

# LECTORENPLATFORM ENERGIEVOORZIENING IN EVENWICHT

---

## ONDERZOEKSAGENDA



## MANAGEMENT SAMENVATTING

Het Lectorenplatform Energievoorziening in Evenwicht (LEVE) is een sterk netwerk van de volgende hogescholen, lectoraten en lectoren:

- Hogeschool Saxion (Lectoraat Duurzame Energievoorziening, Richard van Leeuwen)
- Hogeschool Zeeland (Lectoraat Delta Power: Jacob van Berkel)
- Hogeschool Rotterdam (Lectoraat Duurzaam Bouwproces met BIM, Christoph Maria Ravesloot)
- Hanzehogeschool (Lectoraat Energietransitie, Jan-jaap Aué)
- Avans Hogeschool (Lectoraat Smart Energy, Jack Doomernik)
- Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (Lectoraat Meet- en Regeltechniek, Aart-Jan de Graaf) in samenwerking met Tinus Hammink, Sustainable Electrical Energy Centre of Expertise (SEECE)

De missie van LEVE is het bevorderen van draagvlak en onderscheidend vermogen met betrekking tot het evenwicht tussen alle energiestromen richting 2030. Dit doen we regio-overstijgend door met gebiedsgericht praktijkonderzoek te komen tot betrouwbare modellen, data en informatie en deze resultaten kenbaar te maken.

De visie van LEVE is om richting 2030 een robuust en gedragen energiesysteem in evenwicht te behouden. Wij geloven dat we dit resultaat alleen door integrale samenwerking van kennisinstellingen, bedrijven, burgers en overheden kunnen behalen. Als verenigde lectoraten binnen LEVE verbinden wij stakeholders aan dit proces.

De LEVE-lectoraten onderzoeken wat nodig is om evenwicht tussen vraag en aanbod van energie in de jaren tot en met 2030 op alle tijdschalen te borgen. En wat het betekent om vraag en aanbod naar elkaar toe te brengen, rekening houdend met de afstand.

Om meer inhoudelijke structuur te geven aan het onderzoek en de samenwerking in het LEVE-netwerk heeft LEVE een onderzoeksagenda opgesteld. Beoogd resultaat is een grotere positieve impact van het LEVE-onderzoek op integrale aanpak van de energietransitie vanuit systeem-perspectief.

DE ONDERZOEKSAGENDA BESTAAT UIT VIJF PROGRAMMALIJNEN. DE PROGRAMMALIJNEN DRAGEN ALLEMAAL BIJ AAN MEERJARIGE MISSIEGEDREVEN INNOVATIE PROGRAMMA'S EN ZIJN IN LIJN MET DE AMBITIES VAN DE TOPSECTOR ENERGIE.

### PROGRAMMALIJN 1

#### KWANTIFICEREN: HET EFFECT OP VRAAG EN AANBOD VAN TECHNISCHE OPLOSSINGEN

LEVE onderzoekt technische oplossingen en maakt inzichtelijk hoe deze technische oplossingen in het energiesysteem passen, welke energievraag daarbij hoort op welk moment en welke bijdrage de oplossing levert aan energie-evenwicht. Daarmee wordt het beter mogelijk om fact-based te beslissen en vorm te geven aan de energietransitie.

### PROGRAMMALIJN 2

#### SYSTEEMBENADERING IN DE PRAKTIJK: LOKAAL DOEN WAT LOKAAL KAN

Een betaalbare en duurzame energievoorziening wordt in belangrijke mate gerealiseerd door systemisch de lokale situatie te optimaliseren en daarvoor keuzes te maken die ook opgeteld tot regionaal of nationaal niveau zinvol zijn. Het uitgangspunt is het energietrilemma: schoon & duurzaam, efficiënt & betaalbaar, passend & veilig. Oftewel, de lokale invulling van 'een robuust en maatschappelijke gedragen energiesysteem'.

### PROGRAMMALIJN 3

#### SYSTEEMBENADERING IN DE PRAKTIJK: INTEGRALITEIT BIJ GROTE SPELERS

Het potentieel van besparingen en vraagverschuiving bij grote(re) verbruikers van energie, draagt bij aan een energievoorziening in evenwicht. De bijdrage van grote(re) verbruikers vormt een integraal onderdeel van de oplossingen. Hetzelfde geldt voor grote opwekkers, groot-schalige opslag en conversie. Het gaat om de inrichting van de infrastructuur en flexibiliteit.

### PROGRAMMALIJN 4

#### INTEGRALITEIT MET ANDERE DISCIPLINES: ORGANISATORISCHE EN ICT-KANT VAN DE ENERGIETRANSITIE SAMENBRENGEN MET HET TECHNISCH INZICHT

Het energiesysteem is niet alleen technisch in evenwicht. De organisatorische (sociale, economische, juridische en bestuurlijke) en ICT-aspecten van de energietransitie dragen bij aan het maken van verstandige technische keuzes en het realiseren van technisch evenwicht op een verantwoorde en praktische manier. Totaalconcepten waar energie deel van uitmaakt en die kunnen rekenen op enthousiasme.

### PROGRAMMALIJN 5

#### SYSTEEMBENADERING IN DE AANPAK: LEVE-VISIE UITDRAGEN

De LEVE-systeembenadering van de energievoorziening wordt alom herkend en gebruikt. LEVE staat bekend om zijn integrale oplossingsbenadering. De positief kritische en kwantitatieve benadering vertaalt LEVE naar alle stakeholders: zowel het brede publiek als de beleidsmakers en beslissers bij overheid en bedrijfsleven.

## INHOUDSOPGAVE

<b>06</b>	<b>INLEIDING</b>		
07	MISSIE		
07	VISIE		
07	SCOPE		
08	VIJF THEMA'S		
09	ONDERZOEK DOEN		
09	HET BELANG VAN DE LEVE-ONDERZOEKSAGENDA		
<b>10</b>	<b>CONCEPTUEEL RAAMWERK LEVE-PROBLEMATIEK</b>		
<b>13</b>	<b>ONDERZOEKSAGENDA</b>		
<b>14</b>	<b>PROGRAMMALIJN 1</b>		
	KWANTIFICEREN: HET EFFECT OP VRAAG EN AANBOD VAN TECHNISCHE OPLOSSINGEN		
14	DOEL IN 2030		
14	RELEVANTIE		
14	ONDERWERPEN IN DEZE PROGRAMMALIJN		
15	ONDERWIJS / HUMAN CAPITAL AGENDA		
15	AANSLUITING TOPSECTOREN/MMIP		
15	STAPPENPLAN		
<b>16</b>	<b>PROGRAMMALIJN 2</b>		
	SYSTEEMBENADERING IN DE PRAKTIJK: LOKAAL DOEN WAT LOKAAL KAN		
16	DOEL IN 2030		
16	RELEVANTIE		
17	ONDERWERPEN IN DEZE PROGRAMMALIJN		
17	ONDERWIJS / HUMAN CAPITAL AGENDA		
17	AANSLUITING TOPSECTOREN/MMIP		
17	STAPPENPLAN		
<b>18</b>	<b>PROGRAMMALIJN 3</b>		
	SYSTEEMBENADERING IN DE PRAKTIJK: INTEGRALITEIT BIJ GROTE SPELERS		
18	DOEL IN 2030		
18	RELEVANTIE		
19	ONDERWERPEN IN DEZE PROGRAMMALIJN		
19	ONDERWIJS / HUMAN CAPITAL AGENDA		
19	AANSLUITING TOPSECTOREN/MMIP		
19	STAPPENPLAN		
<b>20</b>	<b>PROGRAMMALIJN 4</b>		
	INTEGRALITEIT MET ANDERE DISCIPLINES: ORGANISATORISCHE EN ICT-KANT VAN DE ENERGIETRANSITIE SAMENBRENGEN MET HET TECHNISCH INZICHT		
20	DOEL IN 2030		
20	RELEVANTIE		
21	ONDERWERPEN IN DEZE PROGRAMMALIJN		
21	ONDERWIJS / HUMAN CAPITAL AGENDA		
21	AANSLUITING TOPSECTOREN/MMIP'S		
21	STAPPENPLAN		
<b>22</b>	<b>PROGRAMMALIJN 5</b>		
	SYSTEEMBENADERING IN DE AANPAK: LEVE-VISIE UITDRAGEN		
22	DOEL IN 2030		
22	RELEVANTIE		
23	ONDERWIJS / HUMAN CAPITAL AGENDA		
23	AANSLUITING TOPSECTOREN/MMIP		
23	STAPPENPLAN		
<b>24</b>	<b>OVERZICHT PROGRAMMALIJNEN EN THEMA'S</b>		
<b>25</b>	<b>AFFINITEIT &amp; INSPANNING PER HOGESCHOOL OP DE PROGRAMMALIJNEN EN THEMA'S</b>		
<b>26</b>	<b>IN ÉÉN OOGOPSLAG</b>		
26	DE TRANSFORMATIE DOOR LEVE		
<b>27</b>	<b>SLOT</b>		
<b>28</b>	<b>BIJLAGE 1</b>		
28	ACHTERGROND LECTORENPLATFORMS		
28	DE KOPPELING TUSSEN DE PROGRAMMALIJNEN UIT DEZE AGENDA EN DE MMIP'S		
29	ONDERZOEKSVELDEN LEVE-LECTORATEN		
<b>30</b>	<b>BIJLAGE 2</b>		
30	VOORBEELDEN VAN LOPENDE PROJECTEN PER PROGRAMMALIJN		
30	PROGRAMMALIJN 1 KWANTIFICEREN: HET EFFECT OP VRAAG EN AANBOD VAN TECHNISCHE OPLOSSINGEN		
32	PROGRAMMALIJN 2 SYSTEEMBENADERING IN DE PRAKTIJK: LOKAAL DOEN WAT LOKAAL KAN		
35	PROGRAMMALIJN 3 SYSTEEMBENADERING IN DE PRAKTIJK: INTEGRALITEIT BIJ GROTE SPELERS		
36	PROGRAMMALIJN 4 INTEGRALITEIT MET ANDERE DISCIPLINES: ORGANISATORISCHE EN ICT-KANT VAN DE ENERGIETRANSITIE SAMENBRENGEN MET HET TECHNISCH INZICHT		
38	PROGRAMMALIJN 5 SYSTEEMBENADERING IN DE AANPAK: LEVE-VISIE UITDRAGEN		

### COLOFON

Gefinancierd door:  
SEECE  
SIA

Bijdragen van:  
B. Boogaart (HAN)  
T. Hammink (SEECE)  
C. Stroomer (HAN)  
Lectoren LEVE  
Topsector Energie

Tekst:  
J. Wallinga (Turquoise Energy  
Management)

Vormgeving:  
F. Beuker (Graphication)

Uitgave Lectorenplatform  
Energievoorziening  
in Evenwicht  
Arnhem - juni 2019

Informatie en contact:  
[specials.han.nl/sites/leve/](https://specials.han.nl/sites/leve/)

## INLEIDING

Evenwicht in het energiesysteem is een belangrijk onderwerp. Dit wordt veroorzaakt door de overgang naar een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening. In deze duurzame energievoorziening zijn steeds meer bronnen opgenomen waarvan de opbrengst lokaal sterk varieert en zich niet (volledig) laat sturen. Daardoor kunnen zowel plaats als tijd van opwek en verbruik sterk uiteen liggen. Het betekent dat het evenwicht tussen vraag en aanbod van energie op andere manieren vormgegeven zal gaan worden. Om de energievoorziening in evenwicht te houden zijn samenwerking en kwantificering cruciaal.

Dit evenwichtsvraagstuk is veelzijdig, omvangrijk en vraagt om praktische oplossingen. Deze combinatie maakt dat het bij uitstek een vraagstuk is voor hogescholen, waarbij enerzijds expertise gecombineerd wordt en anderzijds regionale binding behouden blijft. Lectoraten van zes hogescholen werken onder de naam LEVE samen aan dit vraagstuk.

LEVE staat voor Lectorenplatform Energievoorziening in Evenwicht. Zie [Bijlage 1](#) voor de achtergrond van SIA-lectorenplatforms. Met als achtergrond de missie en visie van LEVE, wordt in deze inleiding het waarom van het opstellen van de onderzoeksagenda besproken. Daarna wordt het denkraam van LEVE gebruikt om te komen tot vijf onderzoekslijnen.

HET LECTORENPLATFORM ENERGIEVOORZIENING IN EVENWICHT (LEVE) BESTAAT UIT DE VOLGENDE HOGESCHOLEN EN VERTEGENWOORDIGENDE LECTORATEN EN LECTOREN:

- |  |   |
|--|---|
| ▶ <b>HOGESCHOOL VAN ARNHEM EN NIJMEGEN</b><br>LECTORAAT MEET- EN REGELTECHNIEK<br><i>Aart-Jan de Graaf in samenwerking met<br/>Tinus Hammink (Sustainable Electrical Energy<br/>Centre of Expertise)</i> | ▶ <b>HOGESCHOOL ROTTERDAM</b><br>LECTORAAT DUURZAAM BOUWPROCES<br>MET BIM<br><i>Christoph Maria Ravesloot</i> |
| ▶ <b>AVANS HOGESCHOOL</b><br>LECTORAAT SMART ENERGY<br><i>Jack Doomernik</i>   | ▶ <b>HOGESCHOOL ZEELAND</b><br>LECTORAAT DELTA POWER<br><i>Jacob van Berkel</i>                               |
| ▶ <b>HANZEHOGESCHOOL</b><br>LECTORAAT ENERGIETRANSITIE<br><i>Jan-jaap Aué</i>  | ▶ <b>HOGESCHOOL SAXION</b><br>LECTORAAT DUURZAME<br>ENERGIEVOORZIENING<br><i>Richard van Leeuwen</i>          |

In [Bijlage 1](#) staat een overzicht van de onderzoeksvelden van de betrokken lectoraten.

LEVE wil het inhoudelijke gesprek graag faciliteren. Daartoe voorziet zij betrokkenen die de energietransitie vormgeven van kwantitatieve gegevens. Ook brengt LEVE het systeemperspectief in. Daarnaast wil LEVE via haar lectoren zelf nadrukkelijk een gesprekspartner en debatpartner zijn.

### MISSIE

LEVE bevordert draagvlak en onderscheidend vermogen met betrekking tot het evenwicht tussen alle energiestromen richting 2030. Dit doen we regio-overstijgend door met gebiedsgericht praktijkonderzoek te komen tot betrouwbare modellen, data en informatie en deze resultaten kenbaar te maken.

### VISIE

We willen richting 2030 een robuust en gedragen energiesysteem in evenwicht behouden. Wij geloven dat we dit resultaat alleen door integrale samenwerking van kennisinstellingen, bedrijven, burgers en overheden kunnen behalen. Als verenigde lectoraten binnen LEVE verbinden wij stakeholders aan dit proces.

### SCOPE

LEVE doet en faciliteert onderzoek in of dichtbij de praktijk naar een energievoorziening die betrouwbaar en duurzaam is en waar echte kosten en kostenverlagingen belangrijk zijn. Onzekerheid wordt benoemd en waar mogelijk gekwantificeerd. Onderzocht wordt wat nodig om evenwicht tussen vraag en aanbod van energie in de jaren tot en met 2030 op alle tijdschalen te borgen. En wat het betekent om vraag en aanbod naar elkaar toe te brengen, rekening houdend met de afstand. Onderzoek is erop gericht aannamen te onderbouwen, te bewijzen of te falsificeren.

Het betreft nadrukkelijk:

- Alle vormen van energie (waaronder warmte, elektrische energie, chemische energie, kinetische energie, waterkracht, ...)
- Alle tijdschalen (van milliseconden tot seizoenen). Door de seizoensafhankelijkheid van gebruik en opwek van energie, is energieneutraliteit over een jaar gezien eenvoudiger te bereiken dan daadwerkelijk evenwicht op elk moment (dagelijks, op maandbasis en per jaar)

Dit is gebiedsgericht. Het aggregatieniveau is vanaf wijkniveau en bedrijventerrein tot regionaal en nationaal. De energievoorziening omvat alle sectoren, zoals gebouwde omgeving, mobiliteit en industrie.

LEVE staat voor een systeembenadering van de energietransitie. Hierbij wordt de toepassing van en de koppeling tussen de verschillende deelsystemen gedefinieerd zodanig dat het gehele systeem geoptimaliseerd is. Het potentieel van elk technisch deelsysteem is gekwantificeerd en ook de organisatorische (juridische, economische en sociale) aspecten zijn in kaart gebracht. Zij richt zich dus op het evenwicht van het complete systeem.

Het lectorenplatform bundelt haar kennis op het gebied van energie-evenwicht, scheidt daarmee 'zin' van 'onzin' en brengt dit actief in in het debat.

Motto:

**'DURF DE BOODSCHAP  
– OOK ALS DIE NIET LEUK IS –  
TE BRENGEN.'**

## VIJF THEMA'S

Bij een integrale systeemoptimalisatie spelen de volgende vijf inhoudelijke thema's een hoofdrol. Om het onderzoek van het evenwichtsvraagstuk binnen de LEVE-lectoraten te bevorderen, zijn missie, visie en scope vertaald naar een onderzoeksagenda met vijf programmalijnen.

De programmalijnen zijn de vertaling van de generieke problematiek uit de vijf thema's naar concrete systeemdoelstellingen die voor 2030 gerealiseerd dienen te worden. Deze vormen de kern van de agenda en staan beschreven in het hoofdstuk Onderzoeksagenda.

LEVE verwacht een positieve invloed van de structuur van deze programmalijnen op het realiseren van haar missie en visie.

Er vindt en zal ook in de toekomst onderzoek bij de LEVE-lectoraten plaatsvinden dat niet in een van de programma-lijnen past. Het LEVE-onderzoeksprogramma is bedoeld voor die aspecten waarop meerdere lectoraten actief zijn en focust zich juist op onderzoek dat op vergelijkbare en/of aanvullende wijze voor meerdere lectoraten van belang is.



### VARIABLE BRONNEN

De impact van fluctuerende duurzame energieopwekking op het evenwicht (slim omgaan met tijdelijke overschotten voor inzet bij latere tekorten).



### OPSLAG & CONVERSIE

De mogelijkheden en beperkingen van opslag en conversie van energie (tijd tussen productie en consumptie overbruggen), zowel grootschalig als kleinschalig. Conversie tussen verschillende typen energiedragers (verschil in opwek-type en verbruik-type energie).



### VRAAGREDUCTIE

De reduceerbaarheid van de seizoensafhankelijke warmtebehoefte en algemene reductie van de vraag (vraagreductie).



### VRAAGSTURING

De mogelijkheid die bepaalde sectoren bieden om consumptie van energie langdurig te beïnvloeden in lijn met het aanbod van energie (vraagverschuiving).



### SYSTEMEN

De wenselijkheid om het systeem integraal te optimaliseren om de laagste maatschappelijke kosten te bereiken, onder andere door middel van ICT, GIS en KI.

## ONDERZOEK DOEN

Voor het doen van onderzoek en het delen van de uitkomsten gelden binnen LEVE de volgende uitgangspunten:

1. Gedegen praktijkgericht onderzoek van technische oplossingen, waarbij altijd getoetst wordt op de integratie op een hoger niveau.
2. Accurate weergave van uitkomsten van onderzoek en vertaling naar praktische toepasbaarheid.
3. Consistente boodschap, waarin onzekerheid ook wordt geduïd.
4. Publicatie van resultaten zodat deze open access beschikbaar zijn.
5. Presentatie van resultaten aan relevant publiek.
6. Studenten worden zoveel mogelijk betrokken bij het onderzoek.

Het doen van onderzoek binnen LEVE draagt bij aan kennisontwikkeling en kennisopbouw. Het is daarom ook een directe bijdrage aan de Human Capital Agenda, omdat nieuwe inzichten naar de praktijk vertaald worden. Het toepassen van nieuwe kennis is een essentiële stap in het creëren van impact: het versnellen en opschalen van de energietransitie.

## HET BELANG VAN DE LEVE-ONDERZOEKS-AGENDA

In de dynamiek van de energietransitie is het risico op 'geleefd worden' en 'overleven' groot. Om effectief te zijn en te blijven is het van groot belang dat de LEVE-lectoren zich zeer goed organiseren op bedenken wat ze willen gaan doen.

De LEVE-lectoren willen dit proces graag versterken en daaraan draagt deze onderzoeksagenda bij. Doel van de agenda is dat de impact van het onderzoek van de lectoraten en ook rechtstreeks de impact van de lectoren toeneemt.

De LEVE-agenda is een praktische uitwerking van onderdelen van de Kennis en Innovatie Agenda van het Programma Systeemintegratie als doorsnijdend thema binnen de Topsector Energie en van onderdelen van een aantal Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma's (MMIP; onderdeel van de integrale kennis- en innovatie-agenda (IKIA) Klimaat en Energie\*). De koppeling tussen deze onderzoeksagenda en de MMIP's (zie *Bijlage 1*) laat duidelijk zien dat het gedachtegoed en werk van LEVE kan bijdragen aan deze MMIP's.

De antwoorden op de vragen die LEVE zich stelt zijn voor veel partijen van belang. LEVE wil voor de doelgroep van beleidsmakers (bijv. ministeries) en beslissers als betrouwbare informatie- en inspiratiebron dienen voor concrete stappen. De onderzoeksagenda helpt LEVE-lectoraten om als collectief onderwerpen en/of onderzoeksvragen te agenderen bij overheden.

Een duidelijke agenda helpt de rol van het hbo in de energietransitie zichtbaar te maken. De agenda is bovendien een basis voor de onderbouwing van (gezamenlijke) subsidie-aanvragen.

Deze inhoudelijke onderzoeksagenda heeft een sterke link met de Human Capital Agenda. Onderzoek aan de hogescholen draagt altijd bij aan het opleiden van mensen. De agenda laat zien op welke onderwerpen de focus ligt.

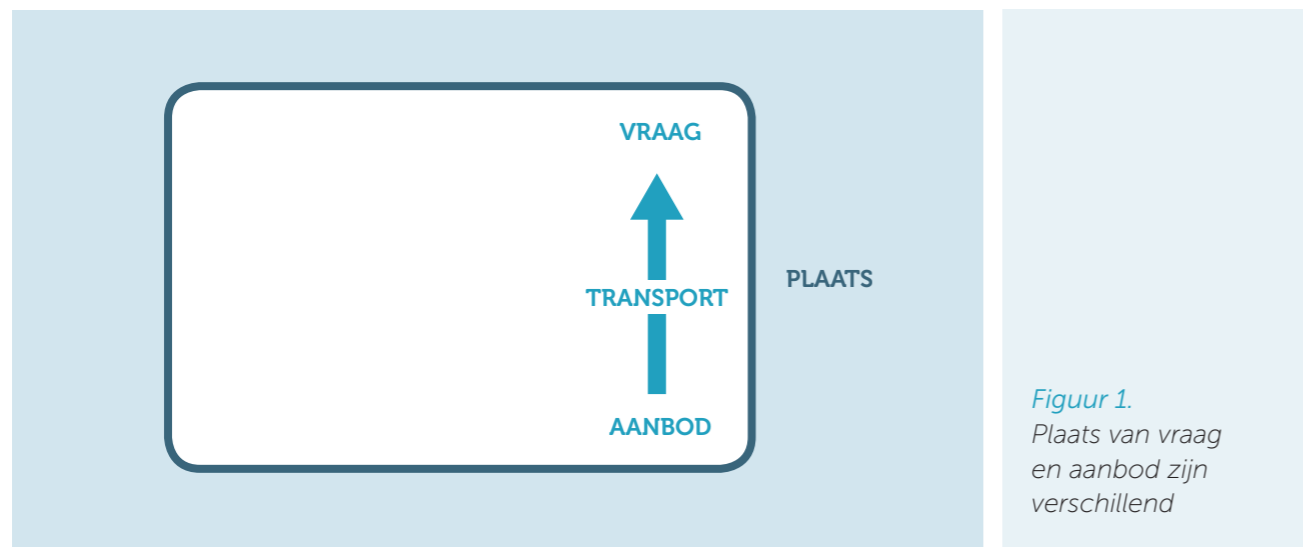
\* [www.topsectorenergie.nl/urban-energy/innovatieprogramma#IKIA](http://www.topsectorenergie.nl/urban-energy/innovatieprogramma#IKIA)

## CONCEPTUEEL RAAMWERK LEVE-PROBLEMATIEK

DE BESCHIKBAARHEID VAN ENERGIE IN NEDERLAND IS EEN PUBLIEK BELANG:  
VAN ZORG TOT ONDERWIJS EN VAN KLIMAATVERANDERING TOT FINANCIËLE IMPACT.

De beschikbaarheid van energie is zowel tijdsgebonden als plaatsgebonden. Als plaats van aanbod en vraag niet overeenkomen is er behoefte aan transport. Een voorbeeld is dat er op zee veel elektriciteit wordt opgewekt met windmolens en de industrie deze elektriciteit op land nodig heeft. En ook dat er aardgas wordt gewonnen in Groningen en dat iemand in Brabant daarmee wil koken. Zie [Figuur 1](#).

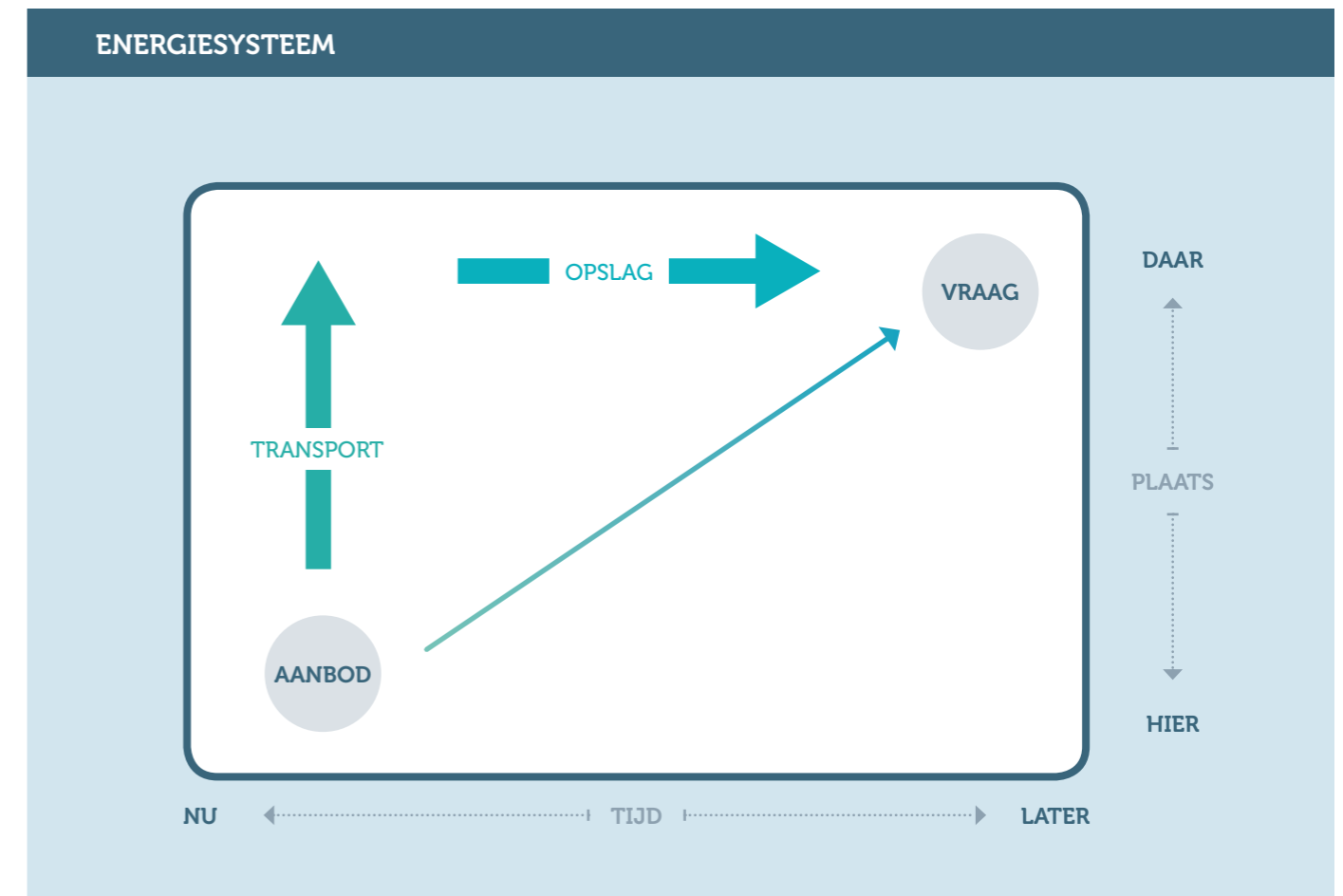
Als het tijdstip van aanbod en vraag niet overeenkomen, is er behoefte aan opslag van energie of extra verbruik op een bepaald tijdstip. Bijvoorbeeld als de zon overdag schijnt, maar je juist 's avonds een lamp aan wil doen. Maar ook als een kolencentrale een stabiel vermogen aan elektriciteit genereert, maar de afname overdag veel hoger is dan 's nachts. Zie [Figuur 2](#).



[Figuur 1](#).  
Plaats van vraag en aanbod zijn verschillend



[Figuur 2](#).  
Tijdstip van vraag en aanbod zijn verschillend



[Figuur 3](#). Transport en opslag

Als je deze zaken samenvoegt in een overzicht, ontstaat [Figuur 3](#). Hierin is te zien dat het aanbod op een bepaalde tijd en plaats via transport en opslag tegemoetkomt aan de vraag op een andere plaats en andere tijd.

Als je je voorstelt dat het energiesysteem volledig op elektriciteit draait, dan gaat het om de opwek, het transport en de opslag van elektriciteit. Er treedt dan een interessant verschijnsel op: elektriciteit wordt meestal niet rechtstreeks opgeslagen.

Vaak worden conversies naar andere energiesoorten gebruikt als elektriciteitsaanbod en -vraag niet matchen. Denk hierbij aan bijvoorbeeld aan batterijen: dit is een vorm van chemische opslag.

Het energiesysteem heeft meerdere lagen: energie in de vorm van warmte (exergie), elektriciteit en chemisch potentieel (gassen) kunnen, met een bepaald conversierendement, in elkaar worden omgezet.



In *Figuur 4* is in een andere kleur het energiesysteem met een andere energiedrager te zien. De systemen per energiedrager komen samen in een uitgebreider energiesysteem. Conversie speelt dan een cruciale rol.

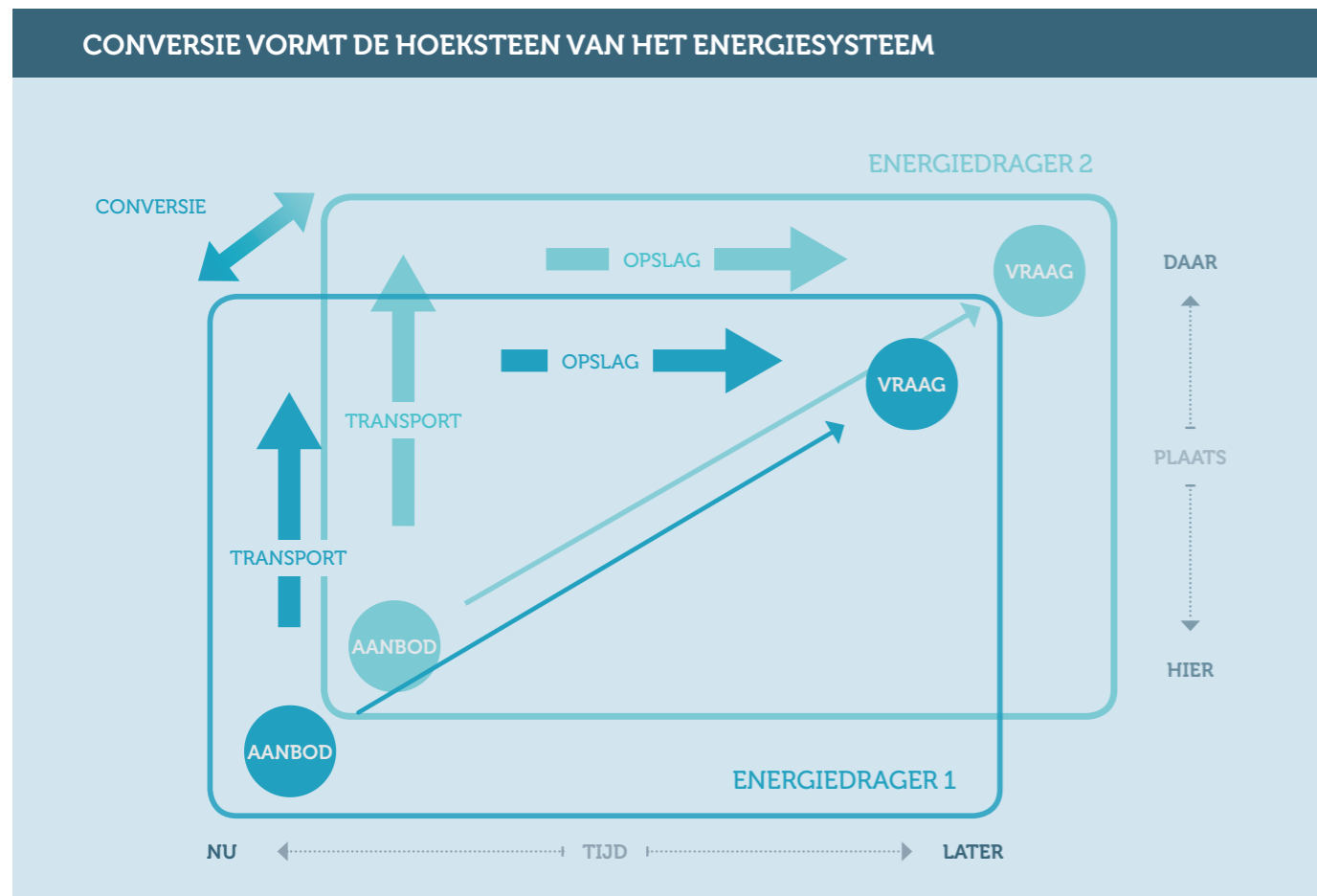
Het is belangrijk te beseffen dat elk transportbeweging, alle conversies en alle opslagmethoden zelf ook een energiebehoefte hebben. Uiteindelijk beoordeling is daarom gebaseerd op een ketenrendement.

Vraag-aanbod verschillen kunnen op verschillende manieren opgelost worden. Voorbeelden zijn: curtailment (productie uitzetten), meer infrastructuur (zoals interconnectie) voor afvoer naar

gebruikers elders en opslag, voor gebruik op een later moment. Uiteindelijk zullen mogelijke oplossingen op basis van criteria afgewogen worden.

Dit laat zien dat er vele facetten zijn aan het vraagstuk 'Energievoorziening in Evenwicht' die vragen om een blik die een stap verder gaat dan 'hoeveel wek ik op in een jaar' en 'hoeveel verbruik ik in een jaar'.

Ook wordt duidelijk hoe groot de complexiteit in de praktijk is en hoe dynamisch de omgeving is. Dit maakt dat praktijkgericht onderzoek noodzakelijk is: omgevingsfactoren en complexiteit kunnen niet even uitgeschakeld worden voor een onderzoek.



*Figuur 4* Om tijds- en plaatsverschil tussen aanbod en vraag te overbruggen zijn transport, opslag en conversie noodzakelijk.

## ONDERZOEKSAGENDA

DE ONDERZOEKSAGENDA VOOR LEVE BESTAAT UIT VIJF PROGRAMMALIJNEN.

In de volgende hoofdstukken worden deze programmalijnen toegelicht. De samenhang tussen de programmalijnen staat geschetst in *Figuur 5*.

DE PROGRAMMALIJNEN ZIJN:	PER PROGRAMMALIJN WORDT AANGEGEVEN:
<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Kwantificeren:</b> <i>het effect op vraag en aanbod van technische oplossingen</i></li> <li><b>2. Systeembenadering in de praktijk:</b> <i>lokaal doen wat lokaal kan</i></li> <li><b>3. Systeembenadering in de praktijk:</b> <i>integraliteit bij grote spelers</i></li> <li><b>4. Integraliteit met andere disciplines:</b> <i>organisatorische en ICT-kant van de energietransitie samenbrengen met het technisch inzicht</i></li> <li><b>5. Systeembenadering in de aanpak:</b> <i>LEVE-visie uitdragen</i></li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Omschrijving van het kennisdoel van de programmalijn (Doel in 2030)</li> <li>Relevantie van de programmalijn in het kader van 'Energievoorziening in Evenwicht'</li> <li>Onderwerpen binnen de lijn</li> <li>Voorbeelden van praktijkgerichte vraagstellingen in deze lijn</li> <li>Link naar het onderwijs en de Human Capital Agenda</li> <li>Link naar MMIP's / TKI's</li> <li>Stappenplan van de eerste stappen voor de programmalijn</li> </ul>

In *Bijlage 2* worden lopende projecten per programmalijn vermeld.



*Figuur 5* Vijf programmalijnen



## PROGRAMMALIJN 1

### KWANTIFICEREN: HET EFFECT OP VRAAG EN AANBOD VAN TECHNISCHE OPLOSSINGEN

#### DOEL IN 2030

LEVE onderzoekt technische oplossingen en maakt inzichtelijk hoe deze technische oplossingen in het energiesysteem passen, welke energievraag daarbij hoort op welk moment en welke bijdrage de oplossing levert aan energie-evenwicht. Daarmee wordt het beter mogelijk om fact-based te beslissen en vorm te geven aan de energietransitie.

#### RELEVANTIE

De overkoepelende doelstelling van LEVE om energie-evenwicht in de jaren tot en met 2030 te kunnen handhaven is gebaat bij duidelijke en juiste informatie over het potentieel van technische oplossingen voor het energiesysteem in 2030. Factoren die hiervoor van belang zijn:

- Reductie van de energievraag naar energiedrager
- Verdeling van overblijvende vraag over de tijd en naar energiedrager
- Mogelijkheid om met het betreffende systeem lokaal energie te bufferen of om de vraag gericht in de tijd te verschuiven
- Totale CO<sub>2</sub>-emissie gerelateerd aan de overblijvende vraag en CO<sub>2</sub>-emissie reductie

Door de verschillende 'losse' oplossingen die in LEVE verband onderzocht worden op een uniforme manier te kwantificeren in 'factsheets' en deze informatie toegankelijk te maken, kan LEVE een bijdrage leveren aan het sturen naar een meer kwantitatieve insteek van de discussie over de energietransitie. Dit gaat expliciet ook over het besparen van energie! Het gaat daarmee verder dan de feiten in een gelijkwaardigheidsverklaring, conform de NEN7120 of de nieuwe NTA 8800. De factsheets zijn bedoeld alle betrokkenen te helpen relevante vragen te stellen en verantwoordelijke beslissingen te nemen. In programmalijnen 2 en 3 wordt de integratie van technische oplossingen in systemen op verschillende niveaus behandeld.

De bijdragen die LEVE kan leveren vanuit deze programmalijn zijn:

- Vanuit de sterke link die het hbo in het algemeen en LEVE in het bijzonder heeft met het mkb
  - > Onderzoek naar de werking van nieuwe oplossingen uit mkb en overig bedrijfsleven
  - > Bijdrage aan innovaties van mkb en overig bedrijfsleven
  - > Optimalisatie van prestaties in het kader van de LEVE-problematiek
- Oppakken van wetenschappelijke publicaties en vertalen / ontwikkelen naar praktische toepassing

#### ONDERWERPEN IN DEZE PROGRAMMALIJN

Het doorlopend onderzoek binnen het hbo bestaat uit:

- Prestaties van componenten (PV, zonnepanelen, warmtepompen, radiatoren, IR, opslagsystemen voor onder meer elektriciteit en warmte, wind-opwek, elektrische auto's anderen) o.a. op hulpvermogen, COP, SCOP, rendement, invloed op PowerQuality, exergie-analyse, netstabiliteit
- Prestaties van diverse brandstoffen voor opslag en transport van energie
  - > Power2Gas
  - > Waterstof
  - > Andere gassen en vloeistoffen (bijv. methanol, pyrolyse-olie)

- Prestaties van systemen kwantificeren. Dit zijn bijvoorbeeld warmtenetten, biomassa (vergisting, vergassing), energie-positieve gebouwen, gebouwautomatiseringssystemen
- Bijdrage van passieve maatregelen en gedrag kwantificeren (gebouwschil, energielabel, verwarming een graad lager)
- Langdurig monitoren van gebruiksgegevens in relatie tot maatregelen en interventies
- Manieren om mensen te brengen naar en/of te verleiden tot gestuurd en geïnformeerd energiezuinig (normgericht) gedrag

#### ONDERWIJS / HUMAN CAPITAL AGENDA

Het scheiden van het kaf van het koren bij innovaties en het kwantificeren vanuit de technische kennis zijn belangrijke vaardigheden voor hbo-studenten. Zij kunnen dan ook een belangrijke rol spelen in dit type onderzoek en dit type onderzoeken draagt bij aan goed onderwijs.

#### AANSLUITING TOPSECTOREN/MMIP

Dit onderdeel is een rechtstreekse vertaling van het 'samen fact-based beslissen en vormgeven' zoals beschreven in MMIP 13 'Een robuust en maatschappelijk gedragen energiesysteem'. Ook sluit het aan op MMIP 4: 'Duurzame warmte (en koude) in de Gebouwde Omgeving (inclusief glastuinbouw)' waar diverse systemen staan beschreven die verbeterd kunnen worden. Ook MMIP8: 'Elektrificatie en radicaal vernieuwde processen'.

#### STAPPENPLAN







## PROGRAMMALIJN 2

### SYSTEEMBENADERING IN DE PRAKTIJK: LOKAAL DOEN WAT LOKAAL KAN

#### DOEL IN 2030

Een betaalbare en duurzame energievoorziening wordt in belangrijke mate gerealiseerd door systemisch de lokale situatie te optimaliseren en daarvoor keuzes te maken die ook opgeteld tot regionaal of nationaal niveau zinvol zijn. Het uitgangspunt is het energietrilemma: schoon & duurzaam, efficiënt & betaalbaar, passend & veilig. Oftewel, de lokale invulling van 'een robuust en maatschappelijk gedragen energiesysteem'.

#### RELEVANTIE

Het streven naar energieneutraliteit speelt een belangrijke rol in de plannen van veel steden en gebieden voor de energietransitie. In de visie van LEVE moet het risico dat hiermee verbonden is, namelijk dat veel gebieden op hetzelfde moment vergelijkbare lokale tekorten zullen hebben, bijvoorbeeld op koude winterdagen, meegenomen worden. Er ontstaat dan een grote piekvraag, die slechts tegen hoge kosten opgevangen kan worden. Op andere momenten zijn er op veel plekken lokaal overschotten, bijvoorbeeld op zonnige zomerse dagen of bij flinke wind.

Het is daarom belangrijk dat je de evenwichtsverstoringen probeert zo dicht mogelijk bij de bron op te lossen. Als je in de gebouwde omgeving op wijk- of straatniveau, dus lokaal, investeert, kan dit hogere kosten op bijvoorbeeld het niveau van een provincie voorkomen. Om een voorbeeld te noemen: met kleinschalige energieopslag kun je het leven van een netbeheerder een stuk gemakkelijker maken en kosten voor het energiesysteem als geheel lager houden. En om dit goed te doen, moet je dit inzichtelijk maken, dat wil zeggen goed onderbouwen en berekenen met modellen.

De komende jaren zijn overheden verplicht om plannen voor de energietransitie uit te werken in de vorm van Regionale Energie Strategieën en wijktransitieplannen. De LEVE-lectoraten brengen hierbij graag hun visie op de energietransitie in, om te komen tot consistente plannen waarbij

lokaal een grote verantwoordelijkheid wordt genomen en het afschuiven op de omgeving zoveel mogelijk beperkt wordt. Dit gaat daarmee ook over systeemintegratie op lokaal niveau.

LEVE-lectoraten zijn op veel plaatsen reeds betrokken bij het systemisch opbouwen en analyseren van lokale situaties en toegepaste oplossingen. Naast uitbreiding van dit soort projecten, is de volgende stap om op LEVE-niveau deze resultaten samen te brengen en daaruit generieke conclusies te trekken. Dit is de link tussen lijn 2 en lijn 5. Deze onderzoekslijn is ook een aanvulling op de onderzoeken van lectorenplatform Urban Energy.

Bijdragen die LEVE kan leveren vanuit deze lijn:

- Studenten die het gedachtengoed van LEVE snappen en die gericht onderzoek kunnen uitvoeren op LEVE-vraagstukken
- Betrouwbare en toegankelijke modellen. Deze samen ontwikkelen en/of van elkaar valideren.
- Systeembenadering, waaronder een aanpak voor het opstellen van een RES

Naast dat LEVE expertise heeft, is LEVE ook toegerust om op lokale schaal experimenten en proeven met systeemintegratie te doen, bijvoorbeeld met Living Labs.

#### ONDERWERPEN IN DEZE PROGRAMMALIJN

- Lokaal energieconcept voor gebieden (zoals bedrijventerreinen, woonwijken, kleine industrie, kantoren, platteland)
  - > Dimensionering componenten, infrastructuur
  - > Inpassen nieuwe componenten (bijv. nieuw opslagmedium)
  - > Koppeling met net (bijv. island mode)
  - > DC/AC
  - > Smart grids en hybride energiesystemen
  - > Slimme Regel- en optimalisatie mechanismes (onder meer frequentiesturing)
  - > Elektrische auto's (alternatieve opslag), rol van mobiliteit
  - > Buurtbatterij, energieopslag, warmtapwater, saldering, toepassing biomassa
  - > Vraagverschuiving
  - > Data-analyse, net-analyse, voorspellingen.
- Lokale systeemoptimalisatie voor combinaties van
  - > Gas, warmte en elektrisch
  - > Waterstof, biogas en andere alternatieve gassen
  - > Passieve componenten
  - > Energiemonitoring en -sturing
  - > PV, zon-thermisch, warmtepompen
  - > Windenergie, waterkracht, overige

#### ONDERWIJS / HUMAN CAPITAL AGENDA

Cases binnen deze onderzoekslijn zijn bij uitstek geschikt om de LEVE-aanpak met studenten, het bedrijfsleven, onderzoekers en docenten uit te werken. De samenwerking en kennisoverdracht draagt bij aan de Human Capital Agenda.

#### AANSLUITING TOPSECTOREN/MMIP

Dit sluit aan bij MMIP 3 'Versnelling energierenovaties in de Gebouwde Omgeving' met name 'Energieconcepten (incl. optimalisatie in de keten)'. Dit onderdeel is ook een directe invulling van MMIP 5: 'Het nieuwe energiesysteem in de Gebouwde Omgeving in evenwicht', waar letterlijk de 'Lokale systeemoptimalisatie' is benoemd in combinatie met 'Regelalgoritmen voor besparing, energieoptimalisatie en sectorkoppeling', 'Data-architectuur en handelssystemen' en 'Flexibiliteit en elektriciteitsopslag'. En uiteindelijk zijn deze delen belangrijke bijdragen aan MMIP 13: 'Een robuust en maatschappelijk gedragen energiesysteem'. En ook aan 'optimale integratie' van opwek zoals beschreven in MMIP 2 'Hernieuwbare elektriciteitsopwekking op land en in de gebouwde omgeving'.

#### STAPPENPLAN

STAP 1

Onderzoek van lokale projecten eenduidig rapporteren

STAP 2

Resultaten van individuele onderzoeken van de verschillende lectoraten samenvoegen en daarmee opbouwen van Best Practices op dit onderwerp

STAP 3

Vanuit de optelling van lokale onderzoeken komen tot generieke inzichten. Actief op zoek naar ontbrekende schakels om lokaal meer evenwicht te realiseren.

ALGEMEEN

Actief kennis en ervaring delen binnen het hbo en met externe stakeholders.



## PROGRAMMALIJN 3

### SYSTEEMBENADERING IN DE PRAKTIJK: INTEGRALITEIT BIJ GROTE SPELERS

#### DOEL IN 2030

Het potentieel van besparingen en vraagverschuiving bij grote(re) verbruikers van energie draagt bij aan een energievoorziening in evenwicht. De bijdrage van grote(re) verbruikers vormt een integraal onderdeel van de oplossingen. Hetzelfde geldt voor grote opwekkers, grootschalige opslag en conversie. Het gaat om de inrichting van de infrastructuur en flexibiliteit.

#### RELEVANTIE

De aanpak in programmalijn 3 lijkt veel op die in programmalijn 2. De spelers zijn echter anderen: grote professionele partijen met een regionale, landelijke of internationale focus. Dit is de industrie, zowel de industrie die verbruikt als de industrie die grote hoeveelheden energie opwekt of opslaat en conversies toepast. Ook gedistribueerde grootschalige toepassingen spelen een rol, denk aan duizenden batterijen bij consumenten die met één systeem aangestuurd worden.

Vanwege het andere speelveld is ervoor gekozen hiervoor een tweede programmalijn neer te zetten voor systeembenadering in de praktijk: naast 'lokaal doen wat lokaal kan' is dit de lijn 'integraliteit bij grote spelers'.

Het belang van deze partijen in een systeembenadering is dat de grootste verbruikers en opwekkers uiteindelijk een groot deel van het systeemgedrag, het primaire energiegebruik en de CO<sub>2</sub>-uitstoot bepalen. Flexibilisering in de industrie kan een belangrijke bijdrage leveren aan de stabiliteit en de betaalbaarheid van de energievoorziening. Grootschalige opwek, zoals dat bij Delta Power (Zeeland) en ook bij de Hanze-lectoraten wordt onderzocht, is onderdeel van deze programmalijn. Het reduceren van de vraag van de industrie, het beïnvloeden van het moment van de vraag en het balanceren met grote opwekkers zijn cruciale onderdelen van de systeemvisie van LEVE. In de praktijk wordt 'de industrie' vaak apart benaderd en staat dan los van de rest van het systeem.

De grootschaligheid van deze lijn kan niet in isolatie worden aangepakt. Ten eerste zijn het uiteindelijk de consumenten die bepalen of producten afgezet worden. En het zijn dezelfde consumenten die ook de lasten dragen van de energietransitie die in de industrie plaats gaat vinden.

Dit onderwerp leent zich bij uitstek voor een lange termijn scope. Het samenwerken met en beïnvloeden van (grote) industriële partners vergt andere vaardigheden en onderzoeksmethodieken dan de samenwerking met het mkb waarin hogescholen van oudsher veel ervaring hebben. Risico's zijn dat de problematiek veel specifieke expertise vraagt, die niet bij studenten of onderzoekers van het hbo beschikbaar is. Met dit risico in gedachten komen we tot de volgende toegevoegde waarde van LEVE:

- Opties aandragen en meedenken
- Langjarige aanpak in samenhang met de fysieke omgeving van het bedrijf
- Innovatie door technologie stappen van TRL 4-6 naar hogere niveaus te bevorderen en zo de inzetbaarheid van technologieën die bijdragen aan de LEVE-propositie te bevorderen
- Impliciete kennis over bedrijfsprocessen en keuzes uit het verleden expliciet maken, voordat betrokkenen operators met pensioen gaan (Human Capital Agenda)
- Praktische bijdrage aan strategische studies, bijvoorbeeld door de netbelasting per uur tastbaar te maken

#### ONDERWERPEN IN DEZE PROGRAMMALIJN

- Energiemanagement in de industrie. Het is belangrijk om installaties energiezuinig te maken en nieuwe technieken toe te passen. Dit helpt om het gebruik van fossiele brandstoffen terug te dringen.
- Door dit integraal te benaderen (onder meer gebruik makend van pinch-analyses) kan het systeem van het complete proces vaak energetisch gunstiger worden ingericht dan bij een aanpak per processtap.
- Ook het bepalen van de 'systeemgrenzen' is hier essentieel. Als een bedrijf zijn overtollige warmte nabij kan afzetten, is dit zowel energetisch als economisch mogelijk een waardevolle oplossing. Aan de andere kant is 'overtollige warmte' niet per definitie duurzaam en is het optimaliseren van het systeem afhankelijk van de kaders. Incentives (bijvoorbeeld van de overheid) kunnen leiden tot suboptimale systemen vanuit CO<sub>2</sub>-optiek.
- Opties onderzoeken voor de energievoorziening van grootschalige gebruikers zonder fossiele bronnen (binnen de LEVE-kaders).
- Het gericht beïnvloeden van het moment van de energievraag als bijdrage aan de balancering, met het oog op dag-nacht, volatiele bronnen en seizoenen.
- Grootschalige systeemintegratie (wind op zee, grote verbindingen, industrie, zonneparken).

#### ONDERWIJS / HUMAN CAPITAL AGENDA

Dit een gebied waar hogescholen van oudsher minder sterk vertegenwoordigd zijn dan bij het mkb. Dit verandert doordat lectoraten werken aan grootschalige Wind op Zee en intensief samenwerken met TenneT en de Gasunie. Het expliciet benoemen van deze samenwerkingen en de bijbehorende kansen in de onderzoekslijn draagt bij aan de Human Capital agenda.

#### AANSLUITING TOPSECTOREN/MMIP

Dit vindt aansluiting bij MMIP 13 'Een robuust en maatschappelijk gedragen energiesysteem' en dan specifiek bij de punten: 'Inrichting infrastructuur, flexibiliteit, marktmechanismen en digitalisering' en 'Grootschalige energieopslag, energie transport en hybridisering energievraag'. Bovendien is dit benoemd in MMIP 7: 'CO<sub>2</sub>-vrij industrieel warmtesysteem' en dat met name bij de punten 'Warmtehergebruik, -opwaardering en opslag', 'Toepassing klimaatneutrale brandstoffen' en 'Systeemconcepten voor warmte en koude'. Tenslotte ook bij MMIP 1: 'Hernieuwbare Elektriciteit op Zee', MMIP 6: 'Sluiting van industriële kringlopen' en MMIP 8: 'Elektrificatie en radicaal vernieuwde processen'.

#### STAPPENPLAN

STAP 1

Behoeftes van de industrie in kaart brengen en koppelen aan de beschikbare en/of ontbrekende expertise van LEVE. Bijeenkomst van betrokken onderzoekers die nu in dit werkveld betrokken zijn.

STAP 2

Stappenplan voor programma-opzet uitwerken.

STAP 3

Programmalijn vullen met projecten.

ALGEMEEN

Actief kennis en ervaring delen binnen het hbo en met externe stakeholders.



## PROGRAMMALIJN 4

### INTEGRALITEIT MET ANDERE DISCIPLINES: ORGANISATORISCHE EN ICT-KANT VAN DE ENERGIETRANSITIE SAMENBRENGEN MET HET TECHNISCH INZICHT

#### DOEL IN 2030

Het energiesysteem is niet alleen technisch in evenwicht. De organisatorische (sociale, economische, juridische en bestuurlijke) en ICT-aspecten van de energietransitie dragen bij aan het maken van verstandige technische keuzes en het realiseren van technisch evenwicht op een verantwoorde en praktische manier. Totaalconcepten waar energie deel van uitmaakt en die kunnen rekenen op enthousiasme.

#### RELEVANTIE

Waar de lectoraten van LEVE van oorsprong technisch geïntereerd zijn en het vraagstuk 'energievoorziening in evenwicht' zich ook bij uitstek leent voor praktisch technisch onderzoek, zal technisch onderzoek op zichzelf niet leiden tot een goede energietransitie. De organisatorische (sociale, economische, juridische en bestuurlijke) en ICT-kant van de energietransitie is van essentieel belang voor het succesvol zijn van de transitie. Sterker nog: met de beschikbare technologie kan de energietransitie uitgevoerd worden. Vaak liggen de beperkingen niet in de techniek. Daarom zet LEVE-projecten op met andere lectoraten en met partijen buiten de hogescholen die gaan over de integratie van techniek in de maatschappij.

Op dit moment is er geen goed kader om de technische vooruitgang te versterken. Door het gebrek aan integraliteit is de techniek mogelijk zelfs vaker niet dat wel de bottleneck bij het realiseren van oplossingen die bijdragen aan de energietransitie.

Het doel van deze programmalijn is om technische inzichten te combineren met inzichten uit andere disciplines.

In fase 1 leidt dit tot meer interdisciplinaire samenwerking en goede governance modellen. Dit draagt bij aan het vertalen van deze inzichten naar mogelijke en gewenste maatregelen op bestuurlijk en politiek niveau. Samenwerking is een uitdaging, omdat verschillende werelden

met elk hun eigen ideeën en vocabulaire bij elkaar moeten komen.

In fase 2 leidt dit tot een aanpak van de energietransitie die kosteneffectief is, sociaal aanvaardbaar is en economisch verantwoord.

In de derde fase is er sprake van een interdisciplinaire aanpak.

#### ONDERWERPEN IN DEZE PROGRAMMALIJN

- De betaalbaarheid van de energievoorziening en de kostenverdeling
  - > Opstellen van maatschappelijke businesscases
  - > Verdienmodellen voor lokale balans
  - > Micromarkten
- Omgaan met schaarste:
  - > Toegevoegde waarde van BIM en GIS.
  - > Hoe zet je de beperkte hoeveelheid beschikbare biomassa in
  - > Waar levert een geïnvesteerde euro het beste rendement richting CO<sub>2</sub>-reductie
- Het beïnvloeden van gedrag op gebied van energiegebruik
  - > Hoeveel kan gedrag bijdragen?
  - > Wat is de rol van gegevensbeschikbaarheid en privacy
  - > In welke mate zijn we bereid om concessie te doen op gebied van levensstandaard (privé, bedrijven)?
  - > Rol van communities

- > Welke behoefte hebben gebruikers invloed uit te oefenen en hoe kan dit in het energiesysteem goed werken?
- > Wijze van communiceren met potentiële gebruikers
- > Bevorderen van een transitie vanuit 'willen' en 'kunnen', zodat bureaucratie en normering op de achtergrond blijven
- > Ruimtelijke inpassing
- Wie zit er aan de knoppen?
  - > Governance
  - > Leveringszekerheid
  - > Democratische / publieke controle
- Wet- en regelgeving met betrekking tot energie en transport
  - > Warmtenetten controversieel voor burgers Die hebben moeite met de uitrol en het aansluiten
  - > Organisatie van prestatiegaranties woningbouw; installaties, gebruiker, gebouw
  - > Knelpunten met betrekking tot toepassing Waterstof in de Gaswet
  - > Tariefstructuren en marktsystemen (energiemarkt versus capaciteitsmarkt)
- Verandering van bestaande rollen, nieuwe rollen
  - > Veranderende rol aannemer: automatisering bouw, integratie bouwcomponenten
  - > Bijdrage van big data, data analytics en AI aan de energietransitie. Idem block chains
  - > Energy Service Company (ESCO), asset management
  - > Rol regionale overheden en gemeenten, ondersteuning bij de Regionale Energie Strategieën en wijktransitieplannen
  - > Marktordeningsvraagstukken
  - > Energiecorporaties

Binnen de hogescholen is op deze terreinen veel kennis aanwezig. Deze wordt echter nog niet overal/altijd systematisch toegepast op de energietransitie.

#### ONDERWIJS / HUMAN CAPITAL AGENDA

Ook interdisciplinair werken is een belangrijk aspect waarvoor studenten opgeleid worden. Hier speelt deze programmalijn een goede rol in.

#### AANSLUITING TOPSECTOREN/MMIP

Dit onderwerp sluit het best aan bij MMIP 13, omdat het bijdraagt aan 'een robuust en maatschappelijk gedragen energiesysteem'. Het heeft ook raakvlakken met MMIP 3 vanwege het ontwikkelen van 'Energieconcepten (incl. optimalisatie in de keten)', 'robotisering, digitalisering en integratie' en het 'enthousiasmeren van eigenaren en gebruikers'.

#### STAPPENPLAN

STAP 1

In kaart brengen van relevante lectoraten bij de verschillende hogescholen

STAP 2

Samenwerking met deze lectoraten opzetten door het identificeren van gezamenlijke onderzoeksvragen en/of betrekken bij lopende projecten

STAP 3

Opzetten van gezamenlijke projecten

ALGEMEEN

Actief kennis en ervaring delen binnen het hbo en met externe stakeholders.



## PROGRAMMALIJN 5

### SYSTEEMBENADERING IN DE AANPAK: LEVE-VISIE UITDRAGEN

#### DOEL IN 2030

De LEVE-systeembenadering van de energievoorziening wordt alom herkend en gebruikt. LEVE staat bekend om zijn integrale oplossingsbenadering. De positief kritische en kwantitatieve benadering vertaalt LEVE naar alle stakeholders: zowel het brede publiek als de beleidsmakers en beslissers bij overheid en bedrijfsleven.

#### RELEVANTIE

Het resultaat van de programmalijn is enerzijds dat het onderlinge debat en de samenwerking binnen LEVE verder wordt versterkt. Anderzijds wordt informatie via meerdere kanalen (sociale media, radio, televisie) en gericht op doelgroepen gedeeld. Door expertise van LEVE als collectief uit te dragen, wordt LEVE ook gericht benaderd. Daardoor geeft LEVE een inhoudelijke impuls aan het energietransitie debat in Nederland.

Zowel het eigen praktijkgericht onderzoek wordt geduid, maar ook beschikbaar materiaal van anderen wordt geduid op kwaliteit en waar nodig wijst LEVE op de waarde van een scenario of oplossing in het systeemperspectief.

Ook speelt LEVE een rol in het plaatsen van fundamenteel-wetenschappelijke bevindingen in de systeemcontext en bijdragen aan de vertalingen van wetenschappelijke inzichten aan de praktische invulling van de energietransitie. Ideeën die in deze programmalijn opgedaan worden, leiden in een van de andere programmalijnen tot pilots of tot projecten om een technologie naar een volgend TRL-niveau te brengen.

Voorbeelden:

- Rol van neutrale validatie. Sterk afhankelijk van de expertise van de lectoren en andere medewerkers van de lectoraten. Een gezamenlijke database is hiervoor een goed startpunt, bijvoorbeeld voortbouwend op: [www.energieopwek.nl](http://www.energieopwek.nl)
- De hoeveelheid informatie die beschikbaar is over de energietransitie is groot. De betrouwbaarheid van deze informatie is niet altijd te achterhalen. De discussie is vaak of abstract of op microniveau. LEVE plaatst informatie van derden in een praktisch systeemperspectief en draagt zo bij aan de kwaliteit van de informatievoorziening
- Actief benaderen van bijvoorbeeld een ministerie met onze visie op hoe wij vragen die bij hen leven kunnen beantwoorden, met de blik van een engineer. Daarna samen komen tot een heldere vraag en deze voorzien van een helder antwoord
- Een hoog-risico project (droomproject, double-or-quits) opzetten met een groot deel van de LEVE-lectoraten: serieuze haalbaarheidsstudie naar de transitie van een gebied

#### ONDERWIJS / HUMAN CAPITAL AGENDA

Dit werkt twee kanten op. Enerzijds is het uitdragen van de systeembenadering in het onderwijs en ook publiekelijk belangrijk voor de bewustwording van studenten en andere belangstellenden. Anderzijds is het van belang door deze kennisverspreiding ook bij te dragen aan het feit dat de schaarse beschikbare technische capaciteit voor zinvolle activiteiten wordt ingezet. Mogelijk draagt het positief kritische geluid bovendien bij aan de motivatie van toekomstig studenten om voor een studie in de hoek van de duurzame energietechniek te kiezen. Kennisopbouw is nodig op meerdere niveaus: diepgaande kennis bij een relatief beperkte groep mensen en basiskennis bij een heel grote groep.

#### AANSLUITING TOPSECTOREN/MMIP

Voor deze programmalijn is MMIP 13 'een robuust en maatschappelijk gedragen energiesysteem' de belangrijkste kapstok.

#### STAPPENPLAN

STAP 1

In kaart brengen welke expertise bij welke lector / welke hogeschool aanwezig is en wie waarvoor benaderbaar is (namen en rugnummers). Intern discussieplatform inrichten en naar elkaar doorverwijzen.

STAP 2

Actief reageren op wat er in het nieuws is. Zichtbaarheid vergroten, zorgen dat media weten wie ze moeten bellen. Indien nodig in projectvorm gieten (financiering).

STAP 3

Consequent analyseren van en communiceren over eigen bijdrages en bijdrages van derden op het gebied van de energietransitie vanuit de visie van LEVE.

ALGEMEEN

Actief kennis en ervaring delen binnen het hbo en met externe stakeholders.



## OVERZICHT PROGRAMMALIJNEN EN THEMA'S



## AFFINITEIT & INSPANNING PER HOGESCHOOL OP DE PROGRAMMALIJNEN EN THEMA'S

	PROGRAMMALIJNEN		THEMA'S	
	in volgorde van meeste naar minste affiniteit	in volgorde van grootste inspanning naar minste inspanning	in volgorde van meeste naar minste affiniteit	in volgorde van grootste inspanning naar minste inspanning
Avans Hogeschool	2 1 4 5 3	5 2 1 4 3	2 1 3 5 4	2 3 1 5 4
Hogeschool van Arnhem en Nijmegen	1 3 5 2 4	2 5 1 3 4	2 5 1 4 3	2 5 4 1 3
Hanze hogeschool	1 3 4 5 2	4 1 3 5 1	2 5 4 1 3	2 5 4 1 3
Hogeschool Rotterdam	4 5 3 2 1	4 5 3 2 1	5 4 1 3 2	5 4 1 3 2
Hogeschool Zeeland	3 2 1 4 5	2 1 3 4 5	2 1 3 4 5	2 1 3 4 5
Hogeschool Saxion	1 2 4 5 3	2 4 1 5 3	1 4 5 2 3	2 3 1 5 4



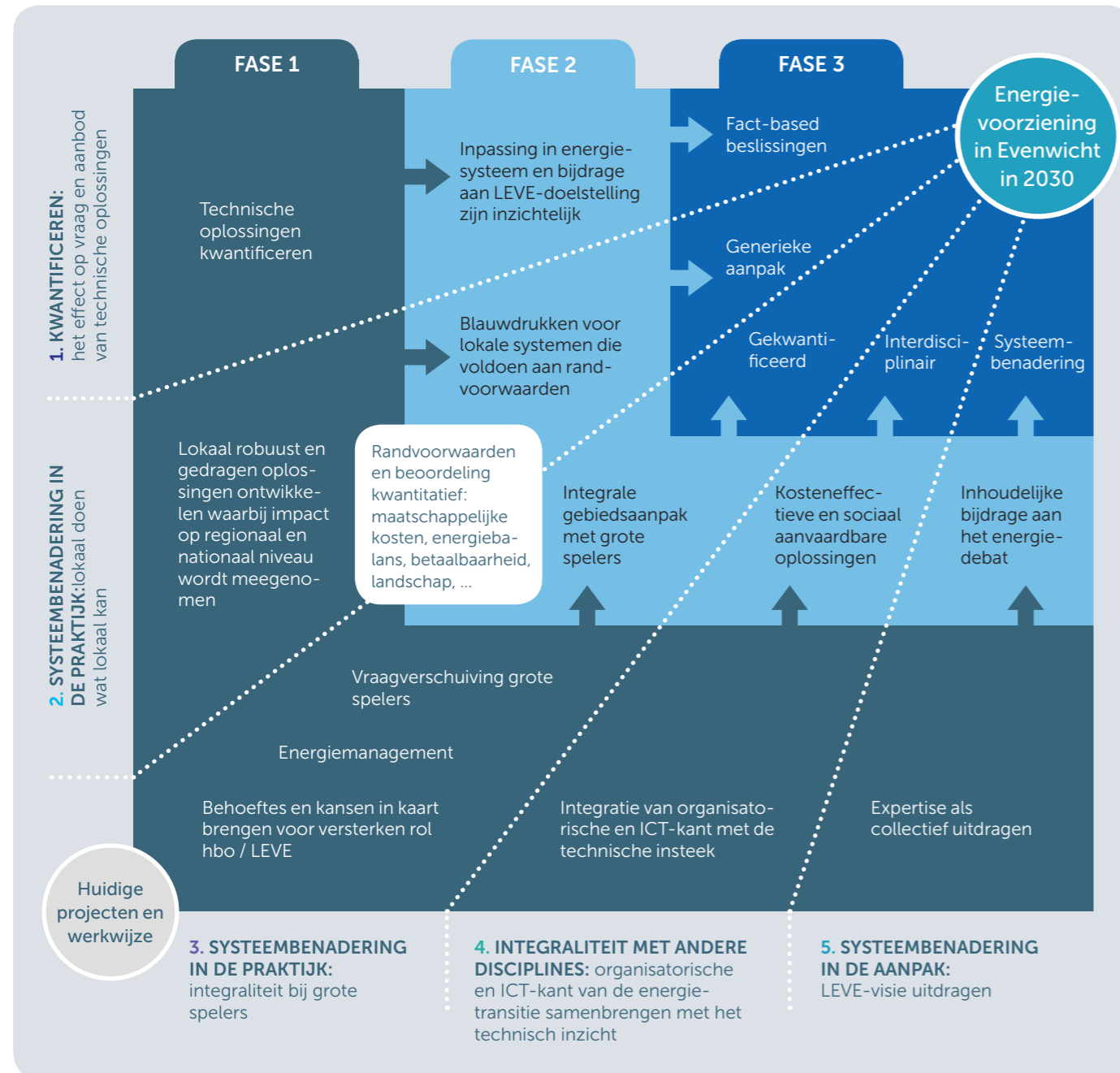
## IN ÉÉN OOGOPSLAG

IN DRIE FASES NAAR ENERGIEVOORZIENING IN EVENWICHT IN 2030

### DE TRANSFORMATIE DOOR LEVE

Op basis van de onderzoeksagenda levert LEVE een bijdrage aan de energietransitie. Waar deze bijdrage uit bestaat is weergegeven in *Figuur 6*.

Dit is een transformatieplaat waarin te zien is hoe in drie fases naar het einddoel van 2030 toegevoerd wordt.



Figuur 6 Overzicht van programma LEVE

## SLOT

Deze onderzoeksagenda is tot stand gebracht door de lectoren die samenwerken in het Nationaal Lectorenplatform Energievoorziening in Evenwicht (LEVE) en dhr. Hammink, managing director van SEECE. De tekst is geschreven door J. Wallinga, Turquoise Energy Management. Zij is tevens verbonden aan hogeschool Saxion. Er is gesproken met alle betrokkenen bij het platform, de opzet is besproken en aangescherpt in bijeenkomsten met lectoren en zij hebben bijgedragen aan de tekst met aanvullingen en reviews. LEVE overlegt regelmatig met en is erkentelijk voor de steun en commentaren van de Topsector Energie, TKI Wind op Zee, TKI Nieuw Gas, Systeemintegratie en Human Capital Agenda. Speciale dank ook voor de bijdragen en commentaren van B. Boogaart en C. Stroomer van de HAN.

Deze onderzoeksagenda is gefinancierd uit de gelden van LEVE, waarin bijgedragen is door Regieorgaan SIA, onderdeel van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) en het expertisecentrum Sustainable Electrical Energy Center of Expertise (SEECE). SEECE verzorgt ook de communicatie voor LEVE.

# BIJLAGE 1

## ACHTERGROND LECTORENPLATFORMS

Het platform LEVE wordt tot midden 2019 onder andere gefinancierd door SIA<sup>1</sup>. Regieorgaan SIA heeft als opdracht het versterken en vernieuwen van vraaggestuurd praktijkgericht onderzoek van hogescholen. Onderzoek dat het toepassen van kennis in bedrijven, in de publieke sector en in het onderwijs van de hogescholen stimuleert. Lectoren van hogescholen werken samen in platforms: open en actieve verbanden georganiseerd rondom thema's die aansluiten op de agenda's van de topsectoren en de grote maatschappelijke uitdagingen.

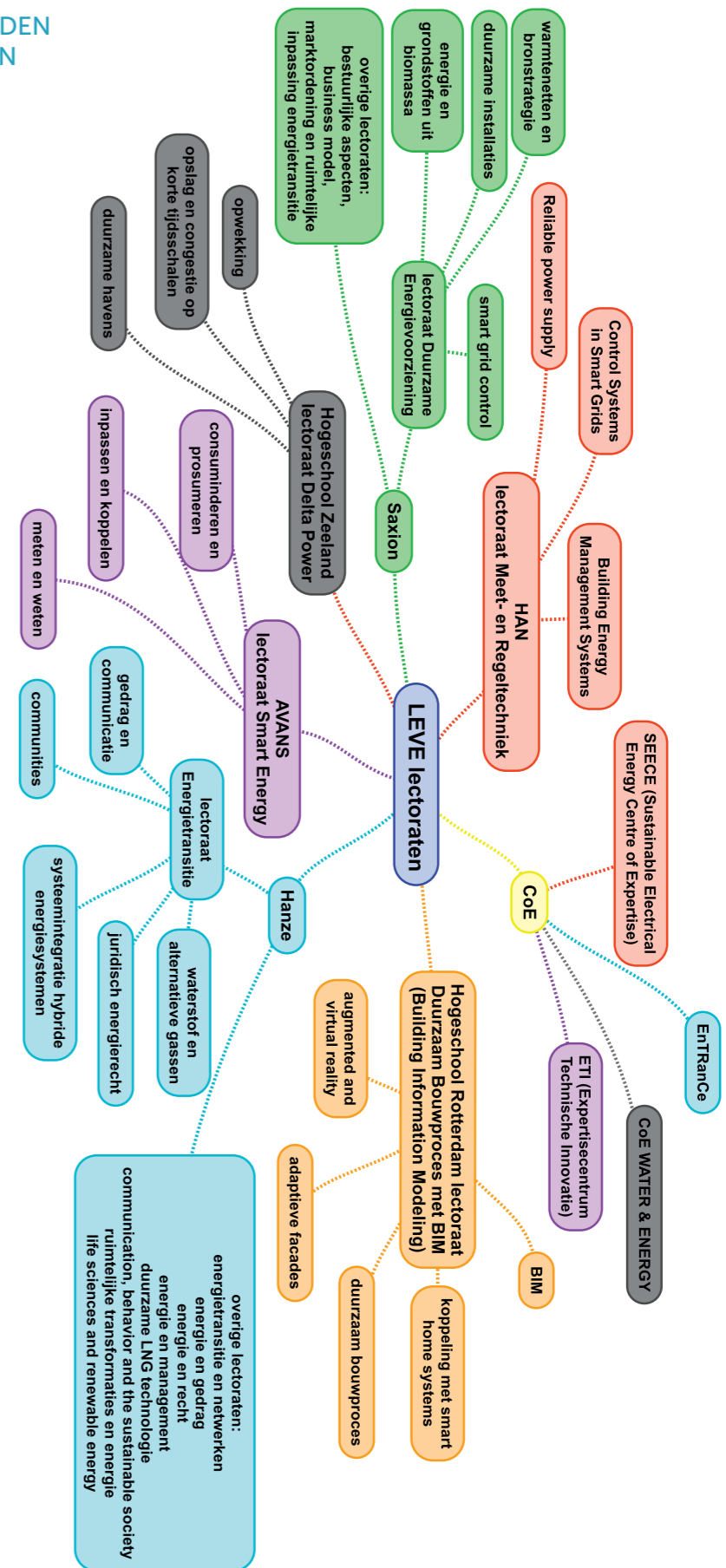
Hogescholen kunnen met hun praktijkgericht onderzoek een relevante bijdrage leveren aan het onderzoek en aan innovaties op verschillende thema's. Om een goede positie in kennisinfrastructuur te krijgen is het noodzakelijk de krachten te bundelen: allereerst lectoren en daarnaast ook bedrijven en organisaties. Regieorgaan SIA financiert, stimuleert en werkt samen met de platforms.

## DE KOPPELING TUSSEN DE PROGRAMMALIJNEN (PL) UIT DEZE AGENDA EN DE MMIP'S

	PL 1	PL 2	PL 3	PL 4	PL 5
MMIP 1			X		
MMIP 2		X			
MMIP 3		X		X	
MMIP 4	X				
MMIP 5		X			
MMIP 6			X		
MMIP 7			X		
MMIP 8	X		X	X	
MMIP 13	X	X	X	X	X

<sup>1</sup> Kader SIA: [www.regieorgaan-sia.nl/netwerk+en+kwaliteit/Lectorenplatform](http://www.regieorgaan-sia.nl/netwerk+en+kwaliteit/Lectorenplatform)

## ONDERZOEKSVELDEN LEVE-LECTORATEN



## BIJLAGE 2

### PROJECTENOVERZICHT: VOORBEELDEN VAN LOPENDE PROJECTEN PER PROGRAMMALIJN

#### PROGRAMMALIJN 1

KWANTIFICEREN: HET EFFECT OP VRAAG EN AANBOD VAN TECHNISCHE OPLOSSINGEN

#### **HANZEHOGESCHOOL:**

##### BUURTWARMTE

Het MVI-E-project Buurtwarmte heeft tot doel om vanuit bewoners(groep)-perspectief bij te dragen aan de ontwikkeling van het warmtenet van Warmtestad Groningen, gebruikmakend van ervaringen binnen (Wageningen en Culemborg) en buiten Nederland (Duitsland en Denemarken). Het kennisdoel is om inzicht te verkrijgen in de processen die ontwerp en uitvoering van een warmtenet bepalen, de samenhang daartussen en de mogelijkheden om tot aanpassingen te komen. In het project wordt een framework voor procesgang en organisatie rond een warmtenet ontwikkeld. Dit kan direct worden toegepast bij Warmtestad Groningen, maar is flexibel genoeg om elders toe te passen.

#### **HANZEHOGESCHOOL:**

##### BIO-P2G

Professionals in de energiesector worden geconfronteerd met vele uitdagingen in de toekomstige energie-mix. De inherente onzekerheid in de productie van wind- en zonne-energie kan leiden tot een gebrek aan evenwicht tussen vraag en aanbod van energie. Deze onbalans moet worden aangepakt. Power-to-Gas (P2G) met behulp van biologische methaanvorming (Bio-P2G) kan een waardevolle oplossing kan zijn als methode om meer en hogere kwaliteit methaan te maken als drager of opslag van duurzame energie. In P2G wordt elektriciteit gebruikt om waterstof uit water te genereren en de waterstof wordt omgezet in methaan met de conversie van het broeikasgas kooldioxide.

Dit RAAK-PRO programma onderzoekt of Bio-P2G technologisch en economisch aantrekkelijk is als bijdrage aan het balanceren van de vraag en aanbod van duurzame energie in Nederland. Het project zal de technologische, economische en ecologische haalbaarheid van Bio-P2G evalueren en is gericht op het opbouwen van Nederlandse ervaring en expertise met deze technologie.

#### **HOGESCHOOL SAXION:**

##### INTERREG WIEFM<sup>2</sup>

In het project WiEfm (Warmte in de Euregio-focuseren en moderniseren) zijn de technische, bestuurlijke en economische aspecten van warmtenetten in het Euregiogebied Gelderland/Overijssel/Nordrhein Westfalen onderzocht. Het project heeft een thematisch onderzoeksdeel en daarnaast een praktisch deel waarin in totaal 32 haalbaarheidsstudies zijn uitgevoerd voor nieuwe warmtenetten en bronnen (inclusief aquathermie). Voor de haalbaarheidsstudies heeft het project financiering geleverd aan de aanvragers en de uitvoering en disseminatie van resultaten begeleid.

Concrete resultaten die binnen het thematisch onderzoeksdeel zijn gerealiseerd:

- optimalisatiemodel voor collectieve warmtevoorziening vanuit meerdere bronnen,
- ontwerptool voor het bepalen van warmte- en pompverlies van warmtenetten,

- GIS-tool voor het in kaart brengen van mogelijkheden voor de inzet van restwarmte,
- typering van de warmtenetten in Oost-Nederland,
- kader voor regeltechnische optimalisatie van warmtenetten,
- kader voor bestuurlijke typering van warmtenetten,
- overzicht van bestuurlijke belemmeringen en mogelijkheden m.b.t. marktordening en stimulering van de ontwikkeling van warmtenetten,
- business case aanpak voor de ontwikkeling van warmtenetten.

#### **HOGESCHOOL SAXION:**

##### TKI SWITCH2SMARTGRIDS MEPELENERGIE<sup>3</sup>

In dit TKI-project is onderzocht: hoe kan er door een collectief van samenwerkingspartners een geïntegreerd Smart Grid worden gebouwd dat gebruikers in de nieuwbouwwijk Nieuwveense Landen van de stad Meppel kan voorzien van een duurzame, betaalbare, comfortabele en toekomstvaste warmte- en koudevoorziening?

Vragen waarop hierbij een antwoord wordt gezocht zijn onder andere:

1. Ondervindt de bewoner de comfortverbetering en verduurzaming van de warmte- en koudevraag van de woningen ook als een meerwaarde en is deze bewoner tot besparing te verleiden op basis van informatie over zijn gebruik en "games"?
2. Wat is het optimale ontwerp voor een hybride warmtevoorziening?
3. Leidt het door het consortium ontwikkelde systeem ook daadwerkelijk tot verlaagde kosten en lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot?
4. Wat is de optimale samenwerkingsvorm tussen gemeente Meppel, RENDO Duurzaam en MeppelEnergie in een dergelijk project, zowel tijdens realisatie als exploitatie?
5. Wat is het meest optimale en toekomstvaste platform voor data-uitwisseling?

6. Hoe kunnen de WKK, WKO en het gebruik van buffers in het systeem optimaal worden aangestuurd?
7. Het huidige project vindt plaats binnen de op dit moment geldende wettelijke kaders. Zijn de huidige wettelijke kaders de beste manier om dergelijke projecten met de laagste maatschappelijke kosten te ontwikkelen?

#### **HOGESCHOOL VAN ARNHEM EN NIJMEGEN:**

##### ECOVAT

Ecovat heeft met behulp van subsidies van RVO (TKI EnerGO en TKI Systeemintegratie) een prototype gerealiseerd van een Ecovat thermisch opslagvat met een softwarematig besturingsysteem. Dit project betreft doorontwikkeling van Ecovat's centrale sturingssoftware, tot een robuuste, modulaire, schaalbare en toekomstgerichte sturing, waarbij de opportuniteiten van smart grids & smart markets centraal staan.

#### **HOGESCHOOL VAN ARNHEM EN NIJMEGEN:**

##### HP-LAUNCH

Zes kennisinstituten en marktpartijen werken de komende twee jaar aan een prototype van een duurzame warmtepomp voor bestaande woningen. De projectresultaten worden beschikbaar gesteld aan de Nederlandse warmtepompindustrie, die het product kan doorontwikkelen tot een betaalbaar serieproduct.

[www.han.nl/onderzoek/kennismaken/technologie-en-samenleving/lectorat/meet-en-regeltechniek/projecten/hp-launch/](http://www.han.nl/onderzoek/kennismaken/technologie-en-samenleving/lectorat/meet-en-regeltechniek/projecten/hp-launch/)

<sup>2</sup> Scope en aanpak maken dat dit project ook hoort bij programmalijnen 3, 4 en 5.

<sup>3</sup> Scope en aanpak maken dat dit project aspecten ook aan programmalijnen 2 & 5 bijdraagt.

## PROGRAMMALIJN 2

SYSTEEMBENADERING IN DE PRAKTIJK: LOKAAL DOEN WAT LOKAAL KAN

### **HOGESCHOOL ZEELAND:** SPELEN MET STROOM(ING)

In dit SIA RAAK-PRO project wordt onder leiding van Hogeschool Zeeland met 14 partijen (hogescholen, universiteiten, onderzoeksinstituten, energiebedrijven en turbinefabrikanten) onderzoek verricht naar snel-schakelbare getijcentrales, die tevens dienst kunnen doen als pompgebied. Deze "klimaatcentrales" voorzien in:

1. (voorspelbare) Productie van duurzame elektriciteit
2. Tegengaan van netcongestie en verbeteren van netstabilisatie en handelen op de onbalansmarkt, door opslag van elektriciteit in de vorm van gepompt water
3. Verbetering van het aquatisch milieu in het estuarium, door gepulst bedrijf van de centrale.
4. Waterveiligheid, door afpompen van rivierwater-afvoer, tegen storm op zee

Het onderzoek naar deze centrales is theoretisch, numeriek en experimenteel van aard en betreft vooral hydro-mechanica, mechatronica en aquatische ecologie. Tests worden gedaan in het laboratorium en het Tidal Technology Centre Grevelingendam. Het project beoogt een oplossing te bieden voor de te realiseren getijcentrale in de Brouwersdam (Noordzee-Grevelingen).

### **HANZEHOGESCHOOL:** H2GROW- OP WEG MET WATERSTOF IN GRONINGEN

Holthausen, Gasunie en Resato willen samen met ESA, Century en de gemeente Groningen (als "first movers" op het gebied van de inzet van de waterstof-elektrische voertuigen) met flankerend onderzoek gericht op best-practice ontwikkeling en evaluatie door Entrance (Hanzehogeschool Groningen), de keten van hernieuwbare waterstofproductie, distributie, aflevering en gebruik in waterstof-elektrische voertuigen testen en demonstreren.

### **HANZEHOGESCHOOL:** NIEUW GRONINGS GAS

Horecabedrijven, ziekenhuizen en grote kantines hebben relatief kleine stromen van keukenafval: swill. Ter plekke vergisten van swill zorgt dat deze kleine afvalstromen worden benut zonder dat transport nodig is. Het biogas kan ter plekke worden gebruikt. Dat bespaart kosten en is CO<sub>2</sub>-neutraal. Zo biedt kleinschalige vergisting kansen voor grootschalige toepassing van biogas: Veel kleine vergisters samen zorgen voor opschaling van het biogas volume. Bovendien sluit dit lokale voedselkringlopen. Dit past bij beleidsafspraken op meerdere niveaus over de energietransitie naar hernieuwbare energie, CO<sub>2</sub>-neutraliteit en circulariteit.

### **HANZEHOGESCHOOL:** WATERSTOFWIJK HOOGVEEEN

De gemeente Hoogeveen ontwikkelt aan de westrand van de stad ongeveer 80 woningen op een nieuwe locatie: Nijstad-Oost. De bouwactiviteiten moeten begin 2020 van start gaan. De gemeente wil met de ontwikkeling bijdragen aan de energietransitie opgave in Nederland, met name het aardgasloos bouwen. Daarmee ontstaat een unieke kans, waar dit project een belangrijke schakel in is. De doelstelling van dit project is om een (techno-economische) blauwdruk en bijbehorende technologie op te leveren om heel concreet de warmtevoorziening, op basis van een waterstof CV-ketel, van deze woningen op 100% waterstof (H<sub>2</sub>) te laten functioneren. Deze blauwdruk en technologie moeten vertaalbaar zijn naar bestaande woonwijken in de rest van Nederland. Naast reductie van aardgasgebruik, zal hiermee ook een marktkans voor betrokken partijen worden gecreëerd. De blauwdruk zal niet enkel technologisch zijn, ook de maatschappelijke businesscase, bronnen van waterstof en het draagvlak onder bewoners zal worden meegenomen. Deze benadering zal worden afgezet tegen andere

waterstof gebaseerde oplossingen (brandstofcel, lokaal warmtenet, etc.), zodat voor- en nadelen inzichtelijk worden.

### **AVANS HOGESCHOOL:** ENERGY LEARNING COMMUNITY "SMART GRIDS"

Ontwikkelen van een "Energy Learning Community" waar het mbo, hbo en wo vertegenwoordigd zijn samen met het bedrijfsleven om smart grid projecten te realiseren. In de Energy Learning Community wordt een nieuwe manier van leren, werken, innoveren ontwikkeld en een directe koppeling gelegd tussen onderzoek en onderwijs. In het project wordt een prominente rol voorzien voor de inrichting van het Smart Energy Delivery lab dat bij Avans in ontwikkeling is (SEnD lab).

### **HOGESCHOOL SAXION:** INTERREG CLEANTECH ENERGY CROSSING

Doel van dit project is de ontwikkeling, demonstratie en analyse van twee innovatieve batterijtechnologieën in een micro-grid setting. Binnen dit werkpakket werken derhalve verschillende MKBs en kennisinstellingen samen aan de (door-)ontwikkeling van innovatieve stationaire batterijtechnologie (50 - 300 kWh) om de opslagmogelijkheden binnen lokale micro-grids te verhogen.

Daarnaast wordt aansturing getest binnen micro-grids, waarin decentrale energieopwekking, -opslag en verdeling van elektriciteit optimaal wordt afgestemd en koppelt aan de oplaadinfrastructuur voor elektromobiliteit. Het project bevat de volgende onderdelen:

- Uitwerken van de vereisten en criteria voor de batterijtechnologieën en de oplaadinfrastructuur binnen een micro-grid. Vervolgens ontwikkeling van batterijsystemen voor demonstratieprojecten.
- Uitvoeren van demonstratieprojecten voor twee batterijsystemen (zeezout en waterstof) om daarbij het samenspel tussen opslagtechnologie en energie-infrastructuur te testen.
- Ontwikkeling van een slim micro-grid & virtual power plant model wat de basis vormt voor de commerciële realisatie van micro-grids.
- Implementatie van innovatieve marktmodellen en technieken voor de uitwisseling en levering

van energie binnen het micro-grid. Daarnaast worden technisch-economische businessmodellen ontwikkeld om verschillende businessmodellen te positioneren in beide landen, zoals een systeem dat garanties van oorsprong van duurzame energie kan afgeven.

- Gedetailleerd eindrapport met concrete besturingsmodellen en businessmodellen om de verschillende producten (eventueel als één systeem) naar de markt te brengen.

### **HOGESCHOOL SAXION:** TKI URBAN ENERGY PHYSYCON

Doel van dit project is om in het kader van de warmtetransitie (woningen van gas los) een geoptimaliseerd en robuust systeemconcept te ontwikkelen voor duurzame verwarming van woningen, met nadruk op de bestaande woningvoorraad. Een innovatief PVT systeem van Viridi wordt doorontwikkeld om de warmteoverdracht te verbeteren. Daardoor neemt de thermische opbrengst van het systeem toe en ook de opbrengst van het PV systeem wordt hoger. Daarnaast wordt ten behoeve van de dimensionering een wiskundig systeemmodel ontwikkeld en geverifieerd met behulp van een gedetailleerd systeemmodel. Tevens wordt het PVT systeem in de praktijk beproefd in 2 woningen. Voor het regelsysteem worden mogelijkheden voor optimalisatie onderzocht en tijdens de pilots beproefd. Dit project levert een gevalideerd systeemconcept voor warmtepomptoepassing in woningen met PVT als bronsysteem, dat een alternatief biedt voor buitenlucht- en bodemsystemen als bronsysteem voor de warmtepomp. Naar verwachting kan hiermee een jaarCOP worden bereikt die vergelijkbaar is met die van systemen met een bodembron.

### **HOGESCHOOL SAXION:** TKI SYSTEEMINTEGRATIE SOLARFREEZER

De doelstelling van dit project is om een integraal, geoptimaliseerd en robuust systeemconcept van PVT, warmtepomp en water/ijsbuffer te ontwikkelen. Hiervoor wordt de deelcomponent van de ijsbuffer nauwkeurig gekarakteriseerd (temperatuur, vermogen, energie), en wordt een integraal simulatiemodel gemaakt waar deze kenmerken in worden verwerkt. Op basis hiervan worden ontwerputgangspunten vastgesteld ten behoeve van de ontwerp praktijk.



Een belangrijke deeldoelstelling is het kunnen dimensioneren van het benodigde buffervolume voor een specifieke woning, en het bijbehorende oppervlakte aan energiedak. Het jaarrendement voor ruimteverwarming en warmtapwaterbevoeding wordt bepaald. Vervolgens wordt een woning in de praktijk voorzien van de geoptimaliseerde installatie, en worden door middel van praktijkmonitoring de ontwerppunten gevalideerd.

[www.rvo.nl/subsidies-regelingen/projecten/systeemintegratie-solar-freezer](http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/projecten/systeemintegratie-solar-freezer)

#### **HOGESCHOOL VAN ARNHEM EN NIJMEGEN:** CSGRIP (MET LAADSTATION VAN DE HAN)

Het Cellular Smart Grid Platform (CSGriP) project had als doel om het elektriciteitsnetwerk betrouwbaarder te maken door gebruik te maken van de netfrequentie als communicatiemiddel tussen autonome cellen. Door de netfrequentie te gebruiken als communicatiemiddel voor prosumers (producenten en consumenten), zijn andere vormen van communicatie (centraal of extern) overbodig voor een veilig en betrouwbaar beheer (vb. tijdens net uitval, IT infrastructuur falen of eiland situatie). Duurzame energie (DE) producenten en flexibele gebruikers zijn geprogrammeerd om te reageren op de netfrequentie, welke wordt bepaald door de lokale accu van de verschillende cellen.

#### **HOGESCHOOL VAN ARNHEM EN NIJMEGEN:** HYDROUS

Er is wereldwijd een grote behoefte aan goedkope en duurzame energie opslag technologieën. De hoofddoelstelling van dit project is de ontwikkeling en realisatie van een hybride energieopslagsysteem op basis van de waterstof-bromide redox-flow technologie (HyDrOuS = Hybride Decentraal Opslag Systeem). Het hybride karakter van het HyDrOuS systeem komt tot uiting door combinatie van de waterstof-bromide module voor langere termijn energieopslag bij laag vermogen in combinatie met een module voor korte termijn en hoog vermogen. Het project beoogt een zo breed mogelijk inzetbaar energie opslag systeem te ontwikkelen.

Het project kent de volgende subdoelstellingen:

1. Detailontwerp, bouw en test van een 50kW/250kWh waterstof-bromide redox-flow energieopslagmodule.
2. Conceptueel ontwerp van het hybride systeem en implementatie in een testomgeving.
3. Het valideren en demonstreren van het systeem in een representatieve operationele omgeving.

[www.han.nl/onderzoek/kennismaken/technologie-en-samenleving/lectoraat/meet-en-regeltechniek/projecten/hydrous-ll/](http://www.han.nl/onderzoek/kennismaken/technologie-en-samenleving/lectoraat/meet-en-regeltechniek/projecten/hydrous-ll/)

#### **HOGESCHOOL VAN ARNHEM EN NIJMEGEN:** NEFUSTA

Het Lectoraat Meet- en Regeltechniek ontwikkelt in samenwerking met CGI, DNV GL, DEKRA en SWECO een New Energy Vehicles Fueling Station (NeFuSta). Dit groene laad- en tankpunt heeft de mogelijkheid energie op te slaan, is geschikt voor diverse vormen van toekomstig vervoer en voor verschillende energiedragers en kan ook het elektriciteitsnet ondersteunen. Het team onderzoekt welke scenario's de beste perspectieven bieden.

[www.han.nl/onderzoek/kennismaken/technologie-en-samenleving/lectoraat/meet-en-regeltechniek/projecten/nefusta/](http://www.han.nl/onderzoek/kennismaken/technologie-en-samenleving/lectoraat/meet-en-regeltechniek/projecten/nefusta/)

#### **HOGESCHOOL VAN ARNHEM EN NIJMEGEN:** HYDROVA

Het doel van Hydrova is om voor het mkb specifieke toepassingen te ontwikkelen zodat betrokken mkb'ers hun producten doelgerichter en met minder onzekerheden kunnen ontwikkelen. De insteek is hiervoor een aantal veel voorkomende vragen te beantwoorden.

Vragen zoals:

- Is het mogelijk om waterstof op grote schaal uit duurzame bronnen te produceren?
- Zijn brandstofcellen voldoende betrouwbaar?
- Kunnen de kosten van brandstofceltechnologie worden verlaagd?
- Hoe zit het met veiligheid?

Het Hydrova-project gaat een aantal van deze vragen beantwoorden.

### PROGRAMMALIJN 3

SYSTEEMBENADERING IN DE PRAKTIJK: INTEGRALITEIT BIJ GROTE SPELERS

#### **HOGESCHOOL VAN ARNHEM EN NIJMEGEN:** FLEXTORE ENERGIEDIENSTEN

Doel van het project is een haalbaar energiesysteem gebaseerd op een Waterstofbromide Flow-batterij met bijbehorende regelsystemen en diensten en te testen op een pilotlocatie. Het concept maakt het mogelijk duurzame energiestromen in gebouwen en wijken te beheersen en te bufferen tegen veel lagere kosten dan mogelijk is met huidige technologie.

[www.rvo.nl/subsidies-regelingen/projecten/flexstore-energiesystemen](http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/projecten/flexstore-energiesystemen)

#### **AVANS HOGESCHOOL:** SOLAR@SEA

Doel is een initiële haalbaarheidsstudie van een nieuw concept voor drijvende PV op zee. Het betreft drijvende, flexibele lichtgewicht dunne film PV-modules die als een luchtbed in zee kunnen drijven en via kabels en boeien op hun plaats worden gehouden. De drijvende dragers moeten zo ontworpen worden dat er een goed thermisch contact tussen het zeewater en de PV-module is, om de temperatuur van de PV-modules laag te houden t.b.v. optimale energieopbrengst. Deze drijvende "PV-netten" kunnen gekoppeld worden aan bestaande offshore constructies als windmolenparken, olieplatforms en kunstmatige eilanden, maar kunnen ook op kust- en binnenwateren worden toegepast. Ook daar waar energiecentrales aan de kust staan, kan gezien worden of koppeling mogelijk is aan de voor deze partijen aangelegde energie-infrastructureur.

In Solar@Sea willen we de belangrijkste fundamentele vraagstukken m.b.t. deze toepassingen adresseren en het project beweegt zich zodoende op Technology Readiness Level (TRL) 1-4.

[www.rvo.nl/subsidies-regelingen/projecten/solarsea](http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/projecten/solarsea)

#### **HANZEHOGESCHOOL:** DE HYDROHUB: WATERSTOFTECHNOLOGIE OP INDUSTRIËLE SCHAAAL

De Hydrohub is een open testcentrum, waar de partners van het consortium, maar ook andere kennisinstellingen en bedrijven, innovaties uit eigen lab kunnen testen in elektrolyse-installaties van een halve megawatt. Bij tests op die schaal wordt duidelijk of er nieuwe problemen de kop opsteken en hoe de technologie zich zal gedragen bij opschaling. Als de waterstoftechnologie in de Hydrohub eenmaal goed werkt, dan is ze meteen te vertalen naar een elektrolyse-installatie op industriële gigawattschaal. Het onderzoek in de Hydrohub zal leiden tot een standaard voor het ontwerpen van grootschalige elektrolyseprocessen.

#### **HOGESCHOOL VAN ARNHEM EN NIJMEGEN:** IJVER

Het doel van het IJVER project is om een inventarisatie te maken van mogelijkheden, uitdagingen, kosten en planning van het produceren van waterstof op een kunstmatig eiland (IJVER) met de elektriciteit van windmolenparken de gepland zijn in 'IJmuiden VER'. De technische en financiële haalbaarheid, inclusief risico's, zal in kaart worden gebracht, samen met juridische, ecologische, stakeholder en vergunningsaspecten. Naast het opslaan van waterstof wordt ook CCS (Carbon Capture and Storage) hierin meegenomen.



## PROGRAMMALIJN 4

INTEGRALITEIT MET ANDERE DISCIPLINES: ORGANISATORISCHE EN ICT-KANT VAN DE ENERGIETRANSITIE SAMENBRENGEN MET HET TECHNISCH INZICHT

### HOGESCHOOL ROTTERDAM:

#### ENERGIEPLUS RENOVATIE<sup>4</sup>

Praktijkgericht longitudinaal onderzoek naar bouwfysische kenmerken in EnergiePlus renovatie van circulaire isolatiedetaillering in 3D representatie binnen een BIM model op basis van sensoren via LoRa verbinding. Temperatuur, vochtgehalte en luchtdichting worden met driedimensionaal geplaatste sensoren live in een 3D representatie in een BIM model getoond en op de achtergrond via LoRa op een server beschikbaar gemaakt voor bewerking en analyse.

### HOGESCHOOL ROTTERDAM:

#### BIM EN GIS KOPPELING IN PILOTS MET OMGEVINGSWET<sup>4</sup>

Binnen de stad Rotterdam wordt gewerkt aan het invoeren van een nieuwe Omgevingswet, die vanuit pilots binnen de gemeente onderzocht wordt op gebruik binnen 3D BIM en GIS omgevingen. Bij drie pilots wordt de koppeling van BIM en GIS noodzakelijk geacht en wordt praktijkgericht onderzoek uitgevoerd hoe een koppeling van GIS en BIM bestanden kan leiden tot een betere toepassing van een digitale Omgevingswet bij:

1. verwerking aanvragen omgevingsvergunning
2. participatie van burgers in stedelijke aanpassingen en besluitvorming
3. 3D bestemmingsplankaders als toetskaders in plaats van 2D kaarten met tekstuele beschrijvingen.

### AVANS HOGESCHOOL:

#### SMART LIGHTING CONCEPTS

Het idee is dat door het introduceren van LED's, dynamisering van licht, slimme netwerken, enz. in openbare verlichting, overheden kosten kunnen besparen, CO<sub>2</sub>-uitstoot kunnen beperken en

publieke veiligheid in de stad en in buitengebieden kunnen vergroten.

Ontwikkeling en testen van verschillende methoden, hulpmiddelen en concepten (financiering, betaalbaarheid, sociale en verkeersproblemen) en de implementatie en demonstratie van bewezen innovatieve technieken (TRL-schaal 6-9) voor energiebesparing, energie-efficiëntie en het gebruik van hernieuwbare energie in openbare verlichting. Al deze acties zijn gericht op het vergroten van de acceptatie van duurzame openbare verlichtingsconcepten en CO<sub>2</sub>-reductie door overheden.

[www.interreg2seas.eu/nl/slic](http://www.interreg2seas.eu/nl/slic)

### AVANS HOGESCHOOL:

#### RHEDCOOP

In RHEDCOOP wordt, via de complementaire expertise van de betrokken partners, gewerkt aan de ontwikkeling van een innovatief Energy Services Company (ESCO)-model. Dit model heeft een maatschappelijk doel waarbij coöperaties mee aan het roer staan. Het creëert voor hen de nodige rendabiliteit zodat professionalisering mogelijk wordt. Het hele partnership vereist een intensieve samenwerking tussen energie(burger) coöperaties, eigenaren, middenveldorganisaties, kennisinstellingen, bedrijven en overheden waarbij een volledige menukaart van maatregelen tot stand komt voor en achter de meter, op woning- en buurtniveau.

[www.grensregio.eu/projecten/rhedcoop-renovatie-en-hernieuwbare-energie-diensten-via-co%C3%B6peraties](http://www.grensregio.eu/projecten/rhedcoop-renovatie-en-hernieuwbare-energie-diensten-via-co%C3%B6peraties)

<sup>4</sup>De resultaten van deze onderzoeken, kunnen doorwerken in de andere lijnen en thema's, omdat de koppeling van GIS en BIM aan sensoren bij kan dragen aan automatisering van de processen nodig voor lijnen 1, 2, 3 en 5 én de thema's daarbinnen.

### AVANS HOGESCHOOL:

#### TERTS

TERTS zet in op een vermindering van CO<sub>2</sub>-uitstoot in de tertiaire sector. De specifieke doelgroep binnen dit project zijn de horeca, detailhandel en kleine zelfstandigen zoals kappers, bakkers en slaggers. Vanuit een participatieve samenwerking met lokale overheden of andere actoren worden zij verleid om van energietransitie een essentieel onderdeel in hun bedrijfsvoering te maken. Het te ontwikkelen aanbod bestaat uit het testen en demonstreren van innovatieve technieken en maatregelen, het uitvoeren van een ontzorgingstraject en het opzetten van een regiefunctie door gemeenten en/of andere actoren. [www.grensregio.eu/projecten/terts-transitie-in-energie-via-een-regierol-tov-de-tertiaire-sector](http://www.grensregio.eu/projecten/terts-transitie-in-energie-via-een-regierol-tov-de-tertiaire-sector)

### HANZEHOGESCHOOL:

#### OP NAAR BETER, NUL OP DE METER!

Woningcorporaties realiseren op grote schaal Nul op de Meter renovaties, omdat het een van de meest ontwikkelde methoden is voor vergaande verduurzaming van het bestaand vastgoed. Bij het realiseren van Nul op de Meter woningen (woningen die op jaarbasis evenveel energie produceren als de bewoners nodig hebben), blijken allerlei problemen op te treden. Woningcorporaties constateren dat het huidige bewonersproces zeer tijdrovend is en niet altijd leidt tot tevreden huurders. Hoe zou je het renovatietraject kunnen vormgeven zodat bewoners op een goede manier in het traject worden meegenomen en voorbereid worden op het wonen in een Nul op de Meter woning? Hoe kun je, met andere woorden, het best vormgeven aan bewonersparticipatie? In dit traject wordt uitgebreid onderzoek verricht naar de lessons learned in eerdere trajecten en wordt een adequate aanpak ontwikkeld.

### HANZEHOGESCHOOL:

#### 10.000 DUURZAME HUISHOUDENS

10.000 huishoudens in de Provincie Drenthe gaan aan de slag met energiebesparing binnen hun eigen huishouden. Samen versnellen zij de energietransitie in Drenthe.

In eerste instantie krijgen deze huishoudens de kans om mee te doen aan de actie "Speur de Energieslurper", waarin ze op zoek gaan naar

de grootste energieslurpers in huis. Inzichten en tips worden met alle overige Drentse huishoudens gedeeld. In tweede instantie wordt met alle huishoudens die meedoen, een "beweging" gestart. Als je alleen een stap zet, bereik je mooie dingen, maar wat als 10.000 huishoudens samen stappen zetten?!

### HANZEHOGESCHOOL:

#### R-LINK

Binnen het project R-LINK wordt onderzocht hoe kleinschalige bottom-up initiatieven in de gebiedsontwikkeling kunnen bijdragen aan het oplossen van maatschappelijke vraagstukken zoals bereikbaarheid, inclusiviteit en duurzaamheid. Binnen het brede project richten we ons op het subproject waarin processen als sociaal leren, innovatie en co-creatie centraal staan. Hierin worden ruimtelijke planningsprocessen en psychologische processen bestudeerd. De bestudeerde cases bevinden zich in Nederland (Amsterdam en Groningen) en in het buitenland (New York, Portland en Londen).

### HOGESCHOOL SAXION:

#### MARKTORDENING WARMTENETTEN OVERIJSSSEL

Doel van het onderzoek is het ontwikkelen van een systematiek waarmee kan worden bepaald welk marktmodel voor warmtenetten in een gegeven situatie naar verwachting kan leiden tot optimalisatie in financieel en maatschappelijk rendement. Onderdeel van de systematiek is het identificeren van bepalende voorwaarden, zoals wet- en regelgeving, institutionele beperkingen, politiek-bestuurlijk draagvlak, maatschappelijke acceptatie en financieringsmogelijkheden, waaronder die optimalisatie bereikbaar is. Het resultaat van de verkenning is een beslistool voor de keuze van een marktmodel dat samenwerking in een warmteproject optimaal faciliteert.

## PROGRAMMALIJN 5

SYSTEEMBENADERING IN DE AANPAK: LEVE-VISIE UITDRAGEN

### **HANZEHOGESCHOOL:**

#### **ENERGIE OPWEK.NL**

In opdracht van de SER, en gesponsord door TenneT, NetBeheer Nederland en Gasunie New Energy wordt, in samenwerking met de RUG een website energieopwek.nl ontwikkeld voor de real-time weergave van hernieuwbare energie uit zon, wind en biogas. De naam van de App is Energieopwek.nl. Doel is het grote publiek inzicht te geven in de hoeveelheid hernieuwbare energie en de fluctuaties daarin. Tevens om dit te relateren aan het totale Nederlandse energieverbruik. De App is op 1 november 2016 in het Borgings-overleg van het Energieakkoord door Ed Nijpels in ontvangst genomen.

### **HANZEHOGESCHOOL:**

#### **STORE & GO**

Store & Go richt zich voornamelijk op de lange termijn opslag van energie. Het belangrijkste doel is in Europa de paden te effenen voor een algehele duurzame energie voorziening zonder CO<sub>2</sub>-uitstoot. Naast het op professioneel niveau brengen van reeds gedaan PtG onderzoek wordt er in diverse taakgroepen samengewerkt om o.a. wetgeving, acceptatie, geografische locatie, opslag, productie, gas- en elektriciteit netwerken, voorzieningen, etc. voor 2020 op een professioneel niveau te brengen. Europese onderzoekers werken in diverse samenstellingen, waarbij er regelmatig middels voortgang rapportages en meetings wordt gewerkt aan de oplossing van bovengenoemde vraagstukken. Hierbij is het uitgangspunt dat er middels PtG een langdurige opslag en distributie plaatsvindt via het bestaande gasnet. Daarnaast zal ook het elektriciteitsnet dusdanige veranderingen moeten ondergaan zodat duurzame energiebronnen flexibeler op andere locaties kunnen worden ingezet.

### **HOGESCHOOL VAN ARNHEM EN NIJMEGEN:**

#### **MINI POWER GRID**

Het Mini Power Grid is een handzaam en veilig schaalmodel van het reguliere elektriciteitsnet. Het energienetwerk past op een tafel en maakt gebruik van een laag voltage, zodat studenten gerust kunnen kennismaken met de distributie van elektriciteit.

Dat is een zeer gevoelig proces. De dynamiek van een elektriciteitsnet is heel anders dan in andere takken van de meet- en regeltechniek. Als het verkeerd wordt ingesteld, gaan veel componenten kapot. Er wordt namelijk – in het geval van een grootschalig elektriciteitsnet – gewerkt met hoge voltages.

Op het Mini Power Grid kunnen studenten verschillende soorten apparatuur aansluiten. Zij maken kennis met generatoren, opslagsystemen en duurzame opwekkers. Daardoor zien zij bijvoorbeeld hoe de frequentie op het net verandert, wanneer zonnepanelen of windmolens worden aangesloten.

[www.han.nl/onderzoek/kennismaken/technologie-en-samenleving/lectoraat/meet-en-regeltechniek/projecten/afgeronde-projecten/mini-power-grid/](http://www.han.nl/onderzoek/kennismaken/technologie-en-samenleving/lectoraat/meet-en-regeltechniek/projecten/afgeronde-projecten/mini-power-grid/)

