het plan voor de korte termijn moesten maken en een andere groep voor lange termijn, dit heeft ervoor gezorgd dat de omvang van het project al een stuk kleiner werd wat voor meer overzicht heeft gezorgd. Naast dat leer je ook veel van de andere groepen die ook met dit soort projecten bezig zijn, dit heeft gezorgd voor andere perspectieven tijdens ons project en gaf dus een ruimere blik. Naast andere groepen werden ook regelmatig experts uitgenodigd, voor ons groepje was dat heel erg handig omdat het gebouw geen monument

is maar wel zijn waarde moet blijven behouden. Hiervoor zijn wij met een expert over in gesprek geweest en kwamen we tot conclusie dat een kleine test meer verduidelijking zou kunnen brengen. Hier zouden wij zelf niet op zijn gekomen en dit gesprek heeft dus positieve invloed op het resultaat.

Loop van het project

Tijdens de loop van het project hebben we wekelijks een bijeenkomst met de learning community en laat iedereen zijn voortgang zien, hieruit voortkomen veel ideeën die de voortgang van het project bevorderen. Daarnaast kwam om de 2 weken de client van Hortus langs die dan zijn visie liet zien. Ook hebben we daardoor 2 keer een bezichtiging kunnen regelen bij het theehuis wat heel erg belangrijk was voor ons project. De bezichtigingen waren zeer leerzaam, want er werd veel verteld over de Chinese architectuur en hoe het in Haren is gebouwd. Door dit hebben wij beter rekening kunnen houden met het uiterlijk van het gebouw en hebben we andere mogelijkheden moeten zoeken, maar omdat dit vroeg in het project duidelijk was gemaakt heeft dat geen effect kunnen hebben.



Mooi stukje China

Al met al hebben wij de samenwerking als iets zeer positiefs ervaren en het heeft ook zeker een positief effect gehad op het resultaat. We hebben tijdens de bijeenkomsten ook veel van elkaar geleerd en door het delen van elkaars perspectief goede oplossingen kunnen vinden. Daarnaast was het ook een hele mooie plek om aan te werken en het is ook zeker een uitdaging geweest doordat er niet veel aan het uiterlijk aangepast kon worden, maar door aanbeveling van experts die waren uitgenodigd hebben wij toch een resultaat kunnen bereiken. Ik zal daarom

ook zeker de learning community aanbevelen aan meer groepen, omdat je meerdere oplossingen gaat vinden met goede hulp van experts.

Een blog door: Steijn Bootsman, Giacomo Luraschi en Daan Meijer tweedejaarsstudenten Mechanical Engineering en Frank Wilkinson vierdejaarsstudent Mechanical Engineering

Learning Community Urban Energy

Participatie en uitdaagrecht in de praktijk: een kijkje in het hoofd van de gemeenteambtenaar

Hoe stimuleer je participerend gedrag bij gemeenteambtenaren? Die vraag stond centraal in mijn afstudeeronderzoek bij Entrance. Vanuit mijn opleiding Human Resource Management onderzocht ik hoe gemeenten hun ambtenaren Fysieke Leefomgeving kunnen ondersteunen om burgers en organisaties daadwerkelijk invloed te laten uitoefenen op hun leefomgeving. Het vergroten van dit participerend gedrag is essentieel om de nieuwe participatiewetgeving goed te laten landen.

De aanleiding: een nieuwe wet, een nieuwe uitdaging

Sinds januari 2025 verplicht de Wet versterking participatie op decentraal niveau gemeenten om inwoners actiever te betrekken bij hun leefomgeving. Ook de vernieuwde Omgevingswet in 2024 speelt hierin een rol. Daarbij hoort ook het zogenoemde 'uitdaagrecht', waarmee inwoners overheidstaken kunnen overnemen. In praktijk blijkt het voor veel gemeenten lastig om dit te organiseren. Het zou ook iets anders vragen van gemeenteambtenaren.

De onderzoeksvraag: wat hebben ambtenaren nodig?

Het doel van mijn onderzoek was inzicht krijgen in hoe gemeenten het participerend gedrag van hun ambtenaren in de Fysieke Leefomgeving kunnen stimuleren, zodat inwoners, maatschappelijke organisaties en bedrijven daadwerkelijk invloed kunnen uitoefenen op hun directe leefomgeving. Hiervoor onderzocht ik welke gedragingen passen bij participerend gedrag, welke belemmeringen ambtenaren ervaren bij de uitvoering van participatie en uitdaagrecht en welke HR-instrumenten gemeenten kunnen inzetten om participerend gedrag te stimuleren.

Wat zeggen ambtenaren zelf?

Wat opviel is dat veel ambtenaren de waarde van participatie erkennen. Ze vinden het belangrijk dat inwoners meedenken, zich gehoord voelen en verantwoordelijkheid nemen. Toch geven zij ook aan dat dit in de praktijk ingewikkeld is. Zo is er vaak onduidelijkheid over de rolverdeling, ontbreekt het aan tijd en middelen, en is de kennis over het uitdaagrecht bij gemeenteambtenaren beperkt.

Ambtenaren hebben het gevoel dat het ontbreekt aan duidelijkheid in de organisatie. Er wordt nog terughoudend gehandeld tegenover participatie. Verder is er vaak verwarring over de term 'participatie' en 'draagvlak'. Veel ambtenaren zien participatie als draagvlak.

Wat moet er anders?

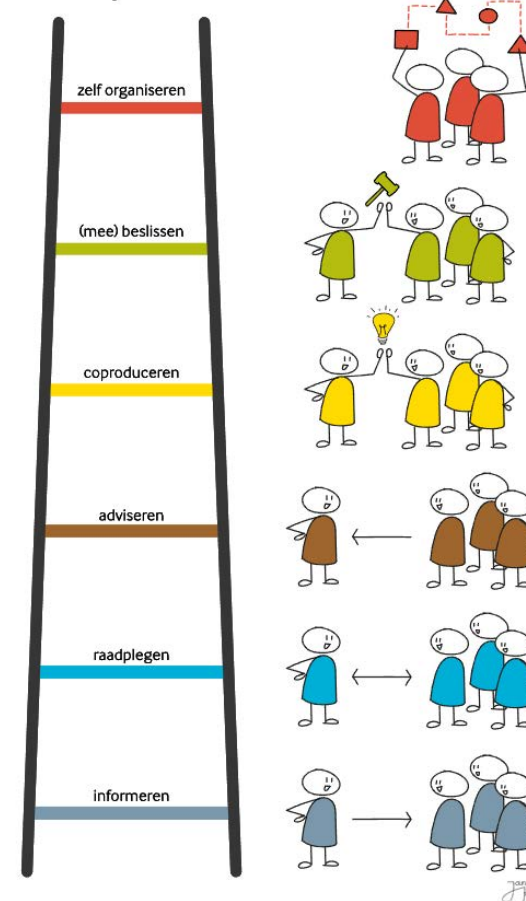
Participerend gedrag vraagt om een zogenoemde 'faciliterende bestuursstijl', waarbij ambtenaren niet langer alleen zenden, maar actief luisteren, meedenken en ondersteunen. Gemeenten kunnen participerend gedrag stimuleren bij ambtenaren door hun vaardigheden voor de omgang met participatie en uitdaagrecht te verbeteren. Verder is het belangrijk dat concrete doelen

gegeven worden aan ambtenaren voor de omgang met het uitdaagrecht. Daarnaast is het belangrijk dat functie overschrijdend denken verbeterd wordt, er wordt op dit moment te veel in hokjes gedacht.

Een leerproces

Wat mij vooral is bijgebleven is dat veel ambtenaren willen leren en openstaan voor verandering, maar dat ze hier nog onvoldoende in gefaciliteerd worden. De invoering van de nieuwe wet is dan ook geen eindpunt, maar het begin van een leerproces voor gemeenten en hun ambtenaren. Hierin zie ik een belangrijke rol weggelegd voor HR-professionals. Zij kunnen de brug slaan tussen beleid en praktijk, en medewerkers de juiste tools geven om echt met participatie aan de slag te gaan. Gemeenten staan voor een uitdaging, maar ook voor een kans. Als we ambtenaren serieus nemen in hun behoefte aan duidelijkheid, tijd en ondersteuning, dan maken we van participatie en uitdaagrecht geen belofte, maar de praktijk.

Participatieladder



Bron: afbeelding: <https://www.platform31.nl/artikelen/participatie-door-de-jaren-heen-hoe-meedoen-mode-werd/>

Een blog door: Julian Dijkema vierdejaarsstudent Human Resource Management

Deelgenomen aan de Learning Community Urban Energy

Professorship Wind

Sustainable Wind Energy. Optimising Braun Antaris Wind Turbine at Entrance

Recently I had the opportunity to work on a fascinating project focused on improving the performance of a small wind turbine at Entrance – Centre of Expertise Energy. The project aimed to optimise the efficiency of the Braun Antaris 5.5 kW wind turbine through theoretical modelling and real-world data analysis. This was a technical, educational, and hands-on experience, which was extremely important to me as a future engineer.

What was the project about?

Small wind turbines often suffer from poor efficiency in real-world conditions, partly due to aerodynamic imbalances and outdated performance models. My assignment followed this challenge by:

- Building a theoretical model of turbine performance
- Installing a data collection system
- Validating the model against experimental data
- Proposing improvements to blade design and generator systems

What were the main challenges?

One of the biggest hurdles was ensuring accuracy in data collection and simulation. The initial blade scans using available tools were problematic due to software limitations. To overcome this, I explored professional scanning solutions from companies like 3D Scan Solutions and used external software to convert scan data for use in SolidWorks and QBlade.

This also required integrating a robust sensor system capable of tracking wind speed and direction, voltage and current, torque and rotor speed. All this data had to be funneled into WindMonitor, a system used at Entrance, and stored in a custom setup.



What's the future of small wind turbine optimisation?

This project has shown that with the right tools and methods, small wind turbines can be optimised to deliver better performance.

- Higher energy output
- Longer turbine lifespan
- Better system diagnostics
- More confidence in small-scale renewable energy

As countries aim for cleaner energy solutions, projects like this will decentralise power generation and support energy transition in general.

Project Experience

Working on this project gave me the chance to blend my theoretical knowledge with real-world practice. From contacting blade scanning

companies to installing hardware and testing data flows, every step taught me something valuable. I also worked closely with wind energy professorship experts, who provided insight into wind simulation and advanced software usage.

Weekly supervision sessions helped maintain quality and ensure progress. Overall, the project not only deepened my technical skillset but also showed the importance of collaboration and sustainable innovations.

A blog by: Roman Boichenko, Fourth year student, Mechanical Engineering

Professorship Wind

Innovative Vibration Monitoring for Small Wind Turbines: Damage Detection

Wind power plays a crucial role in the global transition to renewable energy sources. Small wind turbines (SWTs) have experienced significant technological advancements in recent years, driven by rising energy costs and increasing grid congestion. SWTs offer advantages, such as lower initial investment and suitability for off-grid locations. SWTs are subjected to various environmental and mechanical stresses that may lead to damage, affecting their efficiency, reliability and lifespan. My research focuses on identifying potential damage types, their causes and monitoring techniques, with the goal of developing and implementing a simple yet effective Structural Health Monitoring (SHM) system for small wind turbines.

Blade Characteristics and Vulnerabilities

The turbine blades, constructed from fiberglass and carbon fibre, play a crucial role in aerodynamic efficiency and overall energy production. Due to their thin and Due to their aerodynamic properties, blades need to be thin and flexible, which makes them vulnerable to damage.

Wind turbine blades can sustain damage from lightning strikes, ice formation, erosion, fatigue and manufacturing defects. To

minimize these issues, several preventive techniques are employed. Lightning protection systems (LPS) direct lightning strikes to a preferred location and ensure proper grounding. Fatigue damage reduction is achieved through careful material selection and optimal turbine placement. Erosion protection is implemented using specialized coatings and protective tapes. Early damage detection is critical, as studies show that proactive monitoring can reduce repair cost by 25% and lowering unplanned downtime

can reduce electricity generation costs by 10%.

Structural Health Monitoring (SHM)

SHM techniques is a method for assessing turbine blade conditions. Available methods include optical systems, thermographic imaging, and strain-, vibration-, and acoustic-based monitoring. After extensive evaluation, I selected vibration-based monitoring due to its resistance to electromagnetic interference, high accuracy in detecting low-frequency vibration, reliable performance under extreme conditions and cost-effectiveness compared to the alternative methods.

Building upon these theoretical foundations, I designed and implemented a vibration-based monitoring system on a blade of a Braun 5.5 kW wind turbine to validate this approach. The system measures blade vibrations to determine the natural frequency of the turbine blades. Wind turbines vibrate due to wind and rotation, and by monitoring these vibrations, damage can be detected. Damage will lead to a different vibration pattern and a shift in the natural frequency.

Experiments and Findings

My experiments focus on characterizing the natural frequency of turbine blades. Additionally, simulated blade damage such as ice formation, has been analysed to evaluate its impact on vibration patterns. The sampling rate and sensor positioning have been optimised. For validation, the results have been compared with a strain-based monitoring system.

Results confirmed that damage leads to shifts in natural frequencies, validating vibration-based monitoring as an effective damage detection technique. This facilitates predictive maintenance, thereby extending operational lifespan, minimising unplanned downtime, reducing unnecessary costs and maximising energy production.

Future Outlook

My research demonstrates that vibration-based monitoring is a promising technique for small wind turbine health assessment. Further development and refinement of this technique could enhance the reliability and efficiency of wind energy, which is for advancing the sustainability and resilience of wind energy systems.



A blog by: Colin Groot Kormelink, Master student European Master in Renewable Energy

Professorship Wind

Truth, Trust, and Turbulence *Disinformation about wind turbines and how to address it*

Wind energy is controversial. Despite its importance, efficiency, and necessity in the energy transition, many people remain resistant. They want their backyards free from “poison spinners,” untroubled by infrasound, and not littered with dead birds. Farmers may worry about the productivity of their dairy cows, sharing a field with wind turbines. While there are legitimate reasons to oppose wind energy, these particular fears are rooted in disinformation.

It’s okay to feel uneasy about wind turbines in your backyard. But frustration should be rooted in facts, not fears fuelled by false information. We are all part of the energy system. To preserve the lifestyle we value, we need a clean, decentralised energy infrastructure and wind energy is not the enemy.

As someone with a background in communication, pursuing the Master Energy for Society at Entrance, this problem was exactly in my niche. In a time when facts have lost their potency, while wind energy is expanding, I was excited to work in an area that is deeply poignant, current and meaningful.

Disinformation about wind turbines (claims that are false, misleading, or exaggerated, often spread with ill-intent) continues to circulate and influence public opinion. These narratives are persistent, emotional, and difficult to counter. So how can we take people’s concerns seriously while also challenging the falsehoods that fuel opposition?

A Two-Part Approach

My research focuses on disinformation surrounding wind energy in the Netherlands, drawing some international comparisons. I set out to understand what false claims are being spread, how they affect wind park developers,

and what the implications are for provincial and municipal authorities.

To get a full picture, I used a two-part methodology. First, I conducted qualitative interviews with ten experts involved in the industry: wind park developers, civil servants, industry representatives, and researchers. From these conversations, I identified a series of disinformation narratives that shape their work and influence public opinion (some are named above).

During my interviews, I found that speaking with civil servants

required particular sensitivity. Many were reluctant to go on record, not because they lacked insights, but because the topic of wind energy is politically charged and highly scrutinised. There was a real fear of being misquoted or taken out of context.

Interestingly, a German developer described facing far less public hostility than her Dutch counterparts. This contrast was echoed in media monitoring: Dutch sentiment about wind energy is much less positive.

Overall, there was a feeling that the conversation with residents

had hardened, and conversation became more difficult. Through these interviews a scattered communication landscape where failure could lead to costly protests, delays or lawsuits became apparent.

Next, I used the media monitoring tool Meltwater to analyse how these narratives circulate online. This quantitative analysis revealed a dynamic disinformation landscape: narratives rise and fall in response to media cycles, political developments, and public sentiment. Foreexample: Following the Spanish power outage, worries about the role of renewables in destabilising the grid spiked.

Creating a Communication Toolkit

Ultimately my research resulted in a professional product aimed at facilitating interested parties in reacting to emerging and present disinformation, as well as anticipate situations where such narratives may arise. I combined multiple different frameworks into a guide specifically for wind

energy. It advises monitoring to recognise trends, prebunking (pre-emptively spreading correct information), debunking using the truth sandwich method, and even when to stay silent.

Reflections and Predictions

This project was insightful on many levels. Interviewing a range of professionals helped me understand the real-world complexity of implementing the wind parks which are becoming omnipresent in our landscape. In the turbulent world of the energy transition, where truth is often contested and trust is fragile, we need to invest not just in turbines, but in the people affected by them. That begins with honest dialogue, and tools that equip professionals to face falsehoods, staying respectful without falling silent.

A blog by: Kim Bechstein, Master student Energy for Society



Figure 1 Image Source: <https://www.pexels.com/search/wind%20turbine%20people/>

Learning Community REMO-lab

Producing Hydrogen While Reclaiming Clean Water from Black Water Through Electrocoagulation

When I started my thesis on electrocoagulation, my goal was to develop a sustainable and cost-effective method to treat biorefinery effluents. Traditional methods struggle with high costs, require large areas for ponds, and involve complex sludge management. My aim was to assess an alternative called electrocoagulation (EC).

The link between renewable energy and waste management is often missed. Yet, waste streams, especially from food and agriculture, have great potential for resource recovery. During my thesis project at Entrance, a renewable energy research centre in the Netherlands, I explored the lesser-known process called electrocoagulation (EC) to treat biorefinery waste streams. The goal was to evaluate its potential not only for purification, but also for energy recovery through hydrogen production.

What I discovered shows that integrating renewable energy and waste management can create both environmental and economic value. EC not only removes contaminants from wastewater but also

produces a valuable byproduct: hydrogen gas. Could wastewater treatment also become a source of clean energy? This blog shares my research findings on how EC improves water quality while recovering hydrogen, making it a dual-benefit technology.

In the Lab: Testing Electrocoagulation on Manure and Digester Waste Streams

My project focused on treating three challenging waste streams: swill digestate (food waste after anaerobic digestion), pig manure, and cow manure liquid fractions. These samples are highly polluted and traditionally difficult to purify. Electrocoagulation uses electricity and iron electrodes to destabilise and remove contaminants, turning “black water” into cleaner, reusable water.

How Electrocoagulation Works

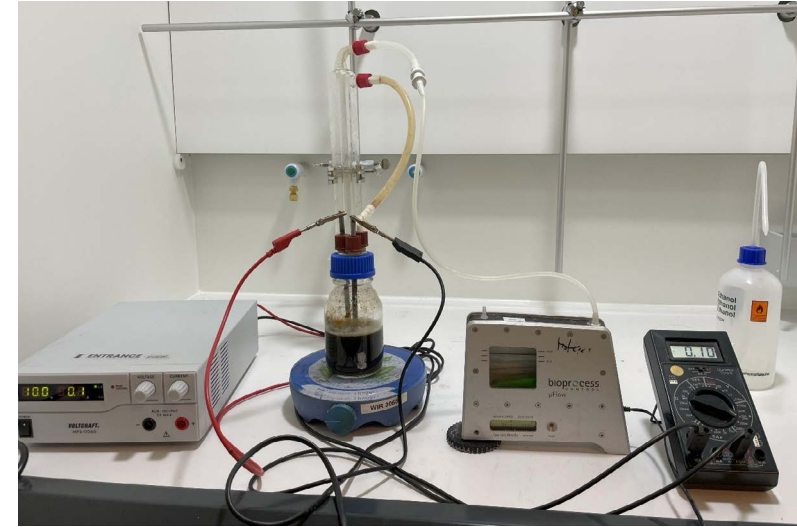
Electrocoagulation uses an electric current to dissolve metal electrodes, which act as coagulants. These coagulants bind to contaminants, causing them to settle or float for easy removal. While this process is known for treating organic waste, heavy metals, and recovering agricultural nutrients such as phosphorus and nitrogen compounds from black water, a lesser-known fact is that it produces hydrogen gas as a byproduct.

During electrolysis, hydrogen bubbles form at the cathode, offering a potential source of renewable energy. My research aimed to measure how much hydrogen could be recovered and whether it could help offset the operational costs of wastewater treatment.

The process theoretically produced around 10 kWh of energy in the form of hydrogen gas per cubic meter treated. While small in this lab-scale test, it shows that EC could contribute to clean energy production when optimised.

Electrocoagulation and Circular Economy

One positive aspect of this research is how electrocoagula-



tion aligns with circular economy principles. The process is not time-sensitive, meaning it can operate flexibly and be powered directly by intermittent renewable energy sources like solar or wind. This opens the door to integrating EC units into off-grid biorefineries, farms, or remote waste treatment systems where renewable energy availability fluctuates.

There is potential for increasing sustainability in the materials used for the electrodes. Instead of relying on primary raw iron, future systems could utilise recycled metals, including scrap iron, as sacrificial electrodes. This would lower the environmental footprint of the process and strengthen the link between waste management and resource recovery.

ammonia, which is used in various chemical industries. Extracting ammonia from waste instead of producing it through energy-intensive chemical processes in refineries can reduce CO2 emissions.

Conclusion

This project proved to me the capability of renewable energy to integrate into other fields such as waste streams. Electrocoagulation not only cleans complex waste streams but also opens opportunities for hydrogen recovery—a potential clean fuel. While scaling up remains a challenge due to costs, optimising the process with new designs could make it a viable addition to biorefineries and farms.

For me, this thesis showed how engineering can solve complex energy, water, and waste issues. If you are passionate about sustainability, you can find ways to apply different technologies like electrocoagulation to solve both energy and environmental challenges.

The sludge generated is rich in phosphorus. This sludge could be processed into fertiliser, contributing to sustainable agriculture and reducing dependency on synthetic fertilisers. Based on my research, 9% to 25% of the treated sample turns into wet sludge. This reduction in size contributes to lower energy consumption for transporting waste and, consequently, fewer CO2 emissions.

The reclaimed water could potentially serve as a source of

A blog by: Alireza Laame. Master student Energy for Society

Participated in the Learning Community REMO-lab

Learning Community REMO-lab

The Power of Learning Communities: *Overcoming Challenges in Collaboration*

The transition to a more sustainable future requires smart solutions and effective collaboration. Entrance plays a crucial role in this process. As a living lab, Entrance brings together students, researchers, companies, and government institutions to work on sustainable energy solutions. A key element of this ecosystem is the concept of learning communities, where knowledge is exchanged, innovation thrives, and collaborative problem-solving takes place. However, despite the many opportunities learning communities provide, there are significant challenges in their implementation and adoption.

My Research on Learning Communities

For this project, I researched the role of learning communities in fostering collaboration between companies and academia. I explored the challenges that hinder active participation and engagement, both from an internal perspective within Entrance and from the viewpoint of external (potential) partners. One of the most striking findings was that while learning communities offer immense potential for cooperation, many companies struggle to fully engage due to a lack of clarity on what a learning community entails.

Challenges in Establishing Learning Communities

During my research, I found that one of the biggest obstacles is the lack of a unified definition of learning communities. Internally, staff members recognize their value but often have differing understandings of how they function. This misalignment leads to inconsistent messaging when reaching out to companies, making it difficult for potential partners to grasp the benefits of participation. Additionally, companies expressed concerns about the time investment required, data protection issues, and the practical impact of their

involvement. These uncertainties create barriers to collaboration and slow down engagement.

The Importance of Clear Communication

Through interviews and discussions, I discovered that both internal and external communication plays a crucial role in the success of learning communities. Within Entrance, clearer internal alignment is needed to ensure that everyone shares the same understanding of what a learning community is and how it operates. Externally, companies need well-structured and transparent communication about the tangible benefits of participation. Many companies are interested in talent recruitment, innovation, and networking opportunities, but without a clear message, they hesitate to get involved.

Strengthening Engagement Through Targeted Approaches

Based on my findings, I identified several strategies to create greater company awareness. First, offering structured and interactive engagement opportunities, such as hands-on workshops and networking events, allows companies to experience the value of learning communities

firsthand. Second, creating centralized and easily accessible information on the website ensures that businesses can quickly find relevant details and connect with the right partners. Finally, building trust through personal interactions and formal agreements strengthens relationships, making companies more willing to invest time and resources in these collaborations.

The Future of Learning Communities

My research highlights that learning communities have significant potential to drive innovation and bridge the gap between academia and industry. However, for them to reach their full impact, Entrance must refine its internal definitions, streamline communication strategies, and create clear pathways for engagement. By addressing these challenges, Entrance can establish learning communities as powerful drivers of knowledge exchange and collaboration, benefiting both students and companies in shaping the future of sustainable energy.

Want to learn more? Get in touch and be inspired!

A blog by: Chantal Steen, Fourth year student Marketing Management

Participated in the Learning Community REMO-lab

Learning Community REMO-lab

Ammonia electrolyser plate topologies and its effects

Ammonia electrolysis is still quite a new process that is being learned and analysed. This was no different for me and the course of my graduation project with Entrance as a student from the Hanze University of Applied Sciences studying mechanical engineering. There is so much that can be learned in such a short time frame but can open so many possibilities to explore as more work is done.

The first part is understanding the science behind the electrolysis of ammonia. Traditionally, in an electrolyser an anode and cathode plate are charged to separate hydrogen and oxygen molecules from water so that the hydrogen can be reused. The overall process in ammonia is the same however instead of hydrogen being separated from oxygen, in ammonia electrolysis, hydrogen is separated from nitrogen. This is a cheaper alternative in the sense that it uses less electricity to complete the electrolysis process.

As the main part of an electrolyser is the anode and cathode plate, my project focused on the topologies of the plates. This includes the effect of gravity, effect of varying heights of the

plates, varying widths of the plates, a combination of both, and lastly the possibility of a spinning electrode.

The first part was to see the effect of gravity on the plume of produced hydrogen and nitrogen. The biggest difference was seen in an upright position and at 45 degrees which is to be expected. In an upright position, the plume is fully developed and is considered to be 1 or 100% developed. However, when having the electrode tilted at 45 degrees, there is a drop of about 10% down to 0.9 or 90%. This means that there is a about 10% loss in production and plume development when the plates are at 45 degrees. Next was to see the effect of varying heights and widths. The

standard model used was 4mm wide and 100mm high. Now, there are tens of thousands of variations that can be used so it was decided to take up to 300mm high and down to 2mm wide. This still produces an extremely large number of possibilities so steps of 50mm in height and 0.5 mm in width were taken. When taking each parameter separately, there is no difference in terms of mixing of nitrogen and hydrogen. It simply does not happen. The real difference is when you take a combination of the two. For example, when you take a 2mm gap and a plate height of 300mm, there then becomes significant

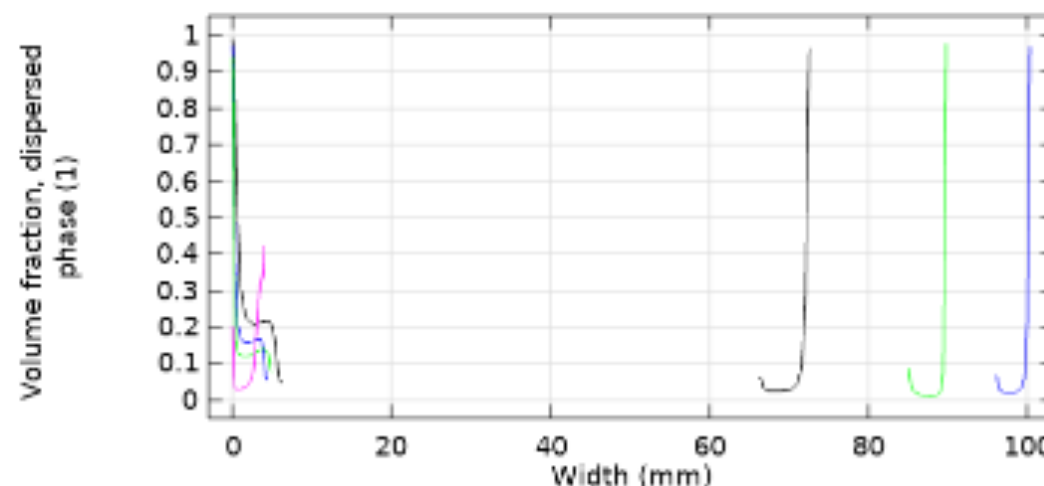
mixing. Across the entire electrode, there becomes a constant gas fraction of 15% meaning there is always at least 15% gas fraction which indicates that nitrogen has significantly mixed with hydrogen. This first becomes apparent in the 200mm range but is quite small when compared to the result just discussed.

Lastly, the possibility of using a spinning electrode was investigated but is still an early look investigation to the effect and feasibility. A spinning electrode works by having two walls like normal, but they are cylindrical with one spinning and the other

remaining stationary. For the case of this project, it was taken to have the inner wall spin and the outer wall to remain stationary. Here it was seen that the outer wall had a higher region of accumulation of gas near the outlet region which is normal as this is the direction the wall is spinning. This makes the electrolyte and produced gasses to be pushed towards the outside end of the electrode causing a

higher concentration. This can be best shown with the magenta line in the figure above.

Thank you for your reading of this blog, it was a great experience learning so much about ammonia electrolysis and learning the CFD software COMSOL. I hope to see you at the New Energy Forum!



A blog by: Jordan Beltchev, fourth year student Mechanical Engineering

Participated in the Learning Community REMO-lab

Learning Community REMO-lab

Smarter Sensors, Cleaner Systems: Optimising Ammonia Electrolysis at the REMO-lab

Real-time monitoring and smart communication

At the REMO-lab, researchers are tackling some of agriculture's biggest environmental challenges. One specific but very important one of them being ammonia emissions. Through electrolysis, the lab is not only trying to reduce these emissions but also produce hydrogen – a valuable form of energy. However, one of the limitations has persisted: real-time insight into the system's efficiency. That's where this project comes into play.

The Challenge: Lack of monitoring and control

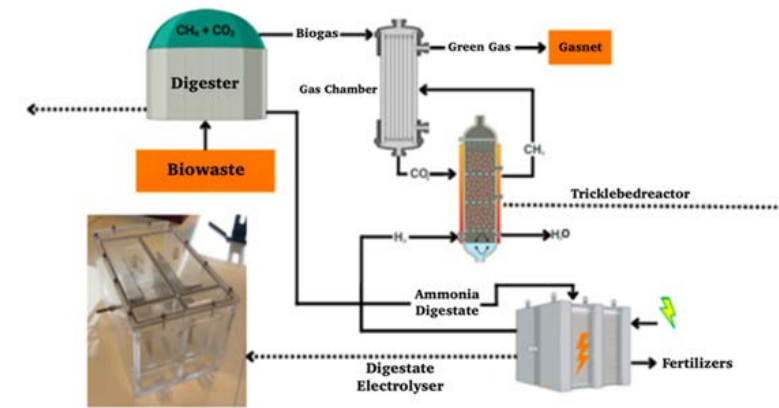
The REMO-lab's current ammonia electrolysis system converts farm waste into renewable sources of energy, helping lower the sector's environmental impact. While effective, the process has been missing crucial factors of control and is blind to real-time changes, when it comes to specifically ammonia detection at the output of the system. Data is being logged using a Raspberry Pi, but those logs are only available on the Pi and only after testing has finished. The setup itself is also missing ammonia monitoring at the output during operation. This newly measured data also must

be sent in real-time through communication processes. Aside from this, the existing system has its own logger but integrating new sensors also adds more steps and involves new software. Hence, this must be improved through the implementation of core software.

The Solution: Real-time data and core software monitoring

Tackling these issues is done by integrating these new sensors directly into the REMO-lab's electrolysis testing setup. These include:

- A Gravity Ammonia Sensor (SKU-SEN0469) for precise ammonia concentration measurements



- A BPC Go gas flow meter for evaluating total system through put and its gas production
- A custom voltmeter with its own integrated software for accurate energy profiling

At the heart of this enhancement project sits the ESP32 micro-controller, chosen for its Wi-Fi capabilities and compatibility with MicroPython and Arduino IDE. Acting as a translator and courier, the ESP32 connects the ammonia sensor via I2C, reads the measured values, and formats the data into CSV files onto the Raspberry Pi in real time using MQTT protocol, creating a communication bridge between sensor, ESP32, Raspberry Pi and the central laptop.

All the while, the Raspberry Pi acts as a broker and maintains its existing role as a data logger. It simultaneously hosts a local database and manages a server to handle file transfer logic.

Multiple systems, one streamline workflow

The setup in its entirety was designed around the following communication model:

1. Raspberry Pi (MQTT Broker) – Logs data, stores CSV files, and monitors new files to publish.
2. ESP32 (Publisher & Sensor Hub) – Send real-time sensor data and structured JSON content over Wi-Fi, later stored as CSV.
3. Laptop (MQTT Subscriber) – Receives files, uploads them to LabVIEW for monitoring and

visualization, then backs them up to Hanze's local Azure cloud environment.

Alongside this, the BPC Go gas flow meter and custom voltmeter both use their independent software and store the measured data on their cloud server. For ease of access, these are to also be incorporated into the LabVIEW environment to establish LabVIEW as the core software for data management.

Why does it matter? Greener tech needs smarter monitoring

Electrolysis is a powerful tool in the transition to clean energy, especially when paired with waste reuse. Although optimization is impossible without clarity and clarity requires data. This is where sensors come in. Real-time sensor feedback and streamlining communication allows this project to lay the groundwork for smarter, safer, and more efficient electrolysis system monitoring. The entire infrastructure didn't need replacement, but more so just an overall improvement. We do this

by using affordable tools like the ESP32 and open-source protocols like MQTT to build a system that delivers insights in real time, as well as software such as LabVIEW which includes features of safety and automation but mainly allows the direct management of all incoming data.

Considering these improvements directly support the REMO-lab's goals – in the future, perhaps the same framework may be applied to other labs or scaled up to monitor full sized digestate reactors. Cleaner outputs, better safety, more efficient energy use – one sensor measurement at a time.

A blog by: Paul Steenhuisen, Fourth year student Electrical Engineering – Sensor Technology

Participated in the Learning Community REMO-lab

Learning Community REMO-lab

CFD: Contribute for Future Decades!

Ever wonder how engineers make sure your car's motor is cooled sufficiently? Or how you have a comfortable flight to your destination based on the air circulation in the cabin of an airplane? This is done using Computational Fluid Dynamics, also known as CFD! This engineering process was used for this project, to determine the fluid flow and electric field of a membraneless electrolyser (used to split water into H₂ and O₂) at the REMO-Lab.

The REMO-Lab is a newly built test facility for researching the production of renewable molecules. Currently the process being tested is called "Fermolysis"; that is, electrolysis and fermentation combined. If you recall from your high-school chemistry class, electrolysis consists of an anode and cathode submerged in an aqueous solution. Once electric current is induced, the chemical reaction takes place separating the hydrogen from oxygen. At Entrance, this is done using ammonia found in fermented biomass. That way, the aim of the research is to utilise the ammonia produced due to the agricultural activity in this area to create hydrogen to be used in the chemical industry.

You might now wonder, "Well, where does this term CFD come into play?". CFD was essential in order to understand the behavior of the fluid we supply the electrolyser with, which has an effect on the gases released. This analysis is done using the software COMSOL Multiphysics. This software solves a series of equations in order to provide us with a visualisation of the liquid and electric field present within our electrolyser.

This project was complex in many ways since chemistry knowledge in combination with fluid dynamics and design was necessary. The first step in the creation of the CFD analysis was to research into already existing models and methods to create

Figure 1 Steps to model electrolyser

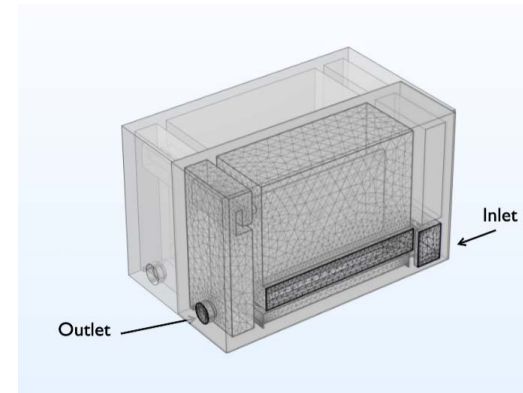


Figure 2 Velocity within electrolyser

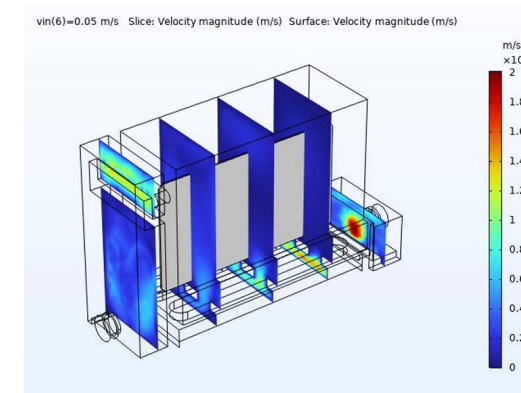
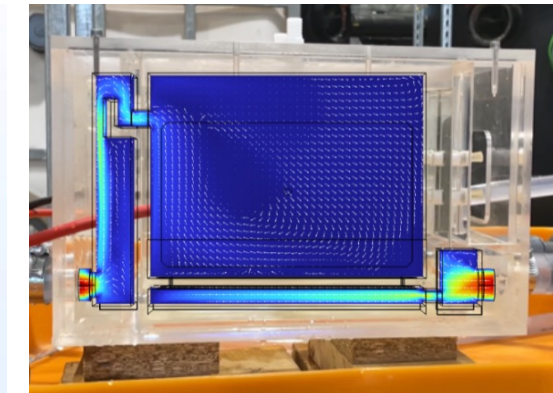


Figure 3 Velocity within electrolyser post-processing



such results. As this is a somewhat new field in engineering, there are limited research papers on this software available on the internet. That is because most companies keep that data private. After studying the material that was available and looking at many videos and tutorials to get myself acquainted with the software, I began by trying it out.

To have a successful product in the end, I began by reconstructing the design of the electrolyser present at the REMO-Lab using CAD (Computer Aided Design). A simpler model was created first and then a complete identical twin of the electrolyser at the lab. Next, a series of crucial steps for the creation of the CFD study

followed. This included setting up the boundaries of the system studied, such as the inlet and outlet points of the electrolyser and creating what is known as a mesh. This mesh in the geometry created in the software provides information to the algorithm that helps solve the equations of fluid flow and electric field. After those steps were completed, the post-processing began. During this step, the visualisation of the flow and electric field was constructed.

To someone who is not familiar with CFD those images look like colorful images of lines. The colors indicate higher and lower concentrations of a certain value. For instance, a high velocity of the

flow of water through the electrolyser is shown in red. Another result is the pressure within it.

These results help us engineers determine changes that need to occur in the design of a certain product for a better outcome. In this case, the results of my project provide useful information for future research focused on developing the design of membraneless electrolysers further and eventually commercialising such devices. As the specific software was used, its capabilities were also put into the test and

evaluated. With certainty I can say that this software was a useful tool in the development of the CFD analysis for this electrolyser.

I hope that my project contributed to REMO-Lab's research into membraneless electrolysers and that Entrance can utilise this result going forward to promote the energy transition! By combining our expertise and collaborating as is done at the REMO-Lab we can all help Contribute for Future Decades!

A blog by: Zoi Pagkoutou, third year Mechanical Engineering student

Participated in the Learning Community REMO-lab

Learning Community Ameland

Zonne-energie bufferen: in stroom of in warmwater?

“Een terugleververgoeding is mooi meegenomen, maar het is zonde als duurzame stroom structureel onbenut blijft.”

Het recent opgeleverde (01-01-2025) woon-zorgcomplex Ambla op Ameland dat bestaat uit 44 appartementen wekt met zijn grote hoeveelheid zonnepanelen meer stroom op dan het verbruikt. Deze zonne-energie wordt nu automatisch teruggeleverd aan het net, zonde omdat dit ook in het gebouw gebruikt kan worden! Ondertussen onttrekt het gebouw later op de dag stroom van het net dat veel duurder is. Voor mijn afstudeerproject Werktuigbouwkunde onderzocht ik in opdracht van het Gemeente Ameland en Entrance hoe deze lokale, duurzame energie beter benut kan worden, met als hoofdvraag: *“Hoe kan het warmtebedrijf zo efficiënt mogelijk omgaan met de zonne-energie om de kosten te drukken, zodat dit zorgt voor lagere kosten voor de bewoners?”*.

Analyse & Scenario's

Om te bepalen hoe het zonne-energieoverschot beter benut kan worden, is gestart met een grondige analyse van het energieverbruik in het gebouw. Hieruit bleek dat het aandeel warmtepompen in het elektriciteitsverbruik relatief klein is en sterk afhankelijk van het seizoen. Dat maakt het opslaan van warmte via bijvoorbeeld buffers minder interessant. De focus verschoof daarom

naar twee veelbelovende concepten: het plaatsen van een batterijsysteem en het slim aansturen van elektrische tapwaterboilers.

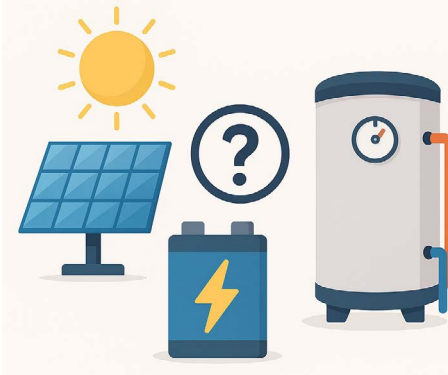
Scenario 1: Batterijsysteem

Voor het batterijsysteem heb ik een dynamisch simulatiemodel gebouwd in Excel waarmee het energieverbruik, de laad- en ontladcycli en de bijbehorende kosten over een periode van ruim vier maanden zijn doorgerekend met historische

verbruiksdata. Uit deze simulatie bleek dat de Growatt AXE+WIT 30kW/60kWh batterijsysteem het hoogste financiële rendement behaalde, dankzij een relatief lage aanschafprijs en redelijke besparing op stroomkosten. Toch is dit rendement met de huidige energieprijzen en terugleververgoeding onvoldoende: de terugverdientijd is ruim 33 jaar, wat langer is dan de verwachte levensduur van 15 tot 20 jaar. Dit maakt het financieel onrendabel om nu al te investeren in een batterij.

Tegelijkertijd zijn er wél maatschappelijke voordelen: een batterij verhoogt de zelfvoorziening van een gebouw, verhoogt het directe gebruik van zonne-energie en ontlast het elektriciteitsnet. Zeker wanneer de

Zonne-energie bufferen: in stroom of in warm water?



huidige terugleververgoeding na 2030 verandert of verdwijnt, kan het beeld kantelen.

Scenario 2: Tapwaterboilers koppelen

Het tweede scenario draait om de 44 elektrische tapwaterboilers die elk appartement van warmwater voorzien. Ieder appartement is op dit moment individueel aan het elektriciteitsnet aangesloten. De vraag was: kan het zonne-energieoverschot benut worden door deze boilers aan te sluiten op de elektrische hoofdaansluiting van Ambla en deze collectief slim aan te sturen?

Uit een technische analyse bleek dat de bestaande infrastructuur het niet toelaat om alleen de boilers te koppelen, maar misschien wel mogelijk is om de gehele appartementen aan de

hoofdaansluiting te verbinden. Simulaties lieten zien dat deze koppeling de teruglevering aanzienlijk zou verminderen: van 2836 kWh naar 1117 kWh in slechts drie maanden tijd, een afname van 60%. Hoewel de huidige hoofdaansluiting dit net aankan (maximale piek: 106,18 kW bij een limiet van 110 kW), is de marge te klein om dit zonder uitbreiding van de elektrische aansluiting veilig te implementeren.

Daarnaast werkte ik dit concept verder uit op gebied van aansturing, waarbij één centrale computer bepaalt welke boilers mogen verwarmen op basis van actuele teruglevering en watertemperatuur. Voor een realistische simulatie van dit scenario is echter meer data nodig over het daadwerkelijke elektriciteitsverbruik van de boilers, die momenteel niet gelogd wordt.

Conclusie

Mijn opdracht eindigde met een advies aan de opdrachtgever om in eerste instantie één

volledig jaar aan energiedata te verzamelen, zodat de simulaties met meer nauwkeurigheid opnieuw uitgevoerd kunnen worden. Pas daarna is het raadzaam om in gesprek te gaan met de netbeheerder over een eventuele uitbreiding van de hoofdaansluiting. In de huidige situatie raad ik het plaatsen van een batterij nog niet aan, vanwege de lange terugverdientijd. Toch is dit scenario zeker niet afgeschreven – het vormt een solide basis voor toekomstige investeringen zodra de energiemarkt verandert.

Het scenario waarbij de appartementen aan de hoofdaansluiting gekoppeld worden is technisch kansrijk en biedt veel potentie. De benodigde ingrepen zijn relatief beperkt en kunnen in een vervolgtraject verder worden uitgewerkt – bijvoorbeeld door een nieuwe student. Zo wordt zonne-energie op Ameland niet alleen duurzaam, maar ook echt slim benut.

Een blog door: Ole Klomp, vierdejaarsstudent Werktuigbouwkunde

Deelgenomen in de Learning Community Ameland

Learning Community Ameland

Wanneer data vaag wordt: AI-gedreven besluitvorming voor complexe energieprojecten

Vanuit gemeente Ameland was er een vraag om de mogelijkheden rondom de warmtebronnen voor de vervanging van aardgas te onderzoeken. Hun onderzoeksvraag luidde als volgt: *“Hoe ziet de haalbaarheid van de twee scenario’s voor een warmtesysteem eruit die door de gemeente gedefinieerd zijn rondom elektrificatie met collectieve en individuele warmtepompen, rekening houdend met de twee verschillende groepen bewoners op Ameland?”* Naast het beantwoorden van deze onderzoeksvraag vroeg de gemeente ENTRANCE om ondiepe en middeldiepe geothermie te onderzoeken.

Bij de start van het onderzoek stelde de gemeente Ameland voor om ondiepe geothermie tussen de 100 en 800m diepte te onderzoeken en mogelijke kansen te identificeren. Hiervoor waren er twee scenario’s gemaakt om te onderzoeken: 1. een scenario dat gebruik maakt van ondiepe geothermie in combinatie met collectieve warmtepompen en 2. een scenario dat gebruik maak van ondiepe geothermie in combinatie met individuele warmtepompen.

Via een literatuuronderzoek hoopte ik inzicht te krijgen in

de verschillende invloeden en werking van geothermie, maar al snel bleek dat er schaarste aan informatie was. Daarom heb ik geologen, bedrijven en gerelateerde onderzoeksinstututen benaderd voor meer informatie. Uit deze dataverzameling bleek er wel een model beschikbaar te zijn dat de gewenste informatie bevatte, alleen was deze informatie van een te lage resolutie (metingen waren geëxtrapoleerd) om daadwerkelijk een goed onderbouwd advies te kunnen geven. Ik vond dat het resultaat hierdoor van onvoldoende toegevoegde

waarde was en heb ervoor gekozen om een andere richting te kiezen.



Aanleiding en resultaten nieuwe opdracht:

Omdat er vanuit de gemeente ook een vraag was naar meer inzicht in de besluitvormingsprocessen en diepgaander inzicht in de verschillende aspecten, die van invloed zijn binnen warmtetransitie projecten, heb ik besloten om hiervoor een methode te ontwikkelen. Op basis van onderzoek en daarna een chat met LLM’s ben ik op zoek gegaan naar het bestaan van een dergelijk model, dat niet alleen de economische en technische factoren met elkaar vergelijkt en zo de invloeden bepaalt, maar die ook de sociale invloeden kan inkapselen. Omdat sociale invloeden vaak niet precies kunnen worden gedefinieerd is er een methode nodig die inherent rekening houdt met deze ‘vaagheid’. Toen ik de LLM’s opdracht gaf om naar een dergelijk model te zoeken, kwam ik op “Fuzzy Cognitive Maps” van Bart Kosko uit. Dit model heeft als uitgangspunt dat de relaties tussen verschillende aspecten

binnen het model niet precies benaderd kunnen worden en dat er nooit een perfecte causale relatie kan zijn. Dat komt door het feit dat de input voor het bepalen van de relaties “vaag” is ofwel niet precies gedefinieerd; precies wat nodig is om mijn vraagstuk te kunnen beantwoorden.

Ik heb vervolgens gebrainstormd om manieren te vinden om de verschillende aspecten in kaart te brengen, de impact van de verschillende aspecten in kaart te brengen en tenslotte de relaties tussen de aspecten te kunnen bepalen. Nu AI zeer relevant wordt in de maatschappij en ik het dagelijks beter zie worden dacht ik dat er ook een mogelijkheid zou kunnen zijn om dit te integreren in het model.

Op dit moment heb ik een programma gemaakt dat vanuit rapporten/andere tekstuele informatie kan bepalen – aan de hand van Machine Learning modellen – 1. wat de belangrijkste aspecten zijn, 2. wat de impact van de aspecten is en tenslotte 3. Wat de relaties tussen deze aspecten zijn. Het mooie aan het gebruik van deze modellen binnen het programma is dat deze ook wazige resultaten opleveren. Dat

past goed binnen de kaders van het model, ervan uitgaande dat de output en input “wazig” is. De toegevoegde waarde is dat er door deze methode mogelijke belangrijke relaties tussen factoren binnen niet alleen energietransitie projecten maar eigenlijk elk multidisciplinair project bepaald kunnen worden. Hiervoor komt er door het gebruik van het programma een machinale dimensie beschikbaar naast de bestaande menselijke dimensie binnen deze besluitvormingsprocessen.

Een blog door: Lex Rijnders, derdejaarsstudent Technische Bedrijfskunde

Deelgenomen aan de Learning Community Ameland

Learning Community Waterstof

Het verborgen prijskaartje van slijtage Zoektocht naar het ideale vervangmoment van een elektrolyser-stack

Waterstof produceren met een PEM- elektrolyser of alkaline- elektrolyser (AWE) klinkt simpel: zet stroom op water, vang het gas op, klaar. Maar in de realiteit verslijt het hart van de installatie (de stack). De prijs van vervanging ligt enorm hoog, gemiddeld zo'n 30% van de complete installatie. Vervang je te vroeg, dan gooi je waardevolle onderdelen weg; wacht je te lang, dan betaal je jaarlijks meer voor onderhoud, stilstand en ook een hogere energierekening. Elk waterstof producerend bedrijf zal willen weten wat het optimale vervangmoment is voor zowel PEM- als AWE-stacks. Hiermee wordt gegarandeerd dat de Levelised Cost of Hydrogen (LCOH) zo laag mogelijk blijft. In deze blog delen we alvast de eerste bevindingen en dilemma's van ons onderzoek.

Drie elektriciteitsscenario's, 5 kostprofielen

Om verwarring en contaminatie van de gemeten variabelen te voorkomen zijn deze in elektriciteitswaarden gezet:

1. **Constante netstroom:** klassiek, weinig dynamiek en altijd aan.
2. **Variabele stroom zonder shutdowns:** meebewegen met marktprijzen, maar het systeem blijft warm en aan.
3. **Variabele stroom mét shutdowns:** niet mogelijk met AWE vanwege beperkte flexibiliteit, regelmatig uit- en inschakelen.

Een hogere CAPEX bij variabele aansturing komt vooral door zwaardere power-elektronica. Andersom zakt de OPEX bij AWE juist omdat de stack minder snel degradeert als hij af en toe "uitblaast".

Wat vertellen deze cijfers ons?

Elektriciteitsprijs is de baas: Ga je van € 0,28 naar € 0,06 per kWh (typische spotprijspielen in NL), dan daalt de LCOH ruwweg 40 %. Dat is een gigantisch voordeel en dit compenseert grotendeels de hogere CAPEX van flexibiliteit.

Degradatie sterker bij PEM- techniek:

Bij de shutdown- scenario's stijgt de celspanning tot 0,0009 % per uur; over vijf jaar is dat ± 350 mV extra. Het rendement zakt aanzienlijk, waardoor de energiekosten weer oplopen, en de rendabiliteit daarmee daalt.

Stack-vervangingskosten

spelen een grote rol: Een eenmalige vervanging kost 20-40 % van de initiële investering. AWE-cellen zijn doorgaans goedkoper, maar je vervangt ze iets vaker door een kortere ontwerplevensduur (30 jaar tegenover 25 jaar voor PEM-systemen in de database).

Kortom, het optimale vervangmoment bestaat uit een wisselwerking van stroomtarief, degradatiesnelheid én vervangingsquote. Dat maakt een simpele "rule of thumb" onmogelijk.

Het model in wording

Om de optimale vervangstrategie objectief te bepalen gebruiken we een factoriaal experiment rond de LCOH-formule. Acht kernvariabelen – CAPEX, OPEX, elektriciteitsprijs, stack-efficiëntie, degradatiesnelheid, capaciteitsfactor, vervangingsquote en discontovoet – krijgen

elk meerdere realistische waardes (een tot drie per variabele). In totaal levert dat meer dan een miljoen unieke scenario's op. Voor elk scenario rekent het model de LCOH uit en slaat zowel de uitkomst als de onderliggende variabelen op in één grote dataset.

Daarna volgt een multivariate regressieanalyse: eerst lineair om de hoofdeffecten te rangschikken, vervolgens met interactietermen om te zien hoe bijvoorbeeld een lage elektriciteitsprijs het belang van een hoge efficiëntie kan versterken. De regressiesultaten maken in één oogopslag duidelijk welke knoppen het zwaarst wegen op de kosten en bij welke combinaties vervanging het snelst wenselijk is. Met een discontovoet van 5 % berekent het model de Net Present Value (NPV) voor elk vervangjaar. Het jaar met de hoogste NPV is logischerwijs het optimale vervangpunt.

Eerste inzichten & research- vragen

Uit de voorlopige gegevens komt een duidelijk beeld naar voren. AWE-installaties blijken geduldiger: hun lagere degradatietempo verschuift het economisch optimum richting twaalf tot veertien jaar bij continubedrijf. PEM-systemen vragen

daarentegen sneller om een frisse start; bij variabele stroom lijkt acht tot tien jaar het optimale vervangmoment, tenzij je echt goedkope stroom (< € 0,03 per kWh) kunt vastleggen. Shutdown-strategieën snijden aan twee kanten: ze drukken de stroomrekening en de degradatie, maar de installatiekosten zijn ruim een kwart hoger. Kan dat de winst wel weer rechttrekken? Waar precies het kantelpunt ligt, dat zal het factoriaal experiment moeten uitwijzen.

Misschien maakt jouw input wel het verschil!

Dit onderzoek kan altijd extra veld-informatie gebruiken. Binnenkort testen we de gevoeligheid voor waterprijs, stackprijzen in 2030 en degradatiecijfers. Heb jij praktijkdata over stack-vervanging of O&M-kosten? Laat het ons weten, dan maken we samen het waterstofplaatje completer én betaalbaarder.

Scenario	CAPEX- bandbreedte*	OPEX (% CAPEX/ jaar)	Degradatie- tempo**	Stack- vervangings- kosten
AWE – constant	€ 1000–1700/kW	1,5 %	0,00011– 0,00033 %/uur	20–30 %
AWE – variabel	€ 1350–2250/kW	3 %	0,00011– 0,00033 %/uur	15–23 %
PEM – constant	€ 1100–1900/kW	2 %	0,00017– 0,00050 %/uur	30–40 %
PEM – variabel	€ 1600–2400/kW	4 %	0,00017– 0,00050 %/uur	20–32 %
PEM – variabel + shutdown	€ 1100–1900/kW	4 %	0,00032– 0,00090 %/uur	30–40 %

* Bronnen: CBS, Lazard LCOE, DOE en literatuur-studie.

** Tabelwaarden corresponderen met 2–9 µV/uur spanningsstijging.

Een blog door: Kevan Rezai, vierdejaarsstudent Technische Bedrijfskunde

Deelgenomen aan de Learning Community Waterstof

Learning Community Waterstof

Van zichtbare damp naar een slimme oplossing: werken aan een schoner waterstofuitlaatsysteem

Waterstof is dé schone energiebron van de toekomst, maar wat als een witte dampwolk mensen doet twifelen aan de duurzaamheid ervan?

Bij waterstof-brandstofcellen ontstaat tijdens de werking waterdamp als restproduct. Hoewel dit onschadelijk is, kan de damp bij het verlaten van het uitlaatsysteem een grote, witte wolk vormen. Dit kan leiden tot misvattingen over de technologie, vooral bij toepassingen zoals een Ground Power Unit (GPU) op waterstof. Om dit probleem aan te pakken, is een project opgezet om een oplossing te ontwikkelen die zichtbare condensvorming vermindert.

Het probleem: zichtbare damp en misvattingen

De energietransitie draait niet alleen om technologie, maar ook om perceptie. Een grote witte dampwolk kan ervoor zorgen dat omstanders denken dat een waterstofsysteem schadelijke emissies uitstoot, terwijl het in werkelijkheid enkel waterdamp is. Dit kan een barrière vormen voor de acceptatie van waterstoftechnologie.

De oplossing: een innovatieve aanpak

Het project richtte zich op het ontwerpen en realiseren van een prototype dat de zichtbare dampstroom vermindert. Uit onderzoek naar het gedrag van de uitlaatdamp is een passieve oplossing gekozen:

- Centrifugaalkracht wordt gebruikt om waterdruppels uit de dampstroom te scheiden.
- Verdunning met droge lucht helpt om de resterende dampwolk te minimaliseren.



Figuur 1 GPU gevoed door waterstof (bron: groningenairport.nl)

Door deze technieken te combineren, wordt de zichtbare uitstoot beperkt zonder het systeem actief te hoeven aansturen.

Uitdagingen en het leerproces

Tijdens het ontwerp en de bouw van het prototype werd al snel duidelijk dat dit project veel meer omvatte dan alleen het technisch oplossen van een probleem. Naast het reduceren van zichtbare condensvorming moesten ook randvoorwaarden zoals veiligheid en de integratie binnen de bestaande systemen worden meegenomen.

Het zorgvuldig doormeten en controleren van alle subsystemen, het documenteren van elke stap en het aanpassen van het ontwerp aan de beschikbare middelen vergrootte mijn inzicht in de praktische uitdagingen van een ontwikkeltraject. Dit leerde mij dat geduld en nauwkeurigheid net zo belangrijk zijn als technische kennis.

Daarnaast werd duidelijk hoe cruciaal samenwerking is. Een goed ontwerp op papier is niets waard zonder de juiste afstemming tussen technici, programmeurs en andere

betrokkenen. Tijdens het project werd duidelijk dat een gebrek aan communicatie zelfs de meest innovatieve oplossing kan vertragen of stilleggen. Dit heeft mij laten zien dat multidisciplinaire samenwerking vanaf het begin van een project een sleutelrol speelt.

Toekomstige ontwikkelingen en impact

Hoewel praktijktests met de GPU nog niet zijn uitgevoerd, hebben de voorbereidende werkzaamheden aangetoond dat het systeem veilig en doordacht is opgebouwd. De volgende stappen zijn:

- Uitvoeren van praktijktests om het werkelijke effect van het prototype te beoordelen.
- Optimaliseren van het ontwerp door de geometrie aan te passen.
- Integreren van sensoren voor betere data-analyse en aanpassing aan extreme weersomstandigheden.

Dit project heeft mij niet alleen technische kennis bijgebracht, maar ook waardevolle lessen over

samenwerking, nauwkeurigheid en innovatie. Het reduceren van zichtbare damp blijkt niet alleen een technisch vraagstuk, maar ook een kwestie van vertrouwen en acceptatie van waterstoftechnologie.

De energietransitie vraagt om innovatie én een helder verhaal. Door samen te werken en te blijven verbeteren, kunnen we de acceptatie van waterstof als schone energiebron vergroten. Wat vind jij een essentiële stap voor een bredere toepassing van waterstoftechnologie?

Een blog door: Alexander Koers, vierdejaarsstudent Werktuigbouwkunde

Heeft deelgenomen aan de Learning Community Waterstof

Learning Community Waterstof

Hydrogen power, delivered to location on a bite-size scale

As nations around the globe race toward a cleaner, more sustainable energy future, innovative research projects are quietly laying the foundation for tomorrow's breakthroughs. One such endeavor here in the Netherlands centers itself on a hydrogen-powered fuel cell system, conveniently packaged into a normal trailer. While this is not the place for technical details, a broader image will be presented.

Imagine a world where large power plants aren't the only source of reliable electricity. Picture smaller, flexible units that can roll into remote communities, emergency sites or even sports stadiums to provide clean power exactly where it's needed. Mobile hydrogen fuel cell systems promise exactly that: portable, zero-emission generators that run as long as they're supplied with gaseous hydrogen. Big reasons for this project were the recent introduction of emission free zones by the government. Within these designated zones, no harmful emissions of any kind are allowed. This makes using mobile diesel generators impossible.

Bringing science to the roadways

The heart of the project is a compact fuel cell module that converts hydrogen gas into electricity through a chemical reaction—emitting only water vapor as a by-product. While fuel cells have long been employed in stationary installations and even as the “engine” of prototype vehicles, integrating one into a towable trailer presents a fresh set of challenges. From the outside, it looks an ordinary trailer, but on the inside reside the carefully arranged tanks, valves, control units and pipes, all devoted to providing maximum safety and efficiency.



Gaseous hydrogen is a very volatile substance. Many things can go wrong, ranging from ruptures in the pipes or tanks to open flames igniting the hydrogen mixture. All of these risks have been mitigated, in design, by the installation of pneumatic safety

valves according to several ISO (International Organization for Standardization) norms. Not only the hydrogen, but also the fuel cell itself needed additional safety measures to withstand the harsh conditions that may arise from a bumpy trip. Fuel cells are

incredibly sensitive to vibrations, which may result in internal damage. Seeing as trailers tend to have worse suspension than cars, more vibrations will make their way into the delicate internals. This was remedied by mounting it to a sturdy frame and placing rubber vibration dampening mounts under the fuel cell

The team

Another unique aspect of this project was the fact that it was conducted in tandem with Alfa-college, a Dutch MBO school, where a group of students also worked on the same trailer. Alfa-college was also the proprietor of the project, initiated in response to modern demands. This was one of the very first projects of its kind, as MBO and HBO usually work separately from each other. A lot of insights were exchanged, which really benefited the project. With this being a premiere for either institute, some incongruencies in academic goals and requirements lead to

a divergence in the direction of our work. Ultimately, however, the project benefited greatly from the cooperation. It was also an informative experience to see how the other group handled their work in comparison.

My experience

This project was truly unique in the sense that I had never worked with hydrogen before. In my previous years at Hanze UAS I had several opportunities to take courses related to hydrogen, but they did not interest me at the time. After starting the project and doing a lot of research into hydrogen-powered systems and the internal workings of the fuel cell, the subject really gained traction with me. Renewable energy sources are seen as the way to the future and I am proud to have worked on a new innovation within the field.

A blog by: Thomas Kollé, third year student Mechanical Engineering

Participated in the Learning Community Hydrogen

Lectoraat Economische vraagstukken in de energietransitie

Groene waterstof met waarde: hoe maatschappelijke keuzes de energietransitie sturen

De energietransitie is in volle gang, en groene waterstof speelt daarin een veelbelovende rol. Maar hoe bepaal je welke waterstoftechniek de meeste maatschappelijke waarde heeft? Dat was de centrale vraag in mijn afstudeeronderzoek bij Entrance. In een wereld waar beleid, investeringen en duurzaamheid steeds sterker samenkomen, is het tijd om niet alleen te kijken naar techniek, maar ook naar wat de samenleving écht belangrijk vindt.

Een model dat keuzes mogelijk maakt

Tijdens mijn onderzoek ontwikkelde ik een **maatschappelijk afwegingsmodel** waarmee verschillende groene waterstof-technieken met elkaar vergeleken kunnen worden op basis van maatschappelijke impact. Niet alleen kosten en CO₂-reductie, maar ook sociale effecten zoals werk-gelegenheid, energiezekerheid en acceptatie door de samenleving werden hierin meegenomen.

De basis voor het model is een combinatie van twee bestaande methodes:

- de **Maatschappelijke Kosten-Batenanalyse (MKBA)** voor het in kaart brengen van effecten;
- en het **Stakeholder Salience Model** om te bepalen welke stakeholders het meeste invloed hebben.

Deze combinatie zorgt voor een eerlijk, transparant en praktijkgericht beoordelingskader.

Het proces: van theorie naar praktijk

De ontwikkeling van het model begon met literatuuronderzoek naar maatschappelijke effecten van waterstof. Daarna

voerde ik interviews met vertegenwoordigers van de overheid, energiebedrijven en de transportsector – de partijen die het meeste gewicht hebben in de energietransitie in Noord-Nederland. Hun inzichten bepaalden hoe zwaar bepaalde effecten meetellen in het model.

Wat opviel? Niet elke stakeholder waardeert effecten hetzelfde. Waar de overheid sterk inzet op CO₂-reductie en lange termijn klimaatdoelen, hechten transport-bedrijven meer waarde aan korte termijn toepasbaarheid en infrastructuur.

Een belangrijk leermoment was het besef dat **maatschappelijke waarde niet één getal is**, maar een optelsom van verschillende perspectieven. Door deze perspectieven te wegen op basis van hun invloed, legitimiteit en urgentie, krijgt het model een genuanceerde en toepasbare uitkomst.

Resultaat: een praktische tool voor beleid

Het uiteindelijke model toont per techniek hoe deze scoort op maatschappelijke waarde, uitgesplitst in directe, indirecte en externe effecten. Zo wordt

zichtbaar welke techniek het beste past bij wat stakeholders belangrijk vinden in een bepaalde regio of situatie.

Wat dit model uniek maakt?

- Het vertaalt abstracte maatschappelijke doelen naar concrete afwegingen.
- Het is visueel en begrijpelijk, ook voor beleidsmakers zonder technische achtergrond.
- Het is flexibel: het model kan worden aangepast aan nieuwe inzichten of stakeholders.

Wat ik leerde

Dit onderzoek liet me zien dat finance en duurzaamheid prima samen kunnen gaan. Door financiële structuren te combineren met maatschappelijke waarden ontstaat er ruimte voor betere, eerlijkere keuzes. Bovendien gaf het samenwerken met ENTRANCE en externe stakeholders mij het inzicht dat de energietransitie niet alleen een technisch, maar vooral een menselijk proces is.

Conclusie: keuzes met impact

Met dit model in handen kunnen beleidsmakers, investeerders en bedrijven betere keuzes maken in de waterstoftransitie. Niet alleen op basis van kosten of

technologie, maar juist op basis van wat we als samenleving belangrijk vinden.

Wil jij weten welke waterstof-techniek het beste aansluit bij maatschappelijke wensen in Noord-Nederland? Dan biedt dit model een heldere routekaart.

Groene waterstof krijgt pas echt waarde, als we ook de maatschappelijke afweging meenemen.

Een blog door: Martijn de Jong, vierdejaarsstudent Finance & Control



Bij ENTRANCE Leren & Innoveren in de Energietransitie komen studenten, docenten, onderzoekers, bedrijven, overheden en maatschappelijke organisaties samen. We bieden studenten een multidisciplinaire omgeving, met veel interactie met de praktijk. Hierdoor ontwikkelen ze de juiste competenties om de energietransitie vorm te geven en te versnellen. De veranderaars van onze energievoorziening zijn innovatief en creatief en ze werken op een multidisciplinaire wijze samen. Zo krijgen ze een breder inzicht in de verschillende facetten van een onderzoeksvraag.

Meer weten?

Deze professionals leiden we op bij Entrance - Centre of Expertise Energy, onder meer bij onze learning communities. Meer informatie over learning communities, of samen een maatschappelijk vraagstuk oplossen? Neem dan contact met ons op.

Ga naar: <https://www.entrance.eu/over-entrance/learning-communities/>

Contact

Entrance Leren & Innoveren in de Energietransitie
Zernikelaan 17
9747 AA Groningen
T (050) 595 4708
E entrancelc@org.hanze.nl

