

Nieuw Evenwicht

Naar een duurzaam energiesysteem



Lectorale rede

dr.ir. Richard P. van Leeuwen

Nieuw Evenwicht

Integratie en samenwerking voor
het energiesysteem van morgen

Een overzicht van de stand van zaken, visies en initiatieven
Ter gelegenheid van mijn lectorale rede op 4 oktober 2022

dr.ir. Richard P. van Leeuwen

Colofon

Met bijdragen van en dank aan:

Saxion

dr.ir. John van den Hof, dr.ir. Simon Hageman, dr.ir. Annemarije Kooijman,
dr.ir. Theo de Bruijn, ir. Edmund Schaefer, ir. Hans Gelten, ir. Annelies Boerman,
ing. Viktor Nikolayev, ir. Sandra Wijnant-Timmerman, ir. Goos Lier, dr.ir. Cihan Gercek,
ing. Tom Vleerbos (MBA), ir. Emmy Ophuis, ir. Willem Brus, ir. Gerco Pijffers,
ir. Martin Buitink, Jonathan Montanes (BA)

Topsector Energie

ing. Mart van Bracht

Cleantechregio

ir. Shira van der Werf, Arko van Brakel (BBA)

Universiteit Twente

prof.dr.ir. Johann Hurink

Firan

ir. Haike van de Vegte

Hogeschool Arnhem-Nijmegen

dr.ir. Paul Siermans, dr.ir. Bram Veenhuizen, dr.ir. Aart-Jan de Graaf

HANZE hogeschool

dr.ir. Jan-Jaap Aué

Voorwoord

De strijd om te overleven op aarde is al zo oud als de mens zelf. Maar in tegenstelling tot natuurlijke verschijnselen als vulkaanuitbarstingen, heeft de mens de huidige klimaatverandering grotendeels zelf veroorzaakt door de meer dan 150 jaar grootschalige consumptie van steenkolen, olie en gas in geïndustrialiseerde landen. Kunnen we dit nog omkeren? Kunnen wij mensen onze houding naar de aarde, het water en de atmosfeer, naar onze leefwereld veranderen? Vinden we een nieuw evenwicht?

Ook in de tijd van het bijbelse oude testament moest de mens op zoek naar nieuw evenwicht. Zo werd Jozef door zijn broers verkocht aan handelaren uit Egypte. Maar in Egypte werd hij een belangrijke raadgever van de farao. Hij legde voedselvoorraden aan waardoor het volk kon overleven tijdens vele jaren van droogte. Zo leren we, het is wijs om (ver) vooruit te kijken en voorraden aan te leggen. Een andere les is dat er wegen uit moeilijke tijden zijn. Dat er altijd hoop is en dat we vertrouwen kunnen hebben. Dat we ons niet moeten laten leiden door doemdenken want dat brengt wanhoop en leidt de mens naar verkeerde machthebbers. Dat laatste leert de geschiedenis ons.



Op de achterkant van dit boekje is een steenmannetje te zien. Het is mooi om te zien hoe in de bergen mensen een teken voor anderen achterlaten zodat zij de weg makkelijker kunnen vinden. Dat is ook de rol van onderwijs in de samenleving. Mensen op weg helpen om een goede plek in de samenleving op te kunnen bouwen. Maar een steenmannetje is een wankel evenwicht van op elkaar gestapelde stenen. Kunnen we i.p.v. een wankel een robuust evenwicht bouwen binnen het energiesysteem?

Waarschijnlijk kan het. Maar om alleen met 100% duurzame energiebronnen uit te kunnen is niet eenvoudig. Het wordt een stuk eenvoudiger als wij samen met de andere geïndustrialiseerde landen onze behoefte aan energie flink terug brengen. Wij zijn met onze uitstoot van CO₂ verantwoordelijk voor de opwarming, dus moeten we ons ook inspannen om die terug te brengen. Dat vraagt fundamentele veranderingen. Geen auto meer nodig hebben, veel minder vliegen, minder spullen, weinig tot geen vlees meer eten. Maar gelukkig blijkt, we kunnen toe met veel minder en als we vrijwel alles hergebruiken, zijn veel minder grondstoffen en energie nodig.

Daar moeten we beginnen en dat kan ook aangenaam zijn. Lector Martine Vonk[†] schreef het boekje 'genieten van genoeg' waarin zij met behoud van het goede leven, stelling neemt tegen onze consumptiemaatschappij.

Deze opvattingen passen in een lange traditie binnen Saxion. Zo schreef de eerste lector van mijn lectoraat Wim Gilijamse[†] zijn lectorale rede 'met het oog op morgen'. Daarin noemt hij de noodzaak van vooruit kijken, van energiebesparing en de inpassing van duurzame energie. Lector Jan de Wit ging 'back to the future' waarin oplossingen uit het verleden o.a. voor energie opwekken en hergebruik, weer terug komen maar dan in een modern jasje. Ik ben de derde lector van het lectoraat, waarmee 'seizoen 3' van een lange serie is begonnen zou je kunnen zeggen. Dat seizoen is voor mij alweer 5 jaar geleden begonnen en met dit boekje presenteren we de belangrijkste ontwikkelingen van die periode in 25 hoofdstukken.

Inhoudsopgave

Voorwoord	4		
1 Inleiding	8		
Deel 1: energietransitie in Nederland: de stand van zaken	12		
2 Stand van zaken energietransitie in Nederland <i>Richard van Leeuwen</i>	13		
Deel 2: visies op de energietransitie en de rol van onderzoek en onderwijs	20		
3 Naar een geïntegreerd en duurzaam energiesysteem voor de industrie <i>Richard van Leeuwen, John van den Hof, Annemarije Kooijman</i>	21		
4 Opties om woningen van het aardgas af te krijgen <i>Richard van Leeuwen, John van den Hof, Annemarije Kooijman</i>	25		
5 Nieuw organisatorisch-bestuurlijk evenwicht <i>Theo de Bruijn, Annemarije Kooijman, John van den Hof</i>	27		
6 Versnelling energietransitie op wijkniveau: het moet anders, het kan anders <i>John van den Hof</i>	29		
7 Evenwicht in het energiesysteem van morgen <i>Mart van Bracht</i>	32		
8 Energy hubs als oplossing om bedrijventerreinen te verduurzamen <i>Haike van de Vegte</i>	36		
9 Samen werken aan oplossingen voor regionaal evenwicht <i>Shira van der Werf, Arko van Brakel</i>	39		
10 Nieuw evenwicht in het energiesysteem en het belang van samenwerking binnen wetenschappelijk en praktijkgericht onderzoek <i>Johann Hurink, Richard van Leeuwen</i>	41		
11 Zwaartepunt Circulaire Innovatie en Energietransitie en Center of Expertise <i>John van den Hof, Richard van Leeuwen</i>	45		
12 Leve het nieuwe evenwicht! <i>Aart-Jan de Graaf, Jan-Jaap Aué</i>	50		
13 Systeemintegratie? Dat kan alleen samen! <i>Paul Sistermans</i>	52		
		14 Nieuw evenwicht vinden: een ‘wicked problem’ <i>Bram Veenhuizen</i>	55
		15 Een evenwichtige samenwerking tussen onderzoek en onderwijs <i>Richard van Leeuwen, Hans Gelten, Edmund Schaefer, Emmy Ophuis, Cindy Kuiper, Hans Vossensteyn</i>	57
		16 Multidisciplinair onderzoek in het Smart Solution Semester (3S) en de ervaringen van het Fieldlab Energy4Business (E4B) <i>Tom Vleerbos, Hans Gelten</i>	62
		Deel 3: onderzoeklijnen Lectoraat Sustainable Energy Systems	66
		17 Onderzoeklijn bio-energie en opwerking <i>Simon Hageman</i>	67
		18 Projecten bio-energie en opwerking <i>Hans Gelten, Willem Brus, Gerco Pijffers, Simon Hageman</i>	69
		19 Onderzoeklijn duurzame warmte voor de gebouwde omgeving <i>Richard van Leeuwen, Simon Hageman</i>	71
		20 Projecten duurzame warmte voor de gebouwde omgeving <i>Annemarije Kooijman, Martin Buitink, Sandra Wijnant-Timmerman, Viktor Nikolayev, Goos Lier, Hans Gelten</i>	72
		21 Onderzoeklijn systeemintegratie en smart energy <i>Richard van Leeuwen</i>	77
		22 Projecten systeemintegratie en smart energy <i>Cihan Gercek, Viktor Nikolayev, Edmund Schaefer</i>	79
		23 Onderzoeklijn Waterstoftechnologie en Applicaties <i>Annelies Boerman, Hans Gelten, Richard van Leeuwen</i>	84
		Deel 4: onderzoekteam lectoraat Sustainable Energy Systems	88
		24 Zorgen voor evenwicht in het onderzoekteam en de projecten <i>Marijke Goeree-Scholten, Tanja Vreugdenhil, Jonathan Montanes</i>	89
		25 Onderzoekers stellen zich voor	91
		Referenties	98

1 Inleiding

Dit boekje is geschreven ter gelegenheid van mijn installatie als lector Sustainable Energy Systems bij hogeschool Saxion op 4 oktober 2022. Een nieuwe naam want tot die datum heet het lectoraat Duurzame Energievoorziening. Om die brede naam meer focus te geven op de technologie- en systeemontwikkeling die in mijn lectoraat plaats vindt, en daarnaast in lijn te brengen met onze internationale ambitie, is gekozen voor de nieuwe naam.

Turbulentie

We leven in een turbulente en onzekere tijd. Covid-19 heeft wereldwijde supply chains aan het wankelen gebracht waardoor tekorten aan goederen en onderdelen zijn ontstaan. Daarnaast ervaren we hoge prijzen en onzekere werkgelegenheid. Een verschrikkelijke oorlog in Oekraïne maakt veel slachtoffers maar leidt ook tot grote stromen vluchtelingen en gastekorten in Europa. Andere gewapende conflicten elders in de wereld dragen hieraan bij. Extreme weeromstandigheden en droogte als gevolg van klimaatverandering, watertekorten, bosbranden, de stikstofcrisis, hoge energieprijzen en de eerste tekenen van een verlies aan biodiversiteit dat de wereldwijde voedselproductie op termijn kan bedreigen. Op politiek vlak ervaren we een groeiend wereldwijd machtsconflict tussen democratische en niet-democratische regimes en een groeiende kloof tussen arm en rijk. Er is veel aan de hand en het komt nu allemaal samen.

Nieuwe 'evenwichten'

De titel van mijn lectorale rede en boekje "Nieuw Evenwicht" was in eerste instantie bedacht als typering van ons onderzoek naar systeemintegratie en balans in het energiesysteem. Maar uit bovenstaande opsomming trek ik de conclusie dat de samenleving op meerdere manieren behoefte heeft aan nieuw evenwicht. Maar een nieuw evenwicht betekent ook afscheid nemen van een oud evenwicht en dat gaat niet makkelijk of geleidelijk. Veel van de huidige crises kondigen zich al lange tijd aan, maar bereiken nu het punt dat we het merken. De eerste tekenen van klimaatverandering werden al halverwege de jaren 70 van de vorige eeuw opgemerkt. Sinds die tijd is er beleid voor de energietransitie gevormd. Nu alles samenkomt met ook hoge prijzen voor energie vanwege de oorlog, komt dit in een stroomversnelling en wordt het spannend.

Het zou best kunnen dat de huidige turbulente tijd, het soort van wanorde is die nodig blijkt te zijn om tot een nieuw evenwicht te komen. Dat is te hopen, maar dat gaat niet zomaar. Na Covid-19 is er weinig terecht gekomen van een 'groen herstel'. 'Oude' gedragingen herstellen zich razendsnel. Positief is wel dat het bewustzijn is toegenomen dat verandering noodzakelijk is. Maar nu nog even 'doen'.

Een belangrijke rol is toebedacht aan groene technologie, wat neer komt op nieuwe manieren om duurzame energie op te wekken en op te slaan. Maar hiervoor zijn enorme hoeveelheden grondstoffen nodig om de hoogwaardige materialen te maken voor b.v. zonnepanelen en lithium batterijen. We kunnen constateren dat de huidige machtsconflicten in de wereld deels hierover gaat: wie bezit de grondstofposities en gaat er het meeste geld verdienen aan de groene revolutie.

Een belangrijk onderdeel van het oude evenwicht is een lineair productiemodel waarin grondstoffen worden gewonnen, vervoerd en omgezet in producten die weer worden vervoerd, gebruikt en eindigen als afval. Omdat fossiele energie bovendien tot een jaar geleden goedkoop en ruim voorradig was, is er nooit veel aandacht geweest voor energie efficiency en dus wordt in de industrie, maar ook het vervoer en de verwarming van gebouwen heel veel energie verspilt. In Nederland verbruikt een kleine groep bedrijven net zoveel energie als alle huishoudens. Hun bestaansrecht in Nederland was deels te danken aan goedkoop aardgas en een gunstige arbeidsmarkt. Nu beide voorwaarden aan het wegvallen zijn, hoe moet het verder met deze bedrijven? Gaan zij op zoek naar landen waarin zij hun huidige productiemodel en verspilling kunnen voortzetten, of gaan zij op zoek naar een nieuw en circulair evenwicht en dus ook andere manieren van produceren, met vrijwel geen afval of verspilling van energie en met alleen duurzame energie? Daar kunnen we gelukkig invloed op uitoefenen.

Leeswijzer

Op veel van dit soort vragen gaan we in tijdens de lectorale rede en in dit boekje. Een nieuw evenwicht vindt je echter samen en daarom heb ik diverse mensen gevraagd om mee te schrijven met dit boekje. De vraag die steeds werd gesteld, wat is er nodig om een nieuw evenwicht in het energiesysteem te bereiken en hoe draag je daar aan bij? Het boekje bestaat uit 4 delen. In het eerste deel wordt begonnen met de stand van zaken van de energietransitie in Nederland. Vervolgens komen in het tweede deel enkele visies aan bod over hoe het nieuwe evenwicht bereikt zou kunnen worden. Hierin is er b.v. een bijdrage van de topsector energie gericht op systeemintegratie.

De Cleantechregio beschrijft haar visie op human capital ontwikkeling voor de energietransitie in de regio. Firan belicht de rol die energy hubs kunnen spelen en Johann Hurink van de Universiteit Twente beschrijft de rol van slimme sturing en smart grids in het energiesysteem. De rol van het HBO wordt beschreven in drie bijdragen: vanuit het lectorenplatform LEVE, vanuit het zwaartepunt binnen Saxion en recente ontwikkelingen in de relatie tussen onderzoek en onderwijs binnen Saxion.

In het derde deel komen de onderzoeklijnen van het lectoraat en enkele belangrijke projecten aan bod. In het vierde deel stelt iedereen die actief is binnen het lectoraat zich voor.

Dankzegging

Rondom de lectorale rede hebben we een programma georganiseerd en dit vraagt veel organisatie. Mijn dank gaat uit naar event-manager Leonie van Beek-Wubbolts die de touwtjes stevig in handen had. Daarnaast mijn ondersteuners Tanja Vreugdenhil en Marijke Goeree en de workshop begeleiders die mede het programma hebben gevormd. Het heeft me veel rust gegeven om zo met iedereen te hebben samengewerkt!

Ook het boekje is tot stand gekomen in samenwerking met een groot aantal mensen, bij elk artikel is te zien om wie het gaat. Ik wil alle auteurs bedanken voor hun bereidwilligheid en tijdige aanlevering van de artikelen. We zijn er naar mijn mening in geslaagd een actueel en waardevol overzicht te geven van wat op dit moment belangrijke ontwikkelingen zijn binnen de energietransitie, binnen onderzoek en onderwijs, de regio en Saxion.

Het lectoraat Sustainable Energy Systems was er niet geweest zonder de toewijding van de mensen van het eerste uur, in 2003 begonnen als het lectoraat Duurzame Energievoorziening: Joop Ouwehand, Wim Gilijamse[†], Jan de Wit en onderzoekers Trynke Papa en Willem Brus. Ik en het huidige onderzoekteam zijn hen dank verschuldigd en zien het als een eer om voor dit lectoraat te werken en om het steeds weer een goede toekomst te geven binnen het HBO-landschap van lectoraten.

Persoonlijk ben ik dank verschuldigd aan de vele inspiratoren in mijn leven waaronder mijn ouders Marina en Maarten van Leeuwen, vrienden Sam en Agnes Sint Jago, studiemeatje Onno van den Hurk, promotoren en inmiddels vakbroeders Johann Hurink en Gerard Smit, collega's Hans Vossensteyn en Peter van Dam van Saxion met wie ik fijn samenwerk en mijn steun en toeverlaat John van den Hof - we zijn ver gekomen! Daarnaast ook dank aan vele bewoners in mijn woonplaats Olst waarvan sommige fijne vrienden zijn geworden.

Ik dank het CVB van Saxion voor het vertrouwen dat ze in mij en het onderzoekteam hebben en voor de meedenk- en meewerkkracht rondom initiatieven. In het bijzonder dank ik mijn onderzoekteam en een lange lijst aan collega's en projectpartners binnen en buiten Saxion voor hun inzet, voor wie en hoe ze als mens zijn en voor de inspiratie die ik krijg door met hen samen te werken.

Als laatste dank ik mijn gezin. De baan van lector is veelzijdig maar ook veeleisend. Ik zou niet goed kunnen functioneren zonder persoonlijk evenwicht en daarin maken de liefdevolle aanwezigheid en inspiratie van mijn vrouw Inelies en onze zoons Huub en Abel het verschil.

Dank aan de Eeuwige die mij altijd weer inspireert en draagt als het nodig is.

Richard van Leeuwen

Deventer, 4 oktober 2022



Deel 1

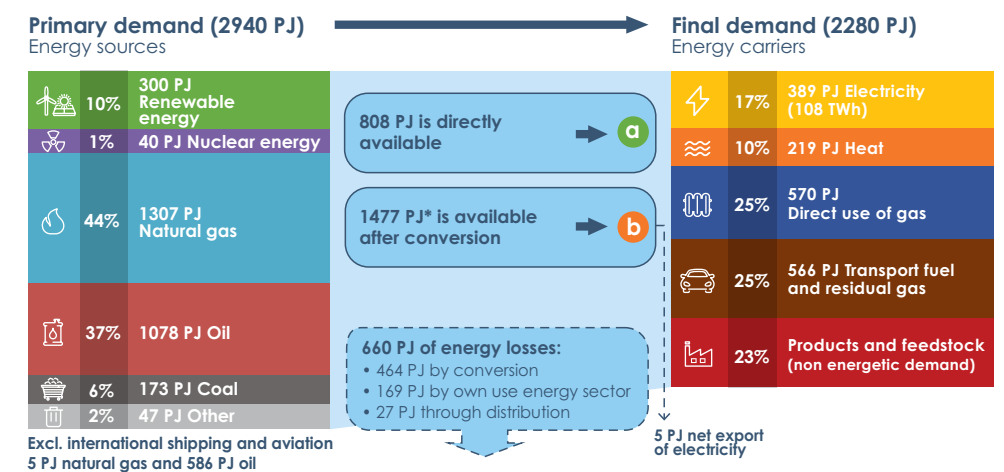
Energietransitie in Nederland: de stand van zaken

2 Stand van zaken energietransitie in Nederland

Richard van Leeuwen
 Hogeschool Saxion, lectoraat Sustainable Energy Systems

Huidige energiebronnen en energiegebruik

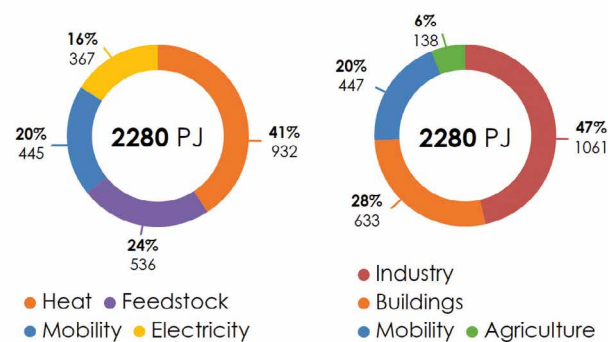
In Nederland wordt 2940 peta Joule (PJ) primaire energie (d.w.z. input-energie uit bronnen als ruwe olie, steenkool, aardgas) gebruikt (EBN, 2022). In Figuur 1 is de verdeling van primaire energie naar de verbruikscategorieën weergegeven.



Figuur 1: van primair naar finaal energiegebruik (EBN, 2022)

Het eindgebruik van energie (secundaire energie, d.w.z. geproduceerd uit primaire energie) is 2280 PJ, waarvan 789 PJ voor de thermische vraag, 389 PJ voor de elektrische vraag en 566 PJ voor de aandrijving van voertuigen.

In Figuur 2 is te zien dat de industrie de grootste energiegebruiker is: 47% van het totale eindgebruik. Gevolgd door de gebouwde omgeving (woningen en kantoorgebouwen) met 28% van het eindverbruik. De meeste energie is nodig in de vorm van warmte (41%), gevolgd door omzetting van brandstoffen in grondstoffen (feedstock, 24%), mobiliteit (20%) en elektriciteit (16%).



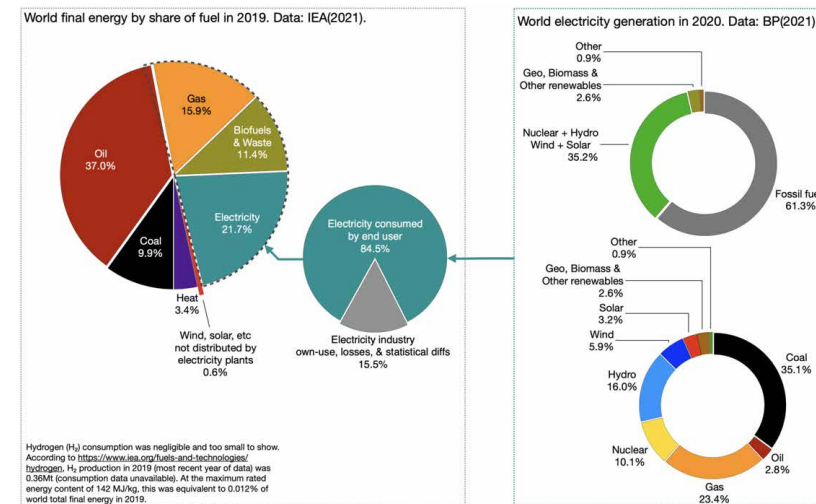
Figuur 2: eindgebruik van energie (EBN, 2022)

In verhouding tot de wereldwijde energieproductie (primaire energie), in 2019 was dit 606.489 PJ (IEA, 2021), vertegenwoordigd het Nederlandse energiesysteem ongeveer 0,5% hiervan.

Ontwikkeling van duurzame energie

Omdat het Nederlandse energiesysteem maar een zeer klein aandeel heeft in de wereldwijde energievoorziening, is het interessant om in eerste instantie aandacht te hebben voor het aandeel duurzame energie wereldwijd. In Figuur 3 wordt links onderscheid gemaakt naar energievorm, waarbij duurzame energie onderdeel is van de categorieën warmte, elektriciteit, bio-brandstoffen en afval. CO₂-vrije vormen van elektriciteitsproductie tellen rechts op tot 38,7% van het aandeel elektriciteit (21,7% van het totale finale gebruik). Tellen we dit op bij de eerder genoemde categorieën dan wordt wereldwijd ongeveer 24% van het finale energiegebruik voorzien vanuit duurzame (CO₂-vrije) bronnen.

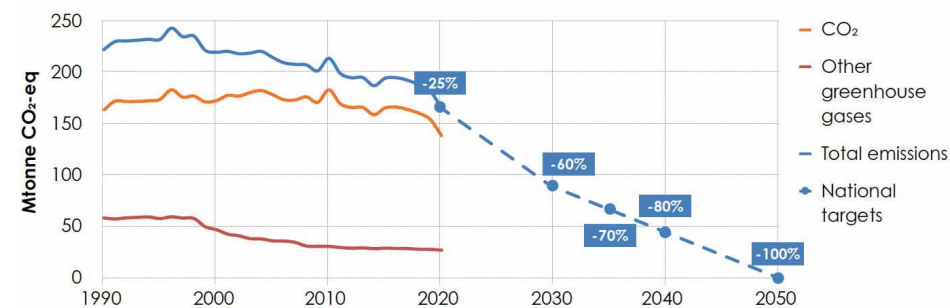
Uit Figuur 1 is op te maken dat in het Nederlandse energiesysteem 10% uit duurzame bronnen komt. Echter, 65% daarvan is in de vorm van biomassa en de energie daarvan komt vanwege conversieverliezen maar deels beschikbaar voor het finale energiegebruik. Omdat wind- en zonenergie bijdragen aan de elektrische energieproductie, is het interessant om deze categorie apart te bekijken. In Nederland was het aandeel duurzame elektriciteitsproductie 33% in 2021 (CBS, 2021) en dit aandeel is al jaren stijgend.



Figuur 3: wereldwijde verdeling van energiegebruik naar bron (worldenergydata, 2022)

Doelstellingen overheid

De doelstelling van de overheid m.b.t. daling van de broeikasgasemissies is weergegeven in Figuur 4. Deze doelstelling is in lijn met internationale afspraken. Leidend zijn de afspraken van het klimaatakkoord van Parijs waarin is afgesproken om de opwarming wereldwijd te beperken tot maximaal 2 graden, maar te streven naar 1,5 graden.

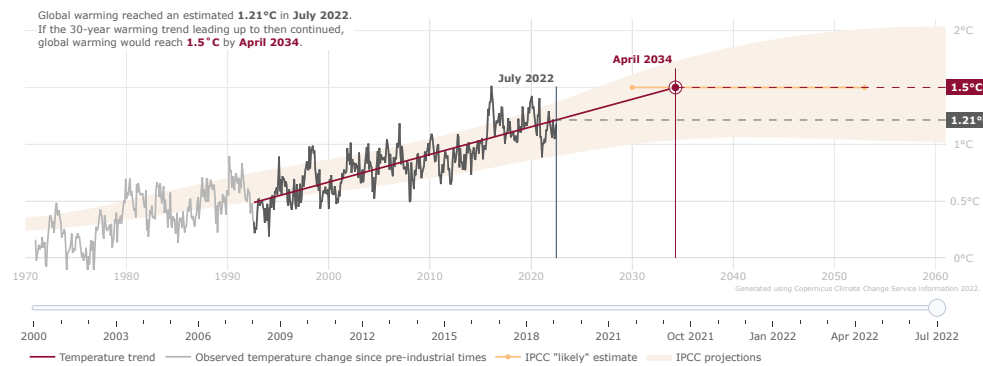


Figuur 4: ontwikkeling van broeikasgasemissies in Nederland (EBN, 2022)

Deze mondiale afspraak is door commissies op Europees en Nationaal niveau omgezet in doelstellingen om de broeikasgasemissies te beperken volgens de lijn in Figuur 4. Voor Europa is dit 55% reductie in 2030 en 100% in 2050. Het Nederlandse klimaatplan stelt de doelen op 49% reductie in 2030 en 95% in 2050. Elk jaar wordt bekeken of Nederland de doelen haalt.

Urgentie

Ook in Nederland is de klimaatverandering merkbaar en dit heeft grote gevolgen voor de delta. De winters en zomers worden voelbaar warmer, perioden van droogte worden langer en weersextremen (heftige stormen en buien) nemen toe. In Figuur 5 is te zien dat de opwarming momenteel 1,2°C bedraagt en dat bij de huidige koers, de grens van 1,5°C in 2034 zal zijn bereikt. Er is dus alle reden om de afspraken wereldwijd na te komen om de opwarming tot 1,5°C te beperken, omdat we zonder deze naleving ver voorbij die grens gaan schieten. Duizenden wetenschappers doen wereldwijd onderzoek naar de invloed van klimaatverandering op allerlei aspecten van de natuur op aarde, van het leven in de zeeën tot de waterhuishouding in delta's en de gevolgen voor leefgebieden van dieren en mensen. Het IPCC verzamelt hun bevindingen en heeft op basis daarvan de stand van zaken en projecties gepubliceerd in het 6e rapport over klimaatverandering (IPCC, 2021). De conclusies zouden iedere burger en ieder bedrijf met name van geïndustrialiseerde landen tot acute actie aan moeten zetten: het gaat op allerlei manieren om de leefbaarheid van de wereld voor de huidige en toekomstige generaties.



Figuur 5: Copernicus klimaatmonitor (Copernicus, 2022)

Beleid formuleren is één ding, maar omzetten in concrete acties is iets anders. In 2015 spande Urgenda een rechtszaak aan tegen de Nederlandse overheid omdat tot dat moment de doelstellingen niet werden behaald. Vorig jaar won Urgenda deze rechtszaak. Vanwege Covid-19 is de situatie tijdelijk gunstiger, aangezien er tijdens de lock-downs aanmerkelijk minder vervoer per auto en vliegtuig was en fabrieken minder productie-uren maakten. Daardoor is sprake van een tijdelijke dip in de CO₂-emissie, waardoor de doelstellingen voor 2020 en 2021 net werden behaald.

Een andere belangrijke invloed die direct na Covid-19 ontstond is de gascrisis vanwege de oorlog in Oekraïne en het dichtdraaien van de gaskraan vanuit Rusland als reactie op de EU-sancties tegen het regime in Rusland. Hierdoor moeten veel Europese landen, ook Nederland, op zoek naar andere bronnen voor aardgas of zelfs vervanging van aardgas. Deels wordt dit gezocht in de vorm van aardgas import uit andere landen zoals via pijpleiding uit Noorwegen, en in vloeibare vorm uit de golfstaten en de VS. Dit zorgt echter wereldwijd eerder voor meer dan minder uitstoot van broeikasgassen omdat het productieproces van aardgas via "fracking" en het vloeibaar maken en vervolgens transport per schip aanzienlijk meer energie vragen dan de import van gas uit Rusland via pijpleiding. Ook wordt het langer in bedrijf houden van steenkoolcentrales als tijdelijke oplossing waarschijnlijk ingezet en zoals bekend komt daarmee per geproduceerde eenheid elektrische energie ongeveer tweemaal de hoeveelheid broeikasgas in de atmosfeer in vergelijking met het gebruik van aardgas voor elektriciteitsproductie.

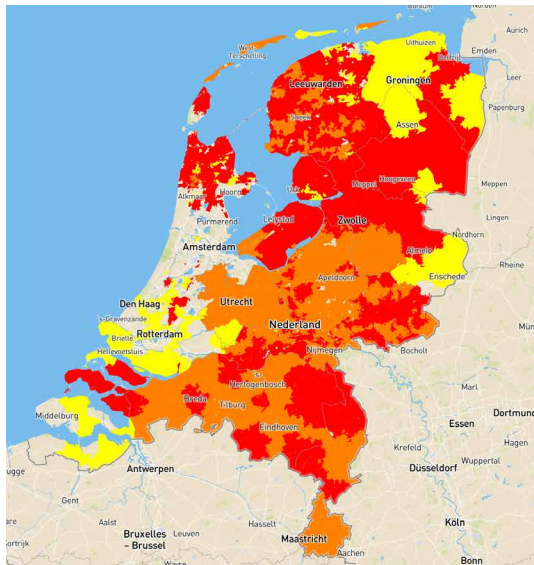
Versnelling en dilemma's

Aan de ene kant is er veel positiefs te constateren over de energietransitie van Nederland. Zo is Nederland in Europa inmiddels koploper in de hoeveelheid zonnepanelen per inwoner en zijn de plannen en investeringen in windparken op de Noordzee indrukwekkend. De CO₂-emissie van het Nederlandse energiesysteem is vanwege het grote aandeel aardgas input, in verhouding lager dan veel andere Europese landen waar het aandeel steenkolen groter is. Natuurlijk met als uitzondering Frankrijk (veel nucleaire energie) en de Scandinavische landen (veel windenergie, biomassa en nucleaire energie in Finland). Daarnaast bouwen we de laatste jaren zeer energiezuinige woningen, begint de overgang van aardgasketels naar warmtepompen op gang te komen en stijgt in Nederland de verkoop van elektrische auto's sneller dan in veel andere landen.

Aan de andere kant is nog een forse versnelling in het terugdringen van broeikasgasemissies noodzakelijk om de doelen voor 2030 te gaan behalen. Die versnelling kan alleen bereikt worden door enerzijds in te zetten op energiebesparing, met name in de industrie, gebouwde omgeving en vervoerssector, anderzijds in te zetten om nog meer duurzame opwek. We constateren echter dat dit forse dilemma's met zich meebrengt. De opwek van duurzame energie kan nog fors worden uitgebreid want nog lang niet alle mogelijkheden voor zon-opdak, windenergie op land én op zee zijn benut. Maar in Figuur 6 is te zien dat de mogelijkheden voor duurzame opwek en invoeding in het elektriciteitsnet steeds meer problemen oplevert

(de rode gebieden) en dat grote investeringen (en lange doorlooptijden) nodig zijn om de elektriciteitsnetten te verzwaren. Daarnaast leveren lokale plannen voor windenergie op land veel weerstand op onder de bevolking. Dit stelt zware eisen aan locatiekeuze en inpassing van duurzame energie. In een relatief klein en dichtbevolkt land als Nederland is de inpassing van windenergie daarom een ingewikkeld vraagstuk.

Aan de kant van de energievraag, blijkt het zeer ingewikkeld om het energiegebruik van de grootverbruikers in de industrie terug te dringen. Het komt er vaak op neer dat beter een totaal nieuwe fabriek gebouwd kan worden met andere processen, dan bestaande processen energiezuiniger proberen te maken. De vraag is natuurlijk ook aan de orde of een land als Nederland waar het zo ingewikkeld is om grootschalig duurzame energie op te wekken wel per sé goedkoop staal, kunstmest en papier moet produceren voor de wereldmarkt. Aan de andere kant is het verplaatsen van deze industrie alleen zinvol als de productie dan elders duurzaam gaat plaatsvinden en dat is zelden het geval. Dan is het beter om de verduurzaming in Nederland voor elkaar te krijgen. De tijd is gekomen om de grootschalige industriële productie in Nederland drastisch te herzien naar zuiniger processen. Ook moet worden ingezet op volledige circulariteit van producten en grondstoffen en vervanging van producten die bij vervaardigen veel energie kosten naar producten waarvoor dit niet geldt.



Figuur 6: netschaarste voor invoeding van energie (netbeheer Nederland, 2022),

Een ander dilemma dat al in de inleiding is genoemd is de afhankelijkheid van grondstoffen voor het vergroenen van het energiesysteem. De energietransitie draait in belangrijke mate om de inzet van elektromotoren voor elektrische auto's en windturbines, batterijen, zonnepanelen, elektrolyse en brandstofcellen en deze bevatten o.a. sterk magnetische materialen als neodymium, praseodymium en metalen als koper, lithium, zilver en kobalt. Voor de winning van deze metalen zijn we in belangrijke mate afhankelijk van landen in de wereld die vaak "kwetsbaar" zijn op het gebied van politieke stabiliteit, mensenrechten en natuurbeheer. De winning van grondstoffen kan in die landen de leefomgeving van veel mensen ernstig bedreigen en daar kunnen we onze ogen niet voor sluiten in onze versnellingsbehoefte. Dit probleem en de wereldwijde invloed die grondstofposities hebben op de balans in de machtspolitiek moeten we niet onderschatten. China bouwt al tientallen jaren aan vererving van grondstofposities in de wereld en heeft grote invloed bewerkstelligd in de landen waar deze grondstoffen te winnen zijn. Het wordt daarom voor Europa een grote uitdaging om minder afhankelijk van China te worden in de productie van apparatuur die nodig is voor de energietransitie. Europa zal moeten uitblinken in haar innovatief vermogen om zeer weinig van deze materialen te gebruiken, b.v. door nieuwe materialen te ontwikkelen of door slechts lagen ter dikte van nanometers te gebruiken, maar ook in circulaire innovaties om materialen zo goed mogelijk te hergebruiken. Het energiegebruik sterk terugdringen en volledige circulariteit bewerkstelligen zou wel eens het nieuwe verhaal, het 'nieuwe evenwicht' van Nederland en van Europa kunnen gaan worden.

Rol van onderzoek en proeftuinen

Zo bezien zijn de mogelijkheden voor verduurzaming van de energievraag en de inzet van duurzame bronnen in Nederland nog lang niet uitgeput en staan we aan het begin van een nieuw verhaal. In veel van ons onderzoek zien we voorbeelden van hoe het wél kan, hoe nieuwe technologie en concepten als smart energy hubs het verschil kunnen maken, hoe burgers, overheden en bedrijven kunnen samenwerken, hoe agrariërs in het buitengebied een belangrijke rol kunnen spelen, hoe sociale vraagstukken als energiearmoede oplosbaar zijn. Op heel veel plekken zijn hogescholen en universiteiten maar ook MBO's bezig met proeftuinen om te laten zien wat er wél kan. De kunst is om de geleerde lessen hiervan te delen met burgers, overheden en bedrijven en op die manier bij te dragen aan de versnelling van de energietransitie.



Deel 2

Visies op de energietransitie en de rol van onderzoek en onderwijs

3 Naar een geïntegreerd en duurzaam energiesysteem voor de industrie

Richard van Leeuwen, John van den Hof, Annemarije Kooijman

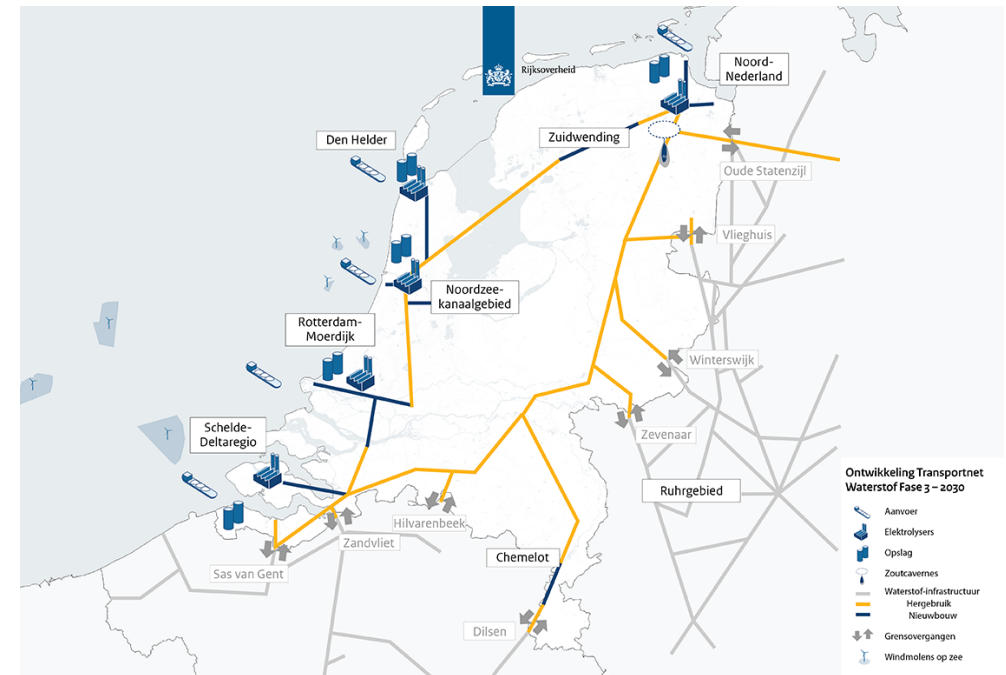
Hogeschool Saxion, zwaartepunt Circulaire Innovatie en Energietransitie

Een belangrijke uitdaging binnen de energietransitie betreft balanceren van vraag naar en aanbod van energie om de kosten van de inpassing van decentrale duurzame energiebronnen zo laag mogelijk te houden. De vraag is, hoe bereiken we nieuw evenwicht binnen de energievoorziening voor bedrijven? In dit artikel geven we een indruk van de problemen en oplossingsrichtingen voor bedrijven en industrie. Wat zijn de mogelijkheden om een snelle reductie van emissies mogelijk te maken en welke stappen moeten urgent gezet worden om voor 2040 opgeschaald te zijn richting een volledig geïntegreerd en duurzaam energiesysteem? Bewust kiezen we hier voor 2040 want wij staan achter de bevinding van IPCC dat emissies sneller gereduceerd moeten worden dan het huidige doel voor 2050.

De warmtevraag van de industrie is de grootste energievraag in Nederland. Een aantal grote bedrijven heeft een zeer grote warmtevraag via processen op aardgas, b.v. papierindustrie (Eerbeek), stikstof productie (Sluiskil), staalproductie (IJmuiden) en chemie (Botlek, Sittard-Geleen). Met name de hoge gasprijs is momenteel aanleiding om alternatieven te zoeken voor de bestaande productieprocessen, bijvoorbeeld elektrificatie van de warmtevraag of de inzet van een duurzame brandstof zoals waterstof. Een andere zoektocht is om de vraag naar producten die veel energie vragen te verminderen door in te zetten op een circulaire economie. Het VEMW, de vereniging voor zakelijke energie- en watergebruikers zegt hierover: *“De industrie kan door haar schaal, omvang en sleutelpositie in de samenleving veel gaan bieden vanuit bestaande en nieuwe samenwerking met partners in de keten, kennisinstellingen en overheden. Met een stevige impuls aan innovatie en de ontwikkeling van nieuwe technieken waarvan het MKB en andere maatschappelijke partners gebruik kunnen maken. Met duurzame werkgelegenheid en perspectief voor zowel de huidige als nieuwe generatie werknemers. En met nieuwe verdienmodellen die nieuwe verduurzamingsmogelijkheden bieden ver buiten onze traditionele lineaire waardeketen.”*

Maar de praktijk is weerbarstig. Zo blijkt elektrificatie van processen in de praktijk vaak lastig. Het thermisch vermogen is dusdanig hoog, dat dit zeer zware elektrische aansluitcapaciteiten zou vergen. Veel netten zijn al maximaal belast op piekmomenten en netbeheerders kunnen zulke hoge vermogensvragen daar bovenop niet beschikbaar stellen. Veel netverzwaringprojecten worden daarom door de netbeheerders geprognoseerd tussen nu en 2030. Hier is sprake van een kip-ei probleem: de industrie maakt niet echt concrete plannen voor de langere termijn en de netbeheerders wachten veelal op zulke plannen om iets te gaan doen. Kansen voor bedrijven die op korte termijn hun emissies drastisch omlaag willen brengen vragen om visie, durf en samenwerking om warmte en elektriciteitsvraag af te stemmen en uit te wisselen, en in sommige gevallen omschakelen naar nieuwe productontwerpen of producten die minder energie vereisen. Het VEMW zegt hierover in het position paper samen op weg naar minder: *“er is een fundamenteel nieuwe aanpak van ‘innoveren’ noodzakelijk. Niet langer volstaan verbeteringen binnen bedrijven, sectoren en bestaande waardeketens. Een versnelling en verdieping van de CO₂-reductie dient plaats te vinden door samenwerking tussen bedrijven over sectoren heen waardoor nieuwe waardeketens en verdienmodellen ontstaan. Ongeveer de helft van de reductie wordt gerealiseerd met behulp van geïntegreerde maatregelen gericht op energiebenutting (zoals procesintensivering, integrale warmtebenutting en procesintegratie) en energievoorziening (vervanging van fossiele brandstoffen door biomassa, gebruik van hernieuwbare bronnen, flexibilisering van het energiesysteem). Voor de andere helft zijn end-of-pipe maatregelen (afvang en hergebruik of opslag van CO₂) noodzakelijk.*

In die visie is de rol van waterstof nog onderbelicht. Biedt waterstof een makkelijker oplossing? Er is nog nauwelijks waterstof beschikbaar, en het zal nog enige tijd duren voordat duurzame ‘groene’ waterstof (geproduceerd met duurzame energie) beschikbaar is, vooral op de schaal die de industrie nodig heeft om het huidige verbruik van aardgas, kolen en olie te vervangen door waterstof. Er spelen allerlei onzekerheden m.b.t. de vraag (zekerheid), het distributienetwerk en de opweklocaties. We maken ons op voor een toekomst met een waterstof backbone door Nederland in 2030 waarop de grote industrie en mogelijk ook decentrale waterstofprojecten kunnen aansluiten, zie Figuur 7.



Figuur 7: plan voor de waterstof backbone (Rijksoverheid, 2022A)

Maar voorlopig staan de meeste partijen nog in de stand om af te wachten hoe de aardgasprijzen en de waterstofprijs zich gaat ontwikkelen. De omschakeling van aardgas naar waterstof vraagt bij veel bedrijven ook nieuwe kennis en bereidheid om procesrisico's en financiële risico's te nemen. Hierin moet de industrie een belangrijke rol hebben. Het VEMW hierover: *“In de totstandkoming van het waterstofnet worden de belangen van de aangeslotenen veel te weinig geborgd. De betrokkenheid van gebruikers van het waterstofnet, voor wie het net wordt aangelegd, mist VEMW compleet, terwijl voor elektriciteit en gas dit in de wet verankerd is.”* De conclusie is dan ook dat waterstof voor de industrie alleen van de grond kan komen als partijen minstens 10-15 jaar kunnen vooruitkijken en zich durven te committeren aan een nog onzekere business case. Misschien valt hier alleen uit te komen door een resultaatgericht partnerschap tussen bedrijven en overheid te smeden.

Dus hoe bereiken we een nieuw evenwicht voor de industrie? Zowel elektrificatie als waterstof voor de industrie vragen om een sterk geïntegreerd energiesysteem. De optie elektrificatie vraagt om aanzienlijke netverzwaring en grootschalige opwekkingsbronnen, waarschijnlijk

deels via wind op zee aangezien de benodigde vermogens het realistisch haalbare vermogen van wind en zon op land fors overstijgen. De optie waterstof lijkt alleen realistisch wanneer de landelijke backbone een feit is, aangezien lokale waterstofproductie via decentrale energy hubs moeilijk kan voorzien in de enorme hoeveelheden waterstof waar de industrie behoefte aan zal hebben als vervanging van de huidige aardgasbehoefte. De pilots die nu lopen laten zien dat voor het grootschalig uitrollen in de praktijk nog veel barrières overwonnen moeten worden. Het tempo waarin ervaring wordt opgedaan, moet drastisch omhoog om al voor 2025 de groei van CO₂-emissies vanuit de industrie tot staan te brengen en in 2030 het benodigde geïntegreerde, slimme energiesysteem voor elkaar te hebben, zodat we daarna kunnen opschalen naar een 100% duurzame energievoorziening in 2040.

4 Opties om woningen van het aardgas af te krijgen

*Richard van Leeuwen, John van den Hof, Annemarije Kooijman
Hogeschool Saxion, zwaartepunt Circulaire Innovatie en Energietransitie*

De warmtevraag van woningen is na die van de industrie de grootste energievraag in Nederland. Ruim 7 miljoen woningen hebben een aardgasketel en verbruiken bij elkaar ca. 10,5 miljard kuub aardgas per jaar. Om deze warmtevraag te verduurzamen zijn er verschillende routes. Belangrijk, de warmtevraag zou meer dan halveren als elke woning qua isolatie naar de huidige bouwnormen wordt gebracht. Dat is voor bestaande woningen lastig en kostbaar maar niet onmogelijk. Innovaties zijn belangrijk, b.v. om het zelf isoleren door bewoners technisch en financieel beter te ondersteunen of een grootschalige, industriële aanpak mogelijk te maken, zodat de kosten lager uit kunnen pakken.

Om van het aardgas af te gaan zijn er drie opties en elke optie heeft zijn specifieke uitdagingen. De eerste optie, groen gas als vervanging van aardgas sluit goed aan bij bestaande woningen. Het kan hier b.v. gaan om waterstof of biogas. Voor waterstof speelt net als bij de industrie de beschikbaarheid en prijs van waterstof een belangrijke rol. Maar het is eigenlijk zonde van de duurzame energie om het in de vorm van waterstof in ketels voor woningverwarming te verbranden. Met dezelfde hoeveelheid duurzame elektrische energie van een zonnepaneel of windturbine, waarmee we één woning met een waterstof ketel kunnen verwarmen, kunnen we drie woningen verwarmen met een warmtepomp. Mocht er voldoende waterstof beschikbaar zijn, dan moeten de gasketels (nu 7 miljoen toestellen in Nederland) worden aangepast en moet voor een deel nieuwe infrastructuur aan gasleidingen worden aangelegd.

De tweede optie, een warmtenet past vaak ook goed bij bestaande woningen. Hiervoor is nieuwe infrastructuur nodig in de vorm van geïsoleerde pijpen onder de grond. De kosten hiervoor zijn hoog en veel plannen voor warmtenetten lopen vast op deze hoge investering en de geringe bereidheid van bewoners om van meet af aan, aan te sluiten.

Als laatste de elektrische warmtepomp. Daarmee kun je gemiddeld uit één eenheid elektrische energie, drie tot wel vijf eenheden warmte produceren. Maar dit is wel afhankelijk van de geschiktheid van het afgiftesysteem in de woning en de isolatie van de woning.

Bestaande woningen en zeker de wat oudere woningen, zijn niet zonder meer geschikt voor een warmtepomp. Ook is laagtemperatuur bronwarmte nodig. Dat maakt het geheel tot een kostbare investering voor de bewoner. Door warmtepompen neemt de belasting op het elektriciteitsnet toe en die belasting is al aan het toenemen vanwege elektrische kookplaten en het laden van elektrische auto's. En dus moet er ook fors geïnvesteerd worden in netverzwaring net als wanneer de zware industrie zijn warmtevraag via elektrische oplossingen wil verduurzamen. Slimme technologie om op wijkniveau apparaten flexibel te sturen in de tijd en energie overdag in batterijen te laden en 's avonds te ontladen, kan hier mogelijk een oplossing bieden zodat de netverzwaring achterwege kan blijven. Daar bouwen we op dit moment de eerste ervaringen mee op.

De veelheid aan opties waaruit kan worden gekozen, maakt bewoners onzeker wat ze het beste kunnen kiezen. Anders dan bij de industrie is het een belangrijke en urgente taak voor lokale overheden om keuzes voor bewoners simpeler en toekomst vast te maken. De rol die de gemeenten erbij hebben gekregen in het plannen voor de warmtetransitie is echter geen eenvoudige, het vergt capaciteit, kennis en visie om keuzes te maken die niet alleen op de korte termijn tot zichtbare resultaten zullen leiden maar ook op de langere termijn tot een energiesysteem waarin voorhanden bronnen voor collectieve warmte zijn benut, ook als op dit moment nog weinig informatie is over geschikte bronnen zoals uit de ondergrond.

Voor een nieuw evenwicht zijn we zeker aardig op weg met de ontwikkelde opties en pilots, maar het is nog een grote stap om alle 7 miljoen woningen te voorzien van duurzame warmte. Het tempo moet drastisch omhoog en er moet veel meer ervaring worden opgedaan met de genoemde oplossingen om al voor 2025 de groei van emissies tot halt te brengen, in 2030 het benodigde geïntegreerde, slimme, coöperatieve energiesysteem voor elkaar te hebben, zodat we daarna tot 2040 kunnen opschalen naar een 100% duurzame energievoorziening.

5 Nieuw organisatorisch-bestuurlijk evenwicht

Theo de Bruijn, Annemarije Kooijman, John van den Hof

Hogeschool Saxion, lectoraat Sustainable Areas & Soil Transitions

De energietransitie vraagt om technische innovaties maar zeker ook om nieuwe organisatiemodellen. Omdat het energiesysteem verandert van een centraal systeem naar een combinatie van centrale en decentrale energievoorziening zoals via windturbines, zonnepanelen en warmtenetten, verandert ook de inrichting en organisatie van het hele systeem. Lokale overheden en burgers hebben in het nieuwe systeem een grotere rol gekregen waarvoor de modellen van organisatie en sturing en ook van financiering nog niet uitontwikkeld zijn. Een van de oorzaken waarom de energietransitie traag verloopt, is omdat de organisatie van al deze veranderingen zo groot en nieuw zijn, dat het een transitie voor bestuur en organisatie is. We illustreren dit a.d.h.v. de ontwikkeling van duurzame warmtenetten. Een eerste aandachtspunt is het identificeren van geschikte combinaties van bronnen van warmte en gebieden met warmtevraag. Om slecht geïsoleerde woningen en andere panden op korte termijn over te kunnen laten stappen op een warmtevoorziening zonder gas aan huis lijken hoge temperatuur warmtebronnen aantrekkelijk. Echter, warmte van industriële processen en afvalverbrandingsinstallaties biedt risico's van leveringszekerheid, vooral op de langere termijn, en duurzaam geproduceerde biomassa is niet voldoende beschikbaar voor de benodigde schaal. Ook houdt het gebruik van afvalwarmte wellicht verduurzaming van de bedrijfsprocessen tegen (zoals het verminderen van afval, of het verhogen van efficiëntie van industriële processen). Lagere temperatuur warmtebronnen zoals van oppervlaktewater of van restwarmte zijn op grotere schaal voorhanden, zulke netten zijn als systeem duurzamer en brengen minder duurzaamheidsrisico's. Tegenover deze voordelen staan de nadelen dat de toepassing een hoog niveau van isolatie vereist en meer decentrale investeringen nodig zijn zoals warmtepompen aan huis of in de buurt.

Dit leidt direct tot een tweede aandachtspunt: de betrokkenheid van bewoners en gebouweigenaren. Zowel voor het isoleren van gebouwen als voor de acceptatie van aansluiting op een warmtenet is een warmteproject afhankelijk van toekomstig beoogde klanten. Niet alle bewoners of gebruikers van panden zoals winkels hebben de mogelijkheden of de bereidheid om hun woningen of gebouwen te isoleren om het zo geschikt te maken voor

een warmtenet. Voor de acceptatie van een aansluiting op een warmtenet spelen factoren een rol als de benodigde substantiële investeringen in isolatie en aansluitingskosten, de onzekerheid voor bewoners of het aantrekkelijker is om af te wachten op betere alternatieven, en het vertrouwen in de informatie en in de instanties die de trekkersrol op zich hebben genomen. Sommige van deze factoren zijn te adresseren met een gedegen strategie en goede communicatie, maar veel financiële aspecten hangen samen met samenwerking met de sociale sector en woningbouwcorporaties of vereisen nieuwe financiële constructies of fondsen.

Ten derde is het aanleggen van leidingen in bestaande wijken een extra organisatorisch vraagstuk, deels omdat de ondergrond in veel steden al druk bezet is, en deels omdat de kosten van het opbreken van bestrating omlaag gebracht zouden kunnen worden als deze gecombineerd zouden worden met andere opgaven zoals het onderhoud aan riolering of gasleidingen, of het aanpassen waterafvoer naar nieuwe klimaatbestendiger systemen. Deze aandachtspunten vereisen een visie over de rollen en regie in het proces. Gemeenten hebben hoe dan ook een regierol toebedeeld gekregen van de nationale overheid- ze moeten dus beslissen welke rol ze willen en kunnen oppakken. Sturen op duurzaamheid en inclusiviteit leidt doorgaans tot de keuze voor een grotere rol voor gemeenten, maar daarbij trekt de gemeente een verantwoordelijkheid en risico's naar zich toe. Belangrijke beperkingen in het uitoefenen van regie is het gebrek aan financiële middelen, aan medewerkers met kennis op dit gebied, en aan macht.

De energietransitie leidt zo de komende jaren ook tot nieuwe vormen van regie en samenwerking en experimenten om de effectiviteit daarvan te ontdekken. Experimenten, waarin bedrijven en burgers en lokale overheden meer of minder verantwoordelijkheden en vrijheden hebben. Deze experimenten vragen om een leerproces om zo de energietransitie te kunnen versnellen.

6 Versnelling energietransitie op wijkniveau: het moet anders, het kan anders

John van den Hof

Hogeschool Saxion, zwaartepunt Circulaire Innovatie en Energietransitie

Alle gemeenten in Nederland hadden eind 2021 een transitievisie warmte '1.0' vastgesteld moeten hebben. Per wijk is vaak wel een voorkeursrichting gegeven, maar met de kanttekening dat definitieve keuzes pas gemaakt worden in het wijkuitvoeringsplan. Is dit de manier om de verduurzamingsopgave voor de gebouwde omgeving te versnellen of dreigt de ambitie te verzanden in een stroperig proces?

De idee (van de rijksoverheid) is dat wijkuitvoeringsplannen tot stand komen als resultante van een intensief participatieproces met de wijk, waarbij de gemeente (uiteraard) de regie voert. Gemeenten worstelen met die rol: wel regie, maar geen geld en doorzettingsmacht. Particuliere eigenaren, beleggers en woningcorporaties zijn degenen die moeten investeren en huurders moeten betalen. Het gaat om gigantische bedragen. Het Economisch Instituut voor de Bouw (2022) schat in, dat voor de verduurzaming van de bestaande bouw in Nederland tot 2050 een bedrag van 235 miljard euro nodig is. In 2050 moeten bijna 7 miljoen woningen en 1 miljoen andere gebouwen aardgasvrij zijn. Tot en met 2030 is in het Klimaatakkoord afgesproken om 1,5 miljoen bestaande woningen en andere gebouwen te verduurzamen. In de proeftuinen van het Programma Aardgasvrije Wijken worden tot 2030 ongeveer 50.000 bestaande woningen, kantoren en winkels losgekoppeld van het aardgasnet en verduurzaamd. Dat is niet meer dan een druppel op de gloeiende plaat.

Volgens 'transitieprofessor' Rotmans biedt de complexiteitstheorie mogelijk antwoord op de vraag wat er nodig is om de -schijnbare- onmogelijke opgave van verduurzaming van de gebouwde omgeving te realiseren. In de complexiteitstheorie is volgens hem chaos nodig om verder te komen in de transitie. In die opvatting is chaos de overgangssituatie tussen twee periodes van evenwicht. Het huidige evenwicht kenmerkt zich door de wijze van sturing die we in gemeenteland gewend zijn: al polderend wordt een visie of plan opgesteld waarin iedereen wel iets van zijn gading kan vinden en waarbij pijnlijke keuzes rond de uitvoering zoveel mogelijk worden vermeden. Dat gaat prima, totdat er zich een crisis aandient.

En een crisis brengt chaos met zich mee. We zien dat nu (weer) bij het stikstofdossier. Rotmans pleit in zijn boek *Omarm de chaos* (2021) voor een open vizier; zie crisis en chaos als een kans om tot een nieuw evenwicht te komen¹. Waarbij een chaos volgens hem niet per definitie onbestuurbaar is. Ook een chaos is tot op zekere hoogte te plannen. In zijn boek *Verandering van tijdperk* (2014) gaf hij al in grote lijnen aan hoe dat nieuwe evenwicht eruit zou kunnen zien: van top-down sturing naar een bottom-up samenleving in de vorm van gemeenschappen, coöperaties en netwerken, een nieuwe economie die decentraal en duurzaam is en een verschuiving van de gevestigde, institutionele, macht naar een innovatieve en transformatieve macht. Laat ik vanuit de transitietheorie van Rotmans eens een gedachtenexperiment doen rond de verduurzaming van wijken.

Als we in 'het nieuwe evenwicht' van een top-down sturing naar een bottom-up samenleving gaan, met een decentrale duurzame economie, dan moeten we beginnen om te accepteren dat de regie op de wijkverduurzaming niet bij de gemeente, maar bij de particuliere eigenaren, woningcorporaties, beleggers en huurders ligt. Het loslaten van het bestaande evenwicht kan leiden tot chaos, maar is dat erg? Ook zonder bemoeienis van de overheid zijn de afgelopen jaren al honderden energiecoöperaties ontstaan die met vallen en opstaan hun eigen invulling geven aan het nieuwe evenwicht. De uitdaging is mijns inziens om de chaos te 'faciliteren' met een financieel en juridisch arrangement dat past bij het nieuwe evenwicht en kan zorgen voor een brede en intensieve betrokkenheid van de wijk en daarmee een versnelling van de transitie. Veel meer wijkbewoners zullen dan gemotiveerd zijn om een actieve bijdrage te leveren aan de verduurzaming van hun wijk omdat hun directe invloed op de keuze van maatregelen en de wijze van uitvoering groter is.

Hoe zou decentrale duurzame economie op wijkniveau eruit kunnen zien? De kern wordt gevormd door een coöperatieve vereniging (CV) van leden-bewoners die samen met professionele verhuurders (corporatie, belegger) een wijkplan opstellen. Er zijn inmiddels meer dan 700 energie coöperaties in Nederland, dus veel ervaring met deze rechtsvorm. Wat de ideale omvang is van zo'n CV kan per wijk variëren.

¹ Daarin is hij overigens die de eerste. Rond 500 vChr. kwam de Chinese filosoof Sun-tze al tot dezelfde conclusie.

De CV kan financieel voordeel voor de leden behalen door collectief in te kopen en aan te besteden, en zij beheert een wijkfonds van waaruit aan particuliere eigenaren in die wijk gegarandeerd betaalbare leningen worden verstrekt voor verduurzaming van hun woning. Het fonds wordt zoveel mogelijk gevuld door wijkbewoners die op die manier direct resultaat zien van hun belegging. Om beleggen in het wijkfonds aantrekkelijk te maken, zou de investering voor particulieren fiscaal aftrekbaar moeten zijn. Uiteraard wel onder de voorwaarde dat de belegger ook de eigen woning verduurzaamt. Bewoners die beleggen in het fonds kunnen vanzelfsprekend hier niet uit lenen.

Wat vraagt dit arrangement van de andere stakeholders en de gemeente?

De professionele verhuurders werken samen met de CV aan de ontwikkeling van het wijkplan en bij de collectieve inkoop en aanbesteding, maar die partijen zullen de verduurzaming van hun bezit wel zelf moeten financieren. Zij kunnen echter wel investeren in het wijkfonds. Gezien de omvang van de opgave zal de CV naar verwachting ook een beroep moeten doen op institutionele beleggers. Daartoe moet op Rijksniveau een verduurzamingsfonds worden gevormd waar de wijkfondsen een beroep op kunnen doen. Dat nationale fonds wordt dan gevuld door de institutionele beleggers. Het Rijk staat garant voor een minimaal beleggingsrendement.

De rol van de gemeente is subsidiëren en consolideren. Bij subsidiering van een professionele ondersteuning van de wijk-CV's is ook de gemeente gebaat want de gemeente hoeft immers zelf minder regiekosten te maken. Tenslotte moeten de wijkplannen worden verankerd in een omgevingsplan zodat er een juridische basis ligt voor het uitvoeren van de ruimtelijke ingrepen die nodig zijn om het uit te kunnen voeren. Bijvoorbeeld wanneer het wijkplan voorziet in collectieve voorzieningen als zonne- of windpark, wijkopslag van elektriciteit en/of warmte en eventueel een lokaal warmtenet.

Loslaten is eng. Zonder overheidsregie ontstaat chaos waarbij 'het recht van de sterkste' zal zegevieren en de 'sociaal zwakkeren' de rekening betalen. Als het om chaos en crisis gaat, omarmen we graag dit doemscenario. Maar we zien nu met de hoge aardgasprijzen dat juist de sociaal zwakkeren de rekening betalen. Zoals Rotmans al stelde is ook een chaos te plannen. En dat is wat ik voorstel: laat het initiatief bij de samenleving en bouw voor iedereen financiële prikkels en waar nodig bescherming in om in de eigen wijk met elkaar aan de slag te gaan. We zijn nu eenmaal een ondernemend, calculerend en ietwat calvinistisch volkje, dus dat zal best goed komen.

7 Evenwicht in het energiesysteem van morgen

Mart van Bracht

Topsector Energie

Wat is een energiesysteem?

Een energiesysteem omvat de hele energie-waardeketen, dus alles wat nodig is om energie van opwek naar gebruik te brengen. Een energiesysteem heeft zowel een technische, economische, juridische, leefomgeving en sociale dimensie. Onder technische dimensie verstaan we de gehele keten van opwek, transport, conversie, opslag en gebruik van verschillende vormen van energie. De economische dimensie omvat marktmodellen, business cases, financieringsvormen enz. De juridische dimensie bestaat uit wet en regelgeving, inclusief het onderliggende vergunningen en normenkader. Binnen de leefomgeving dimensie vallen onder meer ruimtelijke inrichting, klimaat en milieudoelen. Onder de sociaal-maatschappelijke dimensie verstaan we gedrag en perceptie van burgers en bedrijven, participatieprocessen enz.

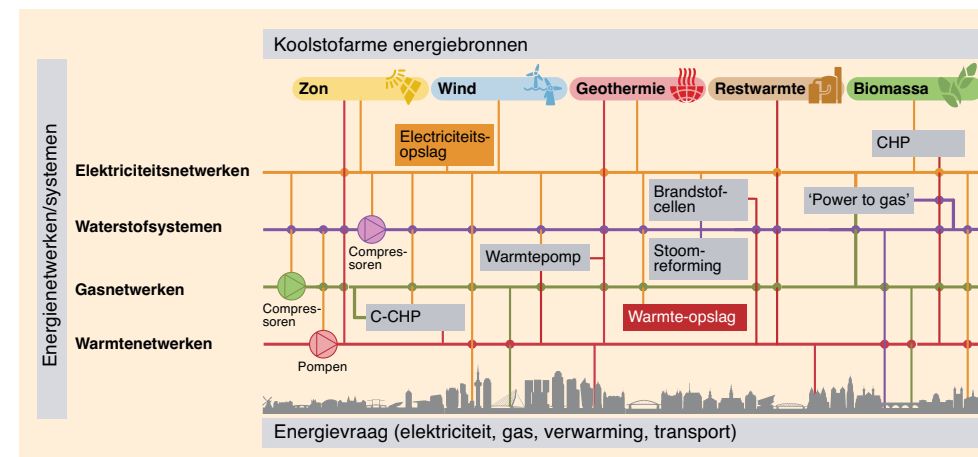
Dit geïntegreerde energiesysteem kent verschillende ruimte en tijdschalen; van lokaal tot Noordwest Europese schaal en van seconden tot enkele decennia.

Hoe verandert het energiesysteem?

Door de energietransitie verandert het energiesysteem fundamenteel. Van een centrale, op fossiele brandstoffen gebaseerde energievoorziening, naar een duurzaam hybride energiesysteem met enkele centrale opwekfaciliteiten (bijvoorbeeld windparken op zee) en zeer vele decentrale bronnen. De verschillende energiedragers zijn met elkaar verweven tot een integraal energiesysteem, zie Figuur 8.

Er is geen duidelijk verschil meer tussen producent en gebruiker van energie en er zijn nieuwe spelers op de markt, zoals 'aggregators'. Ook de verdeling tussen publiek en privaat is minder duidelijk dan bij het oude systeem en marktwerking maakt het systeem niet meer automatisch efficiënter.

Wat betekent deze verandering voor het ontwerp en beheer van een energiesysteem?

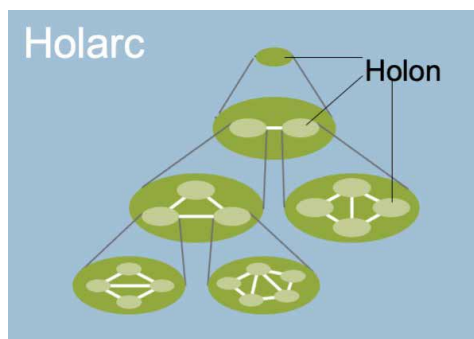


Figuur 8: een geïntegreerd energiesysteem

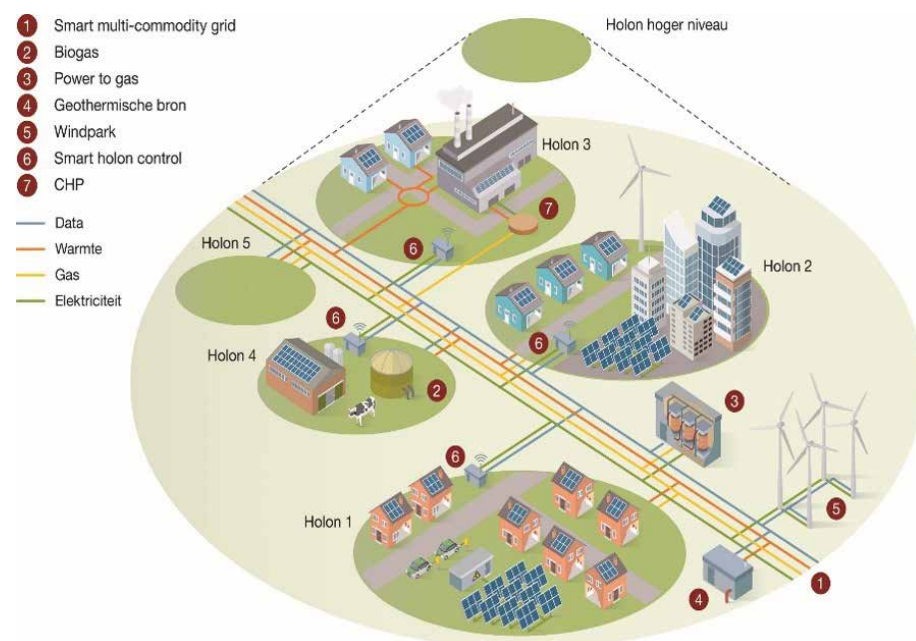
Dit nieuwe complexe energiesysteem vraagt om een nieuw ordening en managementconcept, die zowel autonomie biedt aan afzonderlijke partijen en deelsystemen én aan centrale ontwerp, optimalisatie en sturingsmechanismen, die er voor zorgen dat het systeem als geheel robuust, betaalbaar en eerlijk blijft. Een innovatief stelsel van semiautonome energiesystemen, die binnen een zogenaamd 'Holarchisch' concept, zie Figuur 9 functioneren, past goed bij deze situatie.

Hoe functioneert een 'holarchisch' geordend energiesysteem?

Een holarchie is een systeemmodel dat gebaseerd is op zogenaamde 'holonen'. Een holon is een entiteit die tegelijkertijd zelfstandig is én onderdeel van een geheel. Holonen zijn zelfstandige eenheden die een zekere mate van autonomie bezitten, maar tegelijkertijd ook onderhevig zijn aan controle vanuit een of meer hogere niveaus. Een holarchie is een hiërarchie van zelfregulerende holonen die op de eerste plaats functioneren als autonome gehelen (eventueel ondergeschikte holonen aansturend). Op de tweede plaats functioneren zij als afhankelijke onderdelen in ondergeschiktheid aan controles van holonen op hogere niveaus en ten derde in coördinatie met hun lokale omgeving. Een holarchie is een systeemconcept dat eigenschappen heeft van zowel een hiërarchisch model, met vaste regels en met grote betrouwbaarheid, als een autonoom opererend multi-agent systeem met veel flexibiliteit.



Figuur 9: principe van holarchie



Figuur 10: visualisatie werking holarchisch energiesysteem

Een holarchie is een systeemconcept dat goed past bij de hiervoor geschetste trend naar meer autonomie. Hierbij staat een ‘energie holon’ centraal. Deze heeft als input en output energie en data. Een energie holon functioneert, wanneer mogelijk, geheel zelfstandig. Soms is dat samen met holons op hetzelfde niveau en soms als onderdeel van een holon op een hoger niveau. Dit is afhankelijk van het aanbod en vraag naar energie en afhankelijk van de specifieke verantwoordelijkheden en bevoegdheden van een holon. Deze verantwoordelijkheden worden

getrapt belegd op verschillende niveaus, zie Figuur 10. Van een brede scope op een hoog (bijvoorbeeld nationaal) niveau naar smal op een lager niveau (buurt, gebouw). Hiervoor is het noodzakelijk dat er een adequaat stelsel van wet en regelgeving is die dit concept ondersteunt, zodat volstrekt helder is hoe ver autonoom handelen mogelijk is en het systeem voor controle en handhaving kan zorgen. Dit betekent ook dat bewoners, bedrijven en andere betrokkenen, binnen een nauw omschreven set aan randvoorwaarden, direct inspraak hebben over hun eigen energievoorziening. Een holarchisch concept kan, indien zinvol en gewenst, werken met verschillende business modellen die passen bij specifieke situaties. Binnen een holarchie heeft de stroom van energie geen vaste route meer. Data zijn de basis voor een intelligent besturingssysteem dat zorgt dat de holarchie binnen vastgestelde afspraken functioneert. Met deze intelligente besturing kan het energiesysteem worden aangepast aan verschillende situaties, zoals veranderende vraag en/of aanbod van energie, beschikbare flexibiliteit, behoefte aan balancering, het voorkomen van congestie enz.

Wat is de consequentie van een holarchisch model voor de ontwikkeling van infrastructuur?

Een holarchisch model stimuleert slimme oplossingen waarbij zoveel mogelijk energie, die in een holon is opgewekt, ook binnen deze holon wordt gebruikt. ‘Energy Hubs’ spelen hierbij een belangrijke rol. Een Energy Hub is een knooppunt in een energiesysteem, waar het (lokale) aanbod van een of meer energiedragers efficiënt en slim, na een of meer conversie en/of opslagstappen, wordt afgestemd op de (lokale) vraag naar energie. Door deze eigenschappen hoeft energie niet over grote afstanden te worden getransporteerd. Dit beperkt congestie op energienetten, verlaagt de kosten voor verzwaren van het net en beperkt de wachttijden voor nieuwe aansluitingen.

Energy Hubs zijn er in vele vormen, met verschillende configuraties en groottes. Denk bijvoorbeeld aan een bedrijventerrein, die duurzaam opgewekte energie, bijvoorbeeld door zonnepanelen op daken, zoveel mogelijk inzet voor eigen gebruik, eventueel met hulp van batterijen. Of aan een mobiliteit hub waar lokaal opgewekte energie gebruikt wordt voor het laden van voertuigen met elektriciteit of waterstof, of aan een biogasinstallatie in het landelijk gebied die gas en/of warmte levert aan nabijgelegen woningen of bedrijven.

Energy Hubs zijn de ‘toegangspoorten’ tot energie en op deze wijze ook bepalend voor economische en ruimtelijke ontwikkelingen. Door het slim integreren van meerdere ruimtelijke functies (wonen, werken, transport enz.), krijgen Energy Hubs een brede economische en maatschappelijke rol. De omgeving van Energy Hubs worden daarbij aantrekkelijk als vestigingslocatie voor bedrijven of om te wonen.

8 Energy hubs als oplossing om bedrijventerreinen te verduurzamen

Haïke van de Vegte

Firan

Een groeiend aantal van de 3800 bedrijventerreinen in Nederland zit op slot. Door netcongestie kunnen er geen nieuwe ondernemingen bij, en zijn uitbreidingen van de bestaande bedrijven niet mogelijk. Ook de verduurzaming van de BV Nederland staat onder druk, omdat de (door) ontwikkeling van zon- en windparken door de drukte op het elektriciteitsnet niet van de grond komt.

Netbeheerders zijn druk bezig met de verzwaring van de elektriciteitsnetten. Daarnaast worden er nieuwe modellen en systemen ontwikkeld om slimmer gebruik te maken van de capaciteit. Denk aan cable pooling, waarmee zon- en windparken een netaansluiting delen. En aan energy hubs, waarmee directe koppelingen worden gelegd tussen productie, opslag, conversie en gebruik van lokale duurzame energie.

Voor bedrijventerreinen betekenen de vernieuwende infra-oplossingen bijvoorbeeld dat ondernemingen onderling aansluitcapaciteit en/of energie uitwisselen. De capaciteit van de netaansluitingen van de ondernemers op een bedrijventerrein wordt zelden volledig gebruikt. Daarnaast doen fluctuaties in de opwek en het verbruik van zon- en windenergie de behoefte aan flexibiliteit in het lokale energienetwerk toenemen. De inzet van flexcapaciteit, zoals batterij-opslag, vergroot de ruimte op het gereguleerde elektriciteitsnet.

Lokale energiestromen in balans

De grote uitdaging waar we nu voor staan is om (markt)partijen te laten samenwerken aan de ontwikkeling, realisatie en exploitatie van efficiënte lokale energienetwerken. Met een intelligent energiemanagement kunnen schaalbare, modulaire en kwalitatief hoogstaande infra-oplossingen worden ontwikkeld die breed toepasbaar zijn. Een doorslaggevende succesfactor hierbij heeft te maken met standaarden en protocollen. Verschillende lokale energienetwerken moeten met elkaar én met het landelijke elektriciteitsnet samenwerken.

Inmiddels werken netbeheerders en diverse marktpartijen al samen met Topsector Energie aan een standaardarchitectuur. Wat ons betreft komt er een open source protocol voor lokale energiesystemen. Immers: hoe meer partijen onderling energie uitwisselen, hoe meer vaart er komt achter de energietransitie. Met de juiste standaard zijn dan steeds de betrouwbaarheid, veiligheid en efficiëntie gewaarborgd.

Toonaangevende oplossingen in de praktijk

Het energiesysteem van de toekomst klinkt misschien ver weg. Maar er zijn nu al goede voorbeelden die laten zien dat het werkt. Onder leiding van Schiphol Area Development Company (SADC) maken vijftien bedrijven op Schiphol Trade Park gezamenlijk gebruik van slechts vier netaansluitingen door zelf energie op te wekken, op te slaan en uit te wisselen. In Apeldoorn wisselen ondernemers op Bedrijventerrein Apeldoorn-Noord onderling netcapaciteit en zonnestroom uit. De combinatie met de energieopslag in elektrische auto's en batterijen, de afstemming met signalen over transportcapaciteit van de netbeheerder, en de koppeling met een onafhankelijk platform voor energiehandel geeft de deelnemers maximale waarde en hiervoor heeft Firan het Grid Control Platform ontwikkeld.

Energy hubs voor bedrijventerreinen

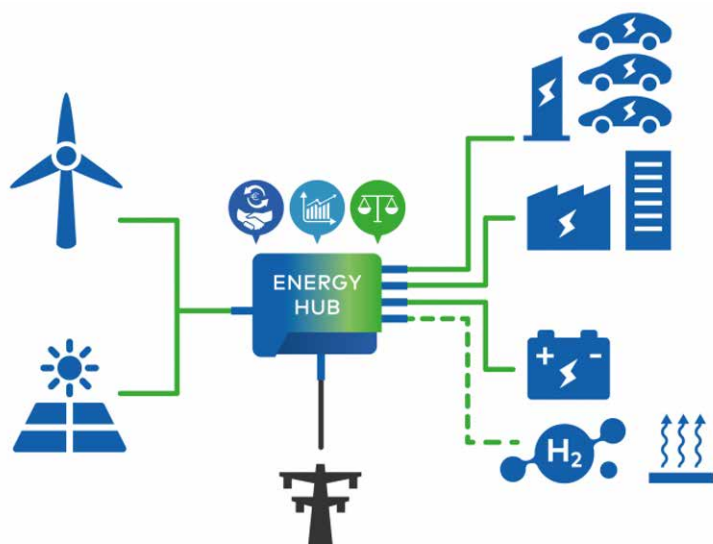
Deze oplossingen vallen onder de noemer "Local Energy Hubs". We verwachten dat energy hubs een belangrijke oplossingsrichting zullen worden, ook voor de te verwachte explosieve toename in elektrisch vervoer in de logistieke sector i.c.m. Zon PV op dak. De ervaringen die we op doen binnen vier pilots leggen de basis voor blauwdrukken om op allerlei locaties een elektrische laadvoorziening met lokaal opgewekte zonne-energie en batterij-opslag mogelijk te maken. Firan werkt samen met Saxion, Universiteit Twente en bedrijven binnen het project EIGEN, wat staat voor "Energy Hubs voor Inpassing van Grootschalige hernieuwbare Energie". Hierin ontwikkelen we een systematisch uitgewerkt stappenplan met gestandaardiseerde tools om grootschalig opgewekte duurzame energie lokaal toepasbaar te maken op bedrijventerreinen. Door de energiestromen van bedrijventerreinen te linken aan de grootschalige productie van hernieuwbare energie ontstaan nieuwe kansen om de energietransitie te versnellen – en om netcongestie daadwerkelijk op te lossen.

Toekomstbestendig groeien en verduurzamen

Voor de groei van bedrijfsactiviteiten en de verduurzaming van bedrijventerreinen in Nederland is een toekomstbestendige oplossing voor de actuele problematiek van netcongestie nodig.

De eerste stap daarvoor is om ondernemingen in staat te stellen om onderling de capaciteit van netaansluitingen uit te wisselen. Door in lokale energienetwerken de opwek, de opslag en het verbruik van duurzame energie steeds zorgvuldig af te stemmen, wordt het beschikbare potentieel maximaal ingezet.

De vervolgstap zou zijn om het energielandschap rond bedrijventerreinen niet te zien als een probleem, maar als een onderdeel van de oplossing. Stel je voor dat bedrijventerreinen gaan functioneren als energiepositieve districten met een integraal systeem voor warmte, waterstof en stroom. Daarmee lossen we niet alleen het vraagstuk van netcongestie op. We geven ook een extra impuls aan de verduurzaming van bedrijventerreinen én zetten de markt van hernieuwbare energie in de volgende versnelling.



Figuur 11: schematische voorstelling van energy hubs

9 Samen werken aan oplossingen voor regionaal evenwicht

Shira van der Werf, Arko van Brakel

Strategische Board Cleantech Regio

De transitie naar nieuwe, schone energiesystemen en hoe je die integreert in het bestaande netwerk is een maatschappelijke opgave waar op strategisch en praktische niveau van alles bij komt kijken. Het begint bij nieuwe technologieën, maar vervolgens krijgen we ook te maken met klanten die in plaats van producent of consument van energie, ineens allebei tegelijk zijn. Een boer met een biogas installatie, zonnepanelen op zijn schuur en een windmolen op zijn veld, is ineens niet alleen afnemer, maar ook producent, etc. Partijen zijn meer dan ooit partners, samenwerking is een must. Er wordt steeds meer wendbaarheid en innovatie van ons gevraagd om de complexe problemen op te lossen. Waarvan de energietransitie er slechts één is.

Eén zo'n plek waar samenwerking te vinden is, is de Cleantech Regio. Hier wordt door onderwijs, ondernemers en overheid samengewerkt aan het versterken van de duurzame, economische ontwikkeling van de regio. Eén van de thema's die we in deze regio met elkaar oppakken, is het bouwen aan een circulaire en energieneutrale economie.

De energieontwikkelingen gaan exponentieel. Hoewel er eigenlijk niet meer zoveel nieuwe technologie hoeft te worden uitgevonden om de energietransitie te laten plaats vinden, lopen we tegen beperkingen aan. In projecten, programma's en samenwerkingen in de Cleantech Regio, leren we met elkaar hoe we met dat soort beperkingen kunnen omgaan. Diverse fieldlabs en techniek hubs zijn daar mooie voorbeelden van.

Zo worden ondernemers uit de Cleantech Regio binnen het Fieldlab Energy4Business gekoppeld aan onderzoekers, studenten en kennispartners, om samen aan oplossingen te werken voor technische en economische vraagstukken rondom de energietransitie. Het Fieldlab Circulaire Innovaties in de Maakindustrie (CIM) doet iets soortgelijks, en helpt bedrijven in de Cleantech Regio meer circulair te werken en te ondernemen.

Diverse techniekhubs in de regio (Technicampus in Deventer, Technieffabriek in Zutphen, New Tech Park in Apeldoorn) verbinden talenten, bedrijven en onderwijs op allerlei niveaus, om het kiezen voor techniek te stimuleren én voor innovatie te zorgen.

Wij geloven dat je complexe opgaven ('wicked problems') niet zozeer oplost met nieuwe regels, wetgeving of een strakker keurslijf. Wat je nodig hebt, is samenwerking, leiderschap en over de grenzen van je eigen mogelijkheden heen te kijken. Innovaties en disrupties komen niet voor niets vaak tot stand buiten de sector, door frisse blikken, innovatieve geesten. Anders denken en vernieuwend handelen is wat we nodig hebben en door onderwijs actief aan het bedrijfsleven te verbinden – zoals in bovenstaande voorbeelden gebeurt – is vernieuwing binnen handbereik.

Het levert nog een ander voordeel op. Ons vergrijzende land heeft meer uitstromers op de arbeidsmarkt dan instromers. En van die krimpende groep jonge instromers, kiest maar een (te) klein deel voor vakmanschap of techniek. Dat is lastig, want zonder vakmensen en technici worden er geen laadpalen en zonnepanelen aangesloten, wordt er geen infrastructuur aangelegd, wordt er letterlijk geen handen en voeten gegeven aan de energietransitie. Door studenten al tijdens hun opleiding te laten kennismaken met echte bedrijven met echte vraagstukken in de Cleantech Regio, wordt de kans vergroot dat ze ook na hun opleiding kiezen voor dit vak én een werkgever in de regio.

Kortom. Vakmensen en wetenschappers, ondernemers en ambtenaren, vernieuwers en oude rotten in het vak, overheden en onderwijsinstellingen: we hebben ze allemaal nodig om de obstakels en uitdagingen aan te pakken die we tegenkomen in het realiseren van maatschappelijke opgaven zoals de energietransitie. Verder is eigenlijk alles er al. Alle technologie, alle kennis, alle uitvindingen en alle ideeën om complexe problemen als de energietransitie op te lossen. Als we de complexiteit eruit halen door meer met elkaar samen te werken, met oog op de gezamenlijke opgaven, dan is er maar een uitkomst mogelijk: die energietransitie gaat ons samen lukken.

10 Nieuw evenwicht in het energiesysteem en het belang van samenwerking binnen wetenschappelijk en praktijkgericht onderzoek

Johann Hurink, Richard van Leeuwen
Universiteit Twente, Saxion

De energietransitie van fossiele brandstoffen naar hernieuwbare en duurzame bronnen leidt tot fundamentele veranderingen in het energiesysteem met verregaande gevolgen. Fundamentele veranderingen roepen bijna altijd langdurige discussies en veel weerstand op. Kernredenen voor deze weerstand zijn verschillende economische belangen, maar ook een ontbrekend inzicht in het transitieproces, het uiteindelijke doel en de onderbouwing van te nemen concrete stappen en hun bijdrage aan het totale proces. Dat laatste is vooral van belang als een transitieproces langer duurt, uit veel kleine stappen bestaat, en veel actoren omvat. Al deze aspecten zijn zeker aanwezig binnen de energietransitie!

Een simpele conclusie van het bovenstaande zou nu kunnen zijn dat we eerst een (langdurig) proces van bijeenkomsten, discussies, workshops, consultaties van experts, vragenlijsten onder betrokken stakeholders etc. moeten starten om hiermee te bepalen hoe het uiteindelijke energiesysteem eruit kan/moet zien, dus op zijn Nederlands: 'polderen'. Echter, we constateren dat deze aanpak concrete stappen blokkeert. Aan de andere kant is het ook geen goed idee om de energietransitie op te starten en uit te voeren zonder een duidelijker beeld te hebben van het te bereiken einddoel. We hebben dus weer het bekende 'kip en ei' probleem!

Een alternatieve aanpak is om eerst overeenstemming te bereiken over de basisprincipes van de nieuwe energiesystemen en op basis daarvan enerzijds te zoeken naar oplossingen die een overgang naar deze basisprincipes ondersteunen en anderzijds toekomstige initiatieven, concepten, oplossingen, etc. te beoordelen op basis van hun bijdrage aan deze principes. Hierdoor kunnen zowel top-down initiatieven (door overheden, grote bedrijven, enz.) als bottom-up initiatieven (door energiegemeenschappen, startups, lokale overheden, enz.) het systeem veranderen en nieuwe elementen, concepten en oplossingen introduceren. Het beoordelen van deze initiatieven zou nu alleen moeten worden gebaseerd op de vraag of en hoe ze bijdragen (of in ieder geval niet interfereren) met de overeengekomen basisprincipes.

Wat zijn de basisprincipes rondom 'nieuw evenwicht' van de nieuwe energiesystemen? Hieronder de belangrijkste, beschreven als het evenwicht tussen het 'nieuwe' versus het 'huidige':

Open versus gesloten

Het huidige energiesysteem is vrij gesloten. Er zijn veel rollen gedefinieerd, en er zijn veel voorwaarden aan het vervullen van deze rollen gekoppeld. Aangezien dit (snelle) verandering tegenwerkt en wij een flexibel en adaptief energiesysteem nodig hebben om de energietransitie succesvol te doorlopen, moet het toekomstige systeem open en makkelijk toegankelijk zijn, ook voor kleine 'spelers'.

Gedistribueerd versus gecentraliseerd

Door de overgang naar hernieuwbare bronnen, zullen er steeds meer gedistribueerde en lokale componenten een rol spelen in de energiesystemen van de toekomst. Maar naast deze gedistribueerde componenten is het uit economisch en technisch perspectief zeker handig om de bestaande gecentraliseerde infrastructuur als een backbone te gebruiken. Johann's credo is: 'zo lokaal als mogelijk, zo globaal als nodig'.

Bottom-up versus top-down

De noodzaak van een 'energiesysteem in evenwicht' lijkt op het eerste gezicht te pleiten voor een 'top-down' systeem. Maar Johann pleit ervoor om al 'bottom up' deze eigenschap mee te nemen en ook al lokaal ervoor te gaan vraag en aanbod lokaal op elkaar af te stemmen. Maar ook hier weer: 'zo lokaal als mogelijk, zo globaal als nodig'.

Belang van burgers versus ondernemingen

Ook al is de energietransitie een gezamenlijke taak, ondernemingen en overheden zullen zich wel moeten realiseren dat ook burgers er hun eigen (financieel) voordeel uit moeten kunnen halen. Als de belangen van burgers en bedrijven niet in evenwicht zijn dan stranden lokale initiatieven, wat tot enorme vertragingen kan leiden.

Geïntegreerd versus gescheiden

Ook al levert de integratie van de verschillende energiesystemen veel problemen op tijdens het transitie proces en kan het een belemmerende factor zijn, we kunnen het uiteindelijke doel van de energietransitie alleen bereiken met een goede integratie van de verschillende energiedragers en energiesystemen. De sterktes en voordelen van de individuele delen moeten goed worden benut in een geïntegreerd energiesysteem.

Een belangrijk en ook uitdagend element van ons energiesysteem is het technische begrip van 'nieuw evenwicht binnen het energiesysteem'. Vooral het elektriciteitssysteem moet op ieder tijdstip, dus ook gedurende de gehele transitiefase, altijd 'in evenwicht' zijn als het gaat om vraag naar en aanbod van energie. Dit is een cruciaal en complicerend aspect, dat de energietransitie tot zo een enorme uitdaging maakt. Hoe we dit evenwicht in de loop van het transitieproces altijd (kunnen) handhaven, zal misschien niet altijd in 'evenwicht' zijn met wat iedereen wenst. Maar dit kan in de loop van de tijd behoorlijk en drastisch veranderen. Het doel moet zijn een CO₂-vrij energiesysteem te creëren dat in staat is 'in evenwicht' te blijven gedurende het nog lange traject van de energietransitie.

De Universiteit Twente ontwikkelt en onderzoekt geavanceerde methoden om dit evenwicht te bereiken en steeds te handhaven. Een goed voorbeeld hiervan is het Europese project Serene waarin we samenwerken met Saxion en Europese partners en dat staat voor: 'Sustainable and Integrated Energy Systems in Local Communities'. In dit project ontwikkelen we o.a. methoden zoals een gedragen aanpak met bewoners, rekentools gebaseerd op digital twins en een regelsysteem waarmee lokale gemeenschappen zo goed als volledig zelf hun energie kunnen opwekken en in evenwicht kunnen blijven met een aantrekkelijke business case voor bewoners én bedrijven. Met Saxion en de praktijkpartners toetsen we deze resultaten via pilots in Denemarken, Nederland en Polen. De samenwerking tussen universiteit, hogeschool en praktijkpartners laat zien hoe belangrijk het is om nieuwe concepten samen met de bedrijven en bewoners te ontwikkelen en in de praktijk te toetsen zodat ze in een later stadium succesvol opgeschaald kunnen worden.

Van bijzonder belang is ook de rol van jonge mensen via PhD's, stages en afstuderen. Samen leiden we via de pilots een nieuwe generatie professionals op die door de opgedane ervaring binnen het praktijkonderzoek, in staat zijn om een trekkende rol te gaan vervullen voor toekomstige werkgevers binnen de energietransitie. De Universiteit Twente, Saxion en het ROC van Twente willen deze samenwerking nader uitwerken binnen een Center of Expertise.

Samenvattend, de energietransitie gebeurt niet door 'praten', maar door 'doen'. Echter moet het 'doen' wel goed gefaciliteerd worden, niet door regels maar door visies en door effectieve samenwerkingsverbanden tussen kennisinstellingen en praktijkpartners.



Partners van de Universiteit Twente: Bart Homan, Gerwin Hoogsteen, Johann Hurink, Richard van Leeuwen, Gerard Smit, Yashar Hajimolana.

11 Zwaartepunt Circulaire Innovatie en Energietransitie en Center of Expertise

John van den Hof, Richard van Leeuwen

Nederland zet in op een duurzaamheidstransitie met doelen voor 2030 en 2050. Duurzame ontwikkeling betekent dat de huidige wereldbevolking in haar behoeften voorziet zonder de komende generaties de mogelijkheid te ontnemen om in vergelijkbare mate in hun behoeften te voorzien. Vanuit het zwaartepunt Circulaire Innovatie en Energietransitie in combinatie met een Centre of Expertise wil Saxion, samen met kennis- en maatschappelijke partners, een bijdrage leveren om via praktijkgericht onderzoek en innovatie die duurzame samenleving sneller en slimmer te bereiken.

Om die doelen te bereiken moet wel de investeringsbereidheid van alle betrokken stakeholders worden vergroot, evenals de participatiebereidheid van burgers en ondernemers. En is een effectieve publiek-private samenwerking nodig bij de toepassing van hernieuwbare energie en circulaire oplossingen. Praktijkgerichte innovaties en opleiding zijn cruciaal om de implementatie ook daadwerkelijk op te schalen, zie Figuur 12. Door in de kennisketen samen te werken kunnen we sneller innovatieve concepten door-ontwikkelen naar praktische toepassingen en beter inspelen op de behoefte aan goed geschoolde professionals.



Figuur 12: programmalijnen Center of Expertise

Dat is in een notendop de uitdaging waar we als kennisinstellingen en partners voor staan en dat voor ons aanleiding is om het zwaartepunt Circulaire Innovatie en Energietransitie en een Centre of Expertise te ontwikkelen.

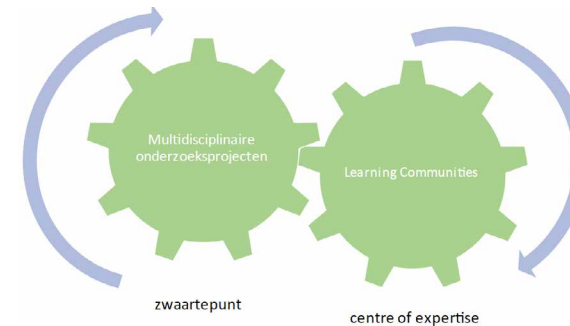
Met het zwaartepunt Circulaire Innovatie en Energietransitie en een Centre of Expertise geven wij tevens invulling aan de landelijke Kennis en Innovatie Agenda (KIA) Energietransitie en Duurzaamheid 2020-2023. Ook onderschrijven wij het daarin opgenomen uitgangspunt dat de regio het startpunt vormt voor innovatie. Immers, juist op regionale schaal kunnen bedrijven, kennisinstellingen, overheden en burgers goed met elkaar samenwerken. De Vereniging Hogescholen heeft in 2021 aangegeven dat het HBO in dit verband haar rol wil pakken door:

- de ontwikkeling en implementatie van duurzame technologie en het doorvoeren van interdisciplinaire interventies te bevorderen;
- een belangrijk deel van het benodigde human capital te ontwikkelen, van Associate Degree tot Professional Doctorate, maar ook door post-initieel onderwijs (leven lang ontwikkelen);
- focus op interdisciplinariteit, lerend vermogen in verandering en digitale vaardigheid;
- realisatie van lokale en regiogerichte leernetwerken met andere kennisinstellingen, bedrijven, overheden en inwoners.

De doelstellingen en strategie van het zwaartepunt Circulaire Innovatie en Energietransitie en het Centre of Expertise geven concreet invulling aan die rol van het HBO en zijn complementair. De focus van het zwaartepunt ligt enerzijds op het ontwikkelen van interdisciplinaire onderzoekprojecten in triple helix-samenwerkingsverbanden en anderzijds op lectoraat overstijgende profilering en kennisdisseminatie.

Het Centre of Expertise richt zich primair op het versterken van de innovatiekracht van bedrijven, publieke en maatschappelijke organisaties en -daaraan gerelateerd- in het voorzien in de behoefte aan goed opgeleide jonge én ervaren professionals. Cruciaal daarvoor is een goede aansluiting tussen onderwijs, onderzoek en (beroeps)praktijk, het bevorderen van 'leven lang ontwikkelen' (LLO) én onderwijsinnovatie. De activiteiten van het Centre of Expertise krijgen vorm in Learning Communities (zie ook de bijdrage vanuit het lectorenplatform LEVE).

De onderzoeksprojecten in het zwaartepunt kunnen putten uit de rijke casuïstiek van het Centre of Expertise, terwijl de Learning Communities op hun beurt kunnen profiteren van de kennis die binnen het zwaartepunt wordt gegenereerd. Zo grijpen beide initiatieven in elkaar, zie Figuur 13.



Figuur 13: relatie onderwijs en onderzoek binnen learning communities

De focus van het zwaartepunt Circulaire Innovatie en Energietransitie is dus primair gericht op interne samenwerking tussen lectoraten. Het Centre of Expertise focust op externe samenwerking met publieke en private partners. Omdat het Centre of Expertise zich richt op de innovatie- en opleidingsbehoefte van de partners is goede ketensamenwerking (ROC van Twente – Saxion – Universiteit Twente) een absolute voorwaarde. Deze ketensamenwerking is in 2021 opgestart met een verkenning van de mogelijkheden en haalbaarheid van een gezamenlijk Centre of Expertise.

De samenwerking binnen het zwaartepunt Circulaire Innovatie en Energietransitie begint nu echt vorm te krijgen. Enkele voorbeelden van recente interdisciplinaire projecten zijn: MMIP Warming Up (duurzame warmte), MOOI EIGEN (energy hubs) en Horizon 2020 Serene (energy communities).

De samenwerking tussen de lectoraten van het zwaartepunt krijgt ook vorm in labs waarbinnen studenten en onderzoekers van verschillende opleidingen samenwerken aan onderzoeksprojecten. Mooie voorbeelden zijn:

- Fieldlab Circulaire Innovatie in de Maakindustrie (CIM)
- FabLab
- Lab voor bio-energie en biobased procestechnologie
- Smart TinyLab
- Lab voor Duurzame Energie en Smart Energy

Het Centre of Expertise Versnelling & Innovatie Energietransitie sluit aan bij de vraag van onze partners uit de beroepspraktijk, de regionale Human Capital Agenda en de beleidsagenda's van de overheden, waaronder de Regionale Energiestrategie (RES). De volgende Learning Communities zijn in ontwikkeling of lijken kansrijk om ontwikkeld te worden:

WaterstofHub Twente

De H2Hub Twente is sinds 2021 de eerste Learning Community die zich ontwikkelt volgens het concept zoals in de inleiding van deze verkenning beschreven. Er worden (pilot) projecten opgezet op gebied van opwekken en opslag, mobiliteit, hoge temperatuur verbranding en industriële processen. Met lokale en regionale marktpartijen wordt kennis en expertise gedeeld. Studenten van zowel ROC, Saxion als UT werken er aan innovatieve projecten.

BouwHub Rijssen

In de bouw- en installatiesector is grote behoefte aan de ontwikkeling van duurzame innovaties als aan instroom van jonge professionals en de om- of bijscholing van ervaren werknemers. De BouwHub zou zich moeten richten zowel op energie-gerelateerde als circulaire innovatievragen. Het initiatief om in Rijssen tot een Learning Community te komen wordt getrokken door het lokale bedrijfsleven en het ROC van Twente. Stichting Pioneering is hierbij nauw betrokken. Bij een haalbaar businessplan start de BouwHub in 2023.

Fieldlab Energy4Business

E4B is in 2021 als fieldlab gestart in de Gasfabriek in Deventer en heeft de potentie om zich, samen met partner ROC Aventus, tot een Learning Community voor bedrijven in de Cleantech regio te ontwikkelen. Het Fieldlab richt zich op drie thema's binnen de energietransitie: Smart energy, systeemontwikkeling en verduurzamingsconcepten. Per thema worden bijeenkomsten georganiseerd voor bedrijven en startups uit de Cleantech Regio die een vraagstuk hebben op het gebied van innovatie en energietransitie. Elke ondernemer wordt gekoppeld aan onderzoekers en studenten om samen aan oplossingen te werken.

Fieldlab Digitalisering Energie Transitie Twente

FIDETT is een initiatief van het bedrijfsleven, de lokale overheid en de regionale onderwijs- en onderzoeksinstituten. Digitalisering in de wijk vereist inzicht in processtappen en digitaliseringsbehoefte.

In FIDETT wordt door het digitaliseren van verschillende processtappen een duidelijk beeld van een wijk opgesteld waar de verschillende actoren van kunnen profiteren. FIDETT heeft de potentie om door te ontwikkelen tot een Learning Community.

SmartEnergyHub

Smart Energy Hubs zijn slimme decentrale energiesystemen waar lokaal duurzame energie wordt geproduceerd, opgeslagen en toegepast op bijvoorbeeld bedrijfsterrainen om zo de vaak fluctuerende bronnen zoals zon en wind en het gebruik van energie lokaal in evenwicht te brengen. Daardoor verminderd de druk op de bestaande energienetten en ontstaan nieuwe verdienmodellen en wordt technologische en businessinnovatie gestimuleerd. Vanwege de aanwezigheid van toonaangevende hightech bedrijven in de regio (zoals Witteveen en Bos, VDL Energy Systems, MTSA en Demcon), de behoefte aan goed opgeleide professionals en het proactieve beleid van de beide provincies en de organisatie Oost-NL is er in Oost-Nederland potentie voor een Learning Community op dit thema. In de volgende bijdrage van HAN wordt een Learning Community Systeemintegratie geïntroduceerd die voorziet in deze behoefte. Met de gecombineerde ontwikkeling van het zwaartepunt Circulaire Innovatie en Energietransitie en een Centre of Expertise denken wij een significante bijdrage te kunnen leveren aan de versnelling van de energie- en circulaire transitie in onze regio. Ons netwerk in de regio wordt verbreed en versterkt, en we kunnen 'leveren' waar het gaat om kennis en jonge professionals. Kansen te over, laten we die pakken!



Lectoren van het zwaartepunt: Wouter Teeuw, Attila Nemeth, Mettina Veenstra, Timber Haaker, Richard van Leeuwen, Theo de Bruijn, John van den Hof, Christian Struck.

12 Leve het nieuwe evenwicht!

Aart-Jan de Graaf, Jan-Jaap Aué

Hogeschool Arnhem-Nijmegen, Hanze hogeschool

Het lectorenplatform energievoorziening in evenwicht (LEVE) is in nauwe afstemming met de programma's systeemintegratie, nieuw gas en human capital van de Topsector Energie en Stichting Innovatie Alliantie (SIA/NWO) opgericht om een samenhangende praktijkgerichte onderzoeksprogrammering te bevorderen met een nationaal draagvlak bij betrokken hogescholen en hun lectoren.

Dit is gedaan vanuit de visie dat 2030 zo dichtbij is dat het de besluitvorming vandaag en morgen over onze toekomstige energievoorziening al in grote mate bepaalt. Natuurlijk hebben ook wij de oorlog in de Oekraïne niet zien aankomen. De problemen met congestie in de netten zijn daarentegen al lang bekend. In het coalitieakkoord heeft men echter afgesproken dat men tijdens deze regeerperiode de energienetten toekomstbestendig maakt. De urgentie en gelegenheid is nog nooit zo groot geweest als vandaag de dag.

***“Als het niet kan zoals het moet,
dan moet het maar zoals het kan”
(maar dan wel graag toekomst-bestendig)***

Zoals bij elk systeem, kan het energiesysteem alleen binnen haar grenzen gebruikt worden. En we moeten vandaag de dag constateren dat de netwerkbedrijven die grenzen niet op korte termijn (2030) kunnen verruimen. Dat betekent dat we grenzen moeten stellen aan hetgeen we willen van het energiesysteem. De capaciteit van transport over onze elektriciteitsnetten is beperkt. We zullen dus andere mogelijkheden moeten overwegen, de netten slimmer gaan gebruiken en scherpe keuzes moeten durven maken. Ook het 'koppelen' van bestaande commodity's (b.v. de gas infrastructuur en de elektriciteit infrastructuur) en daarbij gescheiden werelden verbinden zal belangrijker worden dan ooit.

LEVE heeft een driedimensionaal beeldmerk met transport, opslag en conversie. Op ieder aggregatieniveau (huis/bedrijf, straat, wijk/industrieterrein, stad, regio) van het

energiesysteem zullen we de mogelijkheden en begrenzings van die drie dimensies moeten bekijken om daarmee op een ander niveau bij te dragen aan het bereiken van een evenwichtige oplossing.

Die oplossing moet niet alleen technisch haalbaar zijn. Ook de uitvoerbaarheid (inspanning, regelgeving) binnen gestelde termijn, de betaalbaarheid voor de betrokkenen, en de aanvaardbaarheid t.o.v. andere afwegingen in de sociale en ruimtelijke dimensies zijn van cruciaal belang. De maatschappelijke waarde van energie blijkt vandaag de dag groter dan menigeen dacht. Laten we er dan ook mee omgaan vanuit het besef dat het waarde heeft.

Het nieuwe evenwicht zou wel eens kunnen lijken op de weersituatie na een onweersbui (stabiel, maar wel na enige afkoeling) of op het leven na een hartinfarct (gezond, maar voorzigtiger en rustiger). De vraag blijft of we hiervoor eerst door een crisis moeten gaan of dat het mogelijk is om ons voor te bereiden op een geleidelijke overgang naar de nieuwe realiteit. Een maatschappelijke visie op onze toekomstige energievoorziening is daarom belangrijk. Zonder visie zullen we van de ene crisismaatregel naar de andere hobbelen. Met een heldere visie op onze toekomstige infrastructuur en het te dienen maatschappelijk belang kunnen we scherper vóór-investeren in de richting die we willen. En jonge mensen enthousiast maken om daaraan bij te dragen. Want puinruimen is niemands hobby, maar bouwen aan een toekomstige infrastructuur die het maatschappelijke belang dient en verwezenlijkt kan een goede inspiratiebron zijn om de schouders er onder te zetten.



Figuur 14: logo lectorenplatform LEVE

13 Steemintegratie? Dat kan alleen samen!

Paul Sistermans

Hogeschool Arnhem-Nijmegen

Steemintegratievraagstukken zijn van cruciaal belang

De huidige netcongestie toont het belang aan van steemintegratie voor de energietransitie. Het gaat daarbij over het ontwerpen en managen van het lokale of regionale energiesystemen. Hoe breng je de elektriciteit die beschikbaar komt, op een goede manier in het energiesysteem terwijl deze energiebronnen meer fluctueren dan we gewend zijn van fossiele bronnen? Hoe zorg je voor de ontwikkeling en implementatie van technologie voor de conversie en opslag van duurzame energie, zowel in de vorm van elektriciteit als in andere energiedragers en als grondstof voor de industrie. Welke kennis is er, welke oplossingen zijn er al, worden die oplossingen geaccepteerd, zijn ze juridisch al mogelijk, welke spelregels spreken we met elkaar af?

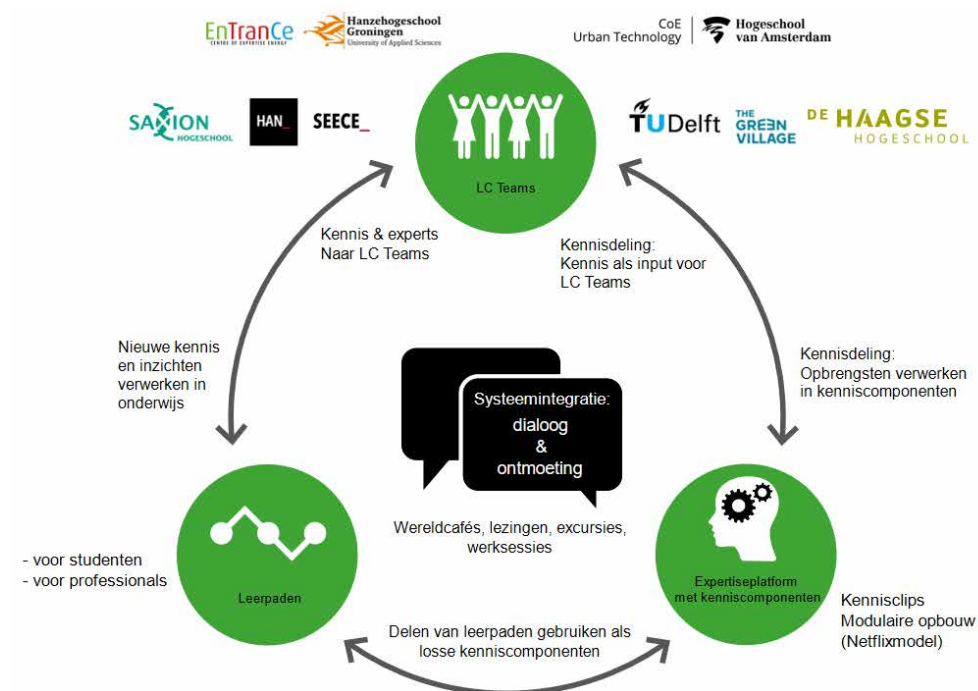
Als het gaat om steemvraagstukken, zijn er ontzettend veel partijen betrokken. De onderwerpen zijn niet alleen technisch, maar ook juridisch en economisch. Ze zijn van iedereen, en daardoor van niemand. Samenwerken is dus noodzakelijk.

Het Programma steemintegratie van de Topsector Energie richt zich op steeminnovaties die nodig zijn voor de transitie naar een betaalbaar, betrouwbaar en maatschappelijk gedragen duurzaam energiesysteem. Hierbij speelt het Human Capital vraagstuk een belangrijke rol: hoe kunnen we zorgen dat er voldoende mensen zijn die kunnen werken aan deze belangrijke steemvraagstukken. De Topsector Energie benaderde daarvoor het Lectorenplatform Energievoorziening in Evenwicht (LEVE). In LEVE werken zeven lectoren van verschillende hogescholen aan energie-evenwicht in 2030. Juist in het praktijkgericht onderzoek en het delen van kennis daarover ligt de meerwaarde van het hbo-onderzoek.

Nationale Learning Community Steemintegratie

Drie hogescholen uit het LEVE platform, Hanzehogeschool Groningen (HG), Hogeschool Arnhem-Nijmegen (HAN), Hogeschool van Amsterdam (HvA) hebben samen met de TU Delft (TUD) meteen de handschoen opgepakt om dit vraagstuk aan te pakken via zogenaamde Learning Communities (LC's), onder leiding van lector Marten van der Laan van HANZE

hogeschool. In LC's werken professionals uit bedrijven, overheden en maatschappelijke organisaties samen met onderzoekers, docenten en studenten uit kennisinstellingen, waarbij interactie en wederzijdse kennisoverdracht centraal staan. LC's dragen - door de directe dialoog tussen de deelnemers over de vraagstukken die in de praktijk leven - niet alleen in belangrijke mate bij aan het versnellen van de energietransitie, maar ook aan de doelen van 'leven lang leren'. In LC's brengen alle deelnemers expertise vanuit hun verschillende functies, ervaring en disciplines bij elkaar, waardoor met en van elkaar leren wordt gerealiseerd en nieuwe kennis ontstaat. Het proces en de aspecten van de LC zijn weergegeven in Figuur 15.



Figuur 15: processchema learning communities

De kennisinstellingen hebben intensief samengewerkt om te komen tot dit gemeenschappelijke beeld voor de Nationale Learning Community Steemintegratie, die een bijdrage gaat leveren aan kennisdeling en het Human Capital vraagstuk. Die samenwerking tussen kennisinstellingen maakt het concept krachtig. Partijen verwijzen naar elkaar door en werken onder meer samen in het benaderen van stakeholders. Wel wordt gewerkt vanuit de eigen regio's. Daarom werken HAN en Saxion samen voor de 'Regio Oost'.

Activiteiten en deelname aan de Nationale Learning Community Systeemintegratie
De bij de Nationale Learning Community Systeemintegratie aangesloten kennisinstellingen werken samen aan de volgende aspecten:

1. Opschalen
2. Leren en opleiden
3. Inzet (bestaande) faciliteiten
4. Communicatie
5. Expertiseplatform

Met opschalen wordt beoogd de Learning Community door te ontwikkelen en uit te breiden met meer deelnemende stakeholders en meer kennisinstellingen. Er wordt samengewerkt aan concrete casussen, zoals Smart Energy Hubs. Aanvullend daarop wordt binnen de Learning Community gezamenlijk opgetrokken om een aanbod van leerwegen en opleidingsvormen op het gebied van systeemintegratie te ontwikkelen. Daarbij spelen de al aanwezige faciliteiten bij de kennisinstellingen een belangrijke rol om het leren te faciliteren op een toegankelijke en inzichtelijke manier. Een voorbeeld hiervan zijn smart grid tables die het mogelijk maken systeemintegratie te ervaren. De opgedane kennis, inzichten en ervaringen binnen de Learning Community worden via het expertiseplatform systeemintegratie toegankelijk gemaakt voor alle stakeholders. Daarnaast vinden communicatieactiviteiten plaats om de kennisuitwisseling te stimuleren en meer partijen te betrekken.

Deelnemers zijn van harte welkom!

14 Nieuw evenwicht vinden: een 'wicked problem'

Bram Veenhuizen
Hogeschool Arnhem-Nijmegen

De uitdagingen die we tegenkomen bij de aanpak van de energie en mobiliteit-transitie hebben alle eigenschappen in zich van een 'wicked problem'. Heet gaat om veelzijdige uitdagingen zoals het opslaan van duurzame energie, de sociale acceptatie van waterstof en het emissievrij maken van zwaar transport, met daarbij een hele reeks aan oplossingsrichtingen. Het veranderen van het speelveld (denk bijvoorbeeld aan de oorlog in Oekraïne en de gevolgen daarvan voor de energievoorziening) en de tegenstrijdige belangen (bijvoorbeeld wegvallende accijns op brandstoffen) zijn typische kenmerken van wicked problems. Het succes van de batterij-auto maakt de waterstofauto langzamerhand overbodig. Dit is een voorbeeld hoe het werken aan oplossingen de haalbaarheid van andere beïnvloedt. Andersom vormt de opslag van grote hoeveelheden duurzame energie in waterstof toch wellicht een interessante ontwikkeling om de brandstofcelauto niet te snel af te schrijven. Zelfs de verbrandingsmotor, door velen al afgeschreven, kan prima met waterstof overweg en heeft vele voordelen die helpen bij het oplossen van diverse aspecten van het wicked problem: overal beschikbaar voor grote aantallen zeer diverse toepassingen, bekende techniek voor monteurs, lage kosten door reeds bestaande massaproductie en maatschappelijke acceptatie.

Vele bedrijven in de regio en daarbuiten zetten zich in om oplossingen voor de energietransitie te ontwikkelen en op de markt te brengen. Daarvoor is het noodzakelijk de hele waardeketen van toeleveranciers en klanten op te bouwen. De producten moeten aan diverse producteisen en -normen voldoen, die niet zelden ook nog ontwikkeld moeten worden. De toepassing van nieuwe materialen en technieken leidt tot vragen op het gebied van onderhoud en levensduur, en daarmee tot onzekerheid over operationele kosten en mogelijkheden voor verzekeren. De sociale acceptatie van oplossingen (windmolens, zonneweides, brandstofcelauto's) is vaak nog ver te zoeken. Een andere uitdaging voor deze innovatieve bedrijven is het werven van opgeleid personeel. Kennis verouderd snel en de opleidingen moeten derhalve meebewegen met de dynamiek van de markt.

Het gaat daarbij niet alleen om de inhoud van het curriculum, maar ook om de doelgroepen, aangezien steeds vaker ervaren medewerkers om- of bijgeschoold moeten worden.

En daarmee zijn we aangeland bij de rol van het HBO bij deze transitie. De tijd dat een werktuigbouwer zich kon beperken tot FEM berekeningen, en een student autotechniek de dieselmotor bestudeerde komt steeds meer achter ons te liggen. Maar er is nog veel werk te verzetten om de opleidingen optimaal te laten aansluiten op de eisen die voor de energie- en mobiliteitstransitie gesteld worden. Het HBO-onderzoek kan hierin een innovatieve en katalyserende rol spelen. Door samen met bedrijfsmedewerkers te werken aan hun nieuwe producten en diensten, creëren we een hybride leeromgeving voor alle betrokkenen. Studenten, docenten, onderzoekers en bedrijfsmedewerkers werken samen, bij voorkeur op een fieldlab locatie, aan innovaties voor de energietransitie: learning on the job. Deze nieuwe rol voor het HBO kan mede soelaas bieden voor dalende aantallen reguliere bachelor studenten.

Lectoraten hebben met deze werkwijze al jaren ervaring opgebouwd en zijn nu toe aan een professionaliseringsslag, waarmee de impact van het HBO nog verder vergroot en bestendig kan worden. Dit is dan ook precies het doel van de samenwerking tussen de HAN en Saxion hogescholen binnen het Sprong project 'Decentrale Waterstof'. We willen gezamenlijk en samen met andere partijen, onderzoeksprojecten uitvoeren die zich niet alleen bezighouden met de technologische uitdagingen die waterstof ons biedt, maar ook met vele andere aspecten van het wicked problem. Te denken valt aan wet- en regelgeving, verandering van gedrag, veiligheidsaspecten en systeemintegratie met andere duurzame energie en mobiliteit oplossingen. Door de brede samenwerking, de hybride leeromgeving, de opbouw

van een learning community en innovaties in het onderwijs leveren we een belangrijke bijdrage aan de Human Capital Agenda in de regio. Daarmee hebben we de ambitie om een concrete en relevante bijdrage te leveren aan de energie- en mobiliteitstransitie: creatieve innovaties op basis van waterstoftechnologie samen met slimme bedrijven en dito studenten.



*Lectoren van de Decentrale waterstof SPRONG:
Aart-Jan de Graaf (voorheen HAN),
Richard van Leeuwen, Bram Veenhuizen (HAN).*

15 Een evenwichtige samenwerking tussen onderzoek en onderwijs

*Richard van Leeuwen, Hans Gelten, Edmund Schaefer, Emmy Ophuis, Cindy Kuiper, Hans Vossensteyn
Hogeschool Saxion, lectoraat Sustainable Energy Systems, Academie Life Sciences,
Engineering & Design, Saxion Research & Graduate School*

Onze maatschappij vraagt om innovatieve en ondernemende professionals die onderzoekend en probleemoplossend aan de slag gaan om tot duurzame oplossingen te komen. Multidisciplinaire samenwerking is niet meer genoeg, interdisciplinaire samenwerking is nodig om complexe vraagstukken te kunnen oplossen. Dit vraagt allereerst om toegewijde professionals die een basis hebben in een discipline en die deze kennis en vaardigheden op een creatieve en onderbouwde manier kunnen toepassen en verder verdiepen. Ook wordt van deze vakmensen verwacht dat zij goed kunnen samenwerken en communiceren, met collega's uit hun eigen én uit andere vakgebieden. Om dit goed te kunnen, is het nodig dat zij de cognitieve en emotionele perspectieven van de ander begrijpen en op basis daarvan hun eigen perspectief nuanceren, verbreden en gepast kunnen handelen. Op deze wijze leidt perspectiefwisseling tot verbreding van het eigen kennis- en handelingsrepertoire. Deze nieuwe vaardigheden worden ook wel de 21e eeuwse vaardigheden genoemd (Kennisnet, 2022).

Vanaf begin van deze eeuw zijn, bij vrijwel alle hogescholen lectoraten gestart en sinds die tijd neemt praktijkonderzoek een vaste en groeiende plek in binnen het hoger beroepsonderwijs. Via de lectoraten streven de hogescholen naar verdere integratie van onderzoek en onderwijs binnen de context van praktijkgericht onderzoek als middel om nieuwe kennis en vaardigheden geïntegreerd op te doen. Stagiaires, afstudeerders en interdisciplinaire projectgroepen werken onder begeleiding van docent-onderzoekers aan waardevolle resultaten voor de beroepspraktijk en voor het maatschappelijk veld.



Figuur 16: Saxion Onderwijs Model (SOM)

Saxion heeft haar onderwijsvisie vormgegeven in een model, zie Figuur 16 dat laat zien welke verschillende aspecten een rol spelen bij het ontwerpen en vormgeven van een opleiding, vak of les. Elke draad van het spinnenweb belicht een ander aspect. In de kern staat de rationale; waartoe we het doen, wat we met het onderwijs beogen: Get ready for a smart world. Er is een fundamentele en wereldwijde verandering gaande in de manier waarop we als mensen produceren, consumeren en met elkaar omgaan. Technologie is overal om ons heen en beïnvloedt ons dagelijkse doen en laten in toenemende mate. De ontwikkelingen daarin gaan razendsnel. Deze technologische ontwikkelingen, naast economische en demografische, leiden ook tot een fundamentele transformatie in een groot deel van de beroepen. Alle keuzes voor ieder aspect van het model zijn verbonden met deze rationale en vloeien hieruit voort. Saxion heeft dit verwoord in negen uitgangspunten.

Deze uitgangspunten vormen integraal de basis voor onderwijs én het praktijkgericht onderzoek van lectoraten. Het zijn belangrijke beginselen voor de betrokkenheid en begeleiding van studenten door docent-onderzoekers. Onderstaand gaan we nader in op vier aspecten hiervan want deze krijgen voor de zwaartepunten onderzoek binnen Saxion en voor het lectoraat Sustainable Energy Systems de komende jaren meer focus. Dit heeft o.a. te maken met de ontwikkeling van Learning Communities (LC's), voor uitleg hierover, zie hoofdstuk 11.

Leerinhoud (2): het lectoraat is continu betrokken bij het formuleren van actuele vraagstukken uit de beroepspraktijk. De uitdaging is om de vraagstukken aan te laten sluiten bij de projectinhoud én bij de eigen leerweg van studenten. Een complexe uitdaging vanwege de veelheid aan opleidingen die een relatie hebben met het brede thema van de energietransitie. Wij zetten studenten in van technische en niet-technische opleidingen, waaronder Elektrotechniek, Werktuigbouwkunde, Chemie, Computer Science, Ondernemerschap en Retail Management, Facility Management, Urban Studies, Bedrijfskunde, Bedrijfseconomie en Integrale Veiligheidskunde. De vraagstukken gaan b.v. over het duurzaam (her)ontwerp van het energiesysteem van een bedrijventerrein, de organisatievorm en business case daarvan of de veiligheidsaspecten van een decentraal waterstofsysteem.

Communities (6): vanaf de start binnen een opleiding zijn studenten lid van een thuisgroep. Gaandeweg maken zij deel uit van andere communities, met als doel samen leren in dialoog met studenten, docenten, onderzoekers en het werkveld. De ontwikkeling van LC's die gericht zijn op specifieke thema's binnen de energietransitie sluit hierbij aan. Hier liggen nog vele uitdagingen, zoals het opbouwen van ervaring met interdisciplinair samenwerken tussen studenten, docenten, onderzoekers en bedrijfsmedewerkers. Daarnaast om binnen de LC's (doorlopende) leerpaden te ontwikkelen voor studenten (MBO, HBO en WO) en voor om/bijbscholing van bedrijfsmedewerkers.

Naast de LC rondom systeemintegratie (geïntroduceerd in hoofdstuk 13), werken wij met ROC van Twente en Universiteit Twente aan de LC WOT (Waterstof Ontwikkeling en -Toepassing). Daarin werken wij samen met het lectoraat Human Capital (lector Stephan Corporaal) en het Center of Expertise TechYourFuture, beide van Saxion. Eén van de eerste projecten binnen dit LC is de technologische ontwikkeling en bouw van een 70 kW elektrolyser. Elk semester wordt door LC teams gewerkt aan specifieke challenges met als doel om steeds een stap verder te

komen in de ontwikkeling van de technologie en de omgeving, en langs die weg waardevolle expertise met elkaar op te doen en te delen met de buitenwereld. Rondom elke challenge worden afspraken gemaakt over de leeractiviteiten en -resultaten, de frequentie en locatie van werksessies, etcetera. Bijzondere aandacht krijgen dialoog en ontmoeting via lezingen en symposia.

Leerdoelen (1) en Docentrollen (4): studenten ontwikkelen bij Saxion een persoonlijk en professioneel profiel. Zij hebben invloed op hun eigen leerweg en krijgen de mogelijkheid om, afhankelijk van hun persoonlijke situatie en ontwikkelbehoefte, keuzes te maken ten aanzien van verdieping of verbreding van het eigen basisprofiel. Dit vraagt van studenten dat ze hun eigen voorkeuren leren kennen en expliciteren en dat ze verantwoorde keuzes leren maken. Het vraagt van docenten naast inhoudelijke expertise ook begeleidingsvaardigheden en dus een andere rol dan 'traditioneel' voor de klas staan.

Ruimer en specifiek aanbod

Doorlopende leerpaden tussen MBO, HBO en WO zijn nodig om beter aan te sluiten bij de behoefte in de samenleving aan professionals die een sturende rol binnen transities kunnen hebben. Voor Saxion is daarom de ontwikkeling van meer onderwijsaanbod op Master niveau van groot belang en het beleid hiervoor wordt door de academies, samen met de Saxion Research & Graduate School (SRGS) ontwikkeld. SRGS coördineert ook de betrokkenheid van Saxion bij de ontwikkeling van enkele landelijke Professional Doctorate (PD) trajecten, waarmee 'promoveren' aan het HBO vanaf 2023 mogelijk wordt gemaakt. Een PD-traject gaat dan niet over wetenschappelijke kennisontwikkeling zoals aan de universiteiten gebeurt, maar over integrale, complexe praktijkvraagstukken waarbij nieuwe kennis moeten worden geïntegreerd en operationeel moet worden gemaakt. Voor het lectoraat Sustainable Energy Systems is betrokkenheid bij Master onderwijs nieuw. We doen dat het liefst samen met partners waarbij we elkaar met expertise aanvullen. Zo ontwikkelen we momenteel samen met enkele andere lectoraten en Hogeschool Utrecht een engineering variant van de Master of Urban Area Development. Daarnaast willen we via de SPRONG samenwerking met Hogeschool Arnhem-Nijmegen een engineering Master traject voor waterstof ontwikkelen. Ook hebben we een actieve rol samen met het lectoraat Business Models van Saxion in het vormgeven van het landelijke PD-traject energie en duurzaamheid. Hierin worden innovatieve oplossingen voor 'wicked problems' bedacht, ontwikkeld, getest en geëvalueerd in en met de praktijk.

De inzichten die hier worden opgedaan komen niet alleen ten gunste van de praktijk en het lectoraat, maar ook van het onderwijs; zo kunnen er bijvoorbeeld actuele praktijkcasussen aan onderwijsmodules gekoppeld worden.

Een andere uitgelezen kans om de verbinding tussen onderzoek en onderwijs te versterken zijn de zogenaamde Groeifondsprojecten. Sinds 2020 worden hiermee rondom grote maatschappelijke thema's grootschalige projecten opgezet waarmee uiteindelijk de innovatiekracht en het verdienvermogen van Nederland versterkt gaat worden. In deze projecten werken alle relevante stakeholders uit de gehele keten mee: universiteiten, hogescholen, mbo's, maar zeker ook bedrijven, instellingen en overheidsorganisaties. Het gaat doorgaans om investeringen van tientallen tot honderden miljoenen Euro's. Naast kennis en innovatie is talentontwikkeling een belangrijke component: uiteindelijk moeten organisaties en mensen kunnen werken met nieuwe innovaties. Het lectoraat Sustainable Energy Systems is samen met SRGS, enkele andere lectoraten binnen Saxion en lectoraten en Centers of Expertise van andere hogescholen als partner nauw betrokken bij toegekende Groeifondsprojecten Groenvermogen, Nieuwe Warmte Nu! en de LLO Katalysator. Deze projecten bieden enorme kansen Learning Communities verder te ontwikkelen rondom belangrijke maatschappelijke opgaven. De LLO Katalysator – die het concept van Leven Lang Ontwikkelen vorm gaat geven – wordt gecoördineerd vanuit de hogescholen die samen met universiteiten en het MBO op het terrein van Energietransitie regionale transitiedeals gaat ontwikkelen. De focus ligt op het in kaart brengen van de praktijkvraag naar (nieuwe) professionals, met welk onderwijs- en trainingscomponenten de juiste competenties kunnen worden ontwikkeld en hoe dit met flexibele onderwijseenheden kan worden aangeboden.

Zo werken we continu aan steeds meer integratie tussen onderzoek en onderwijs en dit is bij uitstek een rol die hogescholen op het lijf is geschreven. We gaan een spannende tijd in om een nieuw evenwicht voor onszelf hierin te ontwikkelen!

16 Multidisciplinair onderzoek in het Smart Solution Semester (3S) en de ervaringen van het Fieldlab Energy4Business (E4B)

Tom Vleerbos, Hans Gelten

Hogeschool Saxion, lectoraat Sustainable Energy Systems

In de afgelopen jaren heeft multidisciplinair samenwerken binnen Saxion een belangrijke plek gekregen in het 2de deel van de studie. Eigenlijk is het concept heel simpel: in het Smart Solutions Semester werken derde- en vierdejaars-studenten van verschillende opleidingen vijf maanden lang aan een innoverende en uitdagende opdracht vanuit het werkveld of lectoraat. Om nog meer impact te halen uit deze kruisbestuiving van disciplines, maakt ieder projectteam daarnaast ook deel uit van een cluster. Ieder cluster bestaat uit drie of vier projecten waarvan de onderzoeksvragen hetzelfde of een sterk vergelijkbaar onderwerp hebben. Op deze manier profiteert het lectoraat als opdrachtgever optimaal van onderlinge kennisontwikkeling en -deling.

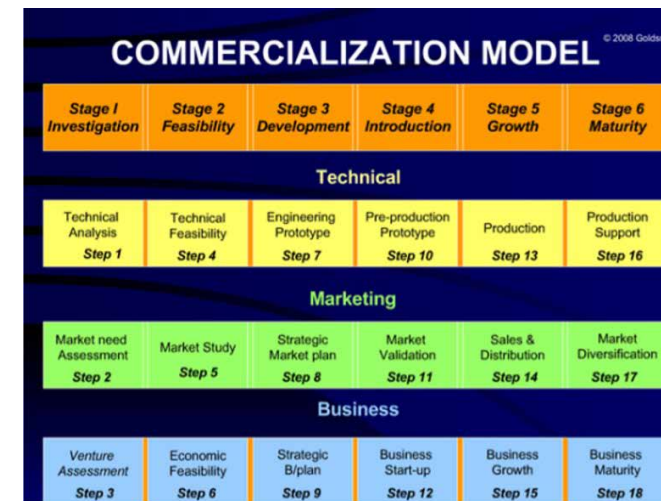
Het lectoraat Duurzame Energie Voorziening zet in op het Smart Solution Semester, als projecten uit het werkveld niet een specialistisch karakter hebben en veel verschillende aspecten vanuit verschillende disciplines belangrijk worden. Of waar projecten voordeel kunnen halen door een creatieve, out-of-the-box oplossing. Dit kan leiden tot verrassende oplossingen binnen een project en daarmee tot grote tevredenheid van het bedrijfsleven én studenten, zoals de quote in het kader omschrijft.

Onze groep is ook sterk in creativiteit door de studies: Fashion and Textile Technologie en Werktuigbouwkunde tot aan het nauwkeurige werk dat vooral werd verricht door de studies: Chemie, Chemische Technologie en Technische natuurkunde.

*Bodine ten Cate,
Student Textile Technologie*

Fieldlab Energy4Business

Een initiatief waarin multidisciplinariteit nog een stap verder gaat en een extra dimensie toevoegt is het project Fieldlab Energy4Business. In dit project in de CleanTech Regio (Deventer, Apeldoorn, Zutphen, e.o.) werken bedrijven, onderzoekers en studenten van verschillende kennisinstellingen en -niveaus samen aan innoverende nieuwe ideeën. Hierbij gaan de business- en innovatie booster hand in hand, volgens het commercialisatie model van Goldsmith, zie Figuur 17.



Figuur 17: commercialisatie model (Goldsmith, 2009)

Learning community

De energietransitie is niet geïsoleerd te realiseren. Er is veel kennis nodig, maar ook uitvoeringskracht. Om dit alles een boost te geven worden er allerlei evenementen, workshops, bijeenkomsten en kennissessies georganiseerd. Telkens vanuit een ander perspectief, maar altijd MET de partijen die er zin in hebben. Die “zin” is overigens ook telkens onderwerp van gesprek, want investeringsbereidheid is misschien wel de meest concrete vorm van zin. Organisaties die samen het fieldlab E4B vormen, worden ook een financieel bijdrage gevraagd.



Figuur 18: workshop sessie fieldlab E4B

Hiervoor krijgen de organisaties een inhoudelijke uitwerking terug. Dat is zowel voor hen aantrekkelijk, maar misschien nog wel belangrijker is de blootstelling van studenten aan deze maatschappelijke uitdagingen.

Rol van Saxion als kennispartner

Werken met organisaties aan de energietransitie is een uitdaging op zichzelf. Daardoor zou al snel een gesloten cluster kunnen ontstaan, die zich in de laboratoria bezighoudt met allerhande oplossingen. Saxion is echter een publieke partner, die juist kan ontwikkelen, participeren, ontwerpen, testen, valideren en als kritische kennispartij kan meedenken in alle fases van een product of dienst. Daardoor staan zowel het (technische) lectoraat van Richard van Leeuwen, als het Saxion Centrum voor Ondernemerschap aan de wieg van dit fieldlab. Het hierboven genoemde Saxion Smart Solution Semester, maar ook minoren, stagiaires, praktijklab-opdrachten worden ingezet om de benodigde kennis te ontwikkelen. Bij meerdere partijen worden zelfs meerdere van deze studentprogramma's ingezet, onder de inhoudelijke begeleiding van het fieldlab. Daarmee wordt het beste van beide werelden gecombineerd, zowel voor de opdrachtgever, als de student.



Deel 3

Onderzoeklijnen

Lectoraat

Sustainable

Energy Systems

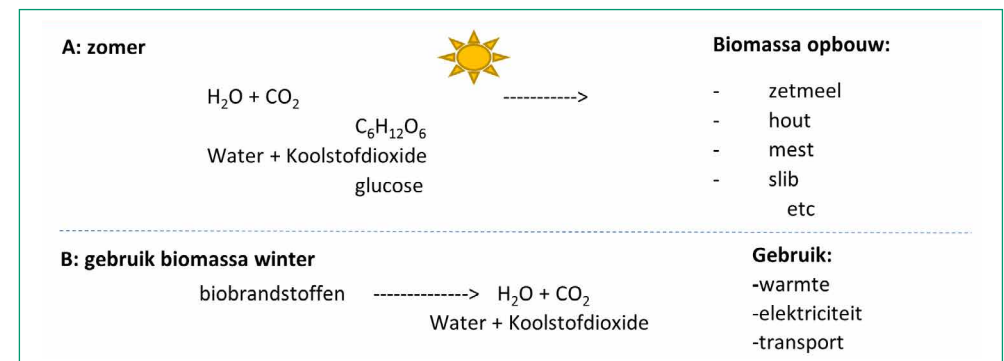
17 Onderzoeklijn bio-energie en opwerking

Simon Hageman

Associate lector, lectoraat Sustainable Energy Systems

De natuur zet via een fotosynthese reactie water en koolstofdioxide om in zuurstof en glucose. De glucose kan worden omgezet naar andere bouwstoffen zoals zetmeel en glucose. En uiteindelijk kan op deze manier een plant of boom groeien. Hierdoor wordt wereldwijd biomassa opgebouwd.

Het opbouwen van biomassa via de fotosynthese heeft meerdere voordelen en één daarvan is de balans en energieopslag over de seizoenen (Figuur 19A). De zonne-energie wordt op deze manier vastgelegd in de biomassa. In een later stadium, als energie nodig is, kan door bijvoorbeeld verbranding van de biomassa nuttige energie gebruikt worden (Figuur 19B). Biomassa kan op een gewenst moment en op een gekozen locatie ingezet worden voor het gebruik in energie.



Figuur 19: Biomassa is energie in evenwicht. De totale hoeveelheid biomassa op de wereld bestaat uit een mix en te denken valt aan diverse groepen zoals hout, gras, mest, slib, GFT en meer.

Op wereldschaal en in natuurlijk evenwicht is de hoeveelheid biomassa ongeveer gelijk en is de opbouw gelijk aan de afbraak. Bij landen met seizoensinvloeden, zoals in Nederland, kan biomassa als ideale batterij worden beschouwd waarbij in de zomer opslag van zonne-energie plaatsvindt en in de winter deze energie vrij komt door verbranding van de biomassa. Biomassa gebruik is een deel van de oplossing voor de energietransitie. In Nederland draagt de biomassa bij aan 6% van het totaal energiegebruik van 2020 (CBS, 2021).

Een tweede groot voordeel van biomassa gebruik voor de energievoorziening is het concentreren van CO₂. De lucht bevat een lage concentratie CO₂ in de orde van 400 ppm. Deze concentratie stijgt en deze concentratie draagt bij aan de opwarming van de aarde. Deze lage concentratie CO₂ wordt via de fotosynthese opgeslagen en dat betekent dat de koolstof opeen wordt gepakt in de biomassa. Bij verbranding ontstaat (zie Figuur 19B) dan weer water en CO₂. Deze CO₂ is veel geconcentreerder en kan bijvoorbeeld door verbranding met O₂ in de lucht een concentratie van 20% (200.000 ppm) behalen. En bij vergistingsprocessen makkelijk 35% (350.000 ppm). Deze verhoogde concentratie maakt het mogelijk een carbon capture systeem te gebruiken waarbij de CO₂ kan worden opgeslagen. Het gebruik van biomassa als energiebron in combinatie met carbon capture zorgt dus voor een netto reductie van CO₂.

Een derde groot voordeel van het gebruik van biomassa als energiestroom is het mogelijke hergebruik van nutriënten. Net zoals CO₂ betekent biomassa ook nutriëntenopslag. Te denken valt aan zwavel en stikstof. Bij het gebruik van biomassa voor energie zijn deze nutriëntenstromen ook vaak beschikbaar en geeft de reststroom kansen voor het hergebruik of terugwinnen van deze nutriënten.

Onderzoeklijn bio-energie en opwerking

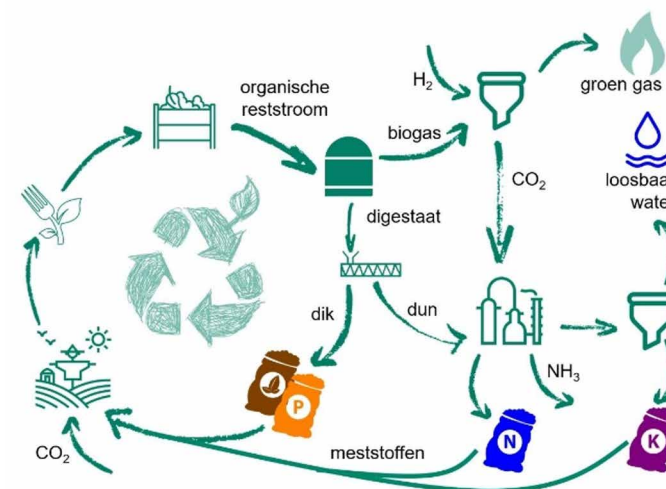
De onderzoeklijn bio-energie onderzoekt op de eerste plaats de omzettingen van biomassa in nuttige brandstoffen om de maatschappelijke energietransitie te versnellen. Te denken valt aan vergisting voor biogasproductie of de ontwikkeling van andere brandstoffen uit biomassa. Daarnaast op de tweede plaats worden reststromen opgewerkt voor bijvoorbeeld carbon capture of hergebruik van nutriënten en andere waardevolle grondstoffen. Van alle duurzame energie in Nederland is de bijdrage van biomassa 54% (jaar 2020), deze vorm van bio-energie groeide in 2020 met 10% naar 119 petajoule (CBS, 2021). Deze groei geeft aan hoe belangrijk de rol van biomassa binnen de energietransitie is.

Een hoofdthema binnen de onderzoeklijn is het vergistingsproces. Opgewerkt biogas tot groen gas kan aardgas vervangen. Hierdoor hoeven in Nederland weinig aanpassingen in de infrastructuur plaats te vinden. Een ander groot voordeel is de hoeveelheid mest en slib in Nederland waardoor een grote hoeveelheid gas geproduceerd kan worden. De hoge concentratie CO₂ kan gebruikt worden voor carbon capture systemen waardoor zelfs negatieve CO₂ emissie duurzame systemen mogelijk zijn. In theorie is dan afkoeling i.p.v. opwarming van de aarde zelfs mogelijk.

18 Projecten bio-energie en opwerking

Hans Gelten, Willem Brus, Gerco Pijffers, Simon Hageman

Hogeschool Saxion, lectoraat Sustainable Energy Systems



Figuur 20: mogelijkheden binnen een duurzame landbouwkringloop

De stikstofcrisis in Nederland zorgt vanuit de politiek voor talloze plannen en voornemens om de stikstofuitstoot te verminderen. Sommige plannen richten zich op de mobiele sector (100 km/u op de snelweg), maar ook op de landbouwsector. Er is veel te zeggen over wat wel en niet duurzame landbouw is. Feit is dat Nederland een sterke agrarische positie heeft in de wereld en dat er nog veel kansen zijn voor een duurzamere bedrijfsvoering en energieproductie vanuit de landbouw. Met slimme combinaties van natuurlijke processen maar ook met technologie kan de cyclus (ook voor stikstof) binnen een boerenbedrijf gesloten worden, zoals weergegeven in Figuur 20.

Organische reststromen, zoals mest of GFT afval, zijn via vergisting biologisch afbreekbaar. Hierbij ontstaat biogas en digestaat. Het biogas kan worden opgewerkt naar groen gas wat gevoed kan worden in het centrale gasnet. Het digestaat kan worden gescheiden in een dikke en dunne fractie: de dikke fractie kan worden gebruikt als meststof in de landbouw en uit de dunne fractie kunnen rest-voedingstoffen worden gewonnen en uiteindelijk ook schoon water.

Maar dit gaat niet vanzelf! Wij onderzoeken in het project HR-gas b.v. het opwerken van biogas naar groen gas via membranen om methaan (CH₄) en CO₂ te scheiden. Verstoppingen zorgen voor een prestatie vermindering en daardoor worden nog veel membranen vervangen, wat een behoorlijke kostenpost met zich meebrengt. Samen met het bedrijf Bright Biomethane onderzoeken we manieren om de verstopping inzichtelijk te maken en uiteraard ook of en hoe regeneratie van het membraan mogelijk is.

Niet alleen het opwerken, maar ook de vergisting zelf is een uitdaging. Vergisting is een biologisch proces waarin verschillende bacterie culturen werkzaam zijn. De vier stappen die hier mee gemoeid zijn, worden door verschillende bacteriën in één geroerde tank uitgevoerd. Conventionele procesvoering is hierdoor niet optimaal, tot zelfs onmogelijk: het aanpassen van een parameter werkt positief voor de ene cultuur, maar juist negatief voor de andere. In het project SPAVer onderzoeken we samen met de bedrijven HoSt, Methaplanet, ToPerform en Universiteit Twente of het inzetten van Machine Learning kan leiden tot een slimmere en robuustere procescontrole van de anaerobe vergisting.

Naast het optimaal aansturen van de biovergister doen we ook onderzoek naar reactor-optimalisatie. In het project Gier Geeft Gas onderzoeken we samen met HoSt de inzetbaarheid van een PFR reactor voor de vergisting van de dunne fractie.

Het proces in Figuur 20 leidt ook tot de productie van CO₂, het liefst willen we emissie daarvan voorkomen. Het CO₂ kan worden gebruikt binnen 'biomethanisering', waarbij waterstof en CO₂ biologisch omgezet worden naar methaan. Het doel is dat de geproduceerde CO₂ in balans is met de geconsumeerde CO₂ waardoor er netto geen extra CO₂ uitgestoten wordt. Maar kunnen we wellicht CO₂ in de atmosfeer verminderen? In het project RELEASE onderzoeken we samen met de Universiteit Twente, toepassing van Direct Air Capture (DAC): het afvangen van CO₂ uit de lucht en omzetting naar ethyleen of ethanol. We onderzoeken goedkopere adsorptie-materialen om de kostprijs hiervan binnen acceptabele grenzen voor de markt te krijgen.

19 Onderzoeklijn duurzame warmte voor de gebouwde omgeving

Richard van Leeuwen, Simon Hageman

Hogeschool Saxion, lectoraat Sustainable Energy Systems

In 2050 moet de gebouwde omgeving in Nederland emissievrij zijn. De meeste woningen in Nederland worden nog met aardgas verwarmd en moeten de overstap maken naar duurzame bronnen. Hiervoor zijn verschillende opties en deze zijn in hoofdstuk 4 uiteen gezet: groen gas (biogas of waterstof), warmtenetten met een duurzame warmtebron en elektrificatie via warmtepompen.

Maar welke optie ook wordt gekozen, beperken van de warmtevraag verdient als eerste aandacht omdat de meeste bestaande woningen in Nederland matig tot slecht geïsoleerd zijn. In alle opzichten is dit een kostbare en complexe uitdaging waarbij veel partijen zijn betrokken: woning eigenaren, huurders, woningcorporaties, bouwbedrijven, installateurs, architecten en bouwkundigen, toeleverende industrie, maar ook gemeenten en regionale overheden.

Daarom werken we binnen deze onderzoeklijn samen met de lectoraten Sustainable Building Technology (isolatie- en renovatieconcepten, meten en testen van concepten in de praktijk), Sustainable Areas & Soil Transitions (governance en maatschappelijke vraagstukken en relaties met de inrichting van de leefomgeving, waaronder klimaatbestendig maken van woonwijken) en Business Modellen (economische vraagstukken). De onderzoeklijn is tevens een belangrijk speerpunt binnen het zwaartepunt Circulaire Innovatie en Energietransitie. Daarnaast is er steeds meer sprake van een geïntegreerd vraagstuk met de onderzoeklijn systeemintegratie en smart energy: warmtenetten en sturing van warmtepompen kunnen onderdeel zijn van decentrale energy hubs.

20 Projecten duurzame warmte voor de gebouwde omgeving

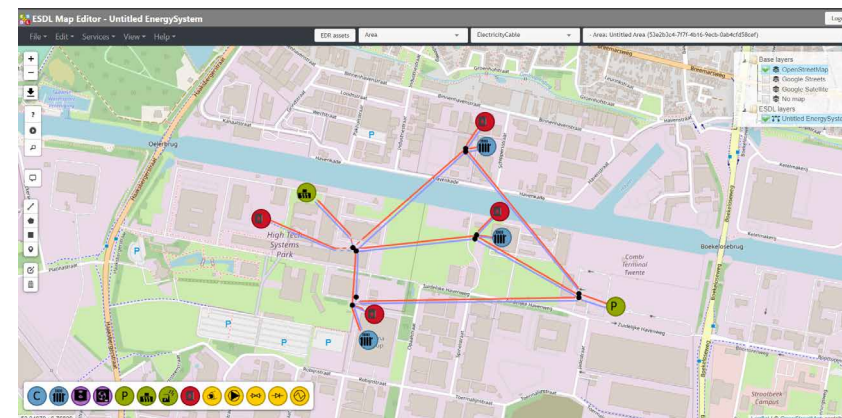
Annemarije Kooijman, Martin Buitink, Sandra Wijnant-Timmerman,
Viktor Nikolayev, Goos Lier, Hans Gelten
Hogeschool Saxion, lectoraat Sustainable Energy Systems

Duurzame warmtenetten

Het beleidsprogramma Versnelling Verduurzaming Gebouwde Omgeving (Rijksoverheid, 2022B) stelt dat warmtenetten een belangrijk middel zullen zijn met het doel om tot en met 2030, 500 duizend bestaande woningen op een warmtenet aan te sluiten. Dat is een enorme opgave die de komende 8 jaar zal ingrijpen in grote aantallen bestaande woonwijken, waarvoor zowel technische innovaties als nieuwe werkwijzen nodig zullen zijn om sociaal maatschappelijke inpassing te realiseren.

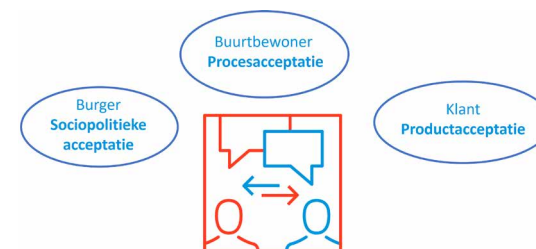
Saxion werkt daaraan binnen het project WarmingUp. Dit is een groot, nationaal onderzoekprogramma waarin 38 partners bestaande uit onderzoeksorganisaties, bedrijven en overheden samen werken aan de vraag hoe collectieve warmtesystemen duurzaam kunnen worden ontwikkeld en ingezet. Saxion is betrokken bij 5 deelonderzoeken binnen het programma.

- 1 Er wordt gewerkt aan de ontwikkeling van een Design Toolkit. Dit is een softwarepakket dat ontwerpers helpt warmtenetten te ontwerpen die toekomst bestendig zijn dus duurzaam, betaalbaar en flexibel. Met behulp van de software kan het warmtenet grafisch worden weergegeven op een kaart (zie Figuur 21), er kan een keuze worden gemaakt uit de diverse aanwezige warmtebronnen. Het warmtenet kan vervolgens dynamisch, dus tijdsafhankelijk worden doorgerekend. Met behulp van de tool kan het net worden geoptimaliseerd: voorbeelden zijn de effecten van warmtebuffers, reduceren van warmteverliezen of optimalisatie leiding diameters. Saxion werkt mee aan het testen van de software en past deze toe in praktijkgerichte cases.



Figuur 21: schermopbouw design toolkit warming up

- 2 Er wordt ook gewerkt aan het zo efficiënt en duurzaam mogelijk te maken van warmtenetten door het voorkomen van pieken in de warmtevraag en het reduceren van retourtemperatuur. Een manier om dit te doen is vraagsturing, waarbij klanten pieken in het warmtegebruik in de ochtend en avond, verplaatsen naar een ander tijdstip. Deze studie levert inzichten op over hoe klanten hiertegenover staan en wat de effecten op de duurzaamheid en de kosten zijn. De financiële baten en de mate van CO₂ reductie van deze maatregelen worden in kaart gebracht. Hierbij werken we samen met verschillende warmteleveranciers.
- 3 Het is belangrijk dat bewoners gekend worden bij de keuzes in de energietransitie voor hun woning. Saxion werkt aan een beter begrip van bewonersacceptatie, en aan werkwijzen die van belang zijn voor de keuze voor overstap naar collectieve warmtenetten. Samen met de kennispartners werkt Saxion aan het tot stand komen van een handboek op basis van literatuurstudie, enquêtes, workshops en interviews met betrokkenen. Ook Saxion studenten participeren in het onderzoek.



Figuur 22: participatieproces (door: Nicolien van Aalderen)

- 4 Voor de beoogde opschaling van het aantal warmtenetaansluitingen in bestaande wijken zijn strategieën nodig die niet alleen technisch inhoudelijk passend zijn, maar ook ruimtelijke en bestuurskundige perspectieven meenemen. Binnen WarmingUp is voor 10 gemeenten het opschalingsvraagstuk vanuit deze perspectieven onderzocht. Daarnaast wordt de factor tijd ingebracht in het instrumentarium waarmee de verschillende strategieën voor opschaling (zoals reproductie, uitbreiden, warmtesystemen koppelen) uitgewerkt kunnen worden. Saxion brengt kennis in op basis van case studies en expertise vanuit ruimtelijke en bestuurskundige perspectieven.
- 5 Het is urgent dat de bestaande verkenningen en projectinitiatieven voor warmtenetten, zo veel mogelijk komen tot concrete plannen en contracten. In WarmingUp worden inzichten uit de praktijk en literatuur samengebracht om dit proces te ondersteunen. Welke basisvoorwaarden en vormen van samenwerking zorgen dat het proces succesvol doorlopen wordt? Het ervaringenboek en het handboek dat dit project ontwikkelt ondersteunen bewonersinitiatieven en gemeenten in het maken van geïnformeerde keuzes. Saxion medewerkers en studenten dragen bij aan dit project met case studies van concrete situaties waarin warmtenetten worden ontwikkeld.

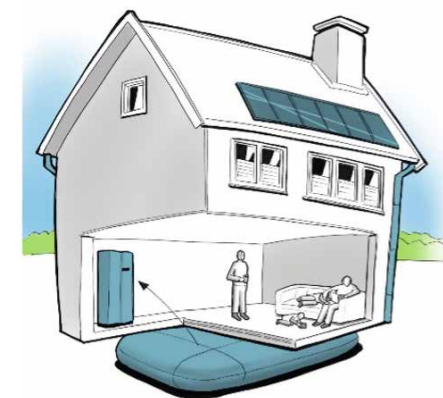
Installatieconcepten duurzame warmte

Een duurzame warmtebron in combinatie met een warmtepomp is één van de belangrijkste opties om woningen van het aardgas af te krijgen. Op dit moment worden voornamelijk twee uitvoeringsvormen van warmtepompen toegepast: met de buitenlucht als bron of met de bodem als bron. Belangrijke nadelen van de buitenlucht als warmtebron zijn: geluidproductie en een lagere efficiëntie t.o.v. een bodembron. De laatste is relatief duur en niet overal toepasbaar. Binnen de onderzoeklijn onderzoeken we elkaar ondersteunende oplossingen die gebruik maken van PVT-panelen (Photo Voltaïsch en Thermisch) om warmte uit de zon en de omgeving te oogsten en verschillende vormen van compacte warmteopslag.

In het TKI Urban Energy project Physycon, onderzoekt het lectoraat in samenwerking met Viridi PVT en andere partners de warmteoverdracht van een innovatief PVT-paneel. In twee woningen wordt onderzocht hoe dit systeem functioneert en met de resultaten wordt ook een model verfijnd om te kunnen bepalen hoeveel panelen er nodig zijn voor een bepaald type woning.

Ook hier zijn studenten ingezet. Zo zijn werktuigbouwkunde en natuurkunde studenten bezig geweest om PVT-panelen te modeleren. Daarnaast heeft een Smart Solutions groep een 'out of the box' nieuw ontwerp gemaakt van een PVT-paneel.

Het bedrijf SolarFreezer maakt als warmtebron gebruik van PVT-panelen in combinatie met een bufferzak in de kruipruimte, zie Figuur 23. De onttrokken warmte van de PVT-panelen kan direct gebruikt worden als bron voor de warmtepomp, maar kan ook opgeslagen worden in de met water gevulde bufferzak. In de winter is het overdag vaak warm genoeg voor directe warmtelevering door de PVT-panelen, tijdens de nacht of op zeer koude dagen, kan de bufferzak hiervoor worden aangesproken. Naar mate er meer warmte uit de bufferzak onttrokken wordt, zal er op een gegeven moment ijsvorming optreden in de bufferzak. Uit het vormen van ijs kan relatief veel warmte onttrokken worden, hierdoor blijft de bron lang op 0 °C, terwijl het buiten veel kouder kan zijn.



Figuur 23: Solarfreezer concept

Hierdoor kan de warmtepomp efficiënter functioneren dan wanneer een luchtbron of alleen PVT als warmtebron gebruikt zou worden.

In het TFF project ENOPWA (ENERgie OPTimalisatie WAterbuffer SolarFreezer) onderzoekt het lectoraat in samenwerking met SolarFreezer de ijsvorming in de bufferzak en de verdere optimalisatie van de bufferzak, om zo efficiënt mogelijk warmte te kunnen onttrekken.

Een Smart Solutions Semester studentengroep heeft onderzocht of ijsgroei aan de warmtewisselaars vermeden kan worden door onder andere te kijken naar waterafstotende coatings. Een groep natuurkunde studenten heeft een methode ontwikkeld om de ijsgroei visueel te kunnen meten. Chemie studenten hebben onderzocht of er andere Phase Change Materials zijn die beter gebruikt kunnen worden als opslagmedium ter vervanging van water. Daarnaast zijn er stagiairs van natuurkunde en werktuigbouwkunde geweest die onderzoek hebben gedaan naar optimalisaties in de buffer zelf, bijvoorbeeld de oriëntatie van de warmtewisselaars.

21 Onderzoeklijn systeemintegratie en smart energy

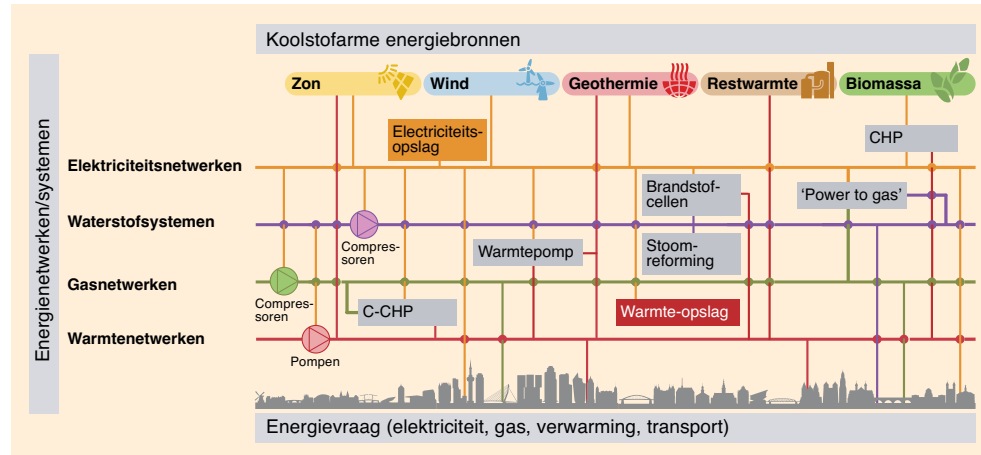
Richard van Leeuwen

Hogeschool Saxion, lectoraat Sustainable Energy Systems

Een van de ingewikkeldste vraagstukken van de energietransitie is het toenemende probleem van de netcongestie. Bedrijven en woonwijken verduurzamen via elektrificatie waardoor de belasting op de elektriciteitsnetten sterk toeneemt. Maar er komt ook steeds meer decentraal opgesteld opwekvermogen bij bedrijven, woonwijken en in het buitengebied via zonnepanelen en windturbines. Dat geeft congestie de andere kant op: op momenten van pieken in de opwek, is er onvoldoende afname van energie.

Hoewel het elektriciteitsnet sterk is geïntegreerd en alle gebieden in Nederland met elkaar zijn verbonden, is het wel sterk gecompartmenteerd en verdeeld in hoogspanningsnetten (landelijk), middenspanningsnetten (regionaal/lokaal) en laagspanningsnetten (lokaal). Energie kan in de regel wel van hoge naar lage spanningsniveau's maar de weg andersom, dat was nog niet voorzien in het verleden. Dat is één deel van het probleem, een ander deel van het probleem is dat belastingen (te) vaak tegelijkertijd optreden en op zoveel vermogen zijn de kabels niet uitgelegd. Hetzelfde geldt ook voor de opwek, ook die komt vaak tegelijkertijd. Het is nogal een opgave om heel Nederland opnieuw te bekabelen en van nieuwe trafohuisjes te voorzien om de problemen op te lossen. Nog los van de vraag of je dat wel moet willen, gezien de enorme hoeveelheden koper die hiermee zijn gemoeid en de hoge kosten die dit met zich meebrengt. Bovendien blijken we ook de mensen niet te hebben om dit allemaal in weinig tijd aan te leggen.

Een betere oplossing is om in te zetten op flexibele opties in het elektriciteitssysteem. Dit gaat om het slim sturen (verschuiven in de tijd) van belastingen en het introduceren van energieopslag en energieconversie. In Figuur 24 is dit geïntegreerde energiesysteem schematisch weergegeven.



Figuur 24: het technische, geïntegreerde energiesysteem (Topsector energie, 2020)

In de onderzoeklijn onderzoeken we hoe decentrale, duurzame energie zo goed mogelijk geïntegreerd kan worden in bestaande elektriciteitsnetten. Daarbij hebben we een brede focus in de samenwerking met andere lectoraten via het zwaartepunt Circulaire Innovatie en Energietransitie. Het gaat namelijk niet alleen om technische sturingsvraagstukken in de praktijk (smart grids, model predictive control, machine learning modellen) maar ook om lokale verdienmodellen voor burgers (energy communities) en bedrijven (energy hubs). Daarnaast kan de systeemintegratie gaan over woonwijken, b.v. zon-PV op daken en slimme sturing van een buurtbatterij of warmtepompen of elektrische laadpalen voor voertuigen. Maar ook bedrijventerreinen waarin naast de vorige opties ook sprake is van windturbines en energieconversie naar waterstof en waterstoflevering aan bedrijven.

In belangrijke mate speelt complexiteit van geïntegreerde, duurzame energiesystemen een rol in het onderzoek. Die complexiteit proberen we voor studenten terug te brengen tot behapbare proporties binnen het 'flexibility lab' waarin op kleine schaal geëxperimenteerd kan worden met slimme sturing en met de rol van opslag en conversie om het energiesysteem in evenwicht te houden.

22 Projecten systeemintegratie en smart energy

Cihan Gercek, Viktor Nikolayev, Edmund Schaefer

Hogeschool Saxion, lectoraat Sustainable Energy Systems

Het lectoraat is partner in de Horizon 2020 projecten Serene en Sustenance. Bij beide projecten ligt de focus op lokale 'Energy Communities', waarbij inwoners samen initiatieven nemen om hun gemeenschappelijke energie onbalans te verminderen. Een nevendoel van het project is om bewoners te 'empoweren' om de regie te nemen over hun eigen energieverbruik en opwekking. Daarnaast willen wij de technische, economische en sociologisch opgedaan kennis verspreiden zodat Energy Communities laagdrempeliger ontwikkeld kunnen worden. Hiervoor werken we samen met andere lectoraten binnen Saxion, voor deze projecten zijn dat de lectoraten Ambient Intelligence en Business Models.

Het bijzondere aan beide projecten is dat wij in bestaande woonwijken met bewoners samenwerken. Dit vereist zowel duidelijke communicatie met de bewoners als tools waarmee niet-technieuten ook aan de slag kunnen gaan.



Figuur 25: Aardehuizen in Olst (foto Florijn de Graaf)

In het project **Serene** werken wij samen met de inwoners van de wijk Aardehuizen in Olst (zie Figuur 25). De gemeenschap van 24 huizen is actief bezig om zo duurzaam mogelijk te leven. Zij hebben samen alle huizen gebouwd volgens het aardehuis principe. De wijk is volledig elektrisch en een deel van de warmte wordt via lokaal gewonnen biomassa verbranding geleverd, er is dus geen gasaansluiting. Zij maken gebruik van de zogenaamde experimenteerregeling, waardoor de netbeheerder meer toelaat dan in normale woonwijken, denk bijvoorbeeld aan het onderling delen van energie. Alle woningen beschikken over zonnepanelen. Daarnaast is er een carport met 222 zonnepanelen. Hierdoor is het een energiepositieve wijk.

De komende jaren zullen wij, samen met partners Universiteit Twente, Loqio en meerdere kennisinstellingen en bedrijven op Europese niveau, werken aan het maken van een lokale smart grid. Hierbij wordt een buurtbatterij geïnstalleerd. Daarnaast wordt aandacht besteed aan het meten van de individuele woningen, alsmede het besturen van flexibele apparaten zoals elektrische boilers, vaatwassers en wasmachines, maar ook zwaardere apparaten zoals laadpalen voor elektrische voertuigen. Om het smart grid te besturen wordt gebruik gemaakt van een methodiek ontwikkeld door de Universiteit Twente met de naam DEMKit.



Figuur 26: Vriendenerf in Olst (foto Building community)

In het project Sustenance werken we samen met de duurzame wijk Vriendenerf, vlak bij de Aardehuizen in Olst (zie Figuur 26). De wijk bestaat uit twaalf woningen, met een hoge energieproductie via zonnepanelen. De woningen beschikken over warmtepompen voor verwarming en warm tapwater. Deze bieden mogelijkheden als flexibiliteitsoptie door warmte in de woning te bufferen. Daarnaast hebben een aantal bewoners elektrische auto's en thuislaadstations. Binnen Sustenance ligt de focus meer op data en IOT-solutions, en ontwikkeling van optimalisatie algoritmes. Ook wordt meer nadruk gelegd op energie onafhankelijkheid. Maar het hoofddoel is hetzelfde, het creëren van empowering energietools voor de bewoners.

De toepassingsmogelijkheden van energie-opslag is een belangrijk onderwerp binnen de onderzoeklijn. Hierbij limiteren wij ons niet tot de traditionele keuze van opslag, zoals bijvoorbeeld Lithium-Ion batterijen, maar kijken wij naar alternatieve vormen hiervan. In het verleden hebben wij samengewerkt met partners om de werking en toepassingsmogelijkheden te onderzoeken van o.a. zeezout accu's geproduceerd door bedrijf Dr Ten (Cleantech Energy Crossing) en warmteopslag (Ecovat). Deze deskundigheid gebruiken wij tegenwoordig in een project samen met vliegtuigproducent **QuinteQ**. Hierbij werken wij samen met de Universiteit Twente, Thales, de Bouwklup en het lectoraat Ambient Intelligence van Saxion om de implementatiemogelijkheden voor QuinteQ's nieuwe vliegtuig te onderzoeken. Denk hierbij aan het opladen van een vloot aan elektrische auto's voor distributiecentra, het hergebruiken van remenergie binnen de Amsterdamse metro en het verminderen van diesel gebruik bij een 'offgrid' militaire basis. Hieruit volgt een duidelijk beeld waar het vliegtuig toepasbaar is, en ook het gevolg van het gebruiken van meerdere opslag technologieën samen in een zogenaamde Hybrid Energy Storage System (HESS). Tenslotte werken wij samen met het lectoraat Industrial Design om de milieukundige impact van deze keuzes te onderzoeken door middel van Life Cycle Analysis.

Hoewel onze onderzoeken gefocust zijn op inpassing van duurzame energie, slimme sturing en energie-opslag, is er ook aandacht nodig voor de netwerk infrastructuur zoals bekabeling en vermogenslektronica. Een van de ontwikkelingen van de laatste jaren is de opkomst van Laag-Voltage (LV) gelijkspanning (DC) grids, als aanvulling op onze huidige wisselspanning infrastructuur. In het project **Smart Tinylab** (zie Figuur 27), een initiatief van lectoraat Sustainable Building Technology, werken wij mee aan het opzetten van een 350V DC grid met

het bedrijf Eaton. We onderzoeken hierin de praktische aspecten van DC grids inclusief de huidige standaardisatie, systeem veiligheid, de technologie nodig om een DC grid tot stand te brengen en het nut van LV DC grids m.b.t. het balanceren van energie. Daarnaast kan het Smart Tinylab in de toekomst gebruikt worden binnen onderwijs zodat studenten kunnen experimenteren met deze nieuwe technologie.

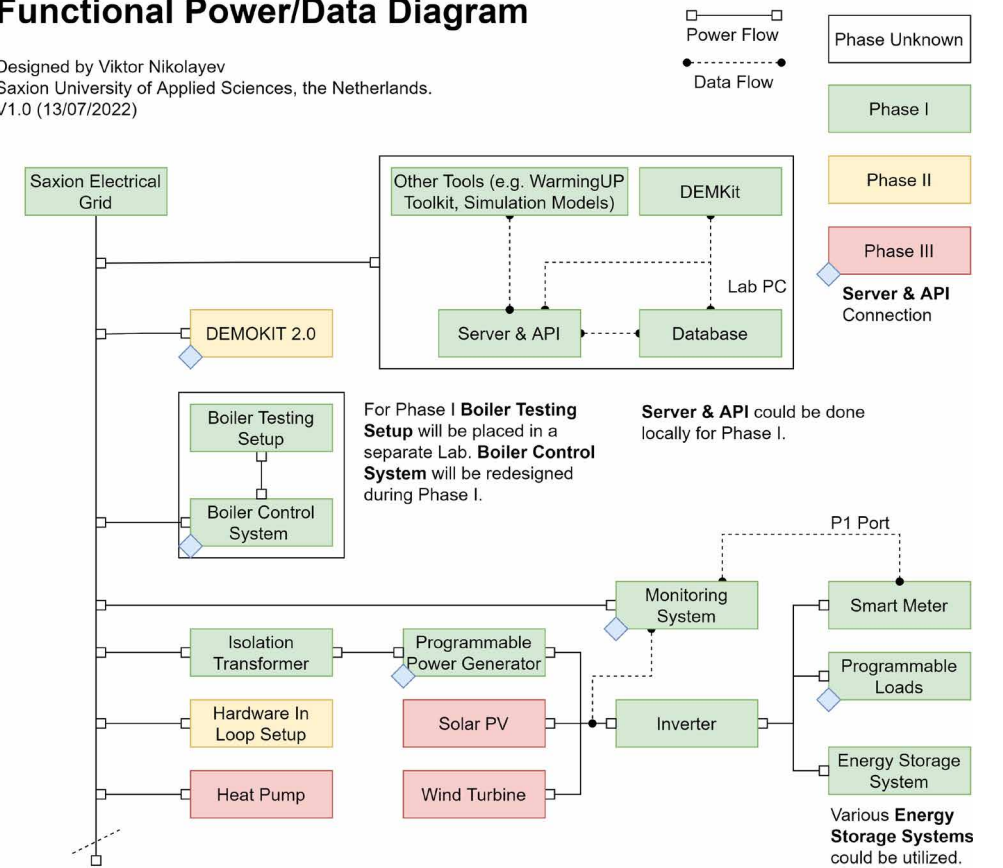


Figuur 27: Smart Tiny Lab in Enschede

Om studenten kennis te laten maken met flexibiliteitsvraagstukken en om met studenten te kunnen experimenteren en oplossingen te ontwikkelen, bouwen we samen met het lectoraat Ambient Intelligence de komende tijd aan Flexibility Lab. Hierin ontwikkelen we praktische opstellingen t.b.v. onderzoek en onderwijs. Denk hierbij aan het creëren van digital twins met emulatie, Hardware in Loop en scaled down versies van grotere energie smart grids (energy hubs). Het lab wordt modulair opgezet (zie Figuur 28). Met het lab versterken we de band tussen onderzoek en onderwijs en werken studenten aan de opbouw van skills die waardevol zijn voor de beroepspraktijk.

Functional Power/Data Diagram

Designed by Viktor Nikolayev
Saxion University of Applied Sciences, the Netherlands.
V1.0 (13/07/2022)



Figuur 28: schematische opbouw eerste fase flexibility lab

23 Onderzoeklijn Waterstoftechnologie en Applicaties

Annelies Boerman, Hans Gelten, Richard van Leeuwen
Hogeschool Saxion, lectoraat Sustainable Energy Systems

Waterstof wordt gezien als een cruciale schakel in de energietransitie, zelfs als ‘makkelijke oplossing’ om de energietransitie te realiseren. Zorgt waterstof voor ‘nieuw evenwicht’ of zijn de verwachtingen te hoog gespannen?

Waterstof als gas komt nauwelijks van nature voor, maar het kan geproduceerd worden uit water met behulp van elektriciteit (elektrolyse). Als hiervoor duurzaam opgewekte elektriciteit gebruikt wordt, spreken we van groene waterstof. Het gas kan zo dienen als (langdurige) energieopslag, maar het kan ook gebruikt worden als CO₂-vrije brandstof die relatief eenvoudig aardgas kan vervangen, en dienen als grondstof voor de productie van synthetische brandstoffen of voor industriële processen.

Op dit moment is de productie van groene waterstof nog beperkt: er is nog niet voldoende duurzame energie beschikbaar, en grootschalige elektrolyse (GigaWatt schaal) vindt nog nauwelijks plaats. Daarnaast is de combinatie van duurzame energie uit wind en zon met elektrolyse uitdagend: een elektrolyser is een forse investering, maar door fluctuaties in de opwekking is het aantal uren dat deze in vol bedrijf is beperkt, wat tot een hogere kiloprijs van waterstof leidt. Ook de efficiëntie van het elektrolyse proces moet nog hoger worden. Voor grootschalige productie in Nederland is daarom koppeling met wind op zee logisch. Maar ook productie elders, waar veel ruimte én een goed wind- en/of zonklimaat is, is kansrijk. Dat vraagt dan in Nederland om goede aanvoerfaciliteiten: pijpleidingen of aanlanding in havens, en een distributienet. Momenteel worden wereldwijd veel GW-schaal groene waterstof projecten aangekondigd, maar realisatie is vaak pas tegen 2030. Ook de zg. waterstof-backbone in Nederland wordt voorzien rond 2030.

Om de klimaatdoelstelling voor 2030 - 55% emissiereductie- te halen moet er ook aan de gebruikerskant vóór 2030 al veel gebeuren. Overschakeling naar andere energiebronnen vraagt de nodige tijd voor besluitvorming en ontwikkeling, dus ook eindgebruikers moeten hier nú al mee bezig.

Bedrijven, die met hun warmtevraag een flink deel uitmaken van de Nederlandse energievraag, moeten naar alternatieven zoeken voor aardgas.

Voor hoge temperaturen ligt het gebruik van groene waterstof voor de hand, maar daarvan is voorlopig nog niet voldoende beschikbaar. Daarnaast zijn er ook vragen over de te verwachten kosten en over welke technische aanpassingen nodig zijn. Om deze impasse te doorbreken is het nodig dat bedrijven kunnen experimenteren met verschillende opties, maar ook dat er voldoende mensen met de juiste kennis en expertise zijn.

De focus van de onderzoeklijn waterstoftechnologie en applicaties ligt op de inpassing van waterstof binnen elektrische energienetten (systeemintegratie vraagstukken), en daarnaast op technologie-ontwikkeling om groene waterstof via elektrolyse op te wekken en om waterstof in de praktijk toe te passen. Binnen de toepassingen richten we ons vooral op brandstofcellen en proces technische toepassingen. De ontwikkeling van waterstof als onderzoeklijn doen we samen met Hogeschool Arnhem-Nijmegen binnen het SPRONG project ‘decentrale waterstofsprong’. Het gaat dus vooral om het decentraal opwekken en gebruik van waterstof als onderdeel van een geïntegreerd energiesysteem.

Het lectoraat heeft de afgelopen jaren waterstof vanuit systeemintegratie perspectief onderzocht binnen enkele projecten. Twee projecten in het bijzonder dragen de komende tijd bij aan de ontwikkeling van deze onderzoeklijn.

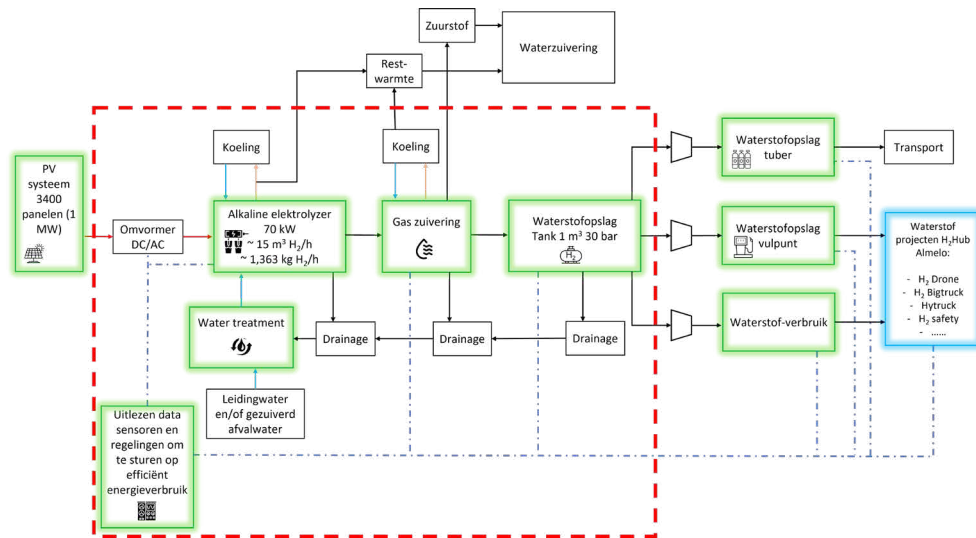
Energiehub met waterstofproductie

In het fieldlab **GROHW** wordt gewerkt aan de ontwikkeling van waterstof productie op MW-schaal op een locatie in Deventer. Het systeem zal enerzijds het elektriciteitsnetwerk ontlasten en anderzijds lokale bedrijven voorzien van groene waterstof. Het bedrijventerrein wordt zo een energiehub: een plek waar slim en efficiënt met opgewekte lokale energie wordt omgegaan. Het lectoraat was betrokken bij de ontwikkeling van een ‘blauwdruk’ voor een ontwerp van een waterstof energiesysteem waarin de belangen van de verschillende partners (exploitant, afnemers, netwerkbeheerder etc.) zo goed mogelijk worden afgewogen. Hierbij kwamen technische mogelijkheden, business models, wijze van distributie, vergunningen, veiligheidseisen, en samenwerking met ketenpartners aan de orde. Binnen het NWO-project **RELEASE** worden de systeemintegratieaspecten onderzocht en is een modelleringtool ontwikkeld om de business case analyse van deze waterstofsysteem te ondersteunen.

Kennisopbouw over waterstof productiesystemen

De **H2Hub Twente** in Almelo ontwikkelt zich als een initiatief waarin onderwijs en de ontwikkeling van productiesysteem én toepassingen van waterstof hand in hand gaan.

In het project **HYGENESIS** zal in de vorm van een Learning Community van bedrijven en kennisinstellingen uit de regio een kleinschalig waterstof productiesysteem worden ontworpen en gebouwd, schematisch weergegeven in Figuur 29. In een aantal opvolgende semesterprojecten worden met studenten van Universiteit Twente, Saxion en ROC van Twente samen met werknemers uit de betrokken bedrijven de stappen naar realisatie doorlopen. Zo doen zowel de studenten als de begeleiders (docenten/onderzoekers) en bedrijfsmedewerkers waardevolle systeemkennis op over waterstof productiesystemen als eerste stap naar ontwikkeling van verdere innovaties.



Figuur 29: Waterstof elektrolyse systeem H2hub

24 Zorgen voor evenwicht in het onderzoeksteam en de projecten

Jonathan Montanes, Marijke Goeree-Scholten, Tanja Vreugdenhil

Hogeschool Saxion, Project support, lectoraat Sustainable Energy Systems



Bij Saxion verkennen we toekomstige ontwikkelingen, kijken we over grenzen en vakgebieden heen en jagen we innovatie aan. Zo dragen we samen bij aan een slimme, veilige en duurzame wereld. Wij stellen onszelf de vraag wat technologische innovaties kunnen betekenen en bijdragen aan de mens, de samenleving en onze aarde.

Het lectoraat Sustainable Energy Systems draagt hieraan bij met een enthousiast en leergierig team. Als project support fungeren we voor het lectoraat als 'spin in het web'. Afhankelijk van de rol die we hebben binnen een project hebben we verschillende verantwoordelijkheden. Zo coördineren we de proceskant van projecten als we penvoerder zijn, of we zorgen voor de organisatie en financiële verantwoording als we uitvoerend partner in een project zijn. Met onze ondersteunende rol ontzorgen we het onderzoeksteam en zorgen we voor een goed en soepel lopend proces. Dit begint bij de indiening van het project tot aan het afsluiten van het project.

Binnen een project hebben we niet alleen te maken met het onderzoeksteam, maar ook met bedrijfspartners die betrokken zijn bij het project. Communicatie speelt een belangrijke rol om

Deel 4

Onderzoekteam lectorat Sustainable Energy Systems

alle stakeholders op de hoogte te houden, om samen met de partners oplossingen te zoeken in geval van onvoorziene moeilijkheden in een project en om te zorgen voor disseminatie van projectresultaten richting de maatschappij.

Doordat we intern veel samenwerken met andere lectoraten, is ook interne communicatie belangrijk. Naast communicatie over de projectinhoud en het leveren van overzicht hoe de projecten ervoor staan, gaat het ook om communicatie met verschillende afdelingen zoals de afdelingen financiën, inkoop en corporate communicatie.

Covid-19 heeft ons doen beseffen hoe belangrijk communicatie binnen projecten is, niet alleen met de partners en de onderzoekers van Saxion, maar ook met studenten die werken aan casussen in het kader van projecten. Het online werken heeft een belangrijk nadeel, een dreigend gebrek aan sociale interactie. Een belangrijke aanvullende taak voor ons als ondersteuners is dan ook te zorgen dat we de digitale mogelijkheden optimaal benutten en dat er voldoende sociale interactie plaats blijft vinden, zowel online (als het moet) als fysiek (als het mag). Dat laatste kunnen we hopelijk zoveel mogelijk blijven doen. Zo heeft er ook een heel ander soort transitie plaats gevonden in ons werk en in de samenleving, namelijk die van het hybride werken. Ook daarin blijft het nog even zoeken naar een 'nieuw evenwicht'.

Als spin in het web zijn we overal bij betrokken. Mede doordat we een luisterend oor bieden als er wat speelt, weten we goed wat er zich in het team afspeelt. Dit zetten we mede in bij het organiseren van onze heidagen waarbij we in samenspraak met de lectoren en projectleiders het programma opstellen. Vervolgens zorgen we dat dit soort evenementen goed georganiseerd worden.

Als ondersteuningsteam waarborgen we de kwaliteit door aandacht te hebben voor continu verbeteren en teamontwikkeling. We volgen cursussen bijvoorbeeld Lean, projectcoördinatie en financieel beheer en daardoor leren we om kritisch te kijken naar onze processen. De tools die we hiervoor aangereikt krijgen, zetten we in en delen we met het team. Op deze manier blijven we ons steeds verder professionaliseren.

Kortom we zijn een belangrijk onderdeel voor het 'evenwicht' binnen ons professionele team, waarmee geboekte successen en resultaten samen worden gedragen.

25 Onderzoekers stellen zich voor



dr.ir. Richard P. van Leeuwen

Ik ben sinds 2017 lector voor het lectoraat Sustainable Energy Systems en trekker van de onderzoeklijn 'systeemintegratie en smart energy'. Ik heb een werktuigbouwkundige achtergrond in ontwerp (HTS-Rotterdam) en vervoerstechnologie (TU-Eindhoven). Mijn passie voor integratie van duurzame energie begon eind jaren '90 als ondernemer op het gebied van PVT-paneel ontwikkeling. Na een periode werkzaam te zijn geweest als consultant-projectleider bij de spoorwegen begon ik in 2007 bij Saxion als docent-onderzoeker bij het lectoraat Duurzame Energievoorziening. In 2017 promoveerde ik aan de Universiteit Twente op modellering van multi-commodity smart grids. Naast mijn lectoraat ben ik coördinerend lector voor het zwaartepunt Circulaire Innovatie en Energietransitie en geef ik gastcolleges op het gebied van systeemintegratie en duurzame energiesystemen. Mijn motivatie is dat ik niet bij wil te dragen aan het probleem, maar aan de oplossing: een duurzame, schone en eerlijke wereld voor onze kinderen en generaties na hen. Inhoudelijk vind ik de complexe puzzel van integratie van duurzame energie enorm boeiend om aan te werken.



dr. ir. Simon Hageman

Binnen het lectoraat ben ik Associate lector voor de onderzoekslijnen "duurzame warmte voor de gebouwde omgeving" en "bio-energie en opwerking". Mijn ir-opleiding is Biotechnologie (technologische specialisatie) aan de Wageningen Universiteit en gepromoveerd op het gebied van de biologische terugwinning van selenium uit afvalwater bij Milieutechnologie (WUR). Mijn motivatie voor het onderzoek bij Saxions lectoraat Duurzame Energievoorziening is de lange termijnstrategie voor het doorgeven van de aarde aan de volgende generatie.



ir. Hans Gelten

Sinds september 2021 ben ik projectmanager bij het lectoraat Duurzame Energievoorziening bij Saxion University of Applied Sciences (projecten EnOpWa, SPAVer, HR-Gas, Release en GierGeeftGas). Daarnaast ben ik betrokken bij de ontwikkeling van de onderzoeklijn waterstoftechnologie. In de periode van 2008 - 2021 heb ik me ingezet aan de onderwijskant van Saxion, eerst als docent bij de opleiding Chemische Technologie, en daarna 7 jaar als teammanager van de opleidingen Biologie

& Medisch Laboratoriumonderzoek en Chemie. Ik ben universitair opgeleid als chemisch technoloog, waarbij ik veel expertise opgedaan heb op het gebied van kinetiek en katalyse. In de periode 2004 - 2008 combineerde ik duurzaamheid en katalyseprocessen als onderzoeker aan de Universiteit Twente.



dr. ir. Cihan Gercek

Ik ben projectleider bij het lectoraat Duurzame Energievoorziening sinds Juni 2021 op het gebied van smart energy. Ik heb een elektrotechnische achtergrond (MSc. Ecole Centrale de Lyon, PhD. University of Lorraine) en meer dan tien peer review publicaties over data gedreven ontwerp en performance assessment voor zonne-energie en smart grids (Post-Doc University of Twente). Het toepassen van die multidisciplinaire kennis en het samen met stakeholders

realiseren van slimme en lokale energiegemeenschappen (smart grids, flexibiliteit en energiehub) zijn mijn passies. Via nationale en internationale onderzoeksprojecten met grote consortia, waaraan ons team deelneemt (H2o2o SERENE, H2o2o SUSTENANCE, RVO Energy Hubs...), worden CO2-neutrale technologieën en energiebeheersystemen ontworpen, ontwikkeld en getest om de transitie naar hernieuwbare energie te versnellen. Als werkpakketleider voor Nederlandse demonstrators coördineer ik het onderzoek, de implementatie en testactiviteiten.



ing. Viktor Nikolayev

Ik ben sinds Juni 2020 onderzoeker bij het lectoraat, nadat ik in Mei 2020 mijn bachelor in Elektrotechniek behaalde. Mijn expertise en passie is het ontwikkelen van hard- en software voor integratie van embedded systemen. Bij het lectoraat doe ik veel projecten waarbij het om systeem integratie gaat (projecten H2o2o SERENE, H2o2o SUSTENANCE). Binnen het project WarmingUp pas ik de ontwerpsoftware voor warmtenetten toe op casussen en ontwikkel ik een tutorial voor gebruikers. Mijn

motivatie voor onderzoek bij het lectoraat is het implementeren en verspreiden van kennis en oplossingen voor duurzaamheid en zelfvoorziening binnen energy communities.



ir. Annelies Boerman

Ik ben onderzoeker op het gebied van systeemintegratie bij het lectoraat. Ik ben opgeleid in toegepaste wiskunde/ mathematische fysica (TU Delft). In mijn werk was de rode draad steeds het ontwikkelen van en werken met rekenmodellen op allerlei terreinen: chemische reactiekinetiek, thermische modellering, kostprijsmodellen voor nieuwe productieprocessen, fotonica en sterkteberekeningen in composieten. Buiten mijn werk heeft duurzaamheid in toenemende mate een belangrijke

rol gespeeld, momenteel ben ik betrokken bij een energiecoöperatie in mijn woonplaats, waarmee we recent een zonnepark van 6.5 ha gerealiseerd hebben. Enkele jaren geleden heb ik besloten om me ook in mijn werk echt op duurzame ontwikkeling te richten, en dat heeft me in augustus 2020 bij het lectoraat Sustainable Energy Systems gebracht. Mijn drive is enerzijds mijn toenemende bezorgdheid over klimaatverandering en de trage actie daarop, en anderzijds vind ik de complexe puzzel die we moeten oplossen om de energietransitie te realiseren een geweldige uitdaging. Binnen het lectoraat ben ik betrokken bij verschillende onderzoeksprojecten rondom energy hubs en productie en opslag van waterstof, zoals GROHW in Deventer en HYGENESIS op de H2-hub in Almelo.



ir. Edmund Schaefer

Sinds 2016 ben ik werkzaam bij het lectoraat, eerst als onderzoeker en later ook als projectmanager. Momenteel ben ik ook tweedejaars PhD student bij de Universiteit van Twente. Bij het lectoraat krijg ik de gelegenheid om werk en studie te combineren. Zowel binnen het lectoraat als in mijn promotietraject ben ik bezig met 'Smart Energy' en flexibiliteit in energienetwerken, o.a. met verschillende praktijksituaties waarin duurzame energiebronnen geïntegreerd worden.

Mijn interesse gaat specifiek uit naar de behoefte aan en integratie van energieopslag, ook aan combinaties van energieopslag in zowel on-grid als off-grid micrigrids.

Ik neem graag studenten van verschillende opleidingen mee in ons onderzoek, en heb hierdoor veel geleerd. Naast mijn lectoraat werkzaamheden geef ik één dag in de week les bij de opleiding Elektrotechniek.

Als achtergrond heb ik een bachelor elektrotechniek en een master embedded systems. Ik werk sinds 2014 bij Saxion. De stap naar het lectoraat was eigenlijk vanzelfsprekend voor mij. Sinds mijn jeugd heb ik mij zorgen gemaakt over hoe wij als mensen omgaan met onze planeet. De Energietransitie zie ik als een kans om een evenwicht te herstellen tussen mens en natuur die al langer uit balans is, een herstel wat dringend nodig is. Ik hoop door mijn werkzaamheden en keuzes, zowel binnen als buiten mijn functie bij Saxion, daar een bescheiden bijdrage aan te leveren.



ir. Sandra Wijnant-Timmerman

Ik ben sinds 2012 docent onderzoeker bij Saxion. Ik heb werktuigbouwkunde gestudeerd en ik heb van 1991-2012 bij TNO gewerkt. Ik heb daar onderzoek gedaan op het gebied van energiebesparing en procesoptimalisatie in verschillende bedrijfstakken. Ook heb ik studies gedaan op het gebied van industriële veiligheid en heb ik mij bezig gehouden met modelleren van fysische processen.

Vanaf 2012 werk ik bij Saxion en geef ik les binnen werktuigbouwkunde in de thermische vakken. Daarnaast ben ik betrokken bij onderwijs in de minor Engineering of Energy systems. Binnen het lectoraat houd ik mij voornamelijk bezig

met duurzame warmtenetten. Op dit moment werk ik binnen het onderzoeksprogramma Warmingup aan efficiënte warmtenetten door het toepassen van vraagsturing. Dit onderwerp is niet alleen een technische uitdaging maar ook de sociale aspecten zijn belangrijk: hoe kijken bewoners er tegen aan. Het werken aan de energietransitie is een actueel en uitdagend onderwerp en ik ben blij dat ik daar een steentje aan kan bijdragen



ir. Martin Buitink

Sinds 2018 ben ik onderzoeker bij het lectoraat Duurzame Energievoorziening en docent bij werktuigbouwkunde.

Binnen het lectoraat richt ik me op energiesystemen rondom en in woningen. Voornamelijk met PVT systemen en energieopslag in combinatie met warmtepompen. Hierin houd ik mij bezig met modelering, uitvoeren van metingen en analyse van meetresultaten. Op deze manier wil ik bijdragen aan het op een goede en eerlijke manier omgaan met de aarde. In het

onderwijs werk ik aan de thermische kant van de werktuigbouwkunde en draag ik ook bij aan de minor Engineering of Energy Systems die gekoppeld is aan het lectoraat.

Op de universiteit van Twente heb ik Technische Natuurkunde gestudeerd, daarna de master Sustainable Energy Technologie afgerond aan de universiteit van Twente en de Technische Universiteit Eindhoven. Behalve de techniek trok ook het onderwijs mij en daardoor heb ik nog een onderwijsmaster gedaan waardoor ik de eerstegraads onderwijsbevoegdheid heb voor natuurkunde.



ir. Trynke Papa

Ik ben werkzaam als docent onderzoeker, na eerst vele jaren werkzaam geweest te zijn bij de opleiding werktuigbouwkunde. De combinatie met het lectoraat maakt het werk interessanter, voor mezelf én voor de studenten. Ik heb werktuigbouwkunde gestudeerd aan de Universiteit Twente. Als docent houd ik me vooral bezig met de thermische werktuigbouwkunde, en gelukkig is er sinds een aantal jaren toenemende aandacht

voor het onderwerp duurzame energie in onze bachelor opleiding. Ik coördineer al 10 jaar de minor Engineering of Energy Systems, en ik zie dit als een mooi voorbeeld van hoe onderzoek

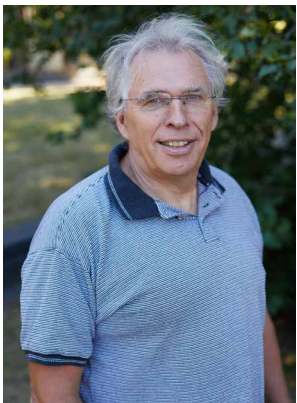
en onderwijs hand in hand gaan. We zetten onze minorstudenten namelijk in voor lopend onderzoek van het lectoraat. Dit sluit goed aan bij mijn motivatie: jonge mensen interesseren en goed opleiden voor de uitdaging die de energietransitie is.



Ir. Willem Brus

Ik ben werkzaam bij het lectoraat sinds 2004 als docent onderzoeker op het gebied van fysische transportverschijnselen (warmte, stroming en stofoverdracht) en bioprocestechnologie. Met name projecten op het gebied van het verwerken en verwaarden van laagwaardige organische reststromen uit de agrarische, industriële en municipale sector zijn interessante en relevante onderzoeksprojecten voor mij. Als docent ben ik werkzaam bij de opleiding Chemische Technologie waar ik

theorie -en praktijkvakken verzorg als stromingsleer, warmte en stofoverdracht, flowsheeting, scheidingstechnieken, design of experiments en reactorkunde waarbij ik studenten zoveel mogelijk stimuleer in duurzaam procesontwerp.



ir. Goos Lier

Ik houd mij sinds 1987 binnen Saxion bezig met milieu en duurzaamheid. Als algemeen econoom vind ik het erg leuk om tezamen met technisch geschoolde mensen te werken aan 'de' energietransitie. Ik doe onderzoek naar economisch-organisatorische vraagstukken rond warmtenetten, energy hubs en mestvergisting. Het leggen van de verbinding tussen de systeemwereld van beleidsmakers en onderzoekers en de leefwereld van de kleine ondernemer (agrariërs) spreekt mij erg aan.



dr.ir. Annemarije Kooijman

Sinds 2021 werk ik bij Saxion aan onderzoek op het gebied van organisatorische en sociale aspecten van de energietransitie vanuit het lectoraat SAST (Sustainable Areas and Soil Transitions) Samen met collega's van andere lectoraten ontwikkelen we nieuwe inzichten die de aansluiting vergroten tussen technische ontwikkelingen en de wensen van bewoners, bedrijven, lokale overheden en andere partijen die de energietransitie vormgeven. Vanuit mijn achtergrond met

een studie in werktuigbouwkunde en een PhD in ontwikkelingssamenwerking, werkervaring bij het EnergieOnderzoekCentrum Nederland (ECN), aan de Universiteit Twente, en bij ontwikkelingssamenwerkingsorganisatie Hivos, is mijn streven door onderzoek bij te dragen aan de ontwikkeling voor een duurzame sociale energietransitie. Saxion biedt kansen voor zulk multidisciplinair onderzoek met relevantie voor de praktijk, en om dat op te pakken met de generatie jonge mensen die hard nodig is om de energietransitie vorm te geven.

Referenties

EBN (2022). Infographic 2021

<https://kennisbank.ebn.nl/infographic-2021/>

World energy data (2022)

<https://www.worldenergydata.org/world-final-energy/>

IPCC (2021). Sixth Assessment Report

<https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>

Copernicus (2022). Global temperature trend monitor

<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/software/app-c3s-global-temperature-trend-monitor?tab=app>

Netbeheer Nederland (2022). Capaciteitskaart elektriciteitsnet

<https://capaciteitskaart.netbeheernederland.nl/>

Rijksoverheid (2022A). Kamerbrief over ontwikkeling transportnet voor waterstof

<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/06/29/ontwikkeling-transportnet-voor-waterstof>

Economisch instituut voor de bouw (2022)

<https://www.eib.nl/publicaties/bouw-kan-hoge-ambities-rond-nieuwbouw-en-verduurzaming-realiseren/>

Rotmans, J. (2021). “Omarm de chaos”, 5e druk, de Geus

Rotmans, J. (2014). Verandering van tijdperk, 1e druk, Aeneas.

Kennisnet (2022)

<https://www.kennisnet.nl/artikel/6648/alles-wat-u-moet-weten-over-21e-eeuwse-vaardigheden/>

CBS (2021). “Steeds meer hernieuwbare energie uit biomassa”

<https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2021/39/steeds-meer-hernieuwbare-energie-uit-biomassa>

Goldsmith, H.R. (2003). Model of Commercialization, Arkansas Small Business and Technology Development Center.

Rijksoverheid (2022B), Beleidsprogramma versnelling verduurzaming gebouwde omgeving

<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2022/06/01/beleidsprogramma-versnelling-verduurzaming-gebouwde-omgeving>

Topsector energie (2020), Systeemintegratie

https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/Systeemintegratie/TSE_SI_systeemintegratie_202011.pdf



Onderzoekteam energietransitie van het
Saxion zwaartepunt Circulaire Innovatie en Energietransitie

