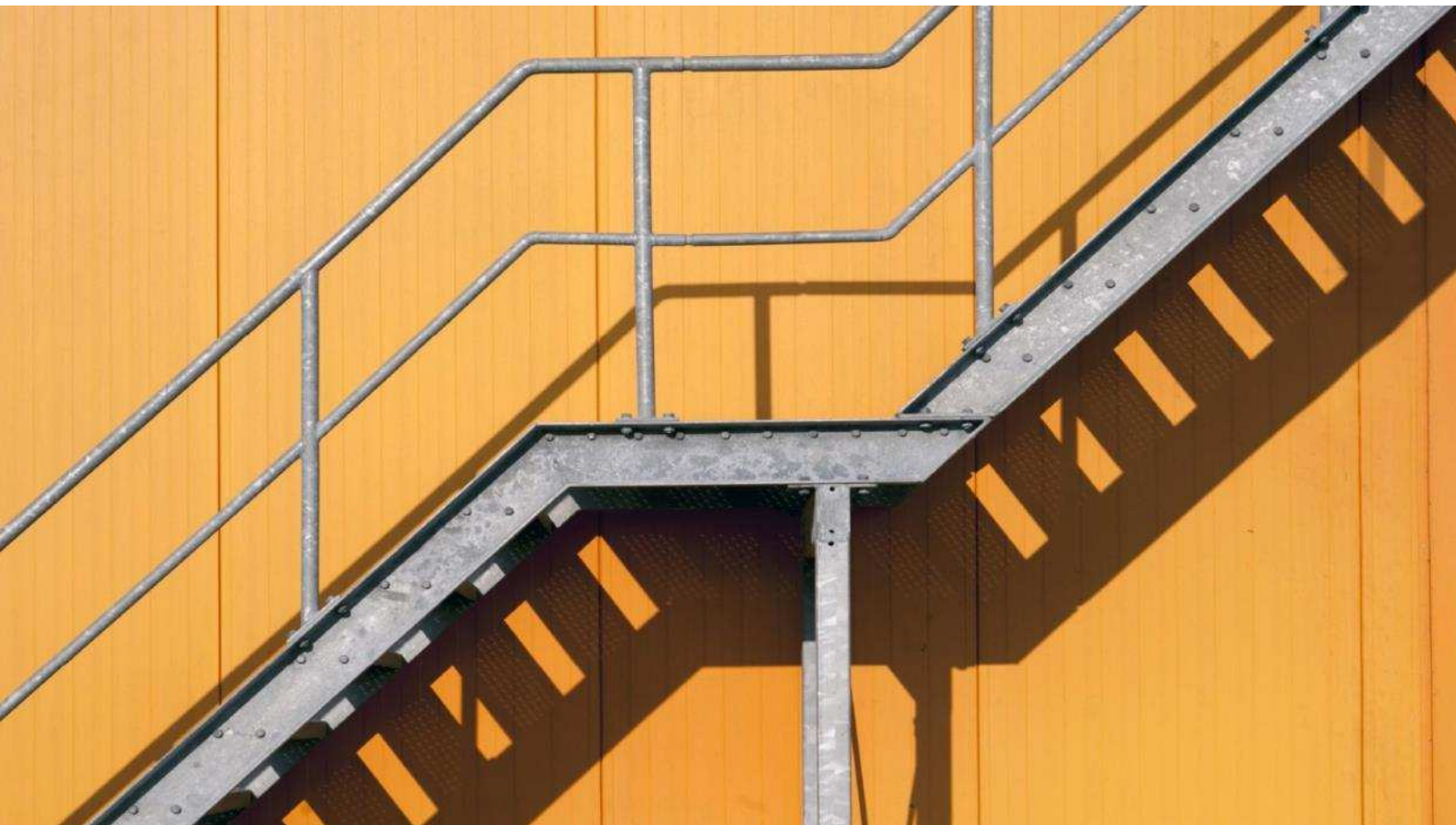


# Eindrapportage Modienet

Modulair Intelligent Energie Netwerk  
voor bedrijventerreinen



September 2016



# Gegevens project

Projectnummer	IPINS11011
Projecttitel	Modulair Intelligent Energienetwerk voor bedrijventerreinen
Penvoerder	ENGIE Smart Grid Solutions (voorheen: Cofely Smart Grid Solutions)
Medeaanvragers	Technische Universiteit Eindhoven ENGIE Lab (voorheen: Laborelec)
Projectperiode	juli 2012 – juni 2016

# Leeswijzer

Deze eindrapportage is gesplitst in een openbaar deel en een vertrouwelijk deel. Openbaar zijn Deel I (het inhoudelijke eindrapport) en de bijlagen 8 en 9 (publicaties en artikelen). Vertrouwelijk zijn Deel II (over de uitvoering van het project) en de bijlagen 1 t/m 7 (de detailinhoudelijke uitwerking van de Modienet-methodiek en de toepassing ervan op een bestaand bedrijventerrein).

# Inhoud

DEEL I	INHOUDELIJK EINDRAPPORT .....	1
1	Samenvatting .....	2
2	Inleiding.....	4
2.1	De verduurzaming van de energievoorziening.....	4
2.2	A1 Bedrijvenpark Deventer .....	4
2.3	Innovatieprogramma Intelligente Netten.....	5
2.4	Modienet-proeftuin.....	5
2.5	Smart grid.....	5
3	Doelstelling.....	7
4	Werkwijze .....	8
4.1	Ontwikkeling van de Modienet-methodiek .....	8
4.2	Toepassing van de Modienet-methodiek.....	9
5	Resultaten van het project .....	10
5.1	Methodiek.....	10
5.2	Inpassing duurzame energie.....	11
5.2.1	Aangepast ontwerp netinpassing windturbines	11
5.2.2	Ontheffingsaanvraag	13
5.2.3	Uitspraak ACM	14
5.2.4	Codewijzigingsvoorstel netbeheerders	14
5.3	Modulaire opbouw net.....	15
5.3.1	Oplossen netbeheerdersdilemma	15
5.3.2	Modulair realisatiemodel	15
5.3.3	Toepassing op het middenspanningsnet voor A1 Bedrijvenpark	16
5.4	Optimaliseren collectieve energiehuishouding / ontsluiten flexibiliteit.....	17
5.4.1	Optimalisering van de local loop	17
5.4.2	Behoeft	17
5.4.3	Beschikbaarheid	18
5.4.4	Het procesmodel	19
5.4.5	De ICT-architectuur	20
5.5	Financiële haalbaarheid.....	21
5.6	Wettelijke mogelijkheden .....	22
5.7	Toepassing op een bestaand bedrijventerrein.....	23
5.7.1	Netinpassing van windenergie	23
5.7.2	Het smart grid	25

6	Vervolgactiviteiten en spin-off .....	29
6.1	Verder met Modienet .....	29
6.2	Verder met het smart grid op A1 Bedrijvenpark .....	30
6.3	Spin-off.....	30
7	Discussie.....	31
7.1	Institutioneel .....	31
7.2	Technisch.....	31
7.3	Financieel / economisch .....	32
7.4	Organisatorisch .....	32
8	Conclusie en aanbevelingen .....	34
8.1	Conclusie .....	34
8.2	Aanbevelingen.....	34

## DEEL II UITVOERING VAN HET PROJECT (vertrouwelijk)

- 9 Opgetreden problemen
- 10 Wijzigingen ten opzichte van het projectplan
- 11 Verschillen tussen de begroting en de werkelijk gemaakte kosten
- 12 Kennisverspreiding
- 13 PR project en verdere PR-mogelijkheden

## BIJLAGEN

- Bijlage 1 – Verificatie eisen subsidiebeschikking (vertrouwelijk)
- Bijlage 2 – Modienet-gids (vertrouwelijk)
- Bijlage 3 – Modulair realisatiemodel (vertrouwelijk)
- Bijlage 4 – Procesmodel (vertrouwelijk)
- Bijlage 5 – ICT-architectuur (vertrouwelijk)
- Bijlage 6 – Financieel model (vertrouwelijk)
- Bijlage 7 – Toepassing Modienet op bestaand bedrijventerrein (vertrouwelijk)
- Bijlage 8 – Publicaties (openbaar)
- Bijlage 9 – Artikelen in vakbladen (openbaar)

# DEEL I INHOUDELIJK EINDRAPPORT

Openbaar

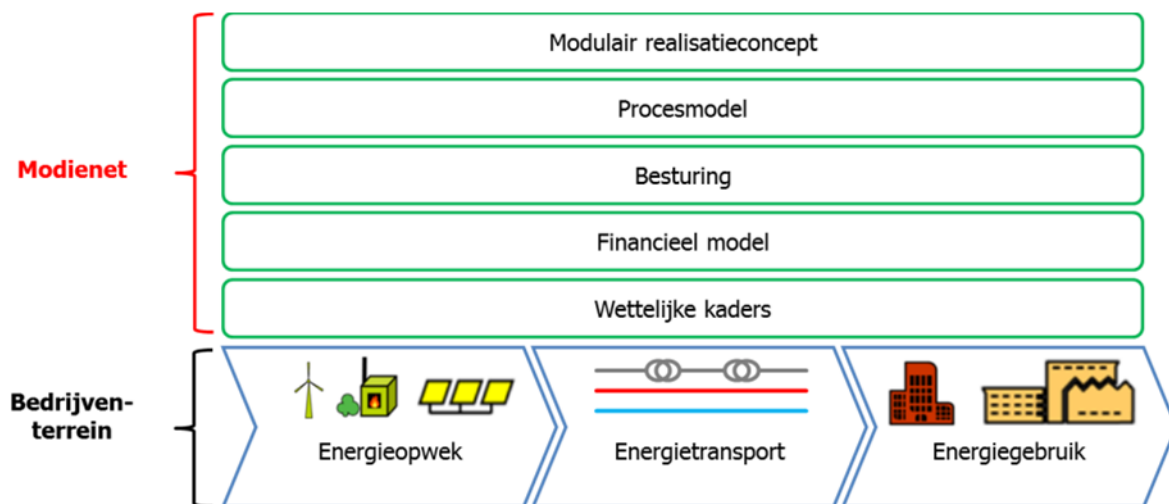


# 1 Samenvatting

Het demonstratieproject Modienet (Modulair Intelligent Elektriciteitsnet voor bedrijventerreinen) is opgezet in samenwerking met Alliander, ENGIE Lab en TU Eindhoven. Het demonstratieproject richtte zich op de ontwikkeling van Modienet, een gestructureerde methodiek voor het verduurzamen van bedrijventerreinen. Het beoogde eerste bedrijventerrein voor demonstratie van de methodiek was het nieuwe A1 Bedrijvenpark in Deventer. Hiervoor realiseert en exploiteert ENGIE Services de duurzame energievoorziening.

Via het smart grid moest de lokale elektriciteitsuitwisseling bewerkstelligd worden tussen opwekkers, afnemers en opslagmogelijkheden. De methodiek moest de hiervoor benodigde technische, ICT-matige, organisatorische, juridische en economische logica omvatten. De ontwikkeling van de methodiek heeft het leeuwendeel van de proeftuin gevormd. Op voorhand was als basis voor de Modienet-methodiek gekozen voor de systems engineering aanpak. Hiermee wordt rekening gehouden met zowel de technische als de sociaal-economische risico's die inherent zijn aan een bedrijventerrein in ontwikkeling.

De Modienet-methodiek is ontwikkeld rond 5 modellen (Figuur 4):



Figuur 1 – De 5 modellen van Modienet

De ontwikkelde eerste versie van de Modienet-methodiek behelst het optimaliseren van de collectieve elektriciteitshuishouding en de elektrische vermogensbalancering voor nieuwe bedrijventerreinen. In volgende versies zal de scope uitgebreid worden met andere energievormen, en uiteindelijk zal Modienet doorontwikkeld worden naar een methodiek voor het integraal verduurzamen van nieuwe en bestaande bedrijventerreinen.

Het is niet haalbaar gebleken om deze uitbreiding van de methodiek te realiseren binnen de proeftuinperiode, die afliep op 30 juni 2016. Ook demonstreren van de methodiek is nog in beperkte mate gelukt, door nog onvoldoende concrete belangstelling van bedrijven voor vestiging op A1 Bedrijvenpark. De betrokkenheid van vestigers is daardoor op A1 Bedrijvenpark buiten beschouwing gebleven.

De proeftuin heeft als inzicht opgeleverd dat een smart grid op een bedrijventerrein nu nog niet rendabel is, maar naar verwachting de komende jaren een duidelijke maatschappelijke business case zal krijgen. Het maakt dan een lokale duurzame energievoorziening mogelijk, die klaar is voor de integratie van duurzame opwekkers en die waarde creëert voor flexibiliteit. Tevens zal deze lokale ketenoptimalisatie de kosten voor de stakeholders en bedrijven verlagen. De potentiële kostenbesparingen zijn in de orde grootte van tonnen euro's éénmalig en jaarlijks.

Het belangrijkste obstakel is de institutionele inrichting van de elektriciteitsvoorziening, waarbinnen met name de netbeheerder in staat gesteld en gemotiveerd moet worden om mee te werken aan de verdere transitie naar een duurzame, flexibele energievoorziening.

Binnen deze context leidt toepassen van de Modienet methodiek tot:

- verlaging van de energiekosten
- integratie van gebruikers met nieuwe eisen
- een hogere efficiency in de dagelijkse exploitatie van het elektriciteitsnet
- verbeterde planning t.a.v. toekomstige investeringen in het elektriciteitsnet
- optimalisatie van het functioneren van de markt en de klantdiensten hieromtrent
- meer en sterkere invloed van de aangeslotenen op hun energiemanagement en -gebruik
- meer lokale duurzame opgewekte energie die lokaal wordt verbruikt.



## 2 Inleiding

### 2.1 De verduurzaming van de energievoorziening

De overheid wil het gebruik van wind, biomassa en andere vormen van hernieuwbare energie stimuleren. Dat is goed voor het milieu en maakt Nederland minder afhankelijk van fossiele brandstof. Doel is op nationaal niveau 16% duurzame energie in 2020. In dit kader past ook duurzame energie op bedrijventerreinen. Veel provincies en gemeenten hebben ambities voor energiezuinige bedrijventerreinen, en proberen hier hun (ruimtelijk) planproces op af te stemmen.

De verduurzaming van de energievoorziening heeft consequenties voor de energie-infrastructuur. Voor elektriciteit is deze gebaseerd op centrale en grootschalige productie, waarna distributie van de elektrische energie naar de gebruiker plaatsvindt via transport- en distributienetten. Met de liberalisering van de energiemarkt en het toenemende gebruik van duurzame elektriciteit in onze energievoorziening zien we dat de bestaande transport- en distributienetten tegen hun grenzen aan lopen:

- de verduurzaming van onze energievoorziening en de emancipatie van de gebruiker worden niet voldoende gefaciliteerd
- inpasbaarheid van kleinschalige decentrale opwekking van (duurzame) elektriciteit vormt steeds meer een probleem
- het balanceren van het net met centrale productie- en netcapaciteit kost steeds meer geld.

Daarom is het noodzakelijk dat in het elektriciteitssysteem extra flexibiliteit ontstaat. Decentraal is bij gebruik, productie en opslag van energie potentiële flexibiliteit aanwezig. Met de inzet van deze flexibiliteit kunnen neteffecten als onbalans, congestie en tweerichtingsverkeer van elektriciteit worden beheerst. Dit vereist intelligentie in de vorm van gegevensuitwisseling, gegevensanalyse en automatische besturing. Ook bedrijven gevestigd op bedrijventerreinen bieden potentieel flexibiliteit in de vorm van in de tijd verschuifbaar elektrisch (en daarmee gekoppeld thermisch) vermogen. Het ligt dus voor de hand dergelijke bedrijven aan te sluiten op een lokaal smart grid.

### 2.2 A1 Bedrijvenpark Deventer

De komende jaren wil de gemeente Deventer een groot nieuw bedrijvenpark realiseren ten zuiden van de A1. Door de politiek is aangedrongen op het voeren van een stevig duurzaamheidsbeleid waarin zaken als duurzaam ruimtegebruik, duurzame mobiliteit, duurzame energie en duurzame werkgelegenheid een belangrijke rol spelen.

De gemeente Deventer heeft ENGIE Services voor een periode van 30 jaar concessie verleend voor het ontwerpen, financieren, aanleggen, beheren en exploiteren van “Smart Energy”, de duurzame energievoorziening voor A1 Bedrijvenpark Deventer. ENGIE Services wil decentrale energieconcepten toepassen op gebiedsniveau, bedrijfsniveau of gebouwniveau. Deze energieconcepten dienen aan te sluiten bij verschillende vollooptscenario's. Voor de duurzame opwekking van elektriciteit voor het bedrijventerrein zijn in 2015 twee windturbines aan de noordzijde van de A1 gerealiseerd.

ENGIE Services heeft in de aanbieding van februari 2011 aan de gemeente de mogelijkheid geopperd om een smart grid te ontwikkelen waarmee lokaal opgewekte elektriciteit in balans gebracht kan worden met de elektriciteitsbehoefte van kantoren en bedrijven op het bedrijventerrein. ENGIE Services heeft hiervoor samenwerking gezocht met netbeheerder Alliander, die hier enthousiast op in ging. Halverwege 2011 vormde dit idee de basis voor een subsidieaanvraag in het kader van het Innovatieprogramma Intelligente Netten (IPIN).

## 2.3 Innovatieprogramma Intelligente Netten

Het Innovatieprogramma Intelligente Netten (IPIN) is ingericht door het Ministerie van Economische Zaken en werd uitgevoerd door de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). Het doel van het programma was het voorbereiden van de Nederlandse energie-infrastructuur op de introductie van smart grids.

Op 7 februari 2012 heeft het Ministerie van EZ het startsein gegeven voor in totaal 12 demonstratieprojecten. Deze voorzagen gezamenlijk in een evenwichtige spreiding voor de beoogde leereffecten van het innovatieprogramma. In totaal werd € 16 miljoen subsidie verdeeld over de 12 demonstratieprojecten. In het najaar van 2015 is het programma afgesloten met een eindcongres.

## 2.4 Modienet-proeftuin

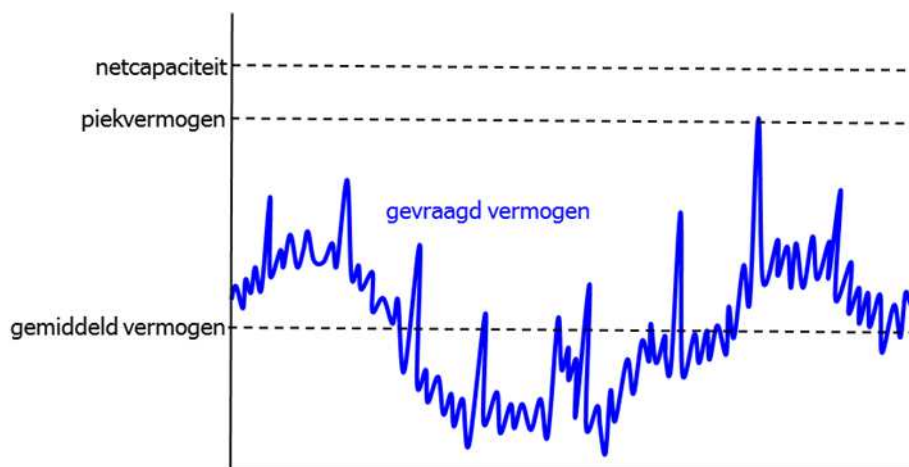
In september 2011 heeft ENGIE Services een subsidieaanvraag ingediend voor een demonstratieproject in het kader van IPIN. Dit demonstratieproject, met de naam Modienet (Modulair Intelligent Elektriciteitsnet voor bedrijventerreinen) is opgezet in samenwerking met Alliander, ENGIE Lab en TU Eindhoven. Het demonstratieproject richtte zich op de ontwikkeling van Modienet, een gestructureerde methodiek voor het verduurzamen van bedrijventerreinen. Het beoogde eerste bedrijventerrein voor demonstratie van de methodiek was A1 Bedrijvenpark in Deventer.

De toegevoegde waarde van deze proeftuin voor de BV Nederland was gelegen in de ontwikkeling van een herbruikbaar concept voor een intelligent elektriciteitsnet, dat zich volledig richt op bedrijventerreinen. Omdat het nieuwbouw betrof kon het beoogde smart grid nog helemaal worden ingericht op een veranderende situatie.

De eisen die in de subsidiebeschikking aan het consortium zijn gesteld en de verificatie of hieraan is voldaan, zijn opgenomen als bijlage 1.

## 2.5 Smart grid

Een smart grid is een middel, geen doel op zich. Met een smart grid wordt efficiënter gebruik gemaakt van de assets in het elektriciteitsnet. Een elektriciteitsnet wordt traditioneel gezien gedimensioneerd op het verwachte piekvermogen van alle aangeslotenen bij elkaar. Het elektriciteitsnet moet in staat zijn om minimaal dit piekvermogen te transporteren vanuit het onderstation, op de (enkele) momenten in het jaar dat de vraag maximaal is. De gemiddelde benutting van de beschikbare capaciteit is beduidend lager. In Figuur 2 wordt dit principe gevisualiseerd.



Figuur 2 – Dimensionering van een elektriciteitsnet op het jaarprofiel

Door lokale invoeding van duurzame elektriciteit (windturbines, zon-PV-installaties, biomassa-WKK) wordt de gemiddelde belasting op het invoedingspunt van het elektriciteitsnet verlaagd, maar kunnen er naast gebruikspieken ook opwekpieken optreden. Smart grids zijn erop gericht om deze pieken te vermijden en om de gemiddelde belasting van de duurste componenten (zoals de transformatoren in de onderstations) te beperken. Daarmee neemt de levensduur van deze componenten toe, kunnen er zonder extra investeringen in de infrastructuur meer duurzame elektriciteitsopwekkers en -gebruikers worden aangesloten, worden de bedrijfsvoeringskosten voor de netbeheerder lager, en nemen de netverliezen af.

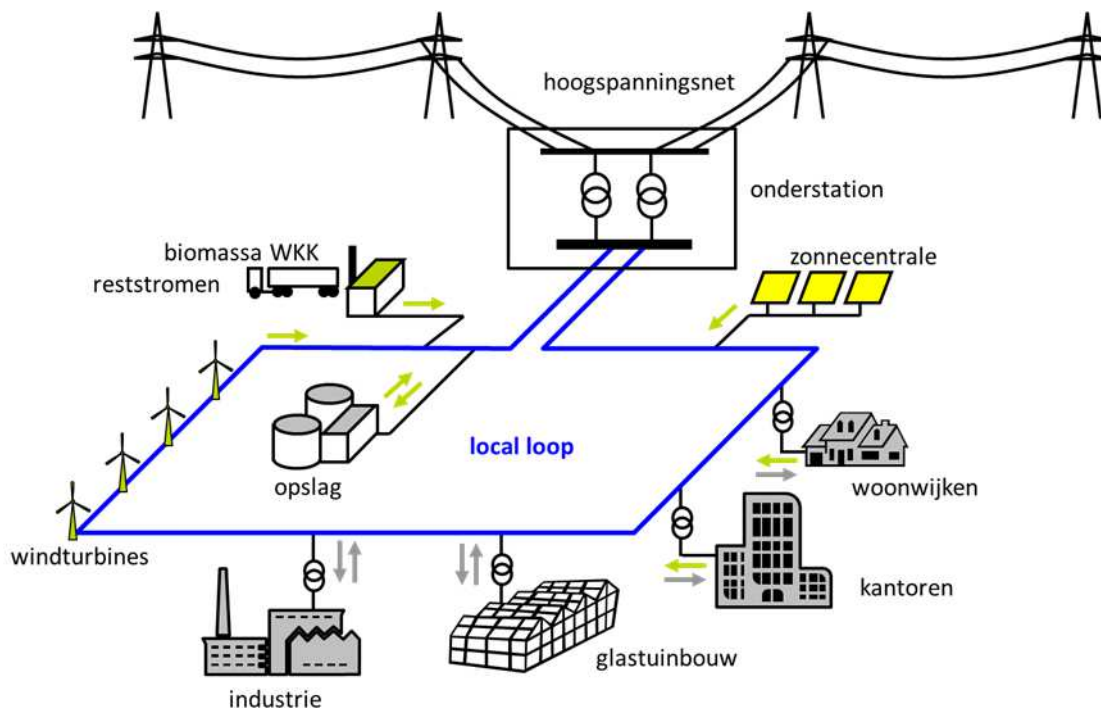
Voor smart grids bestaan vele definities. Wij hanteren de volgende:

*Een smart grid is een lokaal distributienet voorzien van ICT-middelen en schakelmogelijkheden, die het slim combineren mogelijk maken van opwekking, afname en opslag van elektriciteit.*

Gebruikers van het smart grid worden gestimuleerd om hun elektriciteitsvraag aan te passen aan het duurzame aanbod, gebruikmakend van ICT en prijsprikkels. (In een traditioneel net wordt het aanbod altijd aangepast aan de vraag.)

Fysiek kunnen smart grids worden voorgesteld als 'local loops', midden- of laagspanningsringen aan de uiteinden van het elektriciteitssysteem, waarop de elektriciteitsgebruikers zijn aangesloten, maar waarop ook in toenemende mate duurzame elektriciteitsopwekkers en opslagsystemen zullen worden aangesloten. In Figuur 3 is dit vereenvoudigd weergegeven. Het gaat dan om lokale midden- en laagspanningsnetten in woonwijken en industriegebieden, die beheerd worden door regionale netbeheerders.

Zo'n local loop wordt een smart grid, als de bedrijfsvoering er volledig op wordt gericht om de energie-uitwisseling met het hoger gelegen net op elk tijdstip te minimaliseren, met behulp van automatisering. De duurzaam opgewekte elektriciteit wordt zoveel mogelijk direct gebruikt door de aangesloten elektriciteitsgebruikers, opgeslagen in batterijen, of omgezet in een bufferbare vorm zoals waterstof of warmte.



Figuur 3 – Local loop

### 3 Doelstelling

De proeftuin had als doel om een gestructureerde methodiek te ontwikkelen voor het verduurzamen van bedrijventerreinen op basis van een smart grid en deze methodiek de eerste keer toe te passen op een nieuw bedrijventerrein in Deventer. Via dit smart grid moest de lokale elektriciteitsuitwisseling bewerkstelligd worden tussen opwekkers, afnemers en opslagmogelijkheden. De methodiek moest de hiervoor benodigde technische, ICT-matige, organisatorische, juridische en economische logica omvatten.

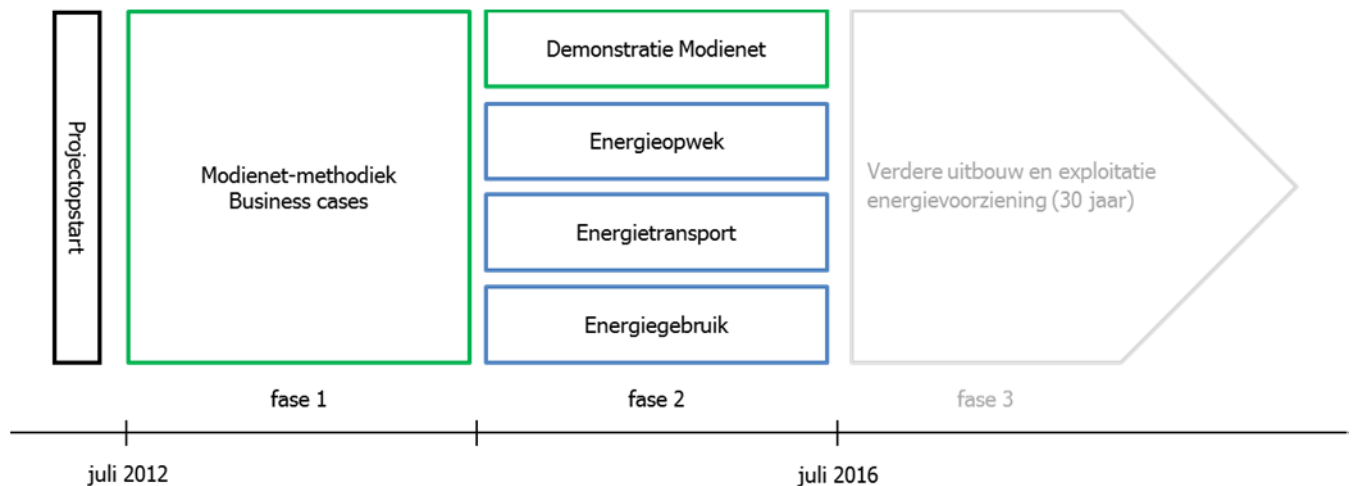
Hierbij onderscheiden we de volgende drie subdoelen:

1. Het elektriciteitsnet moest flexibel kunnen meegroeien met de volloop van het bedrijventerrein, zodat de beschikbaarheid, toegankelijkheid en betaalbaarheid van het elektriciteitsnet gewaarborgd werden.
2. Het elektriciteitsgebruik van aangesloten bedrijven en de opslag van elektrische en thermische energie moest afgestemd kunnen worden op de door duurzame, decentrale elektriciteitopwekkers opgewekte elektriciteit.
3. De betrokken partijen moesten zodanig binnen dit concept kunnen samenwerken dat iedereen er economisch voordeel van had.

De Modienet-methodiek moest generiek toepasbaar zijn op nieuwe duurzame bedrijventerreinen en uitbreidbaar zijn naar toepassing op bestaande bedrijventerreinen, en naar inpassing van andere energievormen dan elektriciteit.

## 4 Werkwijze

Gekozen is voor een splitsing van de proeftuin in twee fasen (Figuur 4). In fase 1 is de Modienet-methodiek ontwikkeld, in fase 2 is de methodiek toegepast op A1 Bedrijvenpark, zij het in beperkte mate, vanwege de tegenvallende volloop van het bedrijventerrein. Daarom is de methodiek in overleg met RVO in fase 2 tevens toegepast op twee bestaande bedrijventerreinen binnen het verzorgingsgebied van Liander. Fase 3 behelst de verdere uitbouw en exploitatie van het energiesysteem op A1 Bedrijvenpark. Deze fase zou direct ná de proeftuin starten, maar heeft tot nu toe nog niet plaatsgevonden.



Figuur 4 – Fasering van de proeftuin

### 4.1 Ontwikkeling van de Modienet-methodiek

De ontwikkeling van de methodiek heeft het leeuwendeel van de proeftuin gevormd. Op voorhand was als basis voor de Modienet-methodiek gekozen voor de systems engineering aanpak. Systems engineering combineert methodieken voor projectmanagement, informatiemanagement, ontwerpmanagement en kwaliteitsmanagement om:

- op een gestructureerde manier de klantvraag echt goed in beeld te brengen: wensen en eisen, verwachtingen, prioriteiten, de vraag achter de vraag, waarbij het hele speelveld in beeld wordt gebracht
- op een efficiënte manier bij complexe opgaven haalbare oplossingen te ontwikkelen en te realiseren, volgens een integrale, gestructureerde, expliciete werkwijze
- ervoor te zorgen dat het realiseren van de klantvraag wordt geborgd.

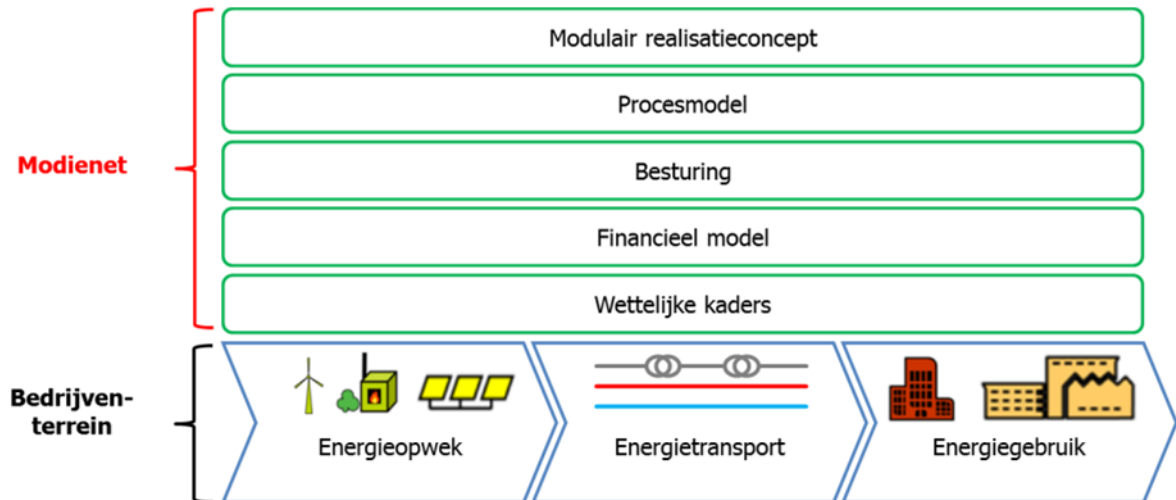
Door het toepassen van Systems Engineering kan rekening worden gehouden met zowel de technische als de sociaal-economische risico's die inherent zijn aan een bedrijventerrein in ontwikkeling.

De systems engineering aanpak omvat het ontwerpproces en de te volgen ontwerpactiviteiten zoals vraaganalyse, omgevingsanalyse, stakeholderanalyse, eisenanalyse, etc. Gedreven door de overkoepelende visie analyseren de projectparticipanten de voorliggende vraagstukken, en de behoeften en eisen van de opdrachtgever(s) en de omgeving, en verwerven hiermee nieuwe inzichten. In een aantal creatieve slagen worden deze inzichten vertaald naar de gewenste systemen en modellen (technisch, organisatorisch, financieel, juridisch) voor de volgende fasen.

Gestart werd met een aantal brainstormsessies met kennisdragers vanuit alle consortiumdeelnemers, waarin de overall vraaganalyse, omgevingsanalyse en stakeholderanalyse werden uitgevoerd. Hieruit werd beslist om de Modienet-methodiek rond 5 modellen te ontwikkelen (Figuur 5), waarna werkgroepen werden gevormd voor de uitwerking van deze modellen.

Parallel aan deze 5 werkpakketten werden voorbereidende werkpakketten ingericht voor opwek, transport en gebruik van energie, lokaal in Deventer. Deze moesten tevens de business cases opleveren voor de daarvoor te realiseren systemen.

De werkgroepen pasten op hun beurt de systems engineering aanpak weer toe op de te ontwerpen modellen en systemen. De modellen zijn schriftelijk vastgelegd in uitgebreide ontwerpdocumenten. Gedurende anderhalf à twee jaar kwamen de werkgroepen vrijwel wekelijks bij elkaar voor de uitwerking van hun model. Tevens kwamen de werkgroepvoorzitters tweewekelijks bij elkaar voor voortgang en integratie-aspecten.



Figuur 5 – De 8 werkpakketten van fase 1

## 4.2 Toepassing van de Modienet-methodiek

In fase 2 zou de Modienet-methodiek toegepast en verfijnd worden, tijdens de realisatie van het smart grid op A1 Bedrijvenpark Deventer. Vanwege de tegenvallende volloop van het bedrijventerrein is dit slechts beperkt gelukt. Modienet is wel toegepast op een aantal praktijksituaties op A1 Bedrijvenpark Deventer zelf, en op twee bestaande bedrijventerreinen binnen het verzorgingsgebied van Liander. De resultaten hiervan vindt u in hoofdstuk 5.

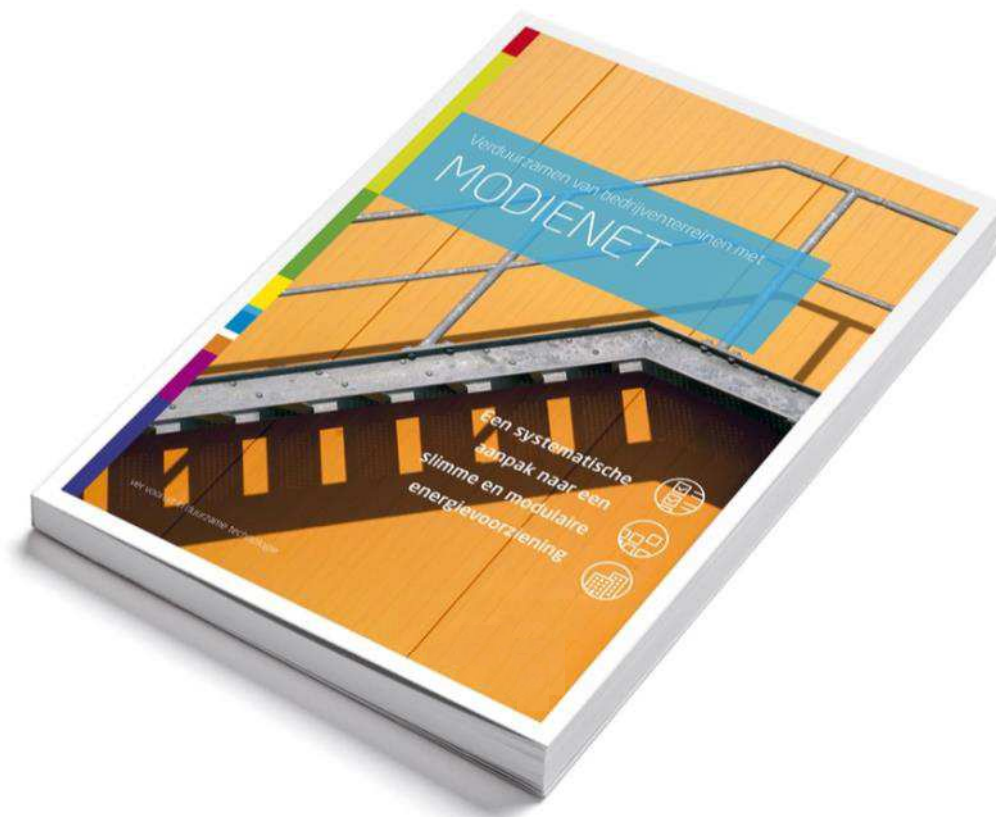
## 5 Resultaten van het project

### 5.1 Methodiek

De ontwikkelde eerste versie van de Modienet-methodiek behelst het optimaliseren van de collectieve elektriciteitshuishouding en de elektrische vermogensbalancering voor nieuwe bedrijventerreinen. In volgende versies zal de scope uitgebreid worden met andere energievormen, en uiteindelijk zal Modienet doorontwikkeld worden naar een methodiek voor het integraal verduurzamen van nieuwe en bestaande bedrijventerreinen. Het is niet haalbaar gebleken om deze uitbreiding van de methodiek te realiseren binnen de proeftuinperiode, die afliep op 30 juni 2016. Ook demonstreren van de methodiek is nog in beperkte mate gelukt, door nog onvoldoende concrete belangstelling van bedrijven voor vestiging op A1 Bedrijvenpark. De betrokkenheid van vestigers is daardoor op A1 Bedrijvenpark buiten beschouwing gebleven.

In overleg met de subsidieverstrekker is daarom beslist om de methodiek Modienet ook toe te passen op twee bestaande bedrijventerreinen binnen het verzorgingsgebied van Liander. Hiermee is ook een eerste indruk verkregen van de belangstelling van industriële bedrijven voor smart grid-oplossingen.

Voor een beschrijving van de methodiek verwijzen we u naar bijlage 2, de Modienet-gids (Figuur 6). Deze uitgave is gericht op beslissers en beïnvloeders. De uitgebreid beschreven onderliggende modellen (modulair realisatiemodel, procesmodel, ICT-architectuur en financieel model) zijn opgenomen als bijlagen 3 tot en met 6.



Figuur 6 – De Modienet-gids

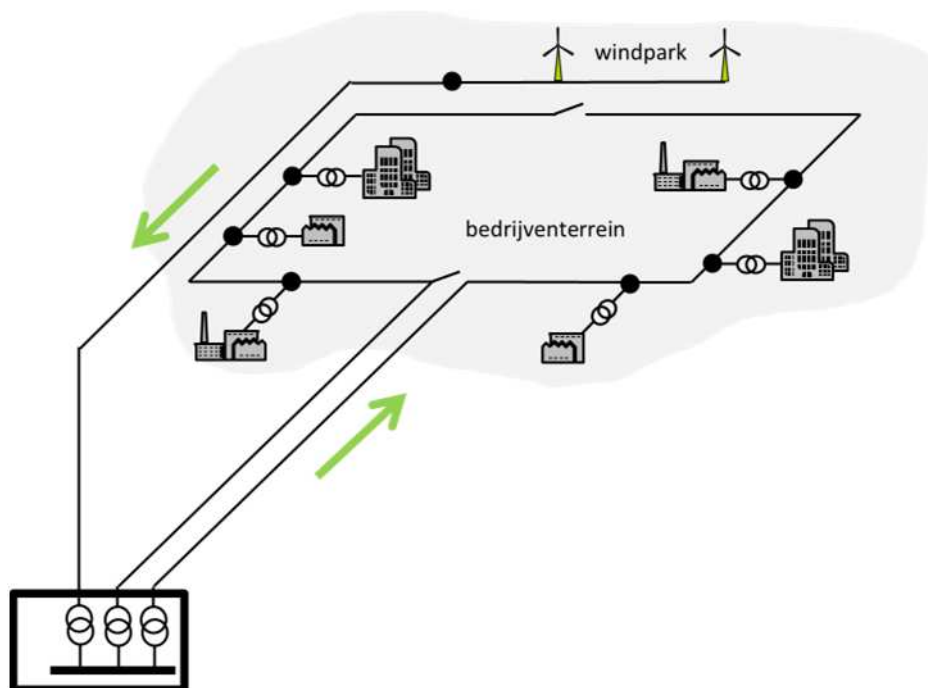
## 5.2 Inpassing duurzame energie

Een belangrijke doelstelling van de proeftuin was ervaring opdoen met het efficiënter inpassen van lokale duurzame opwekking van energie op A1 Bedrijvenpark in Deventer, op basis van een met de Modienet-methodiek ontworpen smart grid. Gepland was een windpark van twee windturbines van ieder 2,35 MVA, dat ontwikkeld werd door Raedthuys. Naast decentrale opwek met deze twee windturbines zijn er plannen voor veldopstellingen met zon-PV.

Toepassen van de Modienet-methodiek heeft erin geresulteerd dat Liander en ENGIE Services de windturbines op een innovatieve wijze hebben ingepast in de lokale middenspanningsring voor A1 Bedrijvenpark. Dit in afwijking van de vigerende wet- en regelgeving, waardoor het noodzakelijk was om vanuit de proeftuin procedures op te starten naar de Autoriteit Consument & Markt en naar de wetgever. Immers, het oplossen van dit soort blokkades in de wet- en regelgeving was één van de doelstellingen van het Innovatie Programma Intelligente Netten. Op het moment van opstellen van dit rapport lopen deze procedures nog.

### 5.2.1 Aangepast ontwerp netinpassing windturbines

Het was wat de consortiumpartners betrof cruciaal om de aansluiting van het windpark (of een zon-PV-veld) te combineren met de aansluitingen van bedrijven op het bedrijventerrein, om zodoende lokaal duurzaam opgewekte elektriciteit direct af te kunnen stemmen op gebruik en opslag van elektriciteit. Het probleem was dat de huidige wet- en regelgeving directe aansluiting van windturbines van deze omvang op de local loop niet toestaat. Om dit te illustreren, is de huidige toegestane wijze van aansluiten gevisualiseerd in Figuur 7.

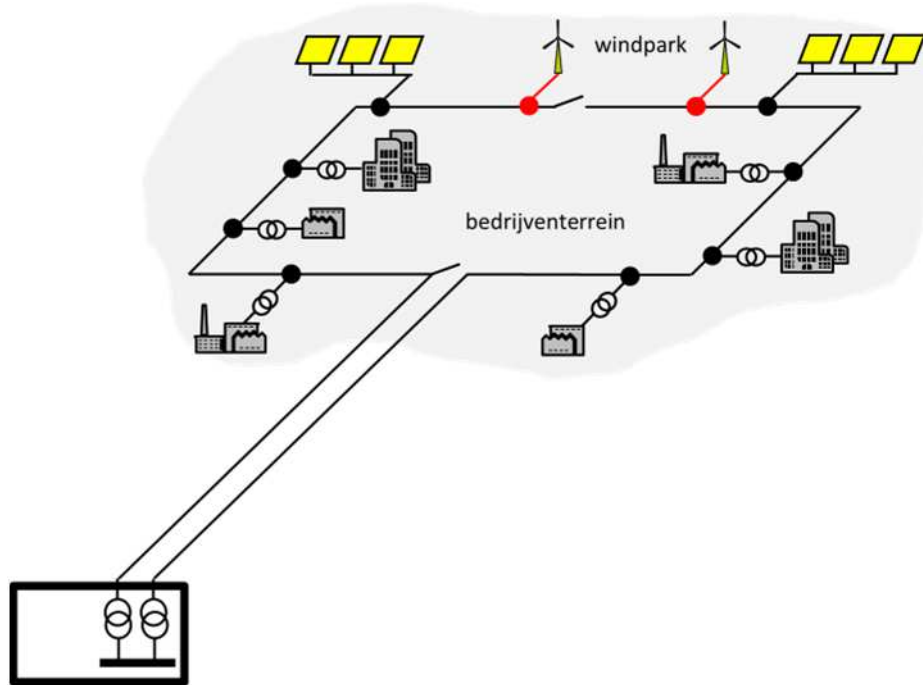


Figuur 7 – Huidige toegestane wijze van aansluiten

Conform de huidige wetgeving moeten de beide turbines als één windpark worden aangemerkt (artikel 1 lid 5 E-wet). Maar zelfs wanneer iedere turbine van een eigen aansluiting wordt voorzien is het vermogen van iedere turbine op zich groter dan 2 MVA. Daarom is er bij Liander een aansluiting noodzakelijk met een aansluitvermogen groter dan 2 MVA. Een dergelijke aansluiting wordt conform de indeling die voor Liander is vastgesteld op grond van de TarievenCode Elektriciteit (zoals ACM en CBB herhaaldelijk hebben vastgesteld) aangesloten op het dichtstbij gelegen schakelstation (Figuur 7). Voor deze turbines betrof dat een afstand van vele kilometers.



Toepassen van de Modienet-methodiek wees uit dat het ideale ontwerp voor de inpassing van de twee windturbines (en eventuele zon-PV-veldopstellingen) behelste dat de turbines ieder van een eigen aansluiting moesten worden voorzien op de 'local loop', de middenspanningsring die aangelegd zou worden op het bedrijventerrein (Figuur 8). Deze configuratie kwam maximaal tegemoet aan de eisen van de verschillende stakeholders op het gebied van verduurzaming, betrouwbaarheid en kosten.



Figuur 8 – Gewenste wijze van aansluiten

Het aansluiten van de windturbines direct op de local loop bood namelijk de volgende voordelen:

1. De transportcapaciteit van het net op en naar het bedrijventerrein kon worden beperkt. Het net zou in dat geval minder zwaar kunnen worden aangelegd. Er wordt immers opgewekt vermogen in de directe omgeving gebruikt. Dit deel van het door de bedrijven gevraagde vermogen hoeft dus niet meer vanaf het onderstation via de middenspanningsring te worden getransporteerd. Kerngedachte die in de proeftuin werd getest is, dat de netbeheerder minder hoeft te investeren als dit via het smart grid concept zodanig gecoördineerd wordt, dat het maximaal gevraagde vermogen altijd lager is dan in de traditionele situatie. In de Deventer situatie werd de besparing voor de netbeheerder ingeschat op ruim 300 duizend euro. Omdat de gemeente Deventer voor 50% voorschiet, zouden beide partijen ruim 150 duizend euro besparen.
2. De MS-distributiering ten behoeve van opwekkers en afnemers rond het bedrijventerrein kan nog eens extra worden uitgenut door de in de toekomst aan te sluiten bedrijven te voorzien van smart grid technologie, waarmee flexibiliteit in hun gebruik kan worden verkregen. Met deze flexibiliteit (bijvoorbeeld het energiegebruik verschuiven naar periodes met veel wind) wordt zoveel mogelijk lokaal geproduceerde energie ook lokaal gebruikt. Met een daartoe te ontwikkelen tariefsysteem kunnen gebruikers financieel worden beloond voor de geleverde flexibiliteit. Kerngedachte in dit tariefsysteem is, dat het lokale collectief van opwekkers en afnemers gezamenlijk afrekent met de netbeheerder, op basis van het netto getransporteerde vermogen. Voor dit nieuwe tariefsysteem zal te zijner tijd afstemming worden gezocht met de ACM. De netbeheerder is immers gehouden elke afnemer individueel gereguleerde tarieven te berekenen.

3. Door de turbines in de ring op te nemen kan de windturbine-exploitant een gunstiger business case realiseren, dan bij het hanteren van de standaard aansluitmethode. Immers, de eenmalige kosten voor de aansluiting van het windpark worden lager; in de Deventer situatie bedraagt de besparing voor de windexploitant 150 duizend euro. Daarnaast levert het de exploitant binnen het nieuwe te ontwikkelen tariefsysteem financieel voordeel op om direct 'intern' te leveren aan de lokaal aangesloten bedrijven. Vanwege dit voordeel kan de exploitant deze bedrijven een gunstiger tarief bieden voor de geleverde energie. Op deze wijze is er ook voor de opwekker een incentive om aan te sluiten op het lokale smart grid.
4. Door de geproduceerde energie direct lokaal te gebruiken worden de energieverliezen bij het transport (netverliezen) kleiner. Immers, hoe korter de afstand waarover de energie wordt getransporteerd, hoe lager de netverliezen. Door elke windturbine één kant van de gesplitste ring te laten voeden, worden de energieverliezen verder verlaagd, met navenante kostenbesparingen.
5. De lokale energiegemeenschap zorgt zelf grotendeels voor de systeembalans, en ontzorgt hiermee Tennet.

Door op de beschreven wijze af te wijken van de Elektriciteitswet, hebben we dus mogelijkheden gecreëerd voor directe vraag- en aanbodafstemming, zoals beoogd in het Innovatie Programma Intelligente Netten, en besparen we aanzienlijke bedragen voor de aangesloten opwekkers en afnemers, voor de netbeheerder en voor de gemeente. Hiermee is dus een situatie gecreëerd waarin het potentieel voor duurzame investeerders economisch interessanter wordt om te investeren in wind- en zonne-energie en in duurzame bedrijventerreinen, en waarin de lokale stakeholders een bewuste en actieve bijdrage kunnen leveren aan de energietransitie.

### 5.2.2 Ontheffingsaanvraag

Liander wilde uitsluitend overgaan tot een positieve beoordeling van een verzoek om de windturbines rechtstreeks op het 20 kV middenspanningsnet aan te sluiten (met twee zogenaamde AC5 aansluitingen op de middenspanningskabel), nadat ENGIE Services en Raedthuys een instemming op een verzoek ex artikel 37a E-wet van de ACM hadden verkregen. In de reguliere (toegestane) situatie zou het windpark aangesloten worden met een standaard AC6a aansluiting op het toekomstige 20 kV schakelstation Gorssel. Aangezien het elektriciteitsnet van A1 Bedrijvenpark werd gerealiseerd als een IPIN-project (proeftuin), waren er naar het oordeel van de initiatiefnemers voor dit verzoek voldoende gronden aanwezig voor een beschikking op grond waarvan er vanwege de specifieke omstandigheden afgeweken zou kunnen worden van de tariefstructuren en voorwaarden, zoals in de Elektriciteitswet en Tarievcodes Elektriciteit zijn vastgesteld.

Wanneer de voornoemde ontheffing niet verleend zou worden, zou Raedthuys noodgedwongen een eigen aansluiting aanvragen op een nabij gelegen (850 m) bestaand onderstation in het net van Enexis in Deventer. Enexis en Liander zouden in het kader van de Samenwerkingsregeling instemmen met een dergelijke oplossing, die in deze situatie de laagste maatschappelijke kosten voor alle betrokkenen zou opleveren. Hiermee zou echter de directe afstemming van de lokale vermogensvraag op A1 Bedrijvenpark op het door de windturbines geleverde vermogen onmogelijk worden en daarmee een deel van de beoogde proeftuindoelstellingen niet gerealiseerd kunnen worden.

De ingediende ontheffingsaanvraag zag naast een ontheffing van de bestaande regeling aangaande de eenmalige kosten voor de lengte van de aansluiting (artikel 27, eerste lid sub d E-wet) ook op een ontheffing van artikel 1 lid 5 E-wet. De wens bestond dat de twee windturbines gesplitst aangesloten werden met ieder een eigen AC5 aansluiting (tot 2 MVA) op de 20 kV ringkabels op A1 Bedrijvenpark.

Liander ondersteunde de ontheffingsaanvraag, omdat de proeftuin inzicht kon geven of dergelijke rechtstreekse netaansluitingen kunnen leiden tot lagere transportkosten, door lagere netverlieskosten bij lager of gelijkblijvende onderhoudskosten voor het middenspanningsnet.

### **5.2.3 Uitspraak ACM**

Het concept besluit van de ACM (april 2016) behelst afwijzing van de ontheffing. De ACM wil alleen overgaan tot een dergelijke ontheffing als het niet verlenen een ongewenste uitwerking heeft op een specifieke omstandigheid of individueel geval, of als het niet opportuun is om voorwaarden aan te passen voor een individuele of tijdelijke situatie. De ACM constateert echter dat de energietransitie leidt tot een groeiend aantal situaties waar de vastgelegde aansluitregels in de Tarievenscode Elektriciteit niet in voorzien. Verder vreest de ACM dat de ene uitzondering leidt tot meer uitzonderingsverzoeken op het Modienet, waar dan gehoor aan moet worden gegeven omdat Liander zijn afnemers gelijk moet behandelen.

De toezichthouder ziet meer heil in een aanpassing van de code zelf, om zo deze proeftuin, maar ook andere proeftuinen, mogelijk te maken. "Smart grid initiatieven moeten worden aangemoedigd waar wettelijk mogelijk en toegestaan" aldus de ACM, en "de realisatie van smart grids, waarmee energiebesparing wordt beoogd en mogelijkheden om transportkosten te verlagen wordt onderzocht, vormt een belangrijk onderdeel van de energietransitie." Dergelijke proeven vragen mogelijk om een nieuwe categorie afnemers binnen de regels voor aansluitingen, oppert de toezichthouder, en een bepaling welke kosten bij zulke afwijkende afsluitingen mogen worden toegerekend aan de afnemer. Bij wijzigingen van de energiecodes zijn netbeheerders aan zet, zij moeten daartoe een codewijzigingsvoorstel indienen.

### **5.2.4 Codewijzigingsvoorstel netbeheerders**

Liander heeft de handschoenen opgepakt en werkt aan een codewijzigingsvoorstel ter introductie van een nieuwe categorie afnemers in de Tarievenscode elektriciteit, waaronder de Deventer windparkaansluiting zou gaan vallen. Het streven is voor het eind van 2016 een breed gedragen codewijzigingsvoorstel in te dienen. ENGIE Services en Raedthuys hebben de ACM verzocht om het afwijzingsbesluit aan te houden tot het codewijzigingsvoorstel is aangenomen door de wetgever.

## 5.3 Modulaire opbouw net

### 5.3.1 Oplossen netbeheerdersdilemma

Dit deel van de proeftuin richtte zich met name op het 'netbeheerdersdilemma'. Netbeheerders kampen op bedrijventerreinen (zowel bij green-field als bij herinrichting en revitalisering) met het dilemma wanneer te investeren in netuitbreiding/verzwaring en in welke omvang. Als je vooraf meer infrastructuur aanlegt dan nodig, omdat het terrein minder en anders volloopt dan verwacht, dan is een deel van de investeringen achteraf gezien ondoelmatig. Wacht je tot je zeker weet hoeveel bedrijven zich vestigen, dan komen de noodzakelijke aanpassingen van de energie-infrastructuur te laat.

Met een modulair opgezet elektriciteitsnet kan de capaciteit van het net toegespitst worden op de specifieke vermogensvraag van de diverse opwekkers en bedrijven, in plaats van op elke denkbare vraag. Door actueel inzicht in de belasting van de netcomponenten in het net, kunnen investeringen in de tijd beter afgestemd worden op de groei en de structuur van elektriciteitsvraag en -aanbod. Bij toenemende congestie kan de lokaal beschikbare flexibiliteit ingezet worden om het bestaande net verder uit te nutten, of om uitbreidingsinvesteringen beheerst te plannen.

### 5.3.2 Modulair realisatiemodel

De werkgroep 'modulair realisatiemodel' heeft deze problematiek nader geanalyseerd en een methodische opzet ontwikkeld waarmee aan de eisen van de stakeholders kan worden voldaan. De belangrijkste stakeholders zijn de netbeheerder, de gemeente (die een deel van de investeringen in het net voor moet schieten), en indirect de elektriciteitsgebruikers die bediend worden door de betreffende netbeheerder (omdat een efficiëntere en goedkopere infrastructuur terugwerkt in de aansluit- en transporttarieven die zij moeten betalen).

Op basis van de geanalyseerde eisen van deze stakeholders kwam de werkgroep tot de volgende 'ideale werkwijze' waarmee het net modulair kan worden opgebouwd. Het volledige eindrapport van de werkgroep is opgenomen als bijlage 3.

De netbeheerder wordt in een vroeg stadium betrokken bij de ontwikkeling van het bedrijventerrein, en ontwerpt in zes stappen een modulair net:

1. Opstellen van scenario's: vanuit het oogpunt van exploitatie worden mogelijke toekomstbeelden opgesteld, waarbij de volgende variabelen in beschouwing worden genomen:
  - de startsituatie
  - gebruikerstypologieën
  - elektrisch vervoer
  - mate van vraag-aanbod matching
  - decentrale opwek
  - volloopsценario.
2. Vaststellen van datasets: de scenario's worden getalsmatig vertaald naar datasets, waarmee in rekenmodules de in de tijd benodigde netcapaciteit wordt berekend, en de beschikbare mate van lokale vraag- en aanbodsafstemming en flexibiliteit.
3. Selectie van functionaliteiten: afhankelijk van de eisen en wensen van de aangeslotenen worden gestandaardiseerde functionaliteiten geselecteerd die impact hebben op het net:
  - monitoren en sturen energie
  - faciliteren aansluiting (spanning + locatie)
  - restcapaciteit beschikbaar hebben
  - snel aansluitingen nieuwe klant
  - actieve energie meten
  - reactieve energie meten
  - standmelding
  - spanning meten
  - stroom meten
  - actief vermogen meten

- reactief vermogen meten
  - transformator temperatuur meten
  - actieve componenten sturen
  - op afstand schakelen
  - storingstijd beperken
  - netfouten isoleren
  - netwerk beveiligen
  - producenten aansluiten
  - gebruikers aansluiten.
4. Selectie van bouwblokken: op basis van de geselecteerde functionaliteiten worden gestandaardiseerde bouwblokken gekozen, die hierin voorzien. De bouwblokken bestaan uit
- regelstations en schakelstations
  - distributieruimtes
  - kabels
  - middenspanningsruimtes
  - klantaansluitingen.
- Op basis van de kenmerken van de bouwblokken wordt gekeken welke bouwblokken bij elkaar passen en welke juist niet.
5. Uitvoeren netstudie: experts op het gebied van netontwerpen maken een uitwerking van de betreffende casus. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de geselecteerde bouwblokken met de betreffende ontwerprichtlijnen.
6. Toetsen aan wegingscriteria: de doorgerekende varianten worden getoetst worden aan verschillende criteria. Hierin is vooral het criterium 'kosten' relevant. Daarnaast zal er gekeken worden naar de overeenkomsten tussen de varianten om tot no-regret-investeringen te komen.

### 5.3.3 Toepassing op het middenspanningsnet voor A1 Bedrijvenpark

Een belangrijke peiler van deze modulaire opbouw van het net zijn de bouwblokken. Op het moment van formuleren van het eindrapport waren enkele van de benodigde 'intelligente' bouwblokken nog in ontwikkeling bij Liander. Inmiddels worden deze al in de praktijk ingezet. Ook in Deventer is inmiddels een intelligent netstation geplaatst op de connectie tussen het schakelstation en de middenspanningsring, dat zijn nut gaat krijgen zodra er naast invoeders ook gebruikers op de ring worden aangesloten.

Zoals in paragraaf 5.2 beschreven, is het eerste gedeelte van de middenspanningsring inmiddels gerealiseerd, en zijn daarop twee windturbines ieder apart aangesloten. Hiervoor heeft Liander daadwerkelijk gekozen voor een modulaire opbouw. De windturbines zijn in eerste instantie via het eerste deel van de ring (enkelvoudige verbinding) aangesloten op het bestaande 10 kV-net, met een transportbeperking voor het hoogste opwekvermogen vanwege de beperkte capaciteit van dit net. Parallel daaraan is er een nieuw 20 kV-schakelstation gebouwd, waarnaar de toevoerende kabel is omgeschakeld.

In de toekomst zal de ring verder afgebouwd worden, zodra zich bedrijven vestigen op A1 Bedrijvenpark met voldoende hoge vermogensvraag.

## 5.4 Optimaliseren collectieve energiehuishouding / ontsluiten flexibiliteit

De kerndoelstelling van deze proeftuin was om uit te vinden hoe je met een smart grid de collectieve energiehuishouding van een nieuw bedrijventerrein kan optimaliseren en hoe je vermogensflexibiliteit kan ontsluiten voor de maximale uitnutting van het distributienet. Met behulp van de Modienet-methodiek hebben we daartoe een procesmodel ontwikkeld (bijlage 4). Hierin wordt helder gemaakt hoe de elektriciteitsvoorziening procesmatig moet verlopen om deze doelstellingen te halen.

Tevens hebben we een ICT-architectuur ontwikkeld (bijlage 5) voor de besturende ICT-systemen voor het lokaal op elkaar afstemmen van vraag en aanbod en het uitnutten van de beschikbare flexibiliteit.

### 5.4.1 Optimalisering van de local loop

De in de proeftuin ontwikkelde basisfilosofie is de optimalisering van de 'local loop', dat wil zeggen het net op decentraal niveau, dus op het bedrijventerrein (Figuur 3). Gecoördineerd door een energiedienstverlener vindt er afstemming plaats tussen opwekkers, gebruikers en de netbeheerder over:

- locaties, dimensionering en flexibiliteit van de productiemiddelen
- locaties, dimensionering en flexibiliteit van de gebruiksinstallaties
- de dimensionering van het net

zodat redundante investeringen worden voorkomen. Er wordt als het ware 'ruimtelijke energieordening' toegepast, om zoveel mogelijk van de lokaal opgewekte energie ook lokaal te gebruiken en vice versa.

Bovenop deze optimalisatie van de lokale collectieve energiehuishouding wordt de flexibiliteit in de energievoorziening benut (het kunnen verschuiven van energiegebruik of energieproductie in de tijd).

### 5.4.2 Behoeftes

Wie heeft er behoefte aan optimalisatie van de lokale collectieve energiehuishouding en aan flexibiliteit? Of in andere woorden: wie is de klant? Hierin onderscheiden we vier categorieën: transport, decentrale productie, handel en balanshandhaving.

#### Transport

De klanten zijn hier de eigenaren van de elektriciteitsnetten. De groei van lokale, fluctuerende opwekking met zon-PV en windturbines maakt de dimensionering en bedrijfsvoering van de netten steeds lastiger. Daarnaast kampen de regionale netbeheerders met verouderende netten, die langzamerhand hun maximale belastbaarheid naderen. Lokale vraag-en aanbodafstemming en flexibiliteit reduceren de piekbelasting van de netcomponenten. Daardoor kunnen nieuwe netcomponenten kleiner worden gedimensioneerd dan in een traditioneel net, en bestaande netcomponenten kunnen beter worden uitgenut. Dit levert kostenbesparing op bij aanleg of uitbreiding van het net.

Tevens kunnen lokale vraag-en aanbodafstemming en flexibiliteit worden ingezet om meer van de lokaal opgewekte elektriciteit ook lokaal te gebruiken. De elektriciteit hoeft dan een kortere afstand af te leggen, waardoor verliezen in het lokale net geminimaliseerd worden, en het bovenliggende net minder belast wordt. Ook hiermee worden kosten bespaard, omdat er minder onderhoud en investeringen nodig zijn.

#### Decentrale productie

De klanten van flexibiliteit zijn hier de partijen die lokaal energie produceren, zoals windturbine- of zon-PV-exploitanten. Lokale vraag-en aanbodafstemming en flexibiliteit zorgen ervoor dat zoveel mogelijk opgewekte energie geleverd wordt aan gecontracteerde bedrijven, die via het lokale net direct verbonden zijn aan de windturbines of de zonnecentrale. Dit levert kostenvoordelen op, omdat de opgewekte energie dan niet via een handelspartij verkocht hoeft te worden op de energiebeurs, en niet getransporteerd hoeft te worden naar het bovenliggende net.

## Handel

De groei van fluctuerende opwekking met zon-PV en windturbines zorgt voor steeds sterker fluctuerende energieprijzen. De klanten voor flexibiliteit zijn hier:

- partijen die energie verhandelen; flexibiliteit wordt door hen ingezet om in- en verkoop van energie op de energiebeurs te optimaliseren
- programmaverantwoordelijke partijen; flexibiliteit wordt door hen ingezet om de mismatch tussen aanbod en vraag van energie (kWh) in hun portfolio te reduceren.

## Balanshandhaving

De klanten voor flexibiliteit zijn hier TenneT en programmaverantwoordelijke partijen; flexibiliteit wordt door hen ingezet om de mismatch te reduceren tussen aanbod en vraag van vermogen (kW) op de Nederlandse elektriciteitsnetten (regel-, reserve- en noodvermogen).

### **5.4.3 Beschikbaarheid**

Wie levert de flexibiliteit? Flexibiliteit kan geleverd worden door:

- sommige consumenten en bedrijven (vraagrespon) s)
- stuurbare productie (WKK)
- opslag en conversie (batterijen, perslucht, power2gas, etc.)

## Vraagrespon

De mate waarin consumenten of bedrijven hun elektriciteitsgebruik in de tijd kunnen verschuiven, hangt af van de elektriciteit gebruikende processen die ze toepassen. Dat zal vrijwel altijd één of meer van de volgende gebruiksprocessen zijn:

- verlichting
- ruimteverwarming
- ventilatie
- bevochtiging
- waterverwarming
- procesverwarming
- proceskoeling
- koken
- computers en elektronische apparaten
- motoren
- vervoer.

Het gevraagde vermogen is op elk moment van de dag een optelsom van de gevraagde vermogens door elk toegepast proces.

Deze processen verschillen in de flexibiliteit die ze bieden. Verlichting is beperkt en gedurende een korte periode te verschuiven in de tijd, omdat de behoefte wordt bepaald door de hoeveelheid beschikbaar natuurlijk licht, en mensen een minimum hoeveelheid lumen nodig hebben. Koeling is in ruime mate en voor een langere periode te verschuiven in de tijd, mits de gekoelde producten beneden een bepaalde maximum temperatuur blijven. De totaal beschikbare flexibiliteit hangt dus af van de samenstelling van de vermogensvraag. Een kantoor met voornamelijk verlichting, dat een vermogen van 100 kW vraagt, heeft dus minder flexibiliteit ter beschikking dan een distributiecentrum met koelmachines die 100 kW vragen.

## Stuurbare productie

De gecombineerde opwekking van warmte en elektriciteit in warmtekrachtkoppelingen (WKK) en het opslaan van warmte in buffertanks biedt veel flexibiliteit. De WKK-eenheden hebben een op- en afschakeltijd van enkele minuten, wat betekent dat daarmee snel en flexibel ingespeeld kan worden op een tekort of een overschot aan elektrisch vermogen in het lokale elektriciteitsnet. Bij extra elektrische productie door WKK wordt eventuele overtollige warmte voor later gebruik opgeslagen in buffertanks. Nadeel is dat de WKK-eenheden grotendeels draaien op fossiel gas, dat op lange termijn niet of beperkt beschikbaar zal zijn. Voor de transitie naar een volledig duurzame energievoorziening is het wel een uitermate geschikte tussenvorm. Mogelijk kan de introductie van bio-WKK's op lange termijn dezelfde voordelen bieden voor het elektriciteitsnet.

### Opslag en conversie

Overtollige elektriciteit kan opgeslagen worden in batterijen en accu's (bijvoorbeeld van elektrische auto's), of omgezet worden in potentiële energie (stuw- of valmeren), kinetische energie (vliegwielen), pneumatische energie (perslucht-cilinders) of chemische energie (waterstof of synthetische brandstoffen). Op piekmomenten of bij een tekort aan energie kan de opgeslagen energie ingezet worden.

#### **5.4.4 Het procesmodel**

De werkgroep 'procesmodel' heeft geanalyseerd hoe de elektriciteitsvoorziening binnen de local loop procesmatig moet verlopen. Het ontwikkelde procesmodel is beschreven in het eindrapport van de werkgroep (bijlage 4).

Volgens dit procesmodel werken bedrijven en producenten gevestigd op een bedrijventerrein samen met de netbeheerder van het elektriciteitsnet. Bedrijven kunnen zich vestigen en afhankelijk van hun elektriciteitsprofiel en/of aanwezigheid van flexibiliteit kunnen ze voordeel behalen op hun elektriciteitsrekening.

Voor optimalisatie van de lokale collectieve energiehuishouding en de inzet van flexibiliteit zijn nieuwe rollen op een bedrijventerrein noodzakelijk die gaan samenwerken met bestaande marktrollen. Met name de rol van een energiedienstverlener en min of meer ook die van een aggregator zijn nieuw op een bedrijventerrein.

De energiedienstverleners helpen om samen met de lokale netbeheerder, energieleveranciers en producenten waarde te creëren uit de afname- en productieprofielen van bedrijven samen. Dit kunnen ook bedrijven zijn die gespecialiseerd zijn in de opslag van energie. Het combineren van meerdere afnameprofielen met de productieprofielen van duurzame opwekkers kan het voordeel verhogen zonder nog veel intelligentie toe te voegen aan een bestaand elektriciteitsnet.

De energiedienstverlener biedt als dienst:

1. Actieve feedback en advies over het energiegebruik van bedrijven, advies aan nieuwe bedrijven over koppeling van hun processen met de bestaande energie-infrastructuur, bijvoorbeeld warmte/koude.
2. Samen met de elektriciteitsleverancier of producent zorgen voor interessante elektriciteitscontracten met variabele prijzen afhankelijk van actuele productie.
3. Samen met de lokale netbeheerder zorgen voor interessante netbeheerderstarieven, zoals variabele transportkosten afhankelijk van congestieproblemen (lokaal of net buiten het bedrijventerrein).
4. Samen met de aggregator zorgen dat geschikte flexibiliteit bij bedrijven ingezet kan worden voor de reservemarkt (plaatsen meters, intelligente unit, zorgen voor communicatie en aansturing).

Op een nieuw bedrijventerrein met lokale productie kan de afstemming van de vraag op het aanbod in vier stappen worden geoptimaliseerd:

1. Kies, indien mogelijk, bedrijven met een afnameprofiel dat goed matcht met wind en zon-PV profielen. Bij energieneutraliteit op het bedrijventerrein is gemiddeld 60% directe overlap tussen vraag en aanbod door wind en zon-PV. Dit betekent dat 60% minder kWh getransporteerd hoeven te worden naar het bedrijventerrein.
2. Kies, indien mogelijk, enkele bedrijven uit met relevante flexibiliteit in hun belasting. Deze flexibiliteit kan ook gecreëerd worden tijdens de engineering. Met name bedrijven met buffercapaciteit, in de vorm van koeling, pompen, batterijopslag, noodaggregaten, (bio-) gas productie of batch processen zijn vaak geschikt om hun afnameprofiel te wijzigen.
3. Plan alle stuurbare belastingen 24 - 48 uur vooraf in, aan de hand van voorspellingen van vraag en aanbod (of een ander prijsprofiel). Hiermee wordt de overlap verder verhoogt.
4. Verminder intraday (op de dag zelf) met zeer flexibele belastingen als WKK's en opslag zoveel mogelijk de mismatch die ontstaat door fouten in de voorspelling. Met name goed regelbare WKK's zijn uit technisch en economisch oogpunt het interessant om intraday te regelen.



Flexibiliteit wordt gebruikt om zowel day-ahead als intraday op de meest economische wijze vraag af te stemmen op het aanbod, de afname- of productiepiek te reduceren of aan te bieden op de reservemarkt.

#### **5.4.5 De ICT-architectuur**

De werkgroep 'besturing' heeft het procesmodel vertaald naar een architectuur voor de benodigde ICT-systemen. De ontwikkelde ICT-architectuur is beschreven in het eindrapport van de werkgroep (bijlage 5).

De ICT-architectuur beschrijft de besturing van een smart grid op een bedrijventerrein. Dit vereist aanpassingen en innovaties ten opzichte van de bedrijfsvoering van een traditioneel elektriciteitsnet. In feite zit de meeste intelligentie niet in het elektriciteitsnet zelf, maar erboven bij de energiedienstverlener en bij de klant achter de hoofdmeter. Om de nieuwe functionaliteit mogelijk te maken is het nodig dat:

- bedrijven zonder flexibiliteit per 15 minuten gemeten worden (slimme meter of telemetrie) en dat deze data toegankelijk is voor de energiedienstverlener
- bedrijven met flexibiliteit per minuut gemeten worden, waarbij de informatie 'near time' beschikbaar moet zijn, zowel van de hoofdmeter als van de Programmable Logic Controller (PLC) welke het stuurbare proces regelt
- het vermogen van decentrale opwekinstallaties en het vermogen op het ontsluitingspunt van het bedrijventerrein op 1 minuut basis 'near time' beschikbaar zijn.

Alle informatie rond (voorspelbare) afname/productie en beschikbaarheid wordt verzameld op een cybersecure te bouwen data/software platform (database en portal voor klanttoegang). Op de markt beschikbare aggregatiesoftware (bv. Cybergrid), bestaande peak shaving algoritmes en een te bouwen optimalisatiesoftware voor vraag-aanbod-afstemming zorgen voor de uitvoering van de functionaliteit. Naast software zijn er (op de markt verkrijgbare) voorspellingen van lokale productie van wind en zon-PV nodig, samen met voorspellingen van de baseload van het bedrijventerrein.

De functionaliteit van het data/software platform behelst:

- afstemming van vraag en aanbod in de local loop
- supervisory control
- lokale optimalisatie van de middelen
- portfolio management
- facturering
- demand response diensten
- deelname aan de reserve markt
- opkomende / toekomstige diensten.

## 5.5 Financiële haalbaarheid

De werkgroep 'financieel model' heeft geanalyseerd welke extra kosten en baten gemoeid zijn met de realisatie en exploitatie van een smart grid op een bedrijventerrein, vergeleken met een traditionele inrichting van de elektriciteitsvoorziening. Het ontwikkelde financiële model wordt beschreven in het eindrapport van de werkgroep (bijlage 6).

De baten van een smart grid hangen nauw samen met de waarde van optimalisatie van de lokale collectieve energiehuishouding en van de waarde van flexibiliteit. Deze hangen op hun beurt weer af van de beschikbare netcapaciteit en van de samenstelling van het aanbod aan energie. Op dit moment is er in Nederland nog nauwelijks congestie, en is de opgewekte elektriciteit nog voornamelijk afkomstig van fossiele centrales en decentrale (stuurbare) WKK. De behoefte aan flexibiliteit aan de vraagzijde is daardoor nog beperkt, en de waarde dus laag.

Flexibiliteit krijgt waarde zodra de netcapaciteit onvoldoende is voor elke piekvraag, en zodra de stuurbaarheid van het energieaanbod onvoldoende is om in elke vraag te voorzien.

In andere landen zoals Duitsland en Denemarken heeft flexibiliteit inmiddels een stuk hogere waarde gekregen, vanwege het veel grotere aandeel duurzame opwekking, en de hogere mate van congestie.

In het financiële model is de business case voor optimalisatie van de lokale collectieve energiehuishouding en voor inzet van flexibiliteit als volgt uitgewerkt:

1. Het reduceren van de collectieve piek naar het regionale net levert gebruikers korting op op het piektarief.
2. Het direct gebruiken van lokaal opgewekte elektriciteit levert gebruikers korting op op het transporttarief en op de elektriciteitsrekening. Deze match tussen vraag en aanbod (bij wind en zon-PV gemiddeld 60%) kan verhoogd worden voor klanten met flexibiliteit, waardoor de reductie op de rekening nog hoger kan worden.
3. Salderen van vraag en aanbod vóór de hoofdmeter van het bedrijventerrein levert korting op op de energiebelasting.
4. Toegang tot de reservemarkt via een aggregator levert bedrijven met geschikte flexibiliteit waarde op. Met behulp van beschikbare aggregatiesoftware is het mogelijk ook relatief kleine flexibele belastingen (onder de 200 kW) te valoriseren.

De energiedienstverlener levert deze optimalisaties als dienst aan de bedrijven en producenten op een bedrijventerrein en wordt betaald uit de kostenreducties bij de gebruikers.

Het dimensioneren van WKK's en opslag dient in een aparte business case ontwikkeld te worden, in samenhang met het bedrijventerrein en de infrastructuur. Een WKK dient warmtevraag gestuurd te worden en om flexibiliteit te creëren moet een buffer aanwezig zijn (gas, warmte of beide). Bij de dimensionering is het aan te raden de buffer relatief groot te nemen, zodat minimaal 2 uur aan flexibiliteit ontstaat met voldoende stuurbaar vermogen. Als bij het ontwerp keuzevrijheid bestaat voor stuurbare processen, kan minimaal 200 kW aan vermogen als uitgangspunt worden gekozen. Dit is gebaseerd op de huidige kosten om flexibiliteit te ontsluiten. Bij een toename van de waarde van flexibiliteit kan dit minimale vermogen ook omlaag.

Opslag in de vorm van batterijen of Power2Gas (P2G) is een mogelijkheid om toe te passen in netten met congestieproblemen door teveel lokale productie. P2G is op dit moment een te dure vorm van opslag. Verwacht wordt dat dit na 2020 kan concurreren met andere vormen van opslag.

Een business case rond opslag is pas haalbaar als de opslag door meerdere (verschillende) partijen gebruikt wordt:

- opslag goedkope stroom (leverancier)
- flexibiliteit voor lokale peak shaving (energiedienstverlener)
- lokaal congestiemanagement (lokale netbeheerder)
- reservemarkt (aggregator/energiedienstverlener).

## 5.6 Wettelijke mogelijkheden

Wat betreft de wettelijke mogelijkheden zijn de volgende observaties van belang:

- De huidige marktmechanismen voor de elektriciteitsvoorziening zijn gebaseerd op de principes zoals die in de vorige eeuw zijn ontwikkeld.
- Transport is daarin een monopolie van aangewezen netbeheerders; gebruikers zijn gebonden aan de netbeheerder die hun aansluiting verzorgt.
- Het elektriciteitsnet moet qua capaciteit kunnen voorzien in elke vraag van elke individuele aangeslotene, ongeacht de daarmee samenhangende kosten.
- De balans tussen vraag en aanbod wordt in stand gehouden door het op- en afregelen van het aangeboden vermogen.
- De aansluiting van grotere duurzame opwekinstallaties wordt gescheiden gerealiseerd van de aansluiting van gebruikers.
- Door de overdimensionering van de netten en de nagenoeg perfecte balanshandhaving geldt het ‘koperen plaat’ principe: een energieproducent kan zijn energie administratief aan iedere klant verkopen, onafhankelijk van diens locatie (vaak ook via tussenhandelaars).
- Opwekking van en handel in elektriciteit (kWh) zijn vrije markten; gebruikers zijn vrij in de keuze van hun energieleverancier.
- Het transporttarief is locatieonafhankelijk.
- Voor opwekking van elektriciteit is het transporttarief nul.
- De wet- en regelgeving bestaat uit één standaard set regels die voor alle aansluitingen geldt.

Op basis van onze ervaringen en opgedane inzichten in deze proeftuin, bevelen wij aan om enkele van deze principes te wijzigen, zodat we met smart grids in kunnen spelen op de ontwikkelingen in de energievoorziening:

- In een ‘local loop’ (woonwijken, bedrijventerreinen) moeten productie, transport en gebruik van elektriciteit energetisch en economisch op elkaar geoptimaliseerd kunnen worden. Hier wordt dan de koperen plaat losgelaten.
- Het lokale elektriciteitsnet moet dus optimaal gedimensioneerd kunnen worden, in plaats van maximaal. Er wordt dan rekening gehouden met lokale vraag-en aanbodafstemming en beschikbare flexibiliteit, in de vorm van opslag, stuurbare lokale productie en vraagresponso.
- Het moet voordeel opleveren om je als bedrijf dicht in de buurt van een windpark of een zonnecentrale te vestigen. Hiervoor worden variabele transporttarieven en belastingsvoordelen op lokale vraag-en aanbodafstemming (saldering) ingezet.
- Het transporttarief voor opwekkers wordt groter dan nul. (Mits er sprake is van een level playing field voor duurzame en fossiele opwekkers.) Op die manier is er ook voor opwekkers reden om zich dicht bij afnemers te vestigen en daarmee af te stemmen.
- De aansluiting van grotere duurzame opwekinstallaties wordt zo mogelijk gecombineerd gerealiseerd met de aansluiting van nabij gesitueerde gebruikers.
- De wet- en regelgeving dient uit meerdere standaard sets regels te bestaan, met ruimte voor maatwerk. Op die manier kan voor elke situatie (woonwijk, kantorenwijk, havengebied, industriegebied, etc.) een optimale invulling van de energievoorziening worden ontwikkeld.

## 5.7 Toepassing op een bestaand bedrijventerrein

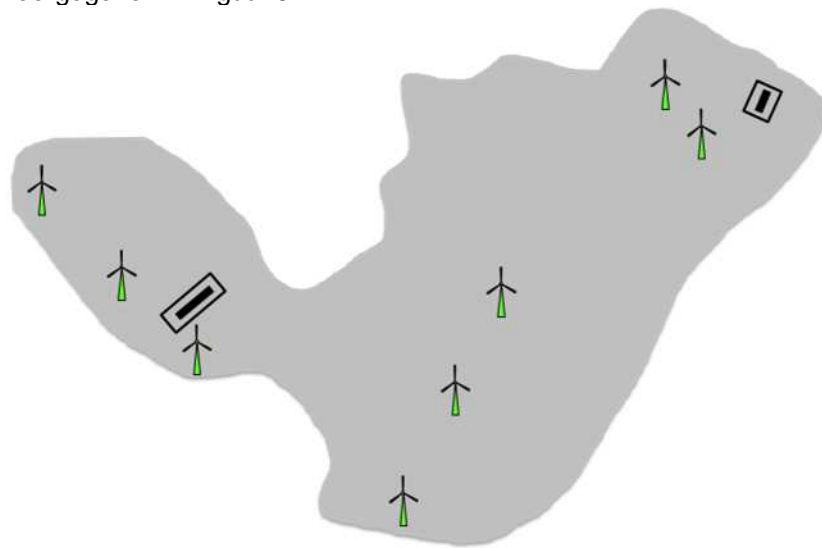
Vanwege het uitblijven van zich vestigende bedrijven op A1 Bedrijvenpark Deventer is de Modienet-methodiek uitgetest in haalbaarheidsonderzoeken voor twee bestaande bedrijventerreinen. Hieronder is de business case uitgewerkt voor één van deze twee bedrijventerreinen. Het tweede onderzoek is opgenomen als bijlage 7.

De doelstellingen voor een smart grid op dit bestaande bedrijventerrein waren:

1. het vergroten van de mogelijkheden voor het inpassen van windturbines of zon-PV-installaties (inclusief de te behalen kostenvoordelen)
2. het behalen van besparingen op de energierekening van de aangesloten bedrijven.

### 5.7.1 Netinpassing van windenergie

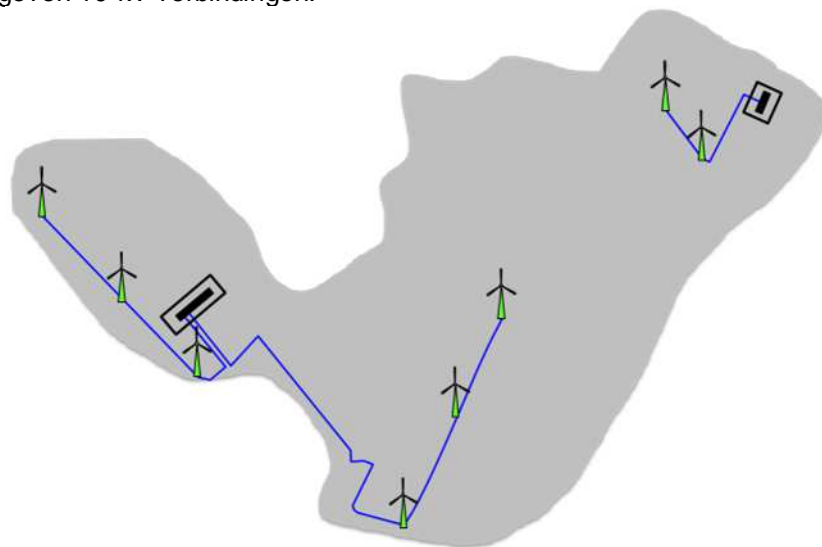
Het elektriciteitsnet op het bestaande bedrijventerrein is een middenspanningsnet met een vermaasde structuur, met 2 invoedpunten. Deze invoedpunten en de 3 potentieel geschikte locaties voor windparken zijn weergegeven in Figuur 9.



Figuur 9 – Windparken op bestaand bedrijventerrein

#### Traditionele aansluiting

Uitgaande van voldoende beschikbare capaciteit in deze stations zijn de aansluitkosten minimaal als de drie windparken op het dichtstbijzijnde punt aan worden gesloten. Dit is zichtbaar in Figuur 10, met drie in blauw weergegeven 10-kV-verbindingen.

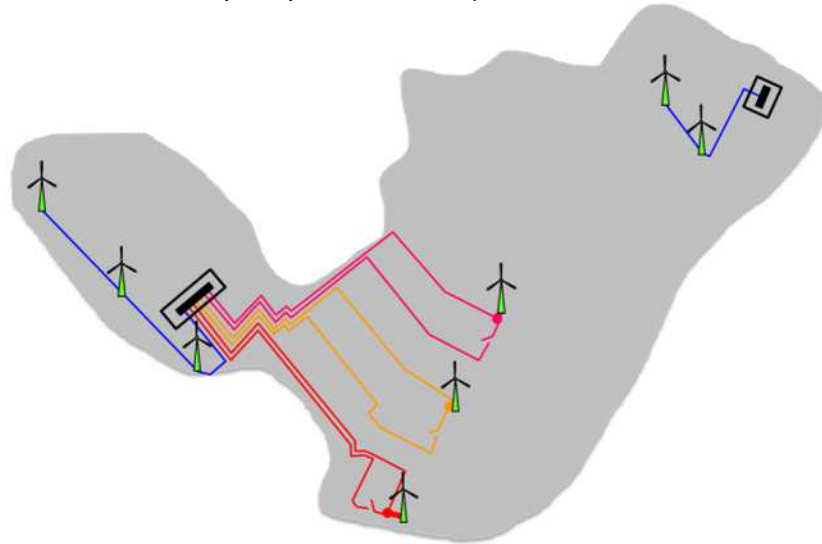


Figuur 10 – Traditionele aansluiting van de windparken

Het westelijke en het noordelijke windpark bevinden zich dicht bij een aansluitpunt. De kosten van aansluiting zijn daarvoor relatief gunstig. Het centrale windpark bevindt zich – gerekend vanaf de zuidelijke windturbine – op ongeveer 1.900 meter van het aansluitpunt. Deze aansluiting is daardoor relatief duur.

#### Aansluiting op local loops

Interessant zou daarom zijn om de windturbines van het centraal gelegen windpark aan te sluiten op de reeds bestaande elektriciteitsinfrastructuur. In Figuur 11 hebben we de bestaande 10-kV-infrastructuur ter hoogte van de drie windturbines vereenvoudigd weergegeven. (De werkelijke configuratie is complexer, maar we willen hier het principe verhelderen.)



Figuur 11 – Aansluiting van de centrale windturbines op de bestaande middenspanningsringen

De bedrijven in dit gedeelte van het bedrijventerrein worden gevoed via 10-kV-middenspanningsverbindingen vanuit het westelijk gelegen schakelstation. Dit zijn kabels die zijn ingegraven langs de straten en die grofweg ringen vormen (of 'local loops'), zodat elke aangeslotene vanaf twee kanten kan worden gevoed. De ringen zijn meestal op één punt geopend in een netstation. Bij een storing worden de openingen handmatig zodanig verlegd dat de foutplaats wordt geïsoleerd, terwijl zoveel mogelijk aangeslotenen van elektriciteit voorzien blijven.

Goed zichtbaar in de figuur is dat twee van de geplande windturbines gesitueerd zijn pal op deze local loops, en de zuidelijke turbine op ongeveer 120 meter.

#### Kostenbesparing

Om de kostenbesparing te berekenen kijken we eerst naar de kosten van een traditionele aansluiting van het centrale windpark. Dit is af te lezen in de tarieftabellen van de netbeheerder. In dit gebied is dat Liander.

Aansluitvermogen	Eénmalige aansluitvergoeding t/m 25 m		Eénmalige aansluitvergoeding > 25 m	
>5 MVA en t/m 10,0 MVA	280.671,00	EUR	192,30	EUR/m
>2 MVA en t/m 5,0 MVA	236.339,00	EUR	114,90	EUR/m
>1000 kVA en t/m 2 MVA	37.435,00	EUR	114,90	EUR/m

Tabel 1 – Aansluittarieven Liander 2015 ([www.acm.nl](http://www.acm.nl))

De geplande windturbines hebben een vermogen van 2,5 à 3 MW. Het opwekvermogen van het windpark zal dus tussen de 7,5 en 9 MW bedragen. Met een aansluitafstand van ongeveer 1.900 meter naar de zuidelijke windturbine bedraagt de éénmalige aansluitvergoeding aan Liander voor een standaard (redundante) aansluiting dus  $280.671 + 1.900 \times 192,30 = 646$  k€ euro<sup>1</sup>.

Daarnaast moet de zuidelijke windturbine nog verbonden worden met de twee andere windturbines (de zogenaamde parkbekabeling). Een kengetal hiervoor is 40 k€ per MW. In dit geval bedragen de kosten voor parkbekabeling dus 300 à 360 k€.

De totale kosten van traditionele aansluiting van het windpark bedragen dus **946 à 1.006 k€**

Vervolgens kijken we naar de kosten van drie afzonderlijke aansluitingen van de drie windturbines op de bestaande local loops, waardoor er geen lange afstanden hoeven te worden overbrugd. In Tabel 1 lezen we af dat per turbine van 2,5 à 3 MW een éénmalige aansluitvergoeding van 236.339 euro moet worden betaald. Voor de zuidelijke turbine moet nog ongeveer 100 meter extra worden betaald, à 11.490 euro. Totaal moet dus  $3 \times 236.339 + 11.490 = 721$  k€ aan Liander worden betaald<sup>2</sup>. Parkbekabeling is in deze situatie niet nodig.

De totale aansluitkosten van aansluiting van de drie windturbines op de local loops bedragen dus **721 k€**

De kostenbesparing voor de windparkontwikkelaar bedraagt daarmee **226 à 286 k€**.

De netbeheerder hoeft bij aansluiten op de bestaande local loops geen extra diepte-investeringen te doen<sup>3</sup>. De werkelijke investering wordt in het algemeen maar voor een gedeelte afgedekt door de aansluitvergoeding die de aangeslotene betaald, dus ook de netbeheerder heeft hier financieel voordeel bij.

### 5.7.2 Het smart grid

Als de local loops worden omgebouwd naar smart grids, kunnen ze ook voordelen opleveren voor de aangesloten bedrijven en opwekkers en voor de netbeheerder.

#### Werking

We lichten dit toe aan de hand van één van de drie local loops (Figuur 12).

Naast aangesloten bedrijven die elektriciteit gebruiken zijn hierin ook elektriciteitsopwekkers weergegeven. Naast de geplande windturbine ook een zonnecentrale, die op één of meerdere bedrijfsdaken of in een veldopstelling kan worden gerealiseerd.

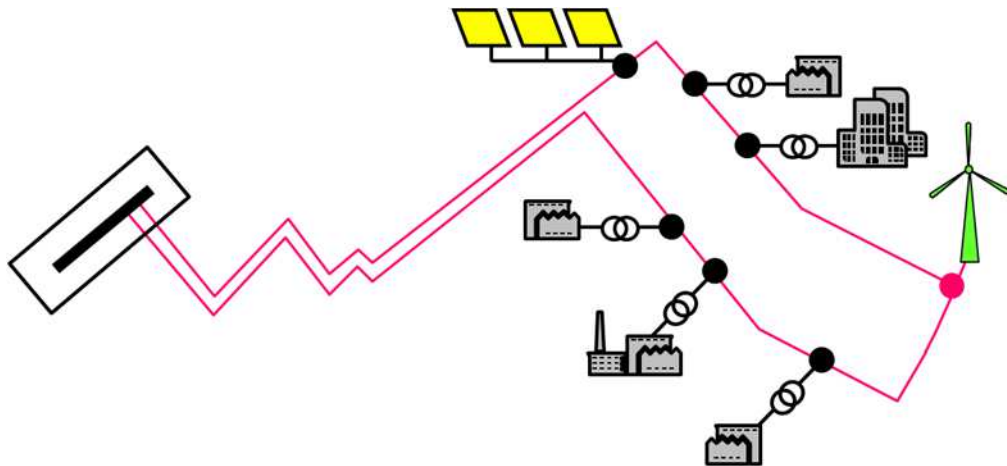
Door de invoeding van duurzame elektriciteit daalt de gemiddelde belasting van het elektriciteitsnet. Dit schept – afhankelijk van de plaats van invoeden – ruimte voor groei van het elektriciteitsgebruik van de bestaande aangeslotenen, of groei van het aantal aangeslotenen, zonder extra investeringen in het elektriciteitsnet. Echter, piekbelastingen worden niet zonder meer voorkomen. Immers, de belasting van het elektriciteitsnet is maximaal als er veel afname is, maar geen opwek (mistig, windstil weer), of weinig afname en veel opwek (een zonnige, winderige zondag).

---

<sup>1</sup> Windparkaansluitingen worden in de praktijk vaak niet redundant, maar enkelvoudig gerealiseerd. Dit kan betekenen dat de werkelijke éénmalige aansluitvergoeding lager is dan 646 k€. Dit laten we hier verder buiten beschouwing.

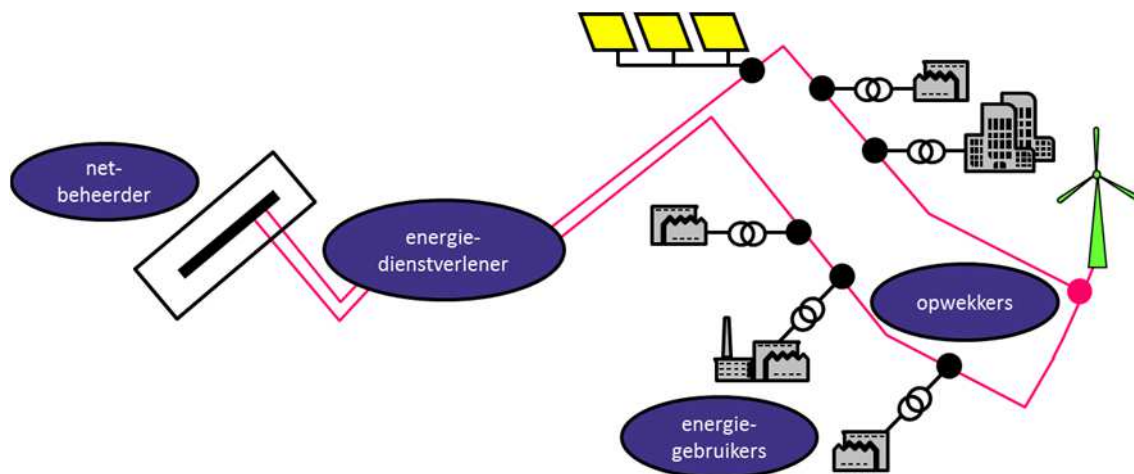
<sup>2</sup> De feitelijke kosten die Liander maakt voor aansluiten op de middenspanningsring worden weergegeven door de vermogenscategorie ">1000 kVA en t/m 2 MVA" in Tabel 1. Daarmee zou de totale aansluitvergoeding zakken naar 124 k€. Ook dit laten we hier verder buiten beschouwing.

<sup>3</sup> Diepte-investeringen zijn kosten voor het achterliggende net die voor rekening van de netbeheerder zijn, vanuit de maatschappelijke taak om ervoor te zorgen dat er altijd voldoende aansluitcapaciteit is.



Figuur 12 – Local loop

De opwekpiek wordt wel verlaagd door de bedrijven op dat moment meer elektriciteit te laten gebruiken, of door deze op te slaan in buffers. De afnamepiek wordt verlaagd door het elektriciteitsgebruik terug te regelen, of gebufferde elektriciteit te gebruiken. Omdat we hier te maken hebben met weersomstandigheden en bedrijfsprocessen, wordt de gewenste afstemming zoveel mogelijk geautomatiseerd verzorgd door een ‘energiedienstverlener’. Deze partij optimaliseert het vraag-aanbod-patroon, zoals dat netto ontstaat op het invoedpunt van de local loop. Dit in samenwerking met de netbeheerder, de opwekkers en de afnemers. In Figuur 13 is dit schematisch weergegeven.



Figuur 13 – Betrokken stakeholders bij het smart grid

Een energiedienstverlener ‘collecteert’ in feite de beschikbare vermogensflexibiliteit<sup>4</sup> bij de aangesloten elektriciteitsgebruikers, en biedt deze geaggregeerd aan aan de markten voor levering, transport en onbalans (zie paragraaf 5.4.4).

### Kostenbesparingen

De kostenbesparing voor de aangeslotene is gebaseerd op de (nu nog fictieve) waarde die de afstemming van vraag en aanbod heeft voor de netbeheerder en de lokale opwekker. Om enig gevoel te krijgen wat dit zou kunnen opleveren, hebben we een rekenvoorbeeld uitgewerkt voor een energieneutrale local loop waarop 30 bedrijven zijn aangesloten, en waar elektriciteit wordt opgewekt met een windturbine en zon-PV-installaties<sup>5</sup>. In Tabel 2 zijn de belangrijkste kengetallen weergegeven.

<sup>4</sup> Vermogensflexibiliteit betreft de mogelijkheden van marktpartijen om snel in te spelen op wisselende omstandigheden, door met hun productie, opslag of afname te reageren op mogelijke overvloed of schaarste van energie.

<sup>5</sup> Dit voorbeeld representeert een mogelijk scenario voor een local loop op een vergelijkbaar bedrijventerrein, maar berust niet op de daadwerkelijke of geplande situatie ter plekke.

Aantal bedrijven	30
Collectieve piek	10,5 MW
Jaarlijks energiegebruik	13,85 GWh
Kosten energiegebruik	1.424.469,- euro
– transport (30%)	427.341,- euro
– levering (70%)	997.128,- euro
Jaarlijks opgewekte energie	13,1 GWh
Benutting lokale opwek	67,8 %
Beschikbare flexibiliteit	2 %

Tabel 2 – Kengetallen rekenvoorbeeld local loop

Energieneutraal houdt in dat de jaarlijks opgewekte en afgenomen energie ongeveer gelijk aan elkaar zijn. ‘Benutting lokale opwek’ betreft hoeveel van de lokaal opgewekte elektriciteit dan ook gelijktijdig lokaal wordt gebruikt. Dit is met 67,8 % een aanzienlijk deel, wat betekent dat er aanzienlijk minder elektriciteit wordt uitgewisseld via het invoedpunt van de local loop. De beschikbare vermogensflexibiliteit is bewust nog laag ingeschat op 2%.

Op basis van aannames en inschattingen komen we tot de opbrengsten en kosten zoals weergegeven in Tabel 3.

<i>Maatregelen</i>	<i>Realistisch</i>	<i>Optimistisch</i>
Reduceren collectieve piek	42,5 k€	42,5 k€
Verlaging transporttarief	52,5 k€	52,5 k€
Verlaging interne levering	24,7 k€	24,7 k€
Korting energiebelasting	0 k€	117,8 k€
<i>Totaal opbrengsten</i>	<b>119,7 k€</b>	<b>237,5 k€</b>
Kosten	<u>57 k€</u>	<u>57 k€</u>
<i>Netto resultaat</i>	62,6 k€	180,5 k€
<i>Besparing t.o.v. energierekening</i>	<b>4,4%</b>	<b>12,7%</b>

Tabel 3 – Opbrengsten van het smart grid

Toelichting:

- Het reduceren van de collectieve piek naar het regionale net levert korting op het piektarief (kW) van de netbeheerder op.
- Het direct gebruiken van lokaal opgewekte elektriciteit levert korting op het transporttarief (kWh) van de netbeheerder op.
- Het direct gebruiken van lokaal opgewekte elektriciteit levert korting op het leveringstarief van de lokale opwekker op (mits de afnemer en de opwekker een leveringscontract hebben met elkaar).
- Klanten met flexibiliteit zorgen voor een nog betere match tussen vraag en aanbod, waardoor de bovengenoemde kortingen groter worden.



- Salderen van vraag en aanbod vóór de hoofdmeter van de local loop levert korting op de energiebelasting op. Het is nog onduidelijk in hoeverre dit realistisch is, vandaar de onderverdeling in een realistisch en een optimistisch scenario.
- De kosten betreffen de automatiseringsmiddelen en het dienstverleningstarief van de energiedienstverlener.

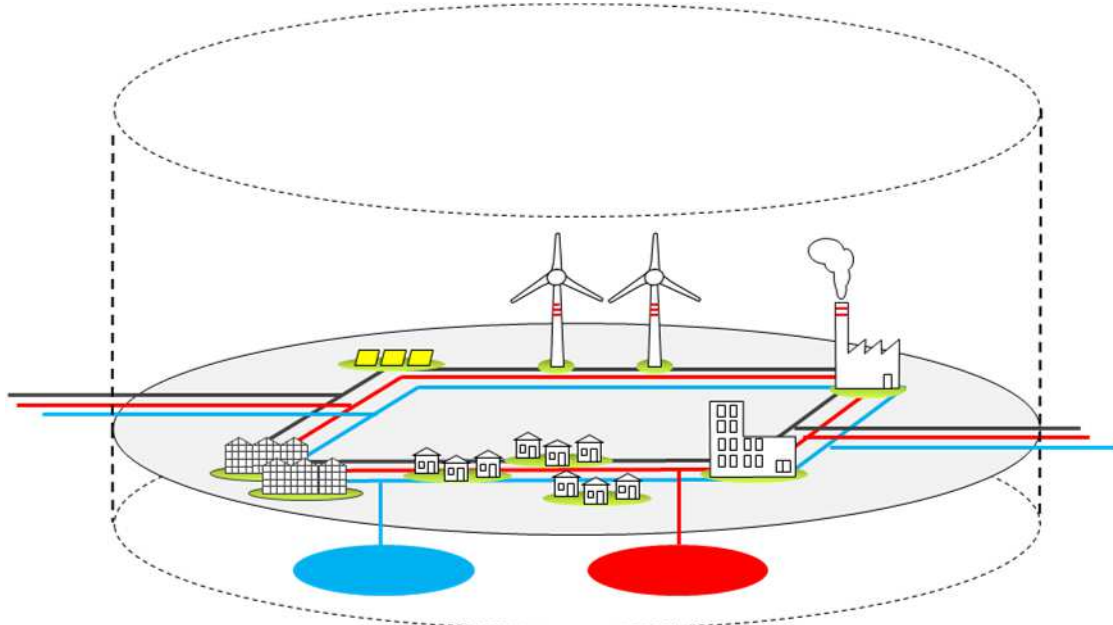
De totale opbrengst voor de groep aangeslotenen op deze local loop bedraagt in dit rekenvoorbeeld dus 63 k€ per jaar. (In het optimistische scenario wordt dit zelfs 181 k€.)

## 6 Vervolgactiviteiten en spin-off

### 6.1 Verder met Modienet

De noodzaak voor de verdere ontwikkeling van een methodiek als Modienet is evident:

- De energietransitie tendeert in toenemende mate naar de ontwikkeling van smart energy areas, zoals weergegeven in Figuur 14.



Figuur 14 – Smart energy area

Hierin worden de natuurlijke energiebronnen van een gebied – in de bovenliggende atmosfeer en de onderliggende bodem – maximaal benut. Aangrenzende gebieden wisselen energie uit met behulp van slimme digitale algoritmes. De gebiedsgerichte aanpak van Modienet past volledig in deze filosofie.

- Consortiumpartners zoals Alliander en ENGIE Services zijn invloedrijke en complementaire system integrators, die de energietransitie positief kunnen versnellen. Beiden zijn per definitie gericht op de regionale ontwikkeling van het energiesysteem.
- De Modienet-proeftuin heeft een unieke positie binnen het IPIN-programma, omdat het zich als vrijwel enige proeftuin richt op lokale vermogensbalancering voor industriële terreinen. Ook in opvolgende subsidieprogramma's voor smart grids zijn er nauwelijks trajecten met deze scope, terwijl inmiddels de belangstelling in de sector toeneemt voor de industrie als bron van vermogensflexibiliteit.

Zowel Alliander als ENGIE Services overwegen om Modienet verder te ontwikkelen tot een volledige methodiek voor het energetisch verduurzamen van bedrijventerreinen. Logischerwijs wordt de verdere uitwerking en uitbreiding van de methodiek in het directe vervolgtraject niet aan één specifieke locatie opgehangen. Op enkele gezamenlijk te bepalen locaties passen we de reeds ontwikkelde inzichten toe, en doen we nieuwe inzichten op die we nodig hebben om de methodiek uit te breiden.

## 6.2 Verder met het smart grid op A1 Bedrijvenpark

Onzeker is wanneer er zich voldoende bedrijven op A1 Bedrijvenpark gaan vestigen, waarvoor het zin heeft om de collectieve energiehuishouding te optimaliseren en flexibiliteit te ontsluiten. Zodra opportuun, wordt Modienet alsnog toegepast op A1 Bedrijvenpark, gebruikmakend van de daar al gecreëerde mogelijkheid om de bedrijven direct via de MS-ring te voorzien van duurzame elektriciteit.

## 6.3 Spin-off

De Modienet-proeftuin heeft reeds veel spin-off veroorzaakt, met name binnen ENGIE Services en Alliander, maar ook via de deelname aan de maatschappelijke discussie.

Binnen ENGIE Services was de proeftuin een voorloper in de weg naar de vernieuwde concernstrategie, waarin de pijlen gericht worden op verduurzaming van de maatschappij en flexibilisering van de energievoorziening. Door de proeftuin is vroegtijdig onderkend dat verduurzaming van gebieden verdergaande samenwerking vergt tussen bedrijfsonderdelen en met externe partners. Concreet heeft dit geleid tot de inrichting van een 'smart area' programma en een aangepaste werkwijze gericht op integrale oplossingen.

Binnen Alliander heeft de Modienet proeftuin de aandacht gericht op de bijzonderheden van nieuwe bedrijventerreinen en op het ontwikkelen van een nieuwe, daarop gerichte werkwijze. Inmiddels heeft Alliander hiervoor diverse 'emerging business areas' ingericht. De aansluitproblematiek van de windturbines confronteerde de operationele afdelingen met de beperkingen van de bestaande standaarden en de afdeling regulering met de gedateerdheid van de wettelijke codes. Voor beide zijn inmiddels verbetertrajecten gestart.

## 7 Discussie

Welke problemen zien wij in de transitie naar smart grids, gelet op onze ervaringen en opgedane inzichten in de proeftuin? Daartoe gaan we in dit hoofdstuk dieper in op een aantal aspecten met veel impact.

### 7.1 Institutioneel

- Belangrijk kenmerk van de inrichting van de Nederlandse elektriciteitsvoorziening is de grote invloed van de overheid op de marktwerking. Productie en handel in elektriciteit zijn commerciële activiteiten, distributie is een gereguleerd monopolie van de netbeheerders. Het Ministerie van Economische Zaken bepaalt het energiebeleid, de Autoriteit Consument & Markt (ACM) ziet toe op de naleving daarvan. De werking van het elektriciteitssysteem is vastgelegd in de Elektricitetswet 1998 en in aanvullende Codes.

In de praktijk blijkt het veranderen van deze inrichting weerbarstig. De netbeheerder heeft een spilfunctie in de transitie naar een duurzame elektriciteitsvoorziening, maar ziet nauwelijks bewegingsvrijheid voor de broodnodige alternatieve aansluitmethoden of tariefvormen. Het Ministerie van EZ stopt veel geld in proeftuinenprogramma's, maar verzuimt om daarin voldoende experimenteerruimte in te bouwen. De ACM toetst aan de vigerende wet- en regelgeving, en is zeer terughoudend voor innovatievere vormen van elektriciteitsdistributie. Het is de netbeheerder bijvoorbeeld ook in de proeftuinen nog niet toegestaan om vraagresponso bij bedrijven te stimuleren met variabele tarieven. Bovendien is de netbeheerder verplicht om no-regret keuzes te maken, wat de participatie aan proeftuinen extra lastig maakt.

- Voor de ontwikkeling van een smart grid is de samenwerking met de netbeheerder cruciaal. Gelet op het bovenstaande moet de netbeheerder overtuigd zijn van de relevantie van een smart grid, voordat verwacht mag worden dat zij zich hiervoor hard maakt naar het ministerie en de toezichthouder.

### 7.2 Technisch

- Door overinvesteringen in het verleden biedt de huidige Nederlandse elektriciteitsinfrastructuur momenteel nog voldoende ruimte voor inpassing van wind- en zonneparken. De groei van duurzame elektriciteit is in internationaal perspectief nog beperkt. Daardoor is er nog onvoldoende urgentie om proactief vraagresponso en opslagmethodieken te ontwikkelen. Verwacht wordt dat pas vanaf 2023 problemen zullen ontstaan met de omvang van de ingevoede duurzame elektriciteit. Ook voor veel bedrijventerreinen geldt dat er momenteel geen problemen zijn met de capaciteit van het elektriciteitsnet. Dat helpt niet voor de urgentie.
- Qua techniek zijn de beschreven methodieken voor aansluiting, vraagresponso en opslag goed haalbaar. Ze behelzen de inzet van bestaande en bewezen technologieën op het gebied van aansluiten, monitoren, schakelen en automatiseren.
- De inpassing van een windturbine van 2 à 3 MW in een local loop is ongebruikelijk, maar hoeft technisch gezien geen problemen op te leveren. Nader onderzoek is hiervoor noodzakelijk. Veel 10-kV-netten worden momenteel opgewaardeerd naar 20 kV. Daarmee wordt het maximaal toegestane vermogen per aansluiting een stuk hoger. (Hiervoor hebben ACM en netbeheerders overigens nog geen tarieftabellen vastgesteld.)

### 7.3 Financieel / economisch

- De grote economische uitdaging binnen de ontwikkeling van smart grids is hoe flexibiliteit om te zetten in waarde. Flexibiliteit is op dit moment nog onvoldoende waard en de moeite die bedrijven en consumenten er voor moeten doen is te groot. Hoe geef je flexibiliteit kunstmatig waarde, net zolang tot de motor op gang is gekomen en de waarde intrinsiek is?
- Vervolgens zijn de kostenbesparingen en opbrengsten afhankelijk van het wel of niet toestaan van de beschreven alternatieve aansluitmethoden en tariefvormen door ACM en netbeheerders. De netbeheerders participeren actief in meerdere proeftuinen waarin hiermee geëxperimenteerd wordt, maar zijn terughoudend in het toepassen ervan buiten deze proeftuinen.
- Met de benutting van flexibiliteit van opwekkers, afnemers en opslagmogelijkheden en de daarvoor benodigde ICT-systemen en dienstverlenende activiteiten zijn extra kosten en baten gemoeid (vergeleken met een traditionele inrichting van de elektriciteitsvoorziening). Zelfs al bestaat er een gezamenlijke business case, dan nog zijn de incentives niet zonder meer zodanig verdeeld dat deze automatisch een prikkel vormen voor de totstandbrenging van de meest duurzame en kosteneffectieve prestatie op geaggregeerd niveau (maatschappelijke winst).
- Idealiter wordt een gedeelte van de behaalde besparingen op een bedrijventerrein in een gezamenlijk fonds gestort (mogelijk beheerd door de energiedienstverlener). Vanuit dit fonds kunnen investeringen in nieuwe verduurzamingsmaatregelen worden bekostigd (ESCo-principe).

### 7.4 Organisatorisch

- De grote organisatorische uitdaging binnen de ontwikkeling van smart grids is hoe de partijen die deze systemen waar moeten gaan in beweging te krijgen. Cruciaal is de participatie van de eindgebruikers van het energiesysteem, maar voor hen is flexibiliteit geen issue. De partijen die hier veel over praten zijn netbeheerders, energieleveranciers en overheden. Zij hebben de eindgebruiker nodig om hun doelen op het gebied van flexibilisering te bereiken. De eindgebruiker doet alleen mee als hij op een eenvoudige, begrijpelijke manier geld kan verdienen en zijn footprint kan verlagen.
- Bovendien is de traditionele elektriciteitsvoorziening uitermate goed uitgewerkt, inclusief de verhoudingen tussen de verschillende stakeholders. De overgang naar een smart grid vergt andere verhoudingen tussen de stakeholders, die op dit moment nog nauwelijks zijn uitgewerkt.
- ENGIE Services ziet potentiële kansen in smart grids, en in de daarvoor benodigde samenwerking met een partij als Alliander, maar ziet Alliander tegelijkertijd zonder overleg EBA's (emerging business areas) zoals REX, EXE en Zown inrichten. Daarmee gaat Alliander concurreren in het commerciële domein waar ENGIE Services stappen wil maken, zonder de commerciële tucht van de markt waaraan ENGIE Services onderhevig is.
- Het ministerie van Economische Zaken heeft verschillende opeenvolgende proeftuinenprogramma's opgetuigd om de transitie naar smart grids te versnellen ( IPIN, TKI Switch 2 Smart Grids, TKI Urban Energy, Systeemintegratie). Wat opvalt is dat er in elk programma weliswaar visies en roadmaps in grove lijnen worden neergezet, maar dat de inhoudelijke interactie met en tussen de projecten en proeftuinen zeer beperkt is. Dit betreft doorgaans jaarlijkse seminars waar de betrokkenen bij de projecten en proeftuinen elkaar treffen en informatie uitwisselen, en enkele roadshows waar proeftuinen bij elkaar in de keuken kunnen kijken.

Deze seminars en roadshows hebben tot nu toe niet geleid tot een gestructureerde kruisbestuiving tussen de vele proeftuinen, tot een adequate synthese van de problematiek, tot heldere keuzes over de toekomstige inrichting van de energievoorziening, of tot heldere maatregelen om blokkades weg te nemen. Ons inziens zou de overheid zelf actief in programma's zoals deze moeten participeren. Het grote verhaal is eigenlijk wel duidelijk, maar de realisatie van de visie wordt niet gemanaged. De programma's en subprogramma's en deelthema's moeten worden opgepakt door de markt, maar de terugkoppeling van leerervaringen naar de visie ontbreekt. De inbreng van adviseurs en zzp-ers is soms contraproductief, zij hebben belang bij de versnipperde aanpak.

- In het door ons voorgestelde model creëert de energiedienstverlener – samen met de netbeheerder, energieleveranciers en opwekkers – waarde uit de afname- en productieprofielen van de op de local loop aangesloten bedrijven. Deze stakeholders dienen daartoe open te staan voor deze samenwerking, en de benodigde activiteiten moeten hen voordeel opleveren.

De uitdaging voor het realiseren van een smart grid op bedrijventerreinen is dus om ondanks een nog ontbrekende urgentie (en bijbehorende waarde van flexibiliteit) een samenwerking op te tuigen tussen de stakeholders, die leidt tot een op de toekomst gerichte elektriciteitsvoorziening.

## 8 Conclusie en aanbevelingen

### 8.1 Conclusie

Een smart grid op een bedrijventerrein is nu nog niet rendabel, maar zal naar onze verwachting de komende jaren een duidelijke maatschappelijke business case krijgen. Het maakt dan een lokale duurzame energievoorziening mogelijk, die klaar is voor de integratie van duurzame opwekkers en die waarde creëert voor flexibiliteit. Tevens zal deze lokale ketenoptimalisatie de kosten voor de stakeholders en bedrijven verlagen. De potentiële kostenbesparingen zijn in de orde van grootte van tonnen euro's éénmalig en jaarlijks. Het belangrijkste obstakel is de institutionele inrichting van de elektriciteitsvoorziening, waarbinnen met name de netbeheerder in staat gesteld en gemotiveerd moet worden om mee te werken aan de verdere transitie naar een duurzame, flexibele energievoorziening.

Binnen deze context leidt toepassing van de Modienet methodiek tot:

- verlaging van de energiekosten
- integratie van gebruikers met nieuwe eisen
- een hogere efficiency in de dagelijkse exploitatie van het elektriciteitsnet
- verbeterde planning t.a.v. toekomstige investeringen in het elektriciteitsnet
- optimalisatie van het functioneren van de markt en de klantdiensten hieromtrent
- meer en sterkere invloed van de aangeslotenen op hun energiemanagement en -gebruik
- meer lokale duurzame opgewekte energie die lokaal wordt verbruikt.

De voorwaarden om dit te laten slagen zijn:

- een aangepast tariefstelsel dat lokaal gebruik van lokaal opgewekte duurzame energie stimuleert
- een adequate organisatie van de samenwerking van de stakeholders
- regulatorisch toestaan van de local loop filosofie (paragraaf 5.4), zodat de collectieve energiehuishouding kan worden geoptimaliseerd en flexibiliteit kan worden ontsloten.

### 8.2 Aanbevelingen

Aanbevolen wordt om in volgende proeftuinen- en stimuleringsprogramma's vanuit de overheid themamanagers te benoemen die de subsidieprogramma's echt beetpakken en aanjagen, die zorgen dat de vrijblijvendheid eruit gaat bij de vele proeftuinen en initiatieven. Niet alleen bloemen zaaien, maar ook tuinieren! Gebruik daarbij een deel van het beschikbare budget om deze themamanagers te laten ondersteunen door een programmteam van organisatorische en inhoudelijke experts, met als primaire taken:

1. Het inzichtelijk maken van de inhoudelijke en procesmatige vorderingen van de individuele projecten en proeftuinen, door directe en regelmatige interactie met de betrokken projectorganisaties.
2. Het duiden van de bijdrage van de projecten en proeftuinen aan het grotere geheel, door evaluatie binnen het team en door afstemming met de landelijke stakeholders.
3. Het verrijken van de visie en de roadmap van het programma aan de hand van de ervaringen en de nieuwe inzichten.
4. Het periodiek adviseren van het programmabestuur over
  - waardevolle inzichten
  - visie en roadmap
  - te initiëren activiteiten om witte vlekken in te vullen
  - het leggen van essentiële verbindingen binnen en buiten Nederland.

5. Het organiseren van kruisbestuiving tussen de projecten en proeftuinen onderling:
  - lopende projecten die onderling informatie uitwisselen
  - afgeronde projecten die ervaringen of assets vanuit proefopstellingen ter beschikking stellen aan lopende of nieuwe projecten.
6. Het helpen van de projecten en proeftuinen om hun doelen te bereiken, en het faciliteren en het stimuleren om de resultaten geschikt te maken voor opschaling of commercialisatie.
7. Het zoeken van verbinding met smart grid activiteiten buiten Nederland, om ook gebruik te kunnen maken van internationale inzichten.

Belangrijk is om zorg te dragen voor de juiste balans tussen mandaat en ambassadeurschap voor deze themamanagers en dit programmateam: enerzijds werkend in opdracht van het programmabestuur, niet vrijblijvend, en anderzijds welkom binnen de proeftuinen, want versnellend, inzicht gevend en ondersteunend.