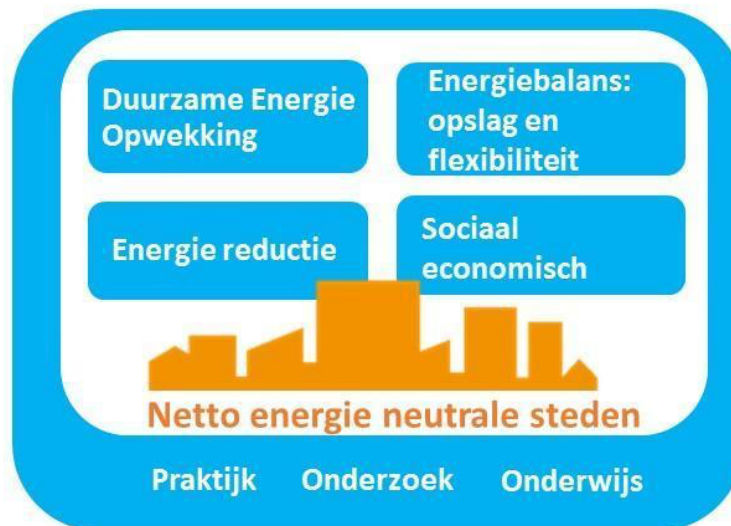




Onderzoeksagenda Nationaal Lectoratenplatform Urban Energy (2021)



Lectoraten:

Energie en innovatie – Hogeschool van Amsterdam (HvA) Renée Heller
Energy in Transition - de Haagse Hogeschool (HH) Sander Mertens
Opschaalbare energieneutrale innovatie – Hogeschool Rotterdam (HR) Haico van Nunen
Duurzaam Bouwproces - Hogeschool Rotterdam (HR) Christoph Maria Ravesloot
Communication, behaviour & the Sustainable Society – Hanzehogeschool (Hanze) Carina Wiekens
Nieuwe energie in de stad – Hogeschool Utrecht (HU) Mieke Oostra
Duurzame Energie – Hogeschool Arnhem Nijmegen (HAN) vacature
Energietransitie in de gebouwde omgeving – Zuyd Hogeschool (Zuyd) Zeger Vroon
Gebouwde omgeving – Avans Hogeschool (Avans) Perica Savanovic
Sustainable Building Technology and material – Saxion Hogeschool (Saxion) Christian Struck
Energietransitie – Hogeschool Windesheim (Windesheim) Jeike Wallinga
Energy Resilience and Democracy – Hogeschool InHolland (InHolland) Carol Olsen /Rogier Nijssen

Inhoud

Hoofdstuk 1: INLEIDING	3
Hoofdstuk 2: UITDAGING EN MISSIE	5
Hoofdstuk 3: VIER ONDERZOEKSLIJNEN	7
1. ENERGIEREDUCTIE (Onderzoekslijn één)	7
De uitdaging	7
Onderzoeksthema's	8
Wat gebeurt er in het hoger onderwijs op deze drie thema's?	8
Onderzoek in de toekomst:	10
2. DUURZAME ENERGIE OPWEKKING (Onderzoekslijn twee)	12
De uitdaging	12
De onderzoeksthema's	12
Wat gebeurt er in het hoger onderwijs op deze drie thema's?	12
Onderzoek in de toekomst	14
3. ENERGIEBALANS, OPSLAG en FLEXIBILITEIT (Onderzoekslijn drie)	15
De uitdaging	15
De onderzoeksthema's	15
Wat gebeurt er in het hoger onderwijs op deze vijf thema's?	15
Onderzoek in de toekomst	18
4. SOCIAAL ECONOMISCH ONDERZOEK (Onderzoekslijn vier)	19
De uitdaging	19
De onderzoeksthema's	19
Wat gebeurt er in het hoger onderwijs op deze vijf thema's?	19
Onderzoek in de toekomst	22
Hoofdstuk 4: SAMENWERKING MET DE PRAKTIJK	23
Hoofdstuk 5: IMPLEMENTATIE IN HET ONDERWIJS	26
Hoofdstuk 6: TOT SLOT	32

Hoofdstuk 1: INLEIDING

De lectoraten in Nederland rond het thema Urban Energy bundelen hun krachten en expertise in het Nationaal Lectoraten Platform Urban Energy (NLP UE). Op deze wijze ontstaat er een nationale onderzoeksgroep over de verschillende hogescholen heen.

Het platform vult het gat op, dat nog vaak wordt ervaren, tussen onderzoek en bedrijfsleven maar ook tussen verschillende beleidsthema's en draagt zo bij aan de versterking van het werkveld. Praktijkgericht onderzoek bij lectoraten is een belangrijk middel om de kloof te dichten tussen kennisinstellingen en bedrijfsleven, overheden, maatschappelijke organisaties en burgers, om zodoende de ontwikkeling en uitwisseling van kennis te stimuleren.

De stip op de horizon waar het Nationaal Lectoraten Platform Urban Energy naar streeft is de realisatie van Netto energieneutrale dorpen, wijken, steden en gebieden rond 2050. Hiervoor hanteren we de volgende definitie:

“Een dorp, wijk, stad of gebied is energieneutraal als op jaarbasis geen netto-import van energie van buiten de gebiedsgrens nodig is. Een energieneutrale stad of gebied is niet autarkisch; energieoverschotten kunnen worden geëxporteerd en dezelfde hoeveelheid energie kan in het geval van tekort worden geïmporteerd uit omliggende gebieden en/of steden”. ⁽¹⁾

Het platform NLP UE:

- richt zich op praktijkgerichte (toegepaste) innovatie;
- versterkt samenwerking tussen:
 - a) kennisinstellingen onderling
 - b) kennisinstellingen, bedrijven, overheden, maatschappelijke organisaties en burgers;
- verbreedt de kennis hoe de energietransitie te organiseren en te implementeren;
- brengt een gezamenlijke focus op de praktische ontwikkeling van producten en diensten;
- verbindt en brengt focus in opschaalbaar onderzoek ten dienste van de (inter)nationale concurrentiekracht van de betrokken bedrijven, het maatschappelijk verdienvermogen en leefbaarheid en toekomstbestendigheid van dorpen, wijken, steden en gebieden;
- versnelt human capital ontwikkelingen door meer integratie en effectiviteit in opleiding en onderzoek.

De gezamenlijke onderzoeksagenda legt een brug tussen de expertise van de diverse lectoraten, de maatschappelijke opgave van de energietransitie en de vragen vanuit de praktijk, zowel van bedrijven, overheden, maatschappelijke organisaties of burgerinitiatieven. De agenda sluit qua focusgebieden aan op de agenda van TKI Urban Energy en geeft mede invulling aan de [strategische onderzoeksagenda hbo](#). De onderzoeksagenda Urban Energy zal de basis vormen voor verdere **samenwerking** op thematiek en **vindbaarheid** op inhoud van hbo onderzoek voor bedrijven, overheden en andere relevante stakeholders.

Het gaat daarbij om:

- Prioriteiten stellen in gezamenlijk praktijkgericht onderzoek en daaruit samen werken aan een integraal beeld/ coherente visie hoe een energie-neutrale dorp, wijk, stad of gebied eruit kan

¹ gebaseerd op definitie project EOS LT TRANSEP-DGO

zien: dit leidt tot gericht(er)e impact in de energietransitie;

- Samen sterker. Bijvoorbeeld in het vinden van *funding* (ook: de mogelijkheid om in grotere tenders mee te doen) en bundeling krachten (netwerk, kennis & menskracht);
- Inzichtelijk maken van onderzoeksonderwerpen in deze agenda en door het samenwerken hieraan met de praktijkpartners: aanscherpen van de agenda door praktijkvragen;
- Onderwijsvernieuwing: gezamenlijk opereren en *alignment* rond onderwerpen, onderzoek en onderwijs verbeteren.

Uiteindelijk is het doel van het lectorenplatform niet om overal verduurzamingsprojecten uit te voeren, maar juist om de kennis, inzichten, producten en diensten te ontwikkelen die verduurzaming mogelijk maken.

Het onderzoeksveld van het platform Urban Energy heeft raakvlakken met diverse andere lectorenplatforms. Waar wenselijk wordt samenwerking en afstemming opgezocht. Het gaat daarbij met name om: Lectorenplatform Energievoorziening in Evenwicht (LEVE), Lectorenplatform Biobased Economy, Lectorenplatform Circulaire Economie, Lectorenplatform Smart Cities and Citizens, Lectorenplatform Netwerk Applied Design Research (NADR) en Lectorenplatform Gebouwde Omgeving. Onderzoek rond Urban Energy is zeer dynamisch, gezien de vele regionale en (inter)nationale initiatieven rondom de energietransitie. De onderzoekagenda is dan ook niet in beton gegoten. Na verloop van tijd zal de onderzoekagenda worden geactualiseerd.

Hoofdstuk 2: UITDAGING EN MISSIE

De afgelopen jaren heeft de overheid zich in het [Energieakkoord \(2013\)](#) NEA en het [Klimaatakkoord \(2019\)](#) doelen gesteld om onze energiehuishouding te verduurzamen en de uitstoot van schadelijke stoffen te beperken. In 2030 moet in Nederland 70% van alle elektriciteit hernieuwbaar energie wordt opgewekt. Ook andere energiestromen moeten uit hernieuwbaar bronnen komen. Daarnaast is in het Klimaatakkoord het doel opgenomen dat in 2050 een groot aantal (7 miljoen) woningen en 1 miljoen gebouwen van het aardgas af moeten zijn. Als eerste stap moeten in 2030 al de eerste 1.5 miljoen bestaande woningen en 15% van de utiliteitsbouw aardgasvrij zijn. De nationale doelstellingen voor verduurzaming en energiebesparing zijn afgeleid van het Europese beleid: in 2030 moet de uitstoot van broeikasgassen in Europa met 55 % zijn teruggebracht ten opzichte van 1990. Het klimaatakkoord zegt 49% in 2030. Het totaal aandeel hernieuwbare energie moet dan 30% bedragen. Voor het verbeteren van de energie-efficiency is eenzelfde percentage afgesproken. Om de internationaal en nationaal afgestemde klimaatdoelstellingen de komende jaren te behalen is het noodzakelijk om de stap te zetten naar een CO₂ emissie-loze, duurzame en betaalbare energiehuishouding. Dit betekent in de gebouwde omgeving concreet het afbouwen van het gebruik van fossiele brandstoffen en het ontwikkelen en toepassen van allerlei alternatieven, zoals een hoge mate van energiereductie (over de gehele functioneel-technische levensduur), (decentrale) opwekking van duurzame energie (elektriciteit en warmte), integratie met elektrische mobiliteit, energieopslag en circulair materiaal- en energiegebruik.

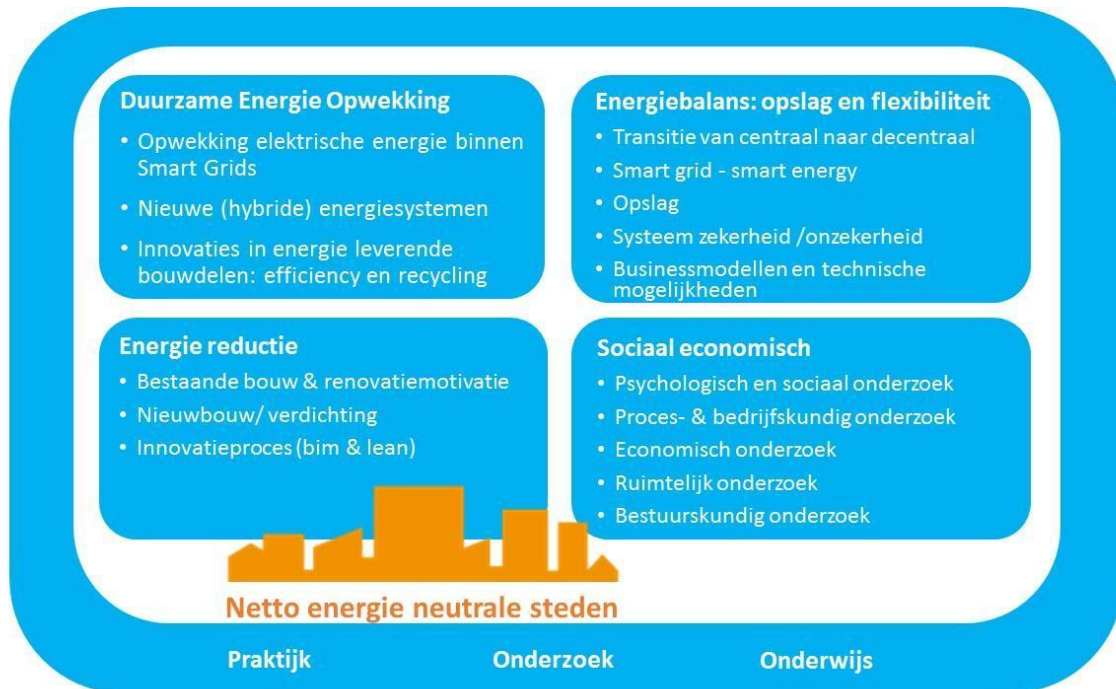
Inzet en doorontwikkeling van nieuwe producten en diensten ter vervanging van traditionele energiestromen bieden nieuwe kansen. Zowel grote bedrijven, overheden, maatschappelijke organisaties, burgerinitiatieven, als kleine MKB in de bouw-, energie- en installatieketen, zijn actief betrokken bij productontwikkeling en innovatie. Deze (product)innovatie vertaalt zich nog niet altijd in (markt)toepassing. Beschikking over goede werknemers, samenwerking, instituties, (maatschappelijke) verdienmodellen en kennisdeling zijn hierbij essentieel en juist daar ligt een belangrijke rol voor het hoger onderwijs.

De missie van het NLP UE luidt: *“De realisatie van netto energieneutrale steden medio deze eeuw. Dit betekent dat de energiebehoefte binnen de gemeentegrenzen voor wonen, werken en lokale mobiliteit (inclusief de ‘embodied energy’ benodigd voor materialisatie hiervan) over het jaar heen gemiddeld genomen afgedekt kan worden door de opwekking van duurzame energie (thermisch, elektrisch, biomassa) – zonder netto-import.”*

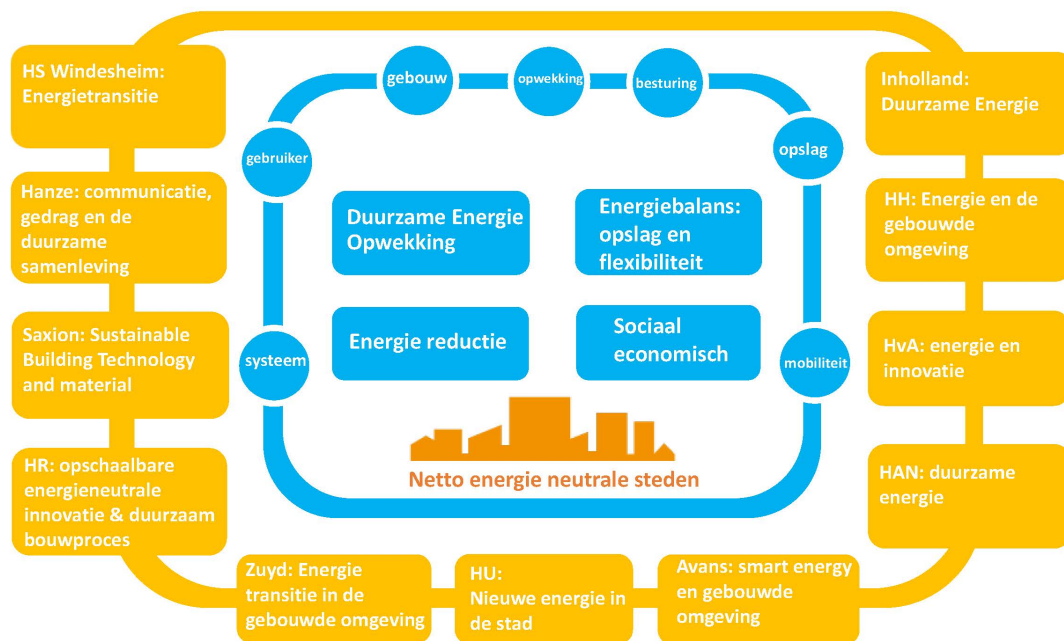
Het domein Urban Energy is breed en veelomvattend, zoals ook blijkt uit het [Qeam rapport](#), waarin een uitgebreide inventarisatie is gemaakt van het domein Urban Energy, met een overzicht van de hbo-opleidingen, minoren, masters, lectoraten en Centres of expertise die aan dit domein gerelateerd zijn. In aansluiting op de meerjarige missiegedreven innovatieprogramma’s (MMIP’s) zoals benoemd door [TKI Urban Energy](#), met daaraan toegevoegd het thema sociaal economische innovatie als belangrijk aandachtsgebied voortkomend uit het Qeam rapport, ontstaat een logische focus voor het platform Urban Energy. De hoofddoelen worden geconcretiseerd met behulp van vier onderzoekslijnen (figuur 1):

- 1) Energiereductie;
- 2) Duurzame energieopwekking;
- 3) Energiebalans: opslag en flexibiliteit;
- 4) Sociaal economische Innovatie.

De vier genoemde onderzoekslijnen zijn als leidraad genomen bij het inrichten van een gezamenlijke onderzoekagenda. Per onderzoekslijn vormt een aantal thema's de onderzoeksfocus voor de komende jaren. In hoofdstuk 3 worden deze lijnen alle vier toegelicht en geïllustreerd met voorbeelden van lopende projecten.



In de hoofdstukken 4 en 5 wordt nader ingegaan op de verbinding met de praktijk en met het onderwijs. Vanuit het onderzoek wordt steeds de verbinding met het onderwijs gezocht. Zo zijn er bijvoorbeeld stages, afstudeerprojecten, studententeams en vele docenten betrokken bij het praktijkgericht onderzoek zoals dit wordt uitgevoerd door de hogescholen. Vervolgens worden voorbeelden uit projecten in het onderwijs ingezet, waardoor onderzoek bijdraagt aan onderwijsvernieuwing. Onderstaand plaatje geeft weer welke deelnemende lectoraten/hogescholen in het Lectorienplatform Urban Energy verbonden zijn aan de eerder genoemde onderzoekslijnen.



Hoofdstuk 3: VIER ONDERZOEKSLIJNEN

1. ENERGIEREDUCTIE (Onderzoekslijn één)

De uitdaging

Ongeveer 28% van het totale eindverbruik van energie in Nederland vindt plaats in de in de gebouwde omgeving^[2]. Het aandeel van de gebouwde omgeving in de broeikasgasemissie is circa 16%^[3]. Het potentieel van energiereductie in de gebouwde omgeving is enorm: er werd in 2019 ruim 670 PJ aan energie gebruikt, waarvan bijna 70% in de vorm van warmte (ruim 460 PJ).

Ondanks aandacht voor energiereductie en een afname van energiegebruik in de periode 2009-2016, stijgen verbruik en emissie nog steeds. Besparende maatregelen zorgen voor een daling terwijl de groei van economie en aantal huishoudens leiden tot 'meer gebouwen' en meer productiviteit – en daarmee een stijging van gebruik en emissies. In het Klimaatakkoord wordt 3,4 megaton (Mton) besparing tot 2030 ten doel gesteld ten opzichte van het referentiescenario. Dit betekent concreet dat het doel is te komen tot 19,0 Mton CO₂-equivalente emissie in 2030, dat is 22% minder dan de emissie van 24,4 Mton in 2018.

Nieuwbouw is nu vrijwel altijd aardgasvrij, maar niet altijd energieneutraal. Hetzelfde geldt voor collectieve en individuele renovatie: het energiegebruik wordt sterk verminderd, maar energieneutraliteit is niet altijd het doel en/of het resultaat. De grootste uitdaging met betrekking tot energiereductie is het renoveren van bestaande woningen, kantoorpanden en bedrijfsgebouwen.

² <https://www.energieinnederland.nl/wp-content/uploads/2020/02/EBN-INFOGRAPHIC-2020-Final.pdf>

³ https://www.rvo.nl/sites/default/files/2020/01/monitor-energiebesparing-gebouwde-omgeving-2018_0.pdf

Een belangrijk aandachtspunt is dat energiereductie niet alleen een bouwkundige en financiële maar zeker ook – en misschien wel vooral - een sociale uitdaging kent. Succesvolle energiereductie kan alleen met oplossingen die voorbij de ‘split-incentive’ reiken, met waardecreatie voor alle stakeholders (huurders, woningcorporaties, particulieren).

Onderzoeksthema's

Het onderzoeksveld van het Platform Urban Energy is afgebakend tot de stedelijke omgeving, waarbij we uitgaan van het systeem (gebouwen en gebouwgebruikers in een gebied). Vandaaruit kijken we naar afzonderlijke maatregelen, producten en processen. Waar nodig wordt samengewerkt of afgestemd met het Lectorenplatform Energievoorziening in Evenwicht (LEVE) dat zich o.a. richt op energiereductie in de industrie.

Het onderzoek zal zich richten op de volgende thema's:

- 1.1 Bestaande bouw & renovatiemotivatie
- 1.2 Nieuwbouw & verdichting
- 1.3 Innovatieprocessen (BIM, LEAN & ketenintegratie)

Wat gebeurt er in het hoger onderwijs op deze drie thema's?

Voorbeelden van huidige onderzoeksonderwerpen rond deze thema's zijn:

Ad 1.1 Bestaande bouw & renovatiemotivatie

- Renovatieconcepten en integrale componentontwikkeling (HU, HAN en Saxion)
- Circulaire retrofit (Zuyd, HU, HvA).
- Waarborgen van beoogde prestaties van ontwerp- tot exploitatie (gebouwschil, gebruiker en installaties).
- Bijstellen / optimaal inregelen van installaties
- Voorspellen, monitoren en beïnvloeden van gebruik
- Acceptatie & motivatie voor vraagreductie - Het is een uitdaging om energieregelsystemen aantrekkelijk te maken voor woningbezitters & gebouw eigenaren en om de gebruikersacceptatie te vergroten. Pas als dat lukt kunnen ze op grote schaal worden geïmplementeerd en de beoogde energiebesparing behalen van soms wel 40% voor utiliteitsgebouwen (ECN 2015).
- Acceptatie & motivatie voor energie renovatie – het aantrekkelijk maken van concepten en producten voor huurders, particuliere woningeigenaren en gebouw eigenaren
- Zowel transitie naar aardgasloos als ook focus op maatregelen die op korte termijn aan besparing bijdragen (bijv. no-regret maatregelen en waterzijdig inregelen)

Projecten:

- Future Factory – MMIP 3 & 4 - fabriek voor geïntegreerde gevel- en dakcomponenten als elementen van een al dan niet stapsgewijze NoM renovatie (HAN, Saxion & HU)
- InduZero – Interreg VB project North Sea Region Programme 2014 – 2020 fabriek voor geïndustrialiseerde productie van elementen voor energie renovaties (Saxion)
- Fysiek en in de context (HR)
- Installatie 2020 – modellen simuleren van panden en optimaliseren installaties (HU, HH & HvA)
- DC flex-house (HH, Zuyd, HAN),
- Verduurzaming van rijtjeswoningen en hun energievoorziening (HAN, HANZE, HU),
- Inside Out Concept en componentontwikkeling voor energienul renovaties van hoogbouwflats (HU)

- Industrieel bouwen en renovatiemotivatie (HAN & HU), community-based circulair retrofit, nano-coatings voor glas (Zuyd), participatief energieneutraal levensloopbestendig bouwen (Avans).
- Twomes: uiteenrafelen invloed gebouw, installatie, inregeling en gedrag op het energiegebruik en deze kennis optimaliseren en stimuleren van de reductie van de vraag (Windesheim)
- Energieke monumenten (HANZE)
- TKI Thermisch compartimenteren (Saxion)

Ad 1.2 Nieuwbouw / verdichting

- User-centred design: Ontwerp en realisatie op basis van flexibele ruimtefuncties in plaats van het stationair conditioneren van gebouwvolumen, slimme systeem-integratie (gebouwschil & installaties). Prestatie indicatoren: energieverbruik en vermogen en CO2-uitstoot.
 - Koppeling energieonderzoek aan sociale innovatie in de wijk
 - Systeem denken, systems engineering
 - Dynamisch gebouwgebruik
 - Integreert ontwerp en exploitatie / energie over levensduur (bouwmaterialen, gebruik, TCO); Lifecycle analyse / assessment (LCA)
- Materiaalimpact en embodied energy van duurzame energie en renovatieoplossingen (Zuyd, HvA)
- Biobased (isolatie)materialen (Avans, HU)
- Hergebruik materialen (Avans)
- Gebiedsstudies (warmtenet) (Hogeschool Utrecht, Hanze, HvA)

Projecten:

- Solar Decathlon / bouwinnovatie Wonen 3.0 (HU)
- IsoBio – RAAK onderzoek naar eigenschappen biobased isolatiematerialen (HZ, Avans & HU)

Ad 1.3 Innovatie- en versnellingsprocessen (BIM & LEAN & ketensamenwerking)

- Technische en sociale innovatie (stakeholder participatie), van kosten naar waarde, industrialiseren en automatiseren van bouw- en renovatieprocessen
- Digitalisering in de bouw: ICT toepassingen in ontwerp, realisatieproces en exploitatie (BIM)
- Opschalen automatiseerde productie van renovatiepakketten (LEAN)

Projecten

- Proces innovatie: LEAN + businessmodellen (Avans/In Holland)
- Op Zuid: Sneller en Beter Nul op de Meter, TKI FireW, TKI Energo CIG –en bouwlogistieke maatregelen (Zuyd, Hanze, HU)
- Energiemanagement op gebouwniveau (HU, HH)
- Balansvraagstukken, verbonden aan het net (HAN)
- IEBB – Integrale Energietransitie van Bestaande Bouw (HAN, HU, Saxion)

Voorbeeld 1: onderzoek Energiereductie

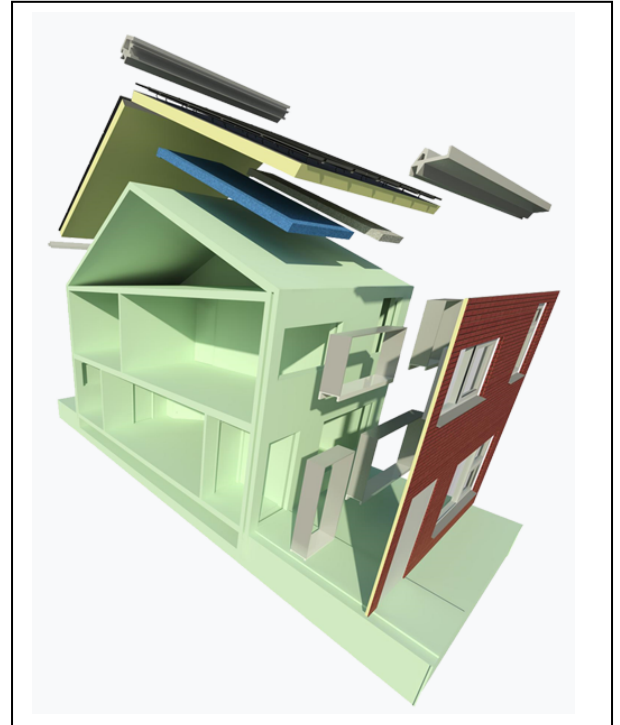
Titel: MMIP 3&4 Future Factory

Hogescholen: HAN, Saxion & HU

Omschrijving: Het consortium ontwikkelt vanuit een programmatische aanpak de Future Factory, een productie-, toelever- en verkoopbedrijf waarmee op grote schaal woningen en woongebouwen verduurzaamd kunnen worden. In drie generaties wordt gewerkt aan de systeemverandering die nodig is voor deze ongekende schaal. De opschaling van generatie 1 (huidige productiefaciliteiten) naar prototype generatie 2 productiefaciliteiten en uiteindelijk de 3de generatie productiefaciliteit die 25.000 woningen per jaar kan leveren. De klantinteractie gebeurt binnen het programma. Niet ieder product leent zich echter voor massaproductie. Het daarvoor benodigde onderzoek en ontwikkeling van de bouwcomponenten wordt gedaan langs de lijnen, dakmodule, gevelmodule en installatiemodule.

Dit project wordt uitgevoerd met ondersteuning vanuit de MMIP 3 & 4 regeling van het Ministerie van Economische Zaken & Klimaat en het Ministerie van Binnenlandse Zaken & Koninkrijksrelaties.

Website: <https://future-factory.nl>



Onderzoek in de toekomst:

- Energieneutrale en energieleverende woningen en wijken als energieleverancier aan het grid;
- Combinaties van energieneutrale of energieleverende woningen en services zoals elektrische deelauto's;
- Ontwikkelen van een "Community Based Circular Retrofit" voor woningen;
- Interactie tussen technische oplossingen, gebruikerswensen, -gedrag en -profielen;
- Relatie en interactie energiebesparing, circulariteit, binnenmilieu en sociale acceptatie.

Voorbeeld 2: hoogbouwflat renoveren naar energieneutraal

Titel: Inside Out

Hogescholen: HU

Omschrijving: Inside Out beoogt om jaren '60-'70 hoogbouwflats minstens te renoveren naar energieneutraal dankzij een modulair renovatiesysteem. Partners van de hogeschool zijn: Bos Installatietechniek, Bo-ex, Alkondor, Utrecht Sustainability Institute, LomboXnet en MEX architects. Het project 'Inside Out' ontwikkelt en test een modulair renovatiesysteem om hoogbouwflats energieleverend te maken. De ontwikkeling van het modulaire 'Inside Out' renovatiesysteem moet leiden tot een doorbraak in de duurzame renovatie van hoogbouwflats uit de jaren '60 en '70 naar

energieleverende wooncomplexen. Tot nu toe worden installaties per woning geïnstalleerd. Inside Out integreert installaties in multifunctionele bouwdelen aan de buitenkant van de woning en combineert deze met duurzame energieopwekking en lokale energieopslag in elektrische deelauto's. Het Inside Out-consortium wil zo een bijdrage leveren aan de seriematige renovatie van 250.000 hoogbouwflats. Inside Out integreert installatiecomponenten zoals verwarming, ventilatie en isolatie tot drie multifunctionele bouwdelen die aan de buitenzijde van de flat worden geplaatst. Dankzij duurzame energieopwekking en lokale energieopslag vermindert de piekbelasting op het net en profiteren bewoners van lage woon- en mobiliteitslasten. Het project betreft nadrukkelijk bewoners bij het project; het gaat immers over hun woning. Tot slot wordt gewerkt aan de bijpassende financierings- en verdienmodellen.

Het project Inside Out wordt uitgevoerd door een consortium van verschillende bedrijven met Hogeschool Utrecht, Universiteit Utrecht en het Utrecht Sustainability Institute. Het project is mede gefinancierd door TKI Urban Energy uit de Toeslag voor Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI's) van het Ministerie van Economische Zaken. TKI Urban Energy ondersteunt Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen bij de ontwikkeling van innovaties voor een snelle transitie naar een duurzaam, betrouwbaar en betaalbaar energiesysteem in de gebouwde omgeving.

Website: <https://tki-inside-out.nl/presentatie-inside-out-tijdens-opening-techlabs-hogeschool-utrecht/>



2. DUURZAME ENERGIE OPWEKKING (Onderzoekslijn twee)

De uitdaging

Juist binnen de gebouwde omgeving bestaat een enorme potentie om een aanzienlijk deel van de energie die nodig is duurzaam op te wekken. Daarbij gaat het om elektriciteit uit zonne-energie en soms uit wind, maar vooral ook mogelijkheden voor warmteopwekking uit zon. Energieopslag & -conversie wordt daarbij steeds belangrijker, in een veelheid van vormen en toepassingen. Essentieel zijn ook de intelligente manieren om de energielevering en distributie te managen, *just in time* en *on demand* - supply side management en demand side management.

De onderzoeksthema's

- 2.1 Opwekking, monitoring en feedback van elektrische energie binnen Smart Grids en opwekking, distributie, monitoring en feedback van warmte en koude. Zonthermie of PVT en de inpassing daarvan in het (warmte)net. Ook warmteopslag (centraal/decentraal) en de integratie daarvan in het systeem hoort daarbij, evenals het onderzoek naar de kwaliteit van de beschikbare lokale bronnen (bijv. TEO/TEA/TED).
- 2.2 Slimme en efficiënte (hybride) energiesystemen voor opwekking op basis van met name zonne-energie en windenergie gekoppeld aan enerzijds systemen voor lokale energie opslag, zoals batterijen en waterstof en anderzijds het elektriciteitsnet
- 2.3 Innovaties in energie leverende bouwdelen: efficiency en circulariteit (o.a. toepassing van nanomaterialen, zonnepanelen, transparante bouwdelen en embedded energy)

Wat gebeurt er in het hoger onderwijs op deze drie thema's?

Hieronder volgen enkele voorbeelden van huidig onderzoek bij de lectoraten verenigd in NLP Urban Energy op de drie onderzoeksthema's in de programmalijn Duurzame energie opwekking.

Ad 2.1 Opwekking elektrische energie binnen Smart Grids en energieomzetting in Smart Multi Commodity Grids

- Uitwisseling van warmte met buur-gebouwen, monitoring en feedback van warmte (HH).
- Monitoring van Bodem Energie Systemen (HU).
- Opwekking, transport, distributie, opslag en gebruik van elektrische energie en de toepassing van Smart Grids bij eigen productie van gebouwgebonden en ongebonden energieverbruik, waaronder elektrisch vervoer (HU/HH/ HAN/HVA/SAXION).
- E-mobility: analyse van oplaad infrastructuur voor elektrische voertuigen (laadpleinen, parkeergarages etc.), impact die elektrische auto's , bussen en transport op diverse aggregatienivo's van het grid hebben, mogelijkheden om impacts middels slim laden te vermijden en kansen/belemmeringen van vehicle2grid (HH, HVA, HU).

Ad 2.2 (hybride) energiesystemen gebaseerd op zonne-energie, windenergie, batterijen, waterstof

- toegepast onderzoek uit aan nieuwe (hybride) energiesystemen op basis van met name zonne-energie, windenergie, batterijen, P2Heat en waterstof (HH, HU, HAN, HANZE, SAXION).
- Duurzaam opwekken van energie; welke mogelijkheden bieden deltagebieden (wind, zon en water) (HANZE/HVA/HAN)
- Toepassing van zonne- en windenergie in huizen, wijken en bedrijventerreinen (HU/Rotterdam/HH/Zuyd/HAN/HR, HvA)
- Opwekking in het brede plaatje van energietransitie en ruimtelijke transformatie (HANZE/HU)

- Energiesystemen (HVA/HAN/HU), specifiek voor (tuinbouw)kassen en serres: (HAN/InHolland).
- Bepalen en ontwikkelen van mogelijkheden voor gebruik groene waterstof (uit bv. Wind-op-zee) voor lokale energieopwekking in de gebouwde omgeving (transport, elektriciteit en warmte) (HH/HAN)
- Doorontwikkelen van groengas m.b.v. vergistingsmogelijkheden uit GFT en riool (Hanze).

Ad 2.3 Innovaties in energie leverende bouwdelen: efficiency en circulariteit (o.a. toepassing nanomaterialen, zonnepanelen, transparante bouwdelen)

- Applicatie, demonstratie en monitoring van zonne-energie in de gebouwde omgeving en de toepassing daarbij van nanomaterialen (Hanze, Zuyd, HU)
- Coatings voor zonnepanelen (Zuyd)
- Geconcentreerde zonne-energie voor de gebouwde omgeving (HAN)
- Applicatie van dunne film PV in producten (Zuyd, HU, HvA)
- GreenIT: ontwikkeling van energiezuinige software (AVANS)

Voorbeeld 3: onderzoek Duurzame energie-opwekking

Titel: *'Ontwikkeling van een Low Concentrated PhotoVoltaic glasdak (LCPV-dak)*

Hogeschool: HAN, Lectoraat Duurzame Energie

Omschrijving:

Op zonnige dagen kan het binnen erg warm worden en zijn digitale schermen vaak niet meer te lezen. Door glazen bouwdelen te vervangen door lenzen die licht focuseren op een kleine PV zonnecollector worden deze zaken simultaan aangepakt terwijl natuurlijk daglicht beschikbaar blijft én tegelijkertijd duurzame energie wordt opgewekt.

De HAN werkt aan een innovatief prototype voor een laag-geconcentreerd zonne-energiesysteem en gaat dit in een middelbare school in Arnhem realiseren en installeren. Aan de hand van het prototype wordt de haalbaarheid van het systeem getest op techno-economisch vlak en op eindgebruikerservaring.



Het ontwikkelde concept voor een semi-transparant LCPV-systeem is binnen een eerder Raak-MKB project (Console) ontwikkeld door HAN-studenten en wordt nu doorontwikkeld tot een functioneel prototype. Opto-elektronische eigenschappen, kostprijs, maakbaarheid, esthetiek en veiligheid zijn hierbij de belangrijkste innovatieve aspecten. Het prototype wordt geïnstalleerd en in gebruik genomen in een eindgebruikersomgeving, zodat het ook zichtbaar is voor een groter publiek, in dit geval met name jongeren. Op basis van de resultaten wordt een techno-economische haalbaarheidsanalyse uitgevoerd. Ook wordt een eindgebruikers-analyse uitgevoerd. Naast onderzoek, ontwikkeling en realisatie van het opto-elektronisch systeem inclusief meet- en regeltechniek, wordt ook een marktanalyse uitgevoerd. De projectresultaten zijn een functioneel prototype, geïnstalleerd bij een middelbare school en een haalbaarheidsanalyse voor toepassing op grotere schaal, waarbij zowel het techno-economisch vlak als de eindgebruikerservaring worden meegenomen.

Website: <https://www.han.nl/onderzoek/kennismaken/technologie-en-samenleving/lectoraat/duurzame-energie/projecten>

Onderzoek in de toekomst

Om de uitdagingen van de toekomst goed op te pakken, voorzien we dat nieuw onderzoek nodig is op de volgende thema's:

- Energie-efficiëntie van transparante delen van de gebouwschil
 - Nieuwe functionele coatings met IR regulerende functies
 - Power windows
 - Validatie van combinatie energie en privacy regulerende coatings
- Recycling van nieuwe generatie van energie-leverende producten in de gebouwde omgeving
 - Recycling zonnepanelen
 - Verlenging van de levensduur en recycling laadpalen en accu's
- Zon op bedrijfsgebouwen - het benutten van daken van grote (bedrijfspanen). Veel daken zijn (te) licht geconstrueerd voor standaard panelen. Welke mogelijkheden oplossingen zijn er.
- De combinaties van en interacties tussen de energiebronnen in de gebouwde omgeving (TEO, TEA, TED, zonthermie, bodemwarmte, Geothermie, e.d.).

Dwarsverbanden naar andere thema's in deze onderzoeksagenda, richten zich op de samenwerking met onderzoekslijn 4 "sociaal-economisch":

- Onderzoek naar niet-technische barrières van de adoptie van energie leverende of besparende producten in de gebouwde omgeving. Onderzoek naar niet-technische barrières bij verduurzaming van onze (huur)woningen bij gelijktijdige renovatie
- Sociale acceptatie van duurzame energie door bewoners.
- Relatie eindgebruiker en energie in de energievoorziening
- In het onderzoek "Futures of a Sustainable Society" bijvoorbeeld proberen we samen met communities (meestal energiecoöperaties, dorpsverenigingen, geloofsgroeperingen, ...) integrale visies te vormen op de toekomst van onze duurzame samenleving (Hanze).

In samenwerking met onderzoekslijn 3: "Energiebalans: opslag en flexibiliteit":

- Hoe zorgen we dat de vele lokale initiatieven voor energieopwekking en verduurzaming in de gebouwde omgeving de stabiliteit en betrouwbaarheid van ons elektriciteitsnet niet negatief beïnvloeden?
- Winter/zomer elektrische opslag in de gebouwde omgeving. Hoe wekken we op piekmomenten in de winter onze energie op en hoe blijft de levering betrouwbaar?
- Energy opslag in smart multi commodity grids
- Hoe slaan we overschotten energie uit bijv. de zomer op voor gebruik (elders) in de winter (seizoensopslag).

3. ENERGIEBALANS, OPSLAG en FLEXIBILITEIT (Onderzoekslijn drie)

De uitdaging

De inzet om in de gebouwde omgeving energie te besparen en gebruik te maken van slimmere systemen, leidt tot een beperking van de energievraag, en een beperking van de piekbelasting van die vraag en in het aanbod. De balans tussen de vraag naar elektriciteit en het aanbod vanuit zonne-energie en vanuit windenergie energiesystemen, kent een brede variatie: een variabele vraag en een variabel aanbod. We refereren hier aan onbalans in locatie en verbruik (locatie; congestieproblemen) en onbalans op langere termijn (seizoensverschillen). Indirect ook over onbalans op het hoogspanningsnet (de 50 Hz). Hier raken we het domein van lectorenplatform LEVE.

Balans tussen collectieve en individuele warmtesystemen en oplossingen voor flexibiliteit horen ook bij deze onderzoekslijn. Tezamen met grote veranderingen in de warmtevoorzieningen, zijn de uitdagingen te vinden in de betrouwbaarheid van energielevering. De invloed van “big data” en slimme energieapplicaties, geven een wezenlijke bijdrage aan het behouden van de energiebalans. De mogelijkheden van opslag geven betrouwbaarheid om ook te leveren, op momenten dat er niet wordt opgewekt.

De onderzoeksthema's

Het onderzoek zal zich richten op de volgende thema's:

- 3.1 Energietransitie: van centraal naar decentraal (regio- stad -wijk- woning aanpak, opslag in de wijk, NOM accumulerende woning)
- 3.2 Intelligente collectieve en individuele warmtevoorzieningen en smart grids op nivo van huishouden, blok, buurt of wijknivo: smart energy (Elektrificeren van nieuwbouwwijken, zwaarte van net, peakshaving), intelligente netten voor warmte alternatieve gassen en Smart Multi Commodity Grids (slim afstemmen van vraag en aanbod van energie op basis van drie energiedragers: elektriciteit (DC), warmte en alternatieve gassen als groen gas en waterstof)
- 3.3 Creëren van flexibiliteit door opslag, curtailment, demand-side management en conversie (TCM & PCM compacte warmte opslag, batterijen, elektrische voertuigen als buffer, V2Grid, systeemintegratie batterijen, waterstoftechnologie).
- 3.4 Systeem zekerheid /onzekerheid (beheersen onzekerheid – techniek/sociaal, resilience)

Wat gebeurt er in het hoger onderwijs op deze vijf thema's?

Voorbeelden van huidig onderzoek rond deze thema's zijn:

Ad 3.1 Transitie van centraal naar decentraal (regio- stad -wijk- woning aanpak, opslag in de wijk, NOM accumulerende woning)

- Energieopslag in woonwijken (HH, HU, HAN)
- Integraal assessment resulterende CO₂ uitstoot van wijktransities in relatie tot waardeoriëntatie bewoners (HSWindesheim)

Ad 3.2 Intelligente collectieve en individuele warmtevoorzieningen en smart grids op nivo van huishouden, blok, buurt of wijknivo: smart energy (Elektrificeren van nieuwbouwwijken, zwaarte van net, peakshaving), intelligente netten voor warmte alternatieve gassen en Smart Multi Commodity Grids (slim afstemmen van vraag en aanbod van energie op basis van drie energiedragers: elektriciteit (DC), warmte en alternatieve gassen als groen gas en waterstof)

- Electrificatie en smart grids (HH, Avans, HAN, HvA, HU)
- Gelijkspanningssystemen, zoals DC achter de meter, maar ook DC netten als alternatief of DC parallel grid (HH)
- Uitwisseling van energie tussen huishoudens van wijk of lokaal energieinitiatief (Hanze, HU)

Ad 3.3 Creëren van flexibiliteit door opslag, curtailment, demand-side management en conversie (TCM & PCM compacte warmte opslag, batterijen, elektrische voertuigen als buffer, V2Grid, systeemintegratie batterijen, waterstoftechnologie).

- Batterijen (HAN)
- Laadinfrastructuur: effect van elektrische voertuigen op lokale, regionale netten; hoe zijn impacts met slim laden te reduceren (HvA) bouwlogistiek (HU)
- Inpassing van elektrische auto's in gebouwen/woningen, inclusief voorwaarden waaronder vehicle2grid waarde kan hebben (HVA)
- Waterstoftechnologie (Hanze, HAN, HH, HU)
- Lokaal verwarmen met waterstof (HH, Hanze)
- Elektrisch voertuig als buffer - Smart Solar Charging (HU, HVA)
- Warmteopslag, inclusief compacte seizoensopslag TCM & PCM (HU, HVA)
- Systeemintegratie (HU, HvA, HH, HAN)

Ad 3.4 Systeem zekerheid versus onzekerheid (beheersen onzekerheid – techniek/sociaal, resilience)

- Regeltechniek, control systems (HH, HAN, Hanze)

Ad 3.5 Innovaties: businessmodellen en technische mogelijkheden

- Business modellen (HH, HU, HAN, Inholland, HvA)
- Scenario's/modellen (Inholland)

Voorbeeld 4; onderzoek Opslag en flexibiliteit:

Titel: DC-flexhouse

Hogeschool: Hogeschool Zuyd, Haagse Hogeschool

Omschrijving: Het doel is de ontwikkeling van een methode voor de vervanging van de energieinfrastructuur in woningen met de mede in dit project ontwikkelde gelijkspanningstechnologie. Er wordt gestreefd naar een plug-and-play installatiewijze waarmee zowel qua kosten als doorlooptijd een competitief alternatief ontstaat voor huidige renovatieprojecten.

Aanleiding: Transitie naar een duurzaam energiesysteem kent uitdagingen voor vele sectoren. Gelijkspanningstechnologie belooft oplossingen te bieden voor veel van deze uitdagingen. Er zijn echter nog weinig componenten verkrijgbaar voor de gebouwde omgeving en de interconnectiviteit is nog een groot vraagteken is. Daarnaast is er geen zicht op een manier om kosteneffectief gelijkspanningsinstallaties te installeren in de bestaande bebouwing.

Resultaat: Het project resulteert in een methode voor aanpassing van elektrische installaties naar gelijkspanningsinstallaties voor woningen inclusief nieuwe componenten/producten. Bijzondere aandacht wordt besteed aan de uiteindelijke kostprijs van deze aanpassing om aankoop door woningeigenaren te stimuleren. Er ontstaat draagvlak voor gelijkspanning bij consumenten alsmede huidige en toekomstige professionals. Daarnaast hebben dergelijke gelijkspanningsinstallaties breed toegepast in woningen een positief effect op:

- integratie en gebruik van duurzame energiebronnen
- energie-efficiëntie in woningen en kantoren
- de stuurbaarheid van de energiestromen in woningen; zelfvoorzienendheid komt binnen handbereik
- de businesscase van eigenaren van duurzame energie opwekinstallaties bij het wegvallen of wijzigen



van de bestaande salderingsregeling; en het congestiemanagement op het bestaande elektriciteitsnet, waardoor geplande netverzwaring mogelijk sterk beperkt kan worden.

Dit biedt veel mogelijkheden voor decentrale energiesystemen (de regie bij de bewoner), die tegelijkertijd ook 'Smart' zijn (energiemanagementfunctionaliteit is geïntegreerd) én mogelijkheden biedt voor nieuwe businessmodellen (capaciteitstarieven of aansluitingstarieven).

Belangrijkste partners naast de hogescholen: ABB Nederland, Siemens Nederland, Direct Current, IBC Solar, EPM

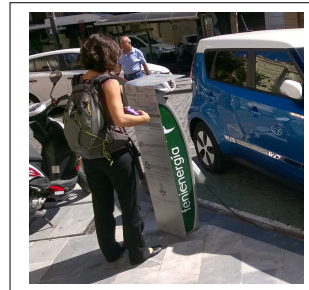
Website: <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/projecten/dc-flexhouse>

Voorbeeld 5: onderzoek Opslag en flexibiliteit

Titel: IDOLaad

Hogeschool: Hogeschool van Amsterdam

Omschrijving: Binnen dit programma wordt kennis opgebouwd over de efficiënte uitrol van laadinfrastructuur voor elektrische auto's. Met de marktgroei van elektrische voertuigen ontstaat meer vraag naar publieke laadpunten. Kennisvragen vanuit de beroepspraktijk gaan veelal over wat (reguliere lader, snellader), waar (locatie) en wanneer laadinfrastructuur moet worden uitgebreid. Binnen IDOLaad wordt op basis van een dataset van laadtransacties op publieke laadpunten in de steden Amsterdam, Utrecht, Den Haag en Rotterdam laadpatronen vastgesteld, voorspelmodellen ontwikkeld (om goede laadlocaties te voorspellen) en simulatiemodellen ontwikkeld (om vast te stellen waar knelpunten ontstaan bij verdere groei van elektrische auto's). Het project wordt ondersteund door SIA (RAAK PRO).



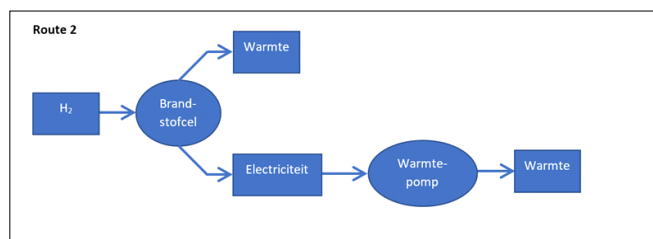
Website: www.idolaad.nl

Voorbeeld 6: onderzoek Opslag en flexibiliteit

Titel: Hydrogen heating Studies

Hogeschool: De Haagse Hogeschool, Hogeschool Arnhem en Nijmegen

Omschrijving: De Nederlandse regering heeft besloten dat we in Nederland in 2050 "van (aard)gas los" moeten zijn. Overstappen op all electric verwarmen is niet volhoudbaar vanwege te hoge belasting van het elektriciteitsnet en bijbehorende hoge kosten. Bovendien betekent elektrisch verwarmen een grote mismatch tussen energieaanbod van zonnepanelen in de zomer en energievraag voor verwarmen in de winter, waarvoor energieopslag nodig is. Verwarmen met duurzaam geproduceerde waterstof is een interessant alternatief omdat waterstof opslagmedium van energie is voor seizoenoverbrugging. Op het terrein van The Green Village zal in de daar gelegen woningen gemeten worden aan vier verschillende warmte installaties met twee verschillende concepten, die beide werken met waterstof als brandstof. Het eerste concept is een waterstof gestookte ketel (met directe en/of katalytische



verbranding van waterstof), bij het andere concept wordt de waterstof eerst in een brandstofcel in elektriciteit omgezet en pas daarna via een warmtepomp in warmte. Beide installaties worden specifiek voor dit onderzoek gebouwd en blijven achter op The Green Village voor toekomstig werk..

Website: www.dehaagsehogeschool.nl/onderzoek/lectoraten/details/energie-en-de-gebouwde-omgeving#projecten

Onderzoek in de toekomst

Nieuw onderzoek op de volgende onderwerpen is wenselijk om de uitdagingen het hoofd te bieden:

- Systeemintegratie op stedelijk niveau. Welke impact hebben huidige innovaties/ transitie op huis/wijkniveau voor hele systeem op stadsniveau? Samenwerking met het lectorenplatform Energievoorziening in Evenwicht (LEVE) ligt hierin voor de hand.
- Het opstellen en doorrekenen van scenario's (op wijk of stedelijk niveau).
- Toepassing (flow) batterijen (bijvoorbeeld voor middelgrote toepassingen, bv. winkelcentra)
- Vehicle2grid: inzet van elektrische voertuigen als assets voor peak shaving en balanceren van het net.
- Smart Multi Commodity Grids, waarin omzettingen tussen de dragers Waterstof, warmte en elektriciteit, ook bij schaarste of overvloed, zorgen voor het matchen van vraag en aanbod van energie

4. SOCIAAL ECONOMISCH ONDERZOEK (Onderzoekslijn vier)

De uitdaging

Een belangrijke factor bij de energietransitie in de gebouwde omgeving zijn de gebouwgebruikers. Zoals gesteld wordt in het MMIP: “Juist niet het verdienpotentieel, maar de acceptatie van oplossingen moet het vertrekpunt zijn. Dat is een *sine qua non* voor het behalen van deze doelen. Er zijn aantrekkelijke oplossingen nodig voor alle gebouwen en gebruikers, niet voor alleen de kleine groep enthousiaste idealisten. Er moet niet vergeten worden dat de gemiddelde gebruiker weinig interesse heeft in energievraagstukken, en al helemaal niet continu bezig wil zijn met het aansturen van zijn energiegebruik. Dat betekent dat er aandacht nodig is voor ontzorging en automatisering, dat kosten in verhouding moeten staan met de baten, zonder verlies aan comfort of zekerheden.”

Gebouwgebruikers, en met name bewoners, hebben specifieke ideeën en wensen over hoe zij willen wonen, werken en leven. Soms hebben zij concrete doelstellingen om comfort te verbeteren of energiegebruik te reduceren, maar meestal niet. Hoe nemen wij gebouwgebruikers mee in de energietransitie? Eén van de belangrijke thema's hierbij is de komende tijd de transitie naar wijken zonder aardgas. Hoe kunnen bewoners hierin meegenomen worden?

Complex is ook het grote aantal spelers (zowel aan aanbodzijde als aan vraagzijde) dat een cultuurverandering moet doorlopen – en daarbij is het voor veel van de bouw- als installatiesector moeilijk om voorbij de eigen producten en diensten te kijken terwijl een integrale aanpak van gebouwen noodzakelijk is. De benodigde ketensamenwerking wordt slechts moeizaam gerealiseerd.

Daarnaast liggen er ook vragen op het gebied van de ruimtelijke inpassing, governance, zeggenschap en eigenaarschap van de nieuwe energiesystemen evenals de financiering van de maatregelen. Banken zijn in het algemeen terughoudend om de benodigde investeringen te financieren. De financieringsmodellen voor investeringen zijn niet altijd adequaat en een gezamenlijk verdienmodel van investeerders en renoveerders moet nog verder uitgewerkt worden, maar biedt wel kansen bij grootschalige renovaties. Wie betaalt de energietransitie, en wat betekent dit voor de medelanders met een wat minder goed gevulde portemonnee? Kan de alleenstaande bijstandshouder het zich nog wel veroorloven om tussen 18 en 19 uur te koken voor zijn kinderen?

De onderzoeksthema's

Het onderzoek richt zich op de volgende thema's:

- 4.1 Sociaal onderzoek gericht op gedrag binnen de (aardgasloze) woning, gebruiksonderzoek van energie-componenten in de woning, gedrag t.a.v. aanpak van de eigen woning, drijfveren en motivatie)
- 4.2 Proces- & bedrijfskundig onderzoek (bedrijfscultuur, keteninnovatie, (inclusieve) business modellen, effectiviteit van communicatiestrategieën van bedrijven en initiatieven)
- 4.3 Economisch onderzoek (betaalbaarheid van de energietransitie, nieuwe financiële constructies)
- 4.4 Ruimtelijk onderzoek (architectonische integratie, urban planning, landschappelijke inpassing)
- 4.5 Bestuurskundig onderzoek (juridische kaders, fiscale kaders, governance, zeggenschap en eigenaarschap van de nieuwe energiesystemen, nationale en regionale regelingen en beleid)

Wat gebeurt er in het hoger onderwijs op deze vijf thema's?

Voorbeelden van huidig onderzoek:

Ad 4.1 Sociaal onderzoek (gedrag binnen de (gasloze) woning, gebruiksonderzoek van energie-componenten in de woning, gedrag t.a.v. aanpak van de eigen woning, drijfveren en motivatie)

- Ontwikkeling van ontzorgingsconcepten, niet alleen gericht op woningbouwcorporaties en professionele verhuurders, maar ook op VVE's en particuliere eigenaren (Avans, Saxion, HU).
- Klantreis/bedrijvenreis (Hanze, HU)
- Uit onderzoek weten we dat er een factor twee verschil in het energieverbruik kan zitten, puur door verschillen in gedrag (Itard ea 2007). Dit biedt perspectief om te onderzoeken waar hier ruimte zit voor energiereductie zonder meteen over te gaan tot grote investeringen, al dan niet in combinatie met het zoeken naar oplossingen in het kader van betaalbaarheid en *energy poverty* (HU Horizon 2020 ENPUR).
- Renovatiemotivatie (Avans, HU, Hanze)
- Link met andere dossiers, bijv. aardbevingen in Groningen (Hanze) meekoppelkansen (HU MMIP4).
- Bewonersgedrag en effect op de energieleverende woning, ter ondersteuning van de bewoner om verschillende warmte-opties af te kunnen wegen en voor professionals om modelmatig beter energie & piekvraag te kunnen vergelijken (HU).
- Professionalisering van de aanpak van lokale energie initiatieven (Hanze, HU)
- Adoptieprocessen/gebruiksonderzoek bij o.a. vehicle2grid, slim laden, attitude gebruikers/doelgroepen (o.a. taxi-chauffeurs) t.a.v. elektrische voertuigen, en evaluatie van incentives bij energiebesparing in de gebouwde omgeving (HvA)
- Sociale acceptatie van (circulaire) renovatieconcepten en -producten door bewoners en woningcorporaties en de rol van de lokale overheid en bedrijven hierin (Hanze, Zuyd, HU). Opleiden van statushouders om ze klaar te stomen voor een carrière in de circulaire energietransitie (Zuyd, Raakpro WoF, H2020 Drive-0)

Ad 4.2 Proces- & bedrijfskundig onderzoek (bedrijfscultuur, keteninnovatie, (inclusieve) business modellen, effectiviteit van communicatiestrategieën van bedrijven en initiatieven)

- Wijkaanpak (HU, Zuyd, Avans, HvA, Hanze)
- Lokale initiatieven voor implementatie (Hanze)
- Ketenintegratie m.b.t. uitvoering (Hanze, HU)
- Aanpak van gespikkeld bezit (Avans, HU)
- Industrialisatie van geïntegreerde bouwcomponenten (Saxion, HU)
- Innovatie (bouw) project/circulair (Avans)
- Demand & response processen (InHolland, HVA)
- Service design, gebruikersbetrokkenheid (HU)

Ad 4.3 Economisch onderzoek (betaalbaarheid van de energietransitie, nieuwe financiële constructies)

- Betaalbaarheid woningtransitie (HU, HH, HAN)
- Sociale-economische problematiek DC (HH)

Ad 4.4 Ruimtelijk onderzoek (architectonische integratie, urban planning, landschappelijke inpassing)

- Gezonde gebieden gezond gebouwd (HU)

Ad 4.5 Bestuurskundig onderzoek (juridische kaders, fiscale kaders, governance, zeggenschap en eigenaarschap van de nieuwe energiesystemen, nationale en regionale regelingen en beleid)

- De juridische do's en don'ts van de postcoderoosregeling (Hanze)
- Lokale energiesystemen (HU).

Voorbeeld 7: Sociaal Economisch onderzoek

Titel EnergySense

Hogeschool: Hanzehogeschool

Omschrijving: EnergySense is een longitudinaal bevolkingsonderzoek en field lab dat mede door een proeftuinsubsidie van SNN tot stand is gekomen. EnergySense is op dit moment een ICT-infrastructuur waarmee het energieverbruik van huishoudens (slimme meterdata aangevuld met data vanuit andere bronnen) inzichtelijk gemaakt wordt. Hiernaast krijgen de aangesloten huishoudens vragenlijsten omtrent het energieverbruik en duurzaam gedrag. De HG wil graag een actieve leer- en experimenteeromgeving met de aangesloten huishoudens realiseren waarin nieuwe ideeën getest kunnen worden die gericht zijn op het verminderen en verduurzamen van het energieverbruik van huishoudens. Hiernaast is een van de pijlers het versterken van het innovatief vermogen van het MKB door nieuwe producten en diensten met groepen aangesloten huishoudens (communities) te ontwikkelen en te testen. Een goede vastlegging van resultaten zorgt er bovendien voor dat in een diverse praktijk (verschillen in huizen, gezinssamenstelling, leeftijd, etc.) bepaald kan worden welke maatregelen voor verschillende typen woningen en huishoudens geschikt zijn. Dit helpt huishoudens, maar ook bedrijven in de ontwikkeling van hun producten en het gericht kunnen aanbieden ervan. Met EnergySense wil de HG de komende jaren bijdragen aan het ontwikkelen van energie-oplossingen voor de toekomst. Op dit moment nemen er ongeveer 700 huishoudens deel aan EnergySense en zijn verschillende midden- en kleinbedrijven, startups en energiecoöperaties bij de field lab betrokken.

Website: <https://www.hanze.nl/nld/onderzoek/speerpunten/energie/energysense>

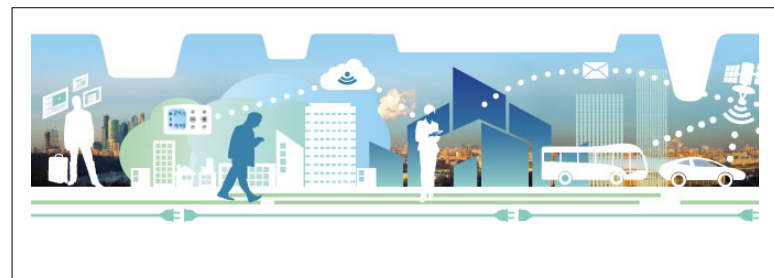


Voorbeeld 8: Sociaal Economisch Onderzoek

Titel U SMILE (urban smart incentives for life enhancement)

Hogeschool: Hogeschool van Amsterdam (i.s.m. VU, TUD, RUG)

Omschrijving: Het faciliteren van nieuwe duurzame technologie middels incentives of andere barriere-verlagende maatregelen staat centraal in U SMILE. Voor de Gemeente Amsterdam onderzoekt de HVA welke incentives kunnen helpen bij het uitvoeren van het convenant met de taxibranche om alle taxi's in Amsterdam in 2025 uitstootvrij te krijgen. Hierbij doet de HVA data-onderzoek en effectstudies naar huidige maatregelen. Ook wordt onderzocht hoeveel (snel)laadinfrastructuur moet worden opgezet ter facilitering van de taxisector om elektrisch te rijden. Samen met een andere partner, de Arena, wordt gekeken welke incentives kunnen worden opgezet om



bezoekers van het Arena gebied op piekmomenten te redirecten via andere, rustiger routes. Plaatsen van laadinfrastructuur wordt hierbij onderzocht. Subsidie van SURF.

Website: <https://sbe.vu.nl/nl/afdelingen-en-instituten/spatial-economics/research/projects/u-smile/index.aspx>

Onderzoek in de toekomst

Om de uitdagingen van de toekomst goed op te pakken, voorzien we dat nieuw onderzoek nodig is op de volgende thema's:

- Dienstenontwikkeling van de lokale energie beweging (Hanze)
- Dienstenontwikkeling ter ondersteuning van energieregisseurs (HU)
- Ketensamenwerking voor energie- en kostenefficiënt renoveren (HS, HU, Windesheim)
- NoM en bewonersgedrag (HU)
- Community based circulair retrofit: community based processes (participatory approach and adoption of innovations), communicatie en participatie strategieën voor bewoners, integrale aanpak voor circulaire renovaties (Zuyd, Avans).
- Nieuwe/alternatieve verdienmodellen: waaronder ook maatschappelijke verdienmodellen (HU)

Hoofdstuk 4: SAMENWERKING MET DE PRAKTIJK

Bij het praktijkgerichte karakter van het hogeschoolonderzoek hoort tevens het in interactie met de praktijkpartners vaststellen van de onderzoeksvragen. Dat zorgt ervoor dat de vragen van het betrokken MKB, overheden, maatschappelijke organisaties en/of burgerinitiatieven beantwoord worden, dat er tastbare resultaten uit een project komen waar zij op zitten te wachten, zodat innovaties daadwerkelijk opgeschaald kunnen worden. Bij het samenwerken met de praktijk gaat het niet alleen om kennisoverdracht van hogescholen naar de praktijk, maar vooral om het gezamenlijk innoveren met een actieve rol van de praktijk. Denk bijvoorbeeld aan de inzet van expertise van praktijkpartners rondom oppakken, uitvoeren en opschalen.

De betrokken lectoraten in het Platform hebben allen een uitgebreid netwerk van praktijkpartners. Veelal zijn dit regionale netwerken (zowel MKB, grote bedrijven als overheden en overige maatschappelijke partners). In sommige gevallen naast regionaal en nationaal, ook internationaal.

Voorbeeld 8: Samenwerking met de praktijk

Titel: *Celsiushu.nl*

Hogeschool: *Hogeschool Utrecht (HU)*

Omschrijving: *Het Amerikaanse ministerie van Energie organiseert om de vier jaar de Solar Decathlon Challenge. Daarin staat het bouwen van een duurzaam huis centraal. Hogeschool Utrecht is de enige instelling voor hoger onderwijs uit de Europese Unie die in de finale van deze duurzaamheidsolympiade in Denver heeft gestaan, met het team Selficient in 2018. Het team in 2020 van de hogeschool heet 'Celsius'. Studenten vanuit verschillende opleidingen werken mee om de deelname aan de wedstrijd mogelijk te maken..*

Het Denver huis staat nu op Utrecht Science Park en wordt daar ingezet voor onderzoeksdoeleinden met en voor de praktijk. De duurzame woning is gemaakt van houten panelen, die mensen zelf in elkaar kunnen schuiven. Een toekomstconcept, van energieleverend en circulair bouwen. De samenwerking met de praktijk mondde uit in een onderwijsinnovatieprogramma: Wonen 3.0. De onderwijsinnovatie kreeg vorm met challenge based education.

De doorlopende ontwikkeling van duurzame woningen in de Solar Decathlon, is een voorbeeld van dynamisch praktijkgericht onderzoek. Dit onderzoek wordt, aldus de Vereniging Hogescholen, steeds meer gezien als een belangrijke drijvende kracht achter innovatie. De kennis die voortkomt uit praktijkgericht onderzoek is direct toepasbaar in de praktijk. Het gaat hierbij zowel om bestaande kennis die door hogescholen toegankelijk en toepasbaar wordt gemaakt, als om nieuwe kennis die door de hogescholen ontwikkeld en gedeeld wordt in onderwijs- en praktijksituaties. Daarmee leveren de hogescholen een essentiële bijdrage aan de sociaal-economische ontwikkeling van het bedrijfsleven en met name het mkb, publieke organisaties, het beroepenveld en de regio.

Partners: Het team werkt samen met een groot aantal partners in de praktijk, waaronder een bedrijf in België dat wereldwijd bekend is van de zogeheten houtframebouw. De partners uit het Centre of Expertise Smart Sustainable Cities staan het team bij met adviezen, daarbij is met name BAM een belangrijke partij gebleken. Het Centre of Expertise Smart Sustainable Cities is een publiek private samenwerking.

Website: <https://www.selficient.nl/home/default.aspx>

Afbeelding: <https://www.selficient.nl/home/default.aspx>



De samenwerking in deze onderzoeksagenda van het Lectoren Platform Urban Energy biedt de praktijkpartners:

- de mogelijkheid om scenario's uit te werken en door te laten rekenen
- kansen tot deelname aan projecten met (inter)nationale scope (bijvoorbeeld grote energietenders) die interessant zijn voor grote innovatieve praktijkpartners
- MKB kan profiteren van grotere netwerk/ kennisopbouw via het regionale netwerk van de hogescholen – lectoraat maakt deel uit van regionaal kennis- en innovatie ecosysteem.
- Doorlopende aanscherping van missie en visie biedt een stip aan de horizon voor de praktijk
- Mogelijkheden van cross sectorale praktijk oplossingen
- Vergroting van de vindbaarheid van de expertise bij hogescholen (drempel naar andere lectoraten wordt verlaagd, en toegang tot talenten: studenten en aankomend professionals)
- Mogelijkheden voor bedrijven om zich aan bepaalde thema's te verbinden en zich hiermee te profileren.
- Aanspreekpunt voor grotere overheden / bedrijven
- Realiseren van demonstrators om ervaring op te doen met nieuwe (renovatie)technieken.
- Aan te haken bij experimenteeromgevingen in de vorm van Living Labs, fieldlabs en lab-faciliteiten.

Een belangrijk neveneffect van de intensievere samenwerking tussen bedrijven en lectoraten, die door het nationaal lectorenplatform Urban Energy op de hiervoor omschreven wijze wordt gefaciliteerd – is de toegang van bedrijven tot toekomstige medewerkers en de versterking van de invloed van praktijkvraagstukken op de inhoud van het hoger beroepsonderwijs. Daardoor ontstaat de beschikking over goed opgeleide medewerkers, die op een toekomst in de energietransitie zijn voorbereid.

Door meer themagericht aan praktijkgericht onderzoek te werken, ontstaat een beter zicht op wat er op onderwerpen gebeurt per hogeschool, of in samenwerking tussen hogescholen. Mooie voorbeelden hiervan zijn te vinden in Innovatie labs, Challenges/student competities, Living Labs, etc. Door een beter inzicht in de mogelijkheden en thema's, wordt het voor de praktijk toegankelijker om zich aan praktijkgericht onderzoek te verbinden. Daarbij kan het zelfs tot de mogelijkheden behoren om als MKB bedrijf een deel van je eigen Research & Development activiteiten te beleggen in nauwe samenwerking met een hogeschool. De frisse blik van studenten.

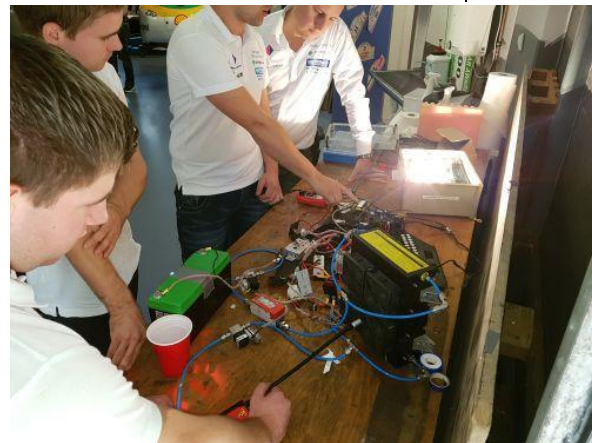
Voorbeeld 9 samenwerking met de praktijk

Titel: 'HYDROVA: Validatie van brandstofcelsystemen voor toepassing binnen de duurzame energievoorziening' (RAAK.MBK.06.011)

Hogeschool: HAN, lectoraten Automotive Research en Duurzame Energie

Omschrijving: In dit project wordt samen met een netwerk van 11 regionale MKB's, 2 grotere bedrijven, de regionale stichting KIEMT, de Gemeente Arnhem, de Provincie Gelderland, TU Delft, en het HAN Centre of Expertise SEECE, gewerkt aan het testen en valideren van waterstof- en brandstofcelsystemen met technologie ván en vóór de betrokken partners. Hiermee wordt voortgebouwd op de jarenlange ervaring met waterstofsyste men binnen Automotive Research en de hernieuwde aandacht voor waterstof als energieopslag vanuit Duurzame Energie. Vanuit dit project wordt het HAN waterstoflab in samenwerking met het Clean Mobility Centre (CMC) en Industriepark Kleefse Waard (IPKW) uitgebreid naar een zichtbare regionale waterstoflab als shared facility voor toegepast onderzoek naar waterstofsyste men. Studenten worden hierbij betrokken via semesterteams (projecten) en als stagiairs en afstudeerders bij de betrokken partners. Er wordt onderzocht of er een succesvol regionaal waterstofcluster ontwikkeld kan worden met de HAN als centrale en onafhankelijke spil.

Website: <https://www.han.nl/onderzoek/kennismaken/technologie-en-samenleving/lectoraat/duurzame-energie/projecten/>



Voorbeeld 10 Samenwerking met de praktijk

Titel Window of the Future (Raak pro 02.145)

Hogeschool: Zuyd Hogeschool

Omschrijving: In dit project wordt samengewerkt met de bedrijven Kriya Material B.V., OMT Solutions, Physee, TNO en BMT, stadsregio Parkstad Limburg, Universiteit Maastricht en de U-Hasselt aan het ontwikkelen van nieuwe nano-coatings die bijdragen aan een vermindering van het energieverbruik van huizen en gebouwen. Binnen het project zijn drie lectoraten van Zuyd betrokken.

Er worden infrarood regulerende coatings ontwikkelen die de warmte binnen in de winter en buiten in de zomer binnen houden. Deze coatings zullen naar verwachting sterk bijdragen aan een vermindering van het energieverbruik. Er zullen coatingmaterialen worden ontwikkeld voor de toepassing op ramen, die transparant zijn voor zichtbaar licht om maximaal daglicht het gebouw binnen te laten, en tegelijkertijd de transmissie en reflectie van IR-warmte regelen. De ramen zullen worden getest en gevalideerd worden in real-life test opstellingen. Daarnaast wordt de sociale acceptatie van dit soort nieuwe technieken onderzocht door bewoners, lokale overheid, woningcorporaties en bedrijven.

Website: <https://www.nwo.nl/onderzoek-en-resultaten/onderzoeksprojecten/i/52/29152.html>



Hoofdstuk 5: IMPLEMENTATIE IN HET ONDERWIJS

De uitdaging

De energietransitie en toekomstige ontwikkelingen vragen om andere vaardigheden, kennis en houdingen van (aankomende) professionals. Het is daarom van belang om de resultaten van het praktijkgericht onderzoek ook goed te verbinden aan het onderwijs.

In deze onderzoeksagenda geven de vier genoemde thema's een logische ordening aan de overkoepelende onderzoeksopgave. In het onderwijs wordt echter met name lesgegeven in disciplines c.q. specifieke kennisgebieden, die vaak ook nog eens geconcentreerd zijn rondom technische, organisatorische of sociale kennisdomeinen. Voor de multi-stakeholder uitdagingen die de energietransitie met zich meebrengt, is het essentieel dat professionals in de praktijk kennis hebben van meer dan één kennisgebied en oplossingen kunnen vinden voor uitdagingen voortkomend uit verschillende (opleidingsoverstijgende) thema's. Interdisciplinair kunnen samenwerken in multidisciplinaire teams is daarom essentieel voor aankomend professionals.

Studenten doorlopen hun curriculum in een min of meer vaste dynamiek, waarbij zij met onderzoek en de beroepspraktijk te maken krijgen in steeds groter wordende onderwijsblokken met projectopdrachten, met uiteindelijk het afstudeerwerk. Deze onderwijsblokken kennen doorgaans vaste startmomenten in het cursusjaar. De dynamiek in zowel de beroepspraktijk als in het onderzoek is veel minder voorspelbaar. Externe factoren zoals de timing van een opdrachtgever zijn bepalend. En ook de omvang kan heel verschillend zijn, waarbij met name onderzoeksprojecten doorgaans een flink langere looptijd hebben dan de onderwijsblokken. Tegelijkertijd zorgt onderzoek voor een constante vernieuwing van kennis: wat gisteren relevant was kan na onderzoek van vandaag morgen al niet meer (zo) relevant zijn en de behoefte aan nieuwe kennis oproepen. Deze nieuwe kennis kwam echter, meestal vertraagd, terug in het lesprogramma bij een update van onderwijs curricula. De verbinding van onderzoek en onderwijs steeds meer verbonden worden ontstaat een versnelling, waarbij nieuwe kennis directer door kan vloeien naar het onderwijs. Met name living labs en field labs van het lectorenplatform zorgen voor een directe koppeling tussen onderwijs en innovatieprojecten, zodat studenten een rol kunnen spelen in die projecten en zo met de nieuwste technieken/processen in aanraking komen. Daarmee houden we ook de skills up to date.

Geïnspireerd door de positieve ervaringen met het onderzoeksatelier aan de HU, de innovatielabs en de living labs die steeds vaker ontwikkeld worden bij verschillende hogescholen, is gebleken dat de opzet van – we noemen het hier Onderwijs & Onderzoek (O&O) Innovatielab's - een goede structuur kunnen bieden voor de integratie van onderzoek en onderwijs. Het gaat daarbij om het mogelijk maken van thematisch gekoppelde doorlopende leerlijnen bestaande uit diverse onderwijsblokken (waaronder minor, afstuderen, master, promotieonderzoek en straks waarschijnlijk ook het Professional Doctorate traject), die te verbinden zijn aan het onderzoek bij de hogeschool. Studenten en professionals kunnen in deze structuur gebruik maken van kennismodules en onderzoek uitdagingen, passend in de filosofie van een LevenLangLeren. De ontwikkelingen rond proeftuinen en learning communities werken hierbij versterkend.

Onmisbaar voor zowel onderwijs en onderzoek zijn goede faciliteiten. Fysieke faciliteiten zijn echter kostbaar om op te zetten en in stand te houden. Juist ook om die reden is een belangrijke meerwaarde van het lectorenplatform een overzicht te bieden van wat al beschikbaar is en behoefte aan fysieke faciliteiten te signaleren en te zoeken naar een mogelijke invulling ervan met regionale partners.

Uitgangspunten voor integratie onderzoek en onderwijs

Om voortgang te kunnen boeken rond de energietransitie in de stedelijke context en rekening te houden met bovenstaande uitdagingen hanteren we de volgende speerpunten:

- Verbinden onderzoeksagenda aan opleidingsagenda (o.a. door O&O innovatielabs), met daarbij:
 - Interdisciplinaire opdrachten voor multidisciplinaire teams;
 - Flexibele start en doorloop van projecten waarbij studenten en docent-onderzoekers de dynamiek van praktijk- en onderzoeksprojecten kunnen oplijnen met de dynamiek van de opleiding van de studenten;
 - Onderzoek- en projectbreakdown in blokken die integratie in de onderwijsstructuur mogelijk maken;
 - Verbinden bedrijven (praktijkbegeleiding) aan onderzoeksthema's.
- Continue vernieuwing van onderwijscurricula die studenten zowel state-of-the-art kennis van verdiepende disciplines in de context van onderzoeksthema's én onderzoek- en projectvaardigheden bijbrengen
- Teach the teacher: opleiden docenten/studentbegeleiders
- Inzichtelijk maken van het onderwijs in de eerste, tweede en derde cyclus.
- Inzichtelijk maken en uitbreiden fysieke faciliteiten/labs (het opleveren van een landschapskaart met alle faciliteiten/ labs, en het inzetten op het opzetten van gezamenlijke labs)
- Ontwikkeling van case study materiaal rond urban energy thematiek te gebruiken door docenten/onderzoekers in onderwijs curricula

Wat gebeurt er al in samenwerking in het hoger onderwijs?

Lectoren van bijna alle hogescholen dragen doorgaans bij aan curriculumvernieuwing in de verschillende onderwijs cycli. Ook worden soms specifieke onderwijsmodules zoals masters of minoren opgezet en 'uitgevoerd' vanuit lectoraten. Meestal betreft het dan een in-house minor van de desbetreffende Hogeschool. Vrijwel altijd worden stages en afstudeerprojecten ingezet ter versterking van het toegepast onderzoek, subsidieprojecten en bedrijfsopdrachten.

Aan verschillende hogescholen zijn de afgelopen jaren ook al initiatieven genomen tot het gebruik van onderwijsinstrumenten ten behoeve van de onderzoeksthema's vanuit het lectorenplatform Urban Energy. Hierbij wordt steeds meer de samenwerking tussen hogescholen opgezocht. Voorbeelden van dergelijke initiatieven, waar onderwijs en onderzoek samen komen vanuit de gebundelde krachten rond Urban Energy zijn:

- Challenges en wedstrijden:
 - Bijvoorbeeld de 'herontwerp-wedstrijd' - de battle om de Transition Zero Award: tussen studententeams van verschillende Hogescholen - gedragen door het lectoren platform Urban Energy; de deelname aan de Solar Decathlon in Utrecht.
- Minoren:
 - Voorbeeld is de minor Smart Sustainable Cities: waaraan (internationaal) wordt meegewerkt door het hoger onderwijs, waar jaarlijks de ontwikkeling van een duurzaam handelingsplan voor een concrete wijk of straat onderdeel van uitmaakt. Aan deze minor kunnen studenten deelnemen van alle hogescholen, op dit moment nemen studenten deel van HU, Avans, Saxion en HvA;
- Living Labs en onderzoeksateliers en projecten met bedrijven:
 - Voorbeeld is een onderzoeksatelier: oorspronkelijk opgezet als een afstudeeratelier voor studenten van de bouwkunde, bedrijfskunde en engineering & design opleidingen

aan de HU. Nu uitgegroeid tot een onderzoeksatelier waarin zowel 2e jaars, 3e jaars en 4e jaars studenten van een grote variëteit aan technische en niet-technische opleidingen meedraaien in onderzoeksprojecten uitgevoerd met en soms ook bij verschillende bedrijven in de praktijk. Studenten van de HU en van Inholland hebben deelgenomen in het onderzoeksatelier.

- Voorbeeld is Change Agencies (Hanzehogeschool). De Energy Transition Community (ETC) leidt een nieuw type professional op. Studenten kunnen deelnemen aan het programma van de ETC, met afstudeeronderzoek, stage, of projectdeelname. Multilevel (beroepsopleiding - bachelor - master), multidisciplinaire (technische, zakelijke, communicatie, juridische perspectieven), kennisuitwisseling en netwerken zijn sleutelkenmerken van ETC. Daarnaast wordt individuele of groepscoaching geboden en Meet ups, gericht op de persoonlijke -, team- en netwerkontwikkeling van het individu, en het programma is doorspekt met gastsprekers, workshops en kennisuitwisselingsevenementen.
- Bijvoorbeeld de praktijkprojecten, zoals de Engineering semester projecten bij de HAN en de [Quest projecten](#) bij de HU, multidisciplinaire projecten waarbij aan opdrachten van bedrijven gewerkt wordt.
- Voorbeeld is het City Deal project Kennis Maken waar circa vierhonderd studenten hebben gewerkt aan interdisciplinaire opdrachten rond circulaire en inclusieve wijken in twee wijken in Maastricht (2019) . Dit waren studenten van Zuyd (o.a. BBE, FM, social works, ergotherapie, ICT), en de Universiteit Maastricht. Daarnaast hebben studenten van KU Leuven, Breda University, Birzeit University-Palestine, TU Berlin en de Brandenburgische TU aan de internationale Designweek rond dit project meegedaan. <https://www.nwo.nl/onderzoek-en-resultaten/onderzoeksprojecten/i/01/33001.html>
- Ander voorbeeld is het SURD-Atelier waar vierdejaars BBE-studenten een week lang werken aan onderzoeksvragen vanuit de lopende onderzoeksprojecten van het lectoraat Smart Urban Redesign (Zuyd).
- Internationale programma's:
 - Bijvoorbeeld ESSENCE: een online (e-learning) programma rondom de ontwikkelingen op het gebied van Smart Sustainable Cities, opgezet door een internationaal verband van hoger onderwijs (in Nederland de HU), waarin verschillende teach-the-teacher stafftrainingen.
 - European Real Life Learning Lab Alliance (Eurl3A, 2013-2014): een erasmus+ project waarin onderwijsmodules zijn opgezet rond living labs (Nzeb) om samenwerking tussen kennisinstellingen, bedrijfsleven en onderzoek te bestendigen in Real Life Living Labs (Zuyd, CHRI, University of Ljubljana, Medtronic, CTU FCE, CTU UCEEB, VUPS uit Tsjechie).
- Nationale en/of regionale programma's:
 - Wonen 3.0: In 2017 opgestart bij de HU om een structurele inbedding mogelijk te maken van praktijkgericht onderzoek met hbo studenten, waar naast kennisdragers ook onderzoeksfaciliteiten ter beschikking staan van opleidingen, onderzoeksteams en bedrijven.
- Master en post hbo onderwijs:
 - IDES-EDU: een master en post-hbo set van opleiding- en trainingsmodules voor multidisciplinaire teams in de bouw, voortgekomen uit een EU-project (2011-2013) waar de HSZuyd en CHRI aan hebben deelgenomen.
 - De master Urban Area Development, die gezamenlijk ontwikkeld is en aangeboden

wordt in de samenwerking Saxion en HU.

- o De European Master in Renewable Energy (EMRE), en de European Master in Sustainable Energy System Management (SeSyM) die de Hanzehogeschool samen met andere Europese universiteiten uit het EUREC-netwerk heeft ontwikkeld. De master Energy for Society (E4S).

Voorbeeld 11: implementatie in onderwijs

Titel: semesterprojecten Engineering

Hogeschool: HAN, HU en HvA

Omschrijving: De Engineering-opleidingen elektrotechniek, werktuigbouwkunde, industrieel product ontwerpen en technische bedrijfskunde hebben een gezamenlijke structuur, van waaruit meer multidisciplinair en projectmatig gewerkt wordt. Zo zijn er bij de HAN semesterprojecten in het 2e, 3e en 4e semester waarin studententeams werken aan 'bedrijfsopdrachten'. Bij de HU zijn er de Quest projecten, die een semester omvatten. Ook bij de HvA zijn er vergelijkbare projecten.

Een deel van de bedrijfsopdrachten worden geleverd vanuit de lectoraten. Zo heeft het HAN lectoraat Duurzame Energie in 2017 vanuit haar project 'HYDROVA: Validatie van brandstofcelsystemen voor toepassing binnen de duurzame energievoorziening' een opdracht geleverd over een vuilniswagen op waterstof voor de Gemeente Arnhem, en zal in 2018 een opdracht vanuit het project 'CONSOLE:

Ontwikkeling van geconcentreerde zonne-energiesystemen voor commerciële toepassingen' naar een compact en aantrekkelijk systeem voor geconcentreerde zonne-energie bij daklichten uitgevoerd worden.

Het HU lectoraat Nieuwe Energie in de Stad heeft over de afgelopen jaren verschillende opdrachten voor Quest projecten aangeleverd of geïnitieerd. Bijvoorbeeld over energiereductie in het Gemeentehuis van Houten, en verschillende Nul-op-de-Meter vraagstukken. Voorbeelden van de HU Quest projecten zijn te vinden op de website.

HvA lectoraat Energie en Innovatie levert jaarlijks uit meerdere lopende onderzoeksprojecten opdrachten voor het 2de en 4e jaars innovatielab.

HAN Website: <http://specials.han.nl/themasites/engineering/ondernemingen/onderwijsprojecten/>

HU Website: <https://sites.google.com/view/hu-ied-quest/homepage>



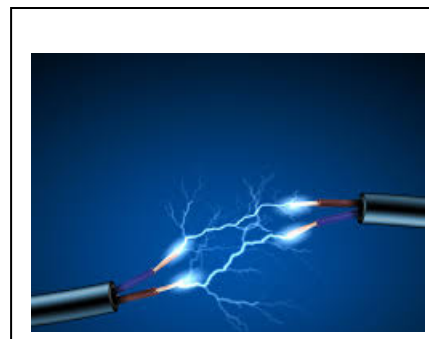
Voorbeeld 12: implementatie in het onderwijs

Titel 'Gelijkspanning breng(t) ons verder'

Hogeschool: De Haagse Hogeschool

Omschrijving: Gelijkspanningstechnologie in het curriculum van Elektrotechniek

De opzet van het curriculum van de opleiding Elektrotechniek aan De Haagse Hogeschool verandert. De komst van het onderwerp 'Gelijkspanning' of DC zorgt voor een aantal aanpassingen. De kern hiervan is dat 1) Energietechniek meer aandacht krijgt in vakken, practica en projecten en 2) dat integratie van (vermogens)Elektronica, Energietechniek en Embedded Systems



heel belangrijk wordt met het oog op ons toekomstig energiesysteem.

Vanuit toegepast onderzoek en nauwe samenwerking met bedrijfsleven (zoals ABB Nederland, Siemens Nederland, Liander, Direct Current b.v., Simulation Research b.v.) worden nieuwe kennis en nieuwe inzichten opgedaan. Dit heeft al geresulteerd in twee nieuwe cursussen (theorie ondersteund met practica) op het gebied van vermogenselektronica. Met support vanuit de RAAK Top-Up regeling wordt het hele curriculum nu verder aangepast. Vanaf eind 2017 werkt De Haagse Hogeschool samen met research-universiteiten (TU-Delft, KU-Leuven, RWTH Aachen) en diverse universiteiten en hogescholen in Europa en Zuid-Afrika. In een zelf gestart ERASMUS+ voorstel wordt met elkaar een 'DC' curriculum ontwikkeld, inclusief vakken en practica en wordt uitwisseling en doorstroming beter mogelijk.

***Website:** <https://www.dehaagsehogeschool.nl/samenwerken/zet-een-student-docent-of-lector-in/projecten/gelijkspanning>*

Wat betreft fysieke labs en onderzoeksfaciliteiten is er het volgende aanwezig bij de verschillende hogescholen:

- AVANS: onder andere onderzoeksfaciliteiten gericht op onderzoek aan bio-energie.
- Haagsche Hogeschool: Betafactory waarin het toegepast onderzoek gefaciliteerd wordt, sterk gericht op gelijkstroom.
- HAN: Uitgebreide technische faciliteiten vanuit de engineering-opleidingen (Applied Research Lab Engineering, ARLE) waaronder werkplaatsen en 3-D printfaciliteiten. Daarnaast het SolarDEMOLab waar onderzoek en prototype-ontwikkeling van duurzame energie-technologie plaatsvindt, met name hoog-geconcentreerde zonne-energie en het HAN Waterstoflab voor ontwikkelen, testen en valideren van waterstofsysteemen.
- Hanzehogeschool: het Energy Transition Centre (Entrance) bevat een grote range aan faciliteiten rondom energieonderzoek op macro niveau, maar ook op gebied- of gebouwniveau (o.a. HeatHouse). In 2017 is BuildinG opgeleverd waar o.a. onderzoek naar aardbevingbestendig bouwen uitgevoerd kan worden ([lees meer: Entrance](#))
- Hogeschool Rotterdam: Heijplaat bevat zowel installatietechnische faciliteiten als een gevel testfaciliteit.
- HSZUYD: Wijk van Morgen is door de Hogeschool samen met het MBO en lokale bedrijven opgezet. Vanwege het aflopende karakter van de wijk worden op de Brightlands-campus in Geleen testgebouwen gerealiseerd voor het testen van nieuwe producten voor de energietransitie gebouwde omgeving. Daarnaast zijn er Real-Life Living labs in samenwerking met woningcorporaties en bedrijven waar bestaande woningen (circulair) zijn/ worden gerenoveerd naar energieneutraal (Drive-0, Superlocal, Modlar, TIORC).
- HU: Praktijkfaciliteiten zoals het Energielab, de duurzame energie proeftuin op het dak en het renovatielab, staan allemaal in het teken van onderzoek aan energieneutrale gebouwen. Duurzame opwekking (warmte, koude of elektriciteit), opslag (korte termijn en lange termijn warmte, elektriciteit), distributie en afgifte en natuurlijk ook energiemanagement systemen en monitoring (in het lab of op locatie). Met de realisatie van het Denver House (Wonen 3.0), is een volledig bewoonbare onderzoekwoning beschikbaar.
- HSWindesheim: faciliteiten voor onderzoek en ontwikkeling op gebied van installaties en installatietechniek.
- HVA: heeft ICT-faciliteiten & database ingericht voor het beheren en monitoren van transacties op publieke laadinfrastructuur, practicumfaciliteiten (energy trainer) voor 1^e en 2^e jaars engineers, een engineer lab voor biocomposieten en bioplastics (inc. 3d printing)
- Inholland: Deze hogeschool heeft goede onderzoeksfaciliteiten voor onderzoek en ontwikkeling van composieten. Daarnaast is onlangs ook IDEA (Incubator Duurzame Energie Alkmaar)

opgezet, een broedplaats en landingsplek voor lokale bedrijven gericht op duurzame energie toepassingen en bevat ook enkele specifieke onderzoeksfaciliteiten daartoe.

- Saxion: De labs op het gebied van energie zijn:- lab voor energietechnologie te Enschede- smart energy lab te Enschede - lab voor bio-energie en procestechnologie te Enschede- lab voor bouwkundige innovaties, smart Tinylab te Enschede - BIM-lab te Enschede- business model lab te Deventer.

Tot slot vindt ook afstemming tussen hogescholen plaats, via Teachers Learning rond Energy – een platform waarbij de energy teachers kennis en ervaringen uitwisselen.

Voorbeeld 13: implementatie in het onderwijs

Titel Case study

Hogeschool: Hogeschool van Amsterdam

Omschrijving:

Binnen het LEVVLogic project (Raak MKB, SIA) is een case study ontwikkeld voor 2-3^e jaars elektrotechniek/energie studenten, op basis van onderzoek uitgevoerd bij 1 van de praktijkpartners. Concreet is een onderwijs-opdracht beschreven voor een wagenparkbeheerder die zijn vloot elektrisch wil maken, maar zorgen heeft over de mogelijke verzwaring van de netaansluiting (en gepaard gaande kosten). In de case study worden gegevens gedeeld over de huidige aansluiting, een aantal rijprofielen en kosten van aansluitingen zodat de studenten kunnen rekenen aan de case en advies kunnen uitbrengen of en onder welke voorwaarden kan worden uitgebreid.



Website: <https://www.hva.nl/kc-techniek/gedeelde-content/contentgroep/levv/levv.html>

Hoofdstuk 6: TOT SLOT

De lectoraten die zich verbonden hebben in het NLP UE willen zich, afhankelijk van hun expertise en specialisme, voor de hiervoor omschreven thema's inzetten.

Als een eerste stap in 2017 heeft het lectoren platform Urban Energy, TKI-Urban Energy en topsector Energie, het initiatief genomen voor een kwalitatief onderzoeksproject dat focust op de inhoudelijke vragen bij MKB bedrijven in het domein Urban Energy en de verbinding met praktijkgericht onderzoek. Hoe vinden de MKB bedrijven op dit moment de weg naar praktijkgericht onderzoek, en kan dit nog verbeterd worden? Dit onderzoek, genaamd "Praktijkgericht onderzoek voor Urban Energy – de rol van lectoraten en hogeschoolonderzoek gezien vanuit het perspectief van het innovatief MKB" is gesteund vanuit de HCA Topsector Energie en RVO (2017, E. Knol en Velzing E.J.). Het onderzoek heeft destijds op onderdelen tot een aanscherping op de onderzoeksagenda geleid, met name met betrekking tot de wijze waarop lectoraten samenwerken met het MKB. Het onderzoeksrapport is te vinden als publicatie op de website van het Nationaal Lectoratenplatform Urban Energy www.nlurbanenergy.nl.

Een tweede product van dit platform, tevens te vinden op de website, is een nationale (dynamische) onderzoekaart, waarin regionale praktijkonderzoek clusters zichtbaar en vindbaar worden. Via de onderzoekaart op de website wordt duidelijk wie met welk thema bezig is. Daardoor wordt de toegang tot praktijkgericht onderzoek toegankelijker en laagdrempelig. Direct inzichtelijk wordt het voor een ieder waar een betreffende onderzoeksgroep aan werkt en hoe contact opgenomen kan worden met de onderzoeksgroep rond een lectoraat. Op deze website wordt voorliggende onderzoeksagenda Urban Energy van het Nationaal Lectoratenplatform gepubliceerd. Tevens worden bijeenkomsten die relevant zijn aangekondigd via deze website. De voorliggende onderzoeksagenda zal de komende jaren geactualiseerd worden in doorlopende afstemming op praktijkvragen en onderwijsontwikkelingen. Geïnteresseerden kunnen betrokken blijven via de betrokken lectoraten (contactgegevens op de website), nieuwsberichten op de website en via reguliere (thematische) bijeenkomsten.

Samenwerking stopt niet bij het vaststellen van de huidige situatie. Eén van de kansrijke manieren om de onderzoeksonderwerpen in integraliteit uit te werken is een gezamenlijke scenario-aanpak. In projectverband kunnen scenario's als volledig elektrisch, collectieve warmtestrategieën op blok- en/of districtsniveau en waarin al dan niet gebruik wordt gemaakt van verschillende circulaire strategieën worden doorgerekend en geëvalueerd, gebruikmakend van elkaars aanvullende expertise. De agendering van de thema's en een wijze vinden hoe vanuit gezamenlijkheid de energietransitie te versnellen is, vormt de komende jaren de uitdaging voor het Nationaal Lectoraten Platform Urban Energy.

De lectoraten zullen bij het uitvoeren en nader toespitsen van deze onderzoeksagenda blijvend de aansluiting zoeken op (inter)nationale ontwikkelingen, andere onderzoeksagenda's en ook op financieringsmogelijkheden. Daartoe is recent o.a. aangesloten bij BTIC en NERA. De lectoren bekrachtigen hun samenwerking in Urban Energy door continu volgende stappen te blijven zetten. De gezamenlijke inzet voor deze onderzoeksagenda is bij deze in een tweede versie vastgelegd en wordt in de toekomst weer verder bijgewerkt.

De thematische focus in de onderzoeksagenda geeft praktijkpartners de mogelijkheid om gericht de samenwerking met hogescholen aan te gaan op de diverse thema's binnen de verschillende onderzoekslijnen. De onderzoeksthema's zijn onderling nauw verbonden en dragen integraal bij aan de versterking van het domein Urban Energy in Nederland.

Deze onderzoeksagenda is tot stand gebracht door de lectoren die samenwerken in het Nationaal Lectoren Platform Urban Energy. Alle betrokkenen bij het platform zijn in staat gesteld om bij te dragen aan de tekst, speciale dank daarbij voor de bijdragen en commentaren vanuit de TKI Urban Energy en de HCA topsector Energie. De tekst is tot stand gekomen onder redactie van het Centre of Expertise Smart Sustainable Cities van de Hogeschool Utrecht. De inzet voor dit lectorenplatform is mede mogelijk gemaakt door Stichting Innovatie Alliantie. In 2020 hebben de betrokken lectoren (of onderzoekers uit de lectoraten) de teksten aangevuld en herschreven.

