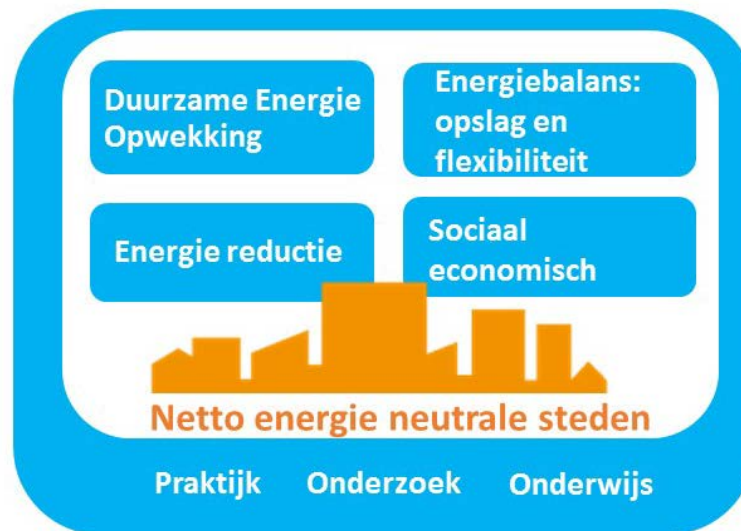




# Onderzoeksagenda

## Nationaal Lectoratenplatform

### Urban Energy



#### **Lectoraten:**

Energie en innovatie – Hogeschool van Amsterdam. Robert van den Hoed (lector)  
Energie en de gebouwde omgeving - de Haagse Hogeschool. Laure Itard (lector/ vacature)  
Opschaalbare energieneutrale innovatie – Hogeschool Rotterdam. Haico van Nunen (lector)  
Ruimtelijke Transformatie – Hanzehogeschool Groningen. Mieke Oostra (lector)  
Nieuwe energie in de stad – Hogeschool Utrecht. Ivo Opstelten (lector)/ Jan Willem Croon  
Innovatiemodellen duurzame energie – InHolland. Christoph Maria Ravesloot (lector)  
Duurzame energie – Hogeschool Arnhem Nijmegen. Mascha Smit (lector)  
Zonne-energie in de gebouwde omgeving – Zuyd Hogeschool. Zeger Vroon (lector) / Ronald Rovers  
Innovatie bouwproces en techniek – Avans Hogeschool. Emile Quanjel (lector)



## **Inhoud:**

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Hoofdstuk 1: INLEIDING .....                                         | 4  |
| Hoofdstuk 2: UITDAGING EN MISSIE.....                                | 6  |
| Hoofdstuk 3: VIER ONDERZOEKSLIJNEN .....                             | 8  |
| 1. ENERGIE REDUCTIE (Onderzoekslijn één) .....                       | 8  |
| De uitdaging .....                                                   | 8  |
| Onderzoeksthema's .....                                              | 8  |
| Wat gebeurt er in het hoger onderwijs op deze drie thema's? .....    | 8  |
| Onderzoek in de toekomst.....                                        | 9  |
| 2. DUURZAME ENERGIE OPWEKKING (Onderzoekslijn twee) .....            | 10 |
| De uitdaging .....                                                   | 10 |
| De onderzoeksthema's .....                                           | 10 |
| Wat gebeurt er in het hoger onderwijs op deze drie thema's? .....    | 10 |
| Onderzoek in de toekomst.....                                        | 11 |
| 3. ENERGIEBALANS OPSLAG en FLEXIBILITEIT (Onderzoekslijn drie) ..... | 14 |
| De uitdaging .....                                                   | 14 |
| De onderzoeksthema's .....                                           | 14 |
| Wat gebeurt er in het hoger onderwijs op deze vijf thema's? .....    | 14 |
| Onderzoek in de toekomst.....                                        | 16 |
| 4. SOCIAAL ECONOMISCH ONDERZOEK (Onderzoekslijn vier) .....          | 18 |
| De uitdaging .....                                                   | 18 |
| De onderzoeksthema's .....                                           | 18 |
| Wat gebeurt er in het hoger onderwijs op deze vijf thema's? .....    | 18 |
| Onderzoek in de toekomst.....                                        | 21 |
| Hoofdstuk 4: SAMENWERKING MET DE PRAKTIJK.....                       | 22 |
| 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 Lectoren Platform Urban Energy (NLP UE). Op deze wijze ontstaat er een nationale onderzoeksgroep over de verschillende hogescholen heen.

Het platform vult het gat op, wat 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 het bedrijfsleven en daarmee de ontwikkeling en uitwisseling van kennis te stimuleren.

De stip op de horizon waar het Nationaal Lectoren Platform Urban Energy naar streeft is de realisatie van Netto energie neutrale steden rond 2050. Het platform:

- richt zich op (toegepaste) innovatie;
- versterkt samenwerking tussen:
  - a) kennisinstellingen onderling
  - b) kennisinstellingen en bedrijven;
- 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;
- versnelt human capital ontwikkelingen door meer integratie en effectiviteit in de 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 als van overheden. 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 en overheden.

Het gaat daarbij om:

- Prioriteiten stellen en samen werken aan een integraal beeld/ coherente visie hoe de energie-neutrale stad eruit moet zien: dit leidt tot impact in de energietransitie;
- Samen sterker. Bijvoorbeeld in het vinden van *funding* (ook mogelijkheid om in grotere tenders mee te doen) en bundeling krachten (kennis & mankracht);
- 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.

Het onderzoeksveld van het platform Urban Energy heeft raakvlakken met diverse andere lectoratenplatforms. Waar wenselijk wordt samenwerking en afstemming opgezocht. Het gaat daarbij met name om: Lectoratenplatform Energievoorziening in Evenwicht (LEVE), Lectoratenplatform Biobased Economy, Lectoratenplatform Circulaire Economie, Lectoratenplatform Smart Cities and Citizens.

Onderzoek rond Urban Energy is uiteraard dynamisch. Na verloop van tijd zal de onderzoekagenda worden geactualiseerd.



## **Hoofdstuk 2: UITDAGING EN MISSIE**

In 2020 moet in Nederland 14 procent van alle energie duurzaam worden opgewekt, drie jaar later moet dit aandeel zijn gestegen tot 16 procent. Deze afspraken staan in het [Nationaal Energieakkoord \(NEA\)](#) dat is afgesloten door een groot aantal maatschappelijke organisaties en overheden. Daarnaast is in dit akkoord het doel opgenomen om 1,5 procent per jaar te besparen op energie. De nationale doelstellingen voor verduurzaming en energiebesparing zijn afgeleid van het Europese beleid: in 2030 moet de uitstoot van broeikasgassen in Europa met 40 procent zijn teruggebracht ten opzichte van 1990. Het percentage hernieuwbare energie moet dan 27 procent bedragen (2020: 20 procent). 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 (in 2050 moet de gehele gebouwde omgeving van het gas af zijn, in de visie omschreven door de Nederlandse regering) en het ontwikkelen en toepassen van allerlei alternatieven, zoals hoge mate van energiereductie (over de gehele functioneel-technische levensduur), (decentrale) opwekking van duurzame energie, integratie met elektrische mobiliteit, energieopslag en hergebruik van materiaal en energie

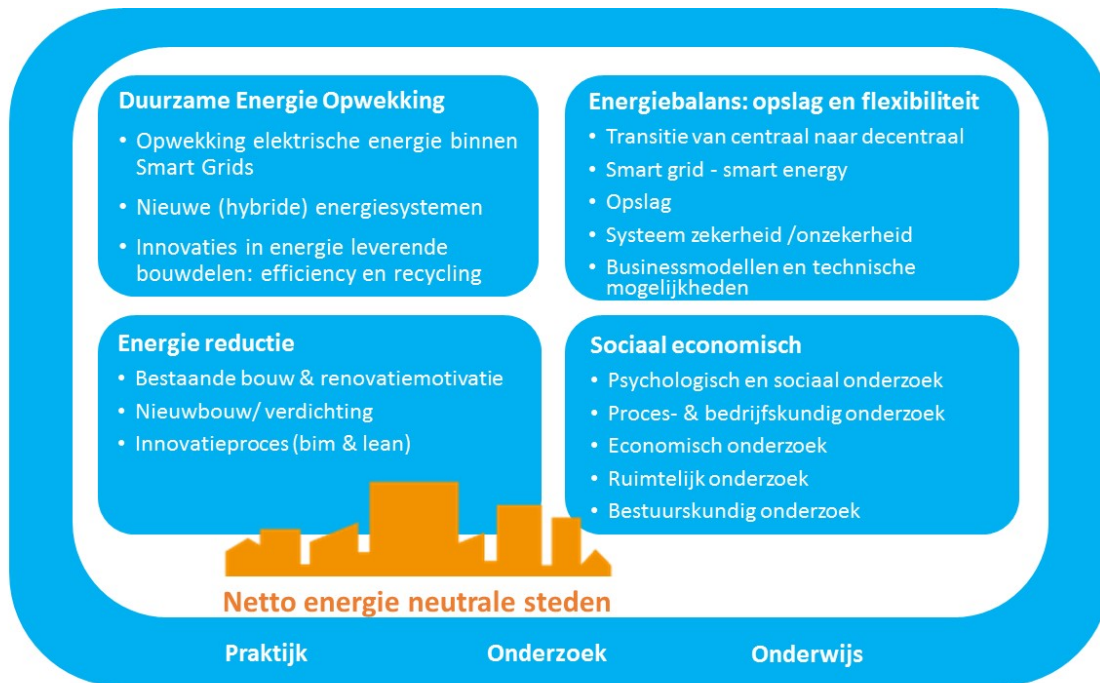
Inzet van nieuwe producten en diensten ter vervanging van traditionele energiestromen bieden nieuwe kansen. Zowel grote bedrijven als kleine MKB in de bouw-, energie- en installatieketen zijn actief betrokken bij productontwikkeling en innovatie. Deze innovatie vertaalt zich nog niet altijd in markttoepassing. Beschikking over goede werknemers, samenwerking en kennisdeling is 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 wordt door de opwekking van duurzame energie (thermisch, elektrisch, biomassa) binnen diezelfde gemeentegrenzen.”*

Het domein Urban Energy is breed en veelomvattend, zoals ook blijkt uit het [QUEM 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 programmalijnen zoals benoemd door [TKI Urban Energy](#), met daaraan toegevoegd het thema sociaal economische innovatie als belangrijk aandachtsgebied voortkomend uit het QUEM rapport, ontstaat een logische focus waar het platform Urban Energy gebruik van zal maken. De hoofddoelen worden geconcretiseerd met behulp van vier onderzoekslijnen (zie figuur 1):

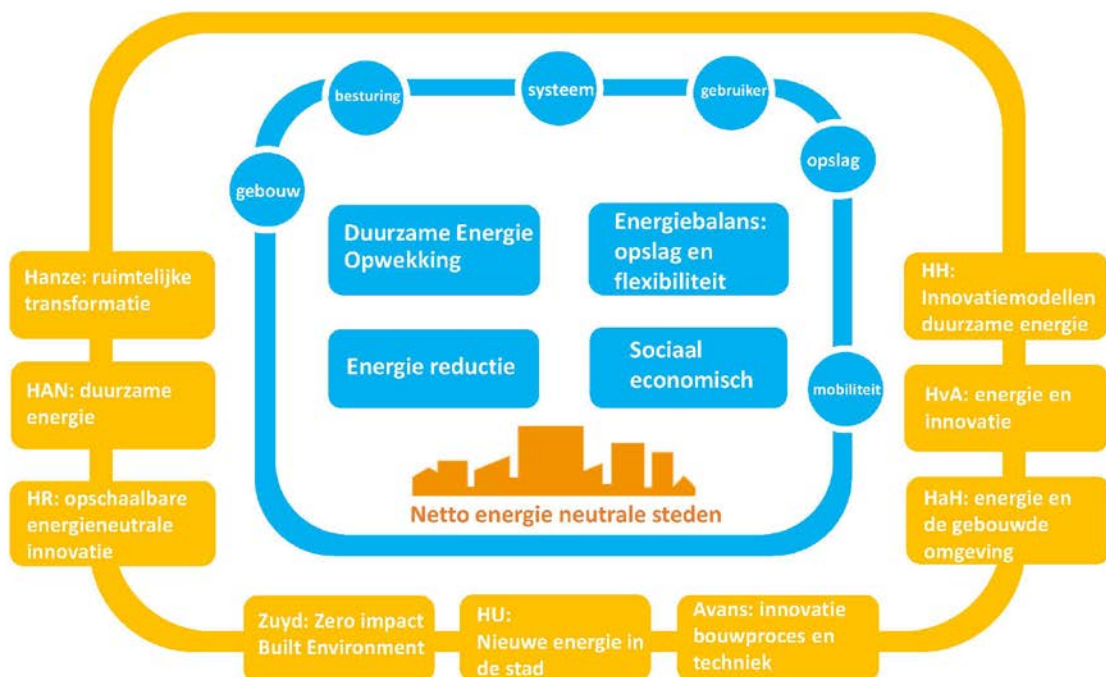
- 1) Energiereductie;
- 2) Duurzame energieopwekking;
- 3) Energiebalans: opslag en flexibiliteit;
- 4) Sociaal economische Innovatie.

De vier genoemde onderzoekslijnen, zijn als leidraad genomen bij het inrichten van een gezamenlijke onderzoekagenda. Per onderzoekslijn zijn een aantal thema's centraal gesteld als onderzoeksfocus voor de komende jaren. In hoofdstuk 3 worden deze nader toegelicht.



In de hoofdstukken 4 en 5 wordt nader ingegaan op de verbinding met de praktijk en met het onderwijs.

Onderstaand plaatje geeft weer welke deelnemende lectoraten/hogescholen in het Lectoratenplatform Urban Energy verbonden zijn aan de eerder genoemde onderzoekslijnen.





## **Hoofdstuk 3: VIER ONDERZOEKSLIJNEN**

### **1. ENERGIE REDUCTIE (Onderzoekslijn één)**

#### **De uitdaging**

Ongeveer 33% van de totale uitstoot van CO<sub>2</sub> is afkomstig van het energiegebruik in de gebouwde omgeving. Energiebesparing in de gebouwde omgeving geeft daarmee een enorm besparingspotentieel. Voor energiereductie is veel aandacht en de overheid treedt hierbij in enige mate regulerend op. Tegelijkertijd is er ook sprake van een collectieve aanpak binnen de gebouwde omgeving. Desondanks is energie neutrale nieuwbouw nog niet de standaard en energie-neutrale renovatie is evenmin de standaard. De grootste uitdaging ligt in bestaande wijken die gerenoveerd moeten worden. Ondanks alle inspanningen groeit de energievraag nog steeds.

#### **Onderzoeksthema's**

Het onderzoeksveld van het Platform Urban Energy is afgebakend tot de stedelijke omgeving, waarbij we uitgaan van het systeem (gebouw in een gebied). Vandaaruit kijken we naar afzonderlijke maatregelen, producten en processen. Waar nodig wordt samengewerkt of afgestemd met het Lectoren Platform systeemintegratie die zich o.a. richt op energiereductie in de procesindustrie.

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

- 1.1 Bestaande bouw & renovatie motivatie
- 1.2 Nieuwbouw/ verdichting
- 1.3 Innovatieprocessen (bim & lean)

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

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 wordt uitgevoerd door de hogescholen. Vervolgens worden voorbeelden uit projecten in het onderwijs gebruikt.

Voorbeelden van huidige onderzoeksonderwerpen rond deze thema's zijn:

##### **Ad 1.1 Bestaande bouw & renovatiemotivatie**

- Bestaande bouw & renovatie: fysiek en in de context (Rotterdam) Installatie 2020 (HH) – modellen simuleren van panden en optimaliseren (HU en HH), DC flex house (HH, Zuyd, HAN), Verduurzaming van woningen/energievoorziening (HAN – HANZE), NOM + NOR (Hogeschool Utrecht), industrieel bouwen en renovatie motivatie (HAN/HU)
- Monumenten (HANZE)

##### **Ad 1.2 Nieuwbouw/ verdichting**

- Materiaalimpact <> duurzame energie (HSZuyd)
- Biobased materialen <> renovatie (Avans)
- Hergebruik materialen (Avans)
- Gebiedsstudies (warmtenet) (Hogeschool Utrecht/Hanze)
- Solar Decathlon / bouwinnovatie (HU)

### Ad 1.3 Innovatieproces (bim & lean)

- Proces innovatie: lean + businessmodellen (Avans/In Holland): OP Zuid Sneller en Beter Nul op de Meter, TKI FireW, TKI Energo CIG –en bouwlogistieke maatregelen (HU)
- Energiemanagement op gebouwniveau (HU/HH)
- Balansvraagstukken, verbonden aan het net (HAN)

### Voorbeeld onderzoek energiereductie:

**Titel:** Renovatiesysteem Inside Out

**Hogescholen:** Hogeschool Utrecht

**Omschrijving:** Met het renovatiesysteem Inside Out zijn we op weg naar energieleverende hoogbouwflats. Het onderzoeksproject ontwikkelt en test een modulair renovatiesysteem om hoogbouwflats energieleverend te maken.

Inside Out integreert installatiecomponenten zoals verwarming, ventilatie, isolatie en warm water tot drie multifunctionele bouwdelen en combineert deze met duurzame energieopwekking en lokale energieopslag in elektrische deelauto's. De bouwdelen worden aan de buitenzijde van de flat geplaatst, vandaar de naam 'Inside Out'. 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.

In de HU testomgeving worden prototypes ontwikkelt en getest en wordt gerekend aan de energieprestaties. Om de benodigde opbrengst te behalen is de opwekking van duurzame energie uitgebreid met het plaatsen van een windgenerator op het dak van een flat. Tegelijkertijd wordt de slimme gevel ontwikkelt die installaties integreert in multifunctionele bouwdelen. In de testopstelling wordt inzicht verkregen in de werking hiervan en worden de energieprestaties gesimuleerd.

Het concept moet leiden tot een doorbraak in de duurzame renovatie van hoogbouwflats uit de jaren '60 en '70 naar energieleverende wooncomplexen. Het Inside Out-consortium levert zo een bijdrage aan de seriematige renovatie van 250.000 hoogbouwflats.

Partners in het consortium, naast Hogeschool Utrecht, zijn: woningcorporatie Bo-Ex, Nefit-Bosch Thermotechniek, Alkondor Hengelo, Bos Installatiewerken, LomboXnet, Cepezed, Universiteit Utrecht – olv het Utrecht Sustainability Institute.

**Website:** <http://tki-inside-out.nl/inside-out/>

**Abbeelding:** <http://www.alkondor.nl/wp-content/uploads/2017/05/InsideOut.jpg>



### Onderzoek in de toekomst

- Energieneutrale woningen als energieleverancier aan het grid
- Combinaties van energieneutrale woningen en services/electric cars

## 2. DUURZAME ENERGIE OPWEKKING (Onderzoekslijn twee)

### De uitdaging

Juist binnen de gebouwde omgeving bestaat een enorme potentie om een groot deel van de energie die nodig is duurzaam op te wekken. Daarbij gaat het enerzijds om zonne-energie, maar ook bestaat er een waaier aan mogelijkheden voor warmteopties. Energieopslag 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*.

### De onderzoeksthema's

- 2.1 Opwekking elektrische energie binnen Smart Grids
- 2.2 Nieuwe (hybride) energiesystemen op basis van met name zonne-energie, windenergie en opslag: batterijen en waterstof
- 2.3 Innovaties in energie leverende bouwdelen: efficiency en recycling (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

- Opwekking, transport, distributie, opslag en gebruik van elektrische energie en de toepassing van Smart Grids bij eigen productie en elektrisch vervoer (HU/HAN/HVA).
- E-mobility: analyse van oplaad infrastructuur voor elektrische voertuigen, impact die elektrische auto's op diverse aggregatienivo's van het grid heeft, mogelijkheden om impacts middels slim laden te vermijden en kansen/belemmeringen van vehicle2grid (HVA)

#### 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 en waterstof (HU/HAN/HANZE).
- Duurzaam opwekken en opslaan 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)
- Opwekking in het brede plaatje van energietransitie en ruimtelijke transformatie (HANZE/HU)
- Energiesystemen (HVA/HAN/HU), specifiek voor (tuinbouw)kassen en serres: (InHolland).

#### Ad 2.3 Innovaties in energie leverende bouwdelen: efficiency en recycling (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)
- Hoog-geconcentreerde zone-energie voor de gebouwde omgeving (HAN)
- Applicatie van dunne film PV in producten (Zuyd, HU)
- GreenIT: ontwikkeling van energiezuinige software (AVANS)

## Voorbeeld onderzoek Duurzame energie-opwekking

**Titel:** 'CONSOLE: Ontwikkeling van geconcentreerde zonne-energiesystemen voor commerciële toepassingen' (RAAK.MKB.06.005)

**Hogeschool:** HAN, Lectoraat Duurzame Energie

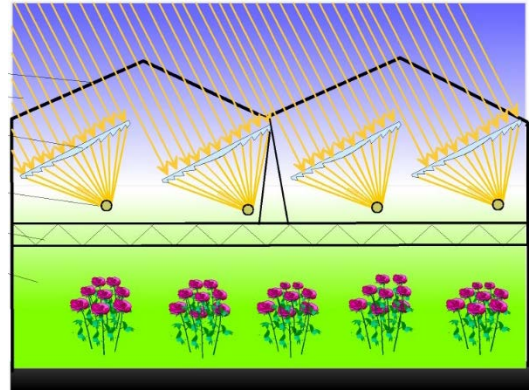
**Omschrijving:** In dit RAAK-MKB project wordt gewerkt aan het ontwikkelen van systemen van hoog-geconcentreerde zonne-energie voor toepassingen in glastuinbouw (kassen) en gebouwde omgeving (lichtstraten, daklichten, glazen wanden). Met een zonneconcentratiesysteem, gebaseerd op met de zon meebewegende fresnellenzen, is het mogelijk een deel van de zonne-energie op te vangen en om te zetten in bruikbare energie, terwijl tegelijkertijd hiermee aan klimaatbeheersing binnen het gebouw wordt bijgedragen. Zonlicht valt door het glas op de lenzen, die het directe licht concentreren op een collector en/of zonnecel, terwijl het diffuse licht beschikbaar blijft in de ruimte. De zonnecel levert elektriciteit, de collector warmte. De HAN heeft uit eerdere projecten al meerdere prototypes ontwikkeld, nl.:

- Een meetopstelling
- Een multi-opstelling voor de gebouwde omgeving
- Een truss-opstelling voor elektriciteit en warmte in kassen
- Een lineaire lens-opstelling voor thermische energie in kassen.

De eerste 3 opstellingen maken gebruik van dezelfde, bij de HAN ontworpen, concentrator met vlakke sferische fresnellens. Deze heeft een bruto efficiëntie van 21,3% voor elektriciteit en 29,3% voor warmte. Er zijn ook eigen zonnevolgroutines en -regelingen ontworpen.

In het huidige vervolgproject CONSOLE wordt naar commerciële toepassingen toegewerkt met een bedrijvennetwerk (10 MKB's) en een branche-organisatie. Binnen het onderzoek vanuit het Lectoraat Duurzame Energie wordt steeds ook samengewerkt met studenten (stagiairs/afstudeerders) en docenten.

**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
  - Recycling laadpalen en accu's

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

- Onderzoek naar niet- technische barrières van energie leverende producten in de gebouwde omgeving
- Onderzoek naar niet-technische barrières bij verduurzaming (zonnepalen) van onze huurwoningen bij gelijktijdige renovatie
- Relatie eindgebruiker en energie op energievoorziening

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

- 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?



### **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, in ieder geval voor de warmtevoorziening. De balans tussen de vraag naar energie en het aanbod vanuit zonne-energie en vanuit windenergie energiesystemen, kent een brede variatie: een variabele vraag en een variabel aanbod. 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 werkelijke 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 Smart grid - smart energy (Elektrificeren van nieuwbouwwijken, zwaarte van net, peakshaving)
- 3.3 Opslag (TCM & PCM compacte warmte opslag, batterijen, elektrische voertuigen als buffer, V2Grid, systeemintegratie batterijen)
- 3.4 Systeem zekerheid /onzekerheid (beheersen onzekerheid – techniek/sociaal, resilience)
- 3.5 Innovaties: businessmodellen en technische mogelijkheden

#### **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)

Ad 3.2 Smart grid - smart energy (Elektrificeren van nieuwbouwwijken, zwaarte van net, peakshaving)

- Electrificatie en smart grids (HH, Avans, ook HAN (Lect Meet&Regeltechn))
- Gelijkspanningssystemen (HH)

Ad 3.3 Opslag (TCM & PCM compacte warmte opslag, batterijen, elektrische voertuigen als buffer, V2Grid, systeemintegratie batterijen)

- Batterijen (HAN)
- Laadinfrastructuur: effect van elektrische auto's op lokale, regionale netten; hoe zijn impacts met slim laden te reduceren (HvA)
- Inpassing van elektrische auto's in gebouwen/woningen, inclusief voorwaarden waaronder vehicle2grid waarde kan hebben (HVA)
- Waterstoftechnologie (HAN, HH)
- 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 (HU, HAN, Inholland)
- Scenario's/modellen (Inholland)

**Voorbeeld 1 onderzoek Opslag en flexibiliteit:**

**Titels** DC-Flexhouse en USB-(D)C

**Hogescholen:** De Haagse Hogeschool (DC-Flexhouse: ook Zuyd)

**Omschrijving:** In de projecten DC-Flexhouse en USB-(D)C wordt technologie ontwikkeld, om gelijkspanningsinstallaties in woningen en kleine kantoren te realiseren. In DC-Flexhouse wordt daarnaast onderzoek gedaan naar de mogelijkheid om bestaande bekabeling in huizen en kantoren te hergebruiken bij de overgang naar gelijkspanning.

Gelijkspanning biedt een aantal voordelen ten opzichte van wisselspanning, zoals een betere energie-efficiëntie, minder AC/DC omzettingen, langere levensduur van componenten. Ook biedt gelijkspanningstechnologie de mogelijkheid om energiemangement te integreren in elektrische installaties én wordt in USB-(D)C ook hogesnelheidsdataverkeer mogelijk gemaakt via het USB type C contact.

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:** <http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/projecten/dc-flexhouse> <http://www.dcflexhouse.nl/>

**Afbeelding:** <http://www.cie.nl/projects/174>



Figuur: het nieuwe circulaire ABN-AMRO paviljoen, waarin nieuwe gelijkspanningstechnologie wordt toegepast, afkomstig uit deze projecten



## Voorbeeld 2 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](http://www.idolaad.nl)



## 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/ transities op huis/wijkniveau voor hele systeem op stadsniveau? Samenwerking met het lectorenplatform Systeemintegratie 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.



#### **4. SOCIAAL ECONOMISCH ONDERZOEK (Onderzoekslijn vier)**

##### **De uitdaging**

Een belangrijke factor bij de energietransitie in de gebouwde omgeving is een consument die zich niet voldoende bewust is van energie, energie is immers nog steeds redelijk betaalbaar. Eén van de belangrijke thema's hierbij is de transitie naar wijken zonder gas. 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 worden zowel de bouw- als installatiesector als conservatief aangeduid. De benodigde ketensamenwerking wordt slechts moeizaam gerealiseerd. Daarnaast is ook de financiering van maatregelen complex. Banken zijn in het algemeen terughoudend om 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?

##### **De onderzoeksthema's**

Het onderzoek richt zich op de volgende thema's:

- 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)
- 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, nationale en regionale regelingen)

##### **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)

- 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)
- Link met andere dossiers (bijv. aardbevingen in Groningen) (Hanze)
- Bewonersgedrag en effect op de energieleverende woning (HU)
- Professionalisering van de aanpak van lokale energie initiatieven (Hanze)

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

- Lokale initiatieven voor implementatie (Hanze)

- Ketenintegratie mbt uitvoering (Hanze)
- Innovatie (bouw) project/circulair <-> lean (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, nationale en regionale regelingen)

- De juridische do's en don'ts van de postcoderoosregeling (Hanze)

### Voorbeeld 1 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 barriereverlagende 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>



## Voorbeeld 2 Sociaal Economisch Onderzoek

**Titel** Ruimte voor Nieuwe Energie

**Hogeschool:** Hanzehogeschool

**Omschrijving:** Ruimte voor Nieuwe Energie is een RAAK-project dat wordt uitgevoerd in het kader van het project Energie+Dorp. In het onderzoek wordt gekeken hoe grotere, complexe projecten door lokale initiatieven worden uitgevoerd.

In Nederland is in snel tempo een nieuwe decentrale energiesector aan het ontstaan, bestaande uit nieuwe en jonge Decentrale Energie Bedrijven (DEB) en hun netwerk van toeleverende bedrijven. Deze nieuwe groep van MKB bedrijven wil met dit onderzoeksproject reflecteren op hoe zij grotere technologische innovaties op het gebied van lokale duurzame energie succesvol kunnen realiseren. Het gaat hierbij om kapitaalintensieve en complexe technologische innovatie op het gebied van lokale energie zoals een warmtenet, biovergister, windturbines, water-krachtcentrale of zonneveld, en de integratie daarvan in het lokale energie systeem.

Het project Ruimte voor Nieuwe Energie heeft nieuwe kennis opgeleverd om lokale energieprojecten met succes te kunnen realiseren. Een nieuwe uitdaging voor energietoepassingen is het realiseren van grotere technologische projecten op het gebied van lokale duurzame energie, zoals een warmtenet, biovergister, windturbines, waterkrachtcentrale of zonnepark, energieopslag en de integratie daarvan in het lokale energiesysteem. In een viertal casestudies in Noord-Nederland zijn actoren en factoren in kaart gebracht die van invloed zijn op het slagen van nieuwe energieprojecten. De casestudies waren:

- Paddepoel Energiek, partner Grunneger Power;
- ReggeWind, partner Reggestroom;
- Zeven Trynwaldster Zonnedaken, partner Trynergie;
- Postcoderoos en energieopslag DML, partner NLD.

Belangrijke actoren zijn bijvoorbeeld provincies, gemeenten, netbeheerders. Cruciale factoren zijn onder meer communicatie, wervingskracht en organisatiekracht. Zo is werving van voldoende klanten vaak een probleem, ook omdat veel leden een technische achtergrond en interesse hebben en minder gericht zijn op communicatie met een groter publiek. Tenslotte is het ontwikkelen en verwerven van nieuwe kennis een uitdaging voor de veelal kleine organisaties in een dynamisch speelveld. Nieuwe provinciale netwerken spelen een belangrijke rol bij het delen van deze kennis.

**Website:** <https://www.hanze.nl/nld/onderzoek/kenniscentra/kenniscentrum-noorderruimte/onderzoeksprojecten-uitgelicht/projecten-in-de-etalage/duurzame-dorpen/ruimte-nieuwe-energie>



**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
- Hoe te komen tot een gecoördineerde wijkaanpak (Hanze)
- NoM en bewonersgedrag (HU)
- Energy poverty
- de transitie naar wijken zonder gas

## Hoofdstuk 4: SAMENWERKING MET DE PRAKTIJK

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 opschalen, oppakken en uitvoeren.

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 1 Samenwerking met de praktijk:

**Titel:** *Selfcient nl*

**Hogeschool:** De Hogeschool Utrecht

**Omschrijving:** Het [Amerikaanse ministerie van Energie](#) organiseert in oktober 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 staat. Het team van de hogeschool heet 'Selfcient' en telt 34 studenten vanuit verschillende opleidingen.



*De Selfcient duurzame woning wordt gemaakt van houten panelen, die mensen zelf in elkaar kunnen schuiven. Een toekomstconcept, van energieleverend en circulair bouwen.*

*De samenwerking met de praktijk mondt uit in een onderwijsinnovatieprogramma: Wonen 3.0 Na afloop van de Solar Decathlon wedstrijd komt het huis terug naar het Utrecht Science Park en zal daar ingezet worden voor onderzoeksdoeleinden met en voor de praktijk.*

*De duurzame woning van Selfcient is een voorbeeld van 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.selfcient.nl/home/default.aspx>

**Abbeelding:** <https://www.selfcient.nl/home/default.aspx>

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

- de mogelijkheid om scenario's te laten doorrekenen
- 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
- 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 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

Een belangrijk effect 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 en de toegang tot mogelijk toekomstige medewerkers is daarbij een belangrijke drijfveer.



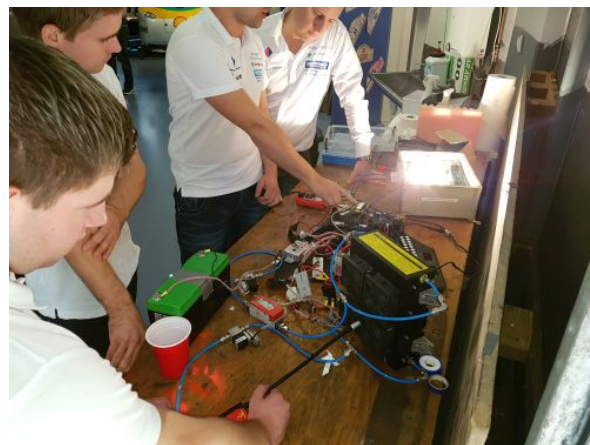
## Voorbeeld 2 samenwerking met de praktijk

**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 v n 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/>





## **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 1 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 komt echter, meestal flink vertraagd, pas terug in het lesprogramma bij een update van onderwijs curricula. De verbinding van onderzoek en onderwijs geeft een versnelling, waarbij nieuwe kennis sneller deel uitmaakt van het onderwijs.

Geïnspireerd door de positieve ervaringen met het onderzoeksatelier aan de HU, zou de opzet van zogenaamde Onderwijs & Onderzoek (O&O) Innovatielab's een goede structuur kunnen bieden voor de integratie van onderzoek en onderwijs. O&O Innovatielab's zijn in feite thematisch gekoppelde doorlopende leerlijnen bestaande uit diverse onderwijsblokken (waaronder minor, afstuderen, promotieonderzoek etc). Studenten en professionals kunnen in deze structuur gebruik maken van kennismodules en onderzoek uitdagingen passend in de filosofie van een LevenLangLeren.

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 de afstemming van de behoefte aan fysieke faciliteiten en een overzicht van wat al beschikbaar is.

## **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 en onderzoek- en projectvaardigheden bijbrengen
- Teach the teacher: opleiden docenten/studentbegeleiders
- 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. 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;
- 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 het One-stop-shop onderzoeksatelier: oorspronkelijk opgezet als een afstudeeratelier voor studenten van de bouwkunde, bedrijfskunde en engineering & design opleidingen aan de HU. Nu is het 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.
  - Een ander voorbeeld is Change Agencies (Hanzehogeschool). De Energy Transition Community (ETC) wil een nieuw type professional opleiden: de Energy Changemakers, innovatieve en creatieve professionals die de energietransitie kunnen versnellen. 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. Om deelnemende studenten te ondersteunen, wordt individuele of groepscoaching geboden en Meet ups. De coaching richt zich op de persoonlijke -, team- en netwerkontwikkeling van het individu. Tijdens de Meet Ups komen verschillende gastsprekers aan het woord over thema's van de energietransitie en de professionele ontwikkeling. Ook workshops en kennisuitwisselingsevenementen maken deel uit van het Meet-Up-programma.
  - Tot slot willen we hier de praktijkprojecten vermelden, bijvoorbeeld de Engineering semester projecten bij de HAN en de [Quest projecten](#) bij de HU, multidisciplinaire projecten waarbij aan opdrachten van bedrijven gewerkt wordt.
- 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.
- Nationale 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 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) – start voor het eerst september 2018.

#### **Voorbeeld 1 implementatie in onderwijs:**

**Titel:** semesterprojecten Engineering

**Hogeschool:** HAN en HU

**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 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> en 4<sup>e</sup> semester waarin studententeams werken aan 'bedrijfsopdrachten'. Bij de HU zijn er de Quest projecten, die een semester omvatten.



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 brandstofcellen 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.

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

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

## Voorbeeld 2 implementatie in het onderwijs

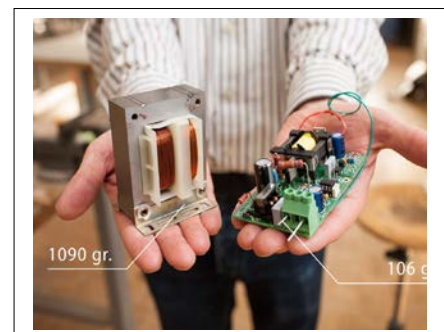
**Titel** 'Gelijkspanning breng(t) ons verder'

**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.
- 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 waterstofsyste men.
- 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.
- HU: Praktijkfaciliteiten zoals het Energielab, de duurzame energie proeftuin op het dak en (opzet van) renovatielab t.b.v. wonen 3.0, 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 energiemangement systemen en monitoring (in het lab of op locatie) . In Wonen 03.0 zullen ook volledig bewoonbare (en bewoonde) onderzoekwoningen beschikbaar komen.
- HVA: heeft ICT-faciliteiten & database ingericht voor het beheren en monitoren van transacties op publieke laadinfrastructuur, practicumfaciliteiten (energy trainer) voor 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> 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.

### Voorbeeld 3 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<sup>e</sup> 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.*





## **Hoofdstuk 6: TOT SLOT**

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

Als een eerste stap 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 geeft een nadere aanscherping op deze onderzoeksagenda, 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](http://www.nlurbanenergy.nl).

Een tweede product van dit platform, tevens te vinden op de website, is een nationale (dynamische) onderzoekkaart, waarin regionale praktijkonderzoek clusters zichtbaar en vindbaar worden. Via de onderzoekkaart 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 bijeenkomsten die relevant zijn worden aangekondigd via deze website. De hier gepresenteerde onderzoeksagenda zal de komende jaren steeds 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 scenario-aanpak. In projectverband kunnen scenario's als volledig elektro, volledig vanuit districtsniveau of vanuit grondstof neutraliteit worden doorgerekend, 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. De lectoren bekrachtigen hun samenwerking in Urban Energy door de ondertekening van een samenwerkingsverband. De gezamenlijke inzet voor deze onderzoeksagenda is vastgelegd en wordt verder uitgewerkt in de toekomst.

De thematische focus in de onderzoeksagenda geeft praktijkpartners de mogelijkheid om gericht de samenwerking met hogescholen aan te gaan op thema. De verschillende 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 geschreven door E. Eweg en M. Zielhuis, beiden verbonden aan het Centre of Expertise Smart Sustainable Cities van de Hogeschool Utrecht. **Deze onderzoeksagenda is mede gefinancierd door Regieorgaan SIA, onderdeel van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO).**



Rijksdienst voor Ondernemend  
Nederland