

Handreiking slimme energiesystemen

Het hoe en wat van slimme energieoplossingen voor

- *energiecoöperaties*
- *bedrijventerreinen*
- *lokale overheden*

Handreiking slimme energiesystemen

Het hoe en wat van slimme energieoplossingen voor

- energiecoöperaties
- bedrijventerreinen
- lokale overheden

Opgesteld door (tekst en inhoud):

Richard de Bruin

richard.debruin@rebelgroup.com
+31 6 13 79 65 94

Eline Kleiwegt

eline.kleiwegt@rebelgroup.com
+31 18 18 56 52

Helena de Boer

helena.deboer@rebelgroup.com
+31 6 21 49 12 59

Vormgeving door: Richard de Bruin (Rebel)

Dit rapport is opgesteld in opdracht van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) op verzoek van de Topsector Energie (team digitalisering TKI Urban Energy).

Versie 1.0
februari 2023

Voorwoord

Over deze handreiking

Deze handreiking is opgesteld door Rebel in opdracht van RVO en TKI Urban Energy als handreiking over Slimme energiesystemen. De primaire doelgroep voor dit rapport bestaat uit energiecoöperaties, beheerders van bedrijventerreinen en lokale overheden. Tijdens de ontwikkeling van het rapport hebben we een aantal interviews en bijeenkomsten gehouden met relevante partijen, om de kernboodschappen van dit rapport te toetsen en om verdere inzichten vanuit de praktijk te verwerven. Het doel van dit rapport is de doelgroep te helpen om aan de slag te gaan met slimme energiesystemen.

Over TKI Urban Energy, TSE Digitalisering en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

TKI Urban Energy is een onderdeel van de Topsector Energie (TSE). De organisatie stimuleert bedrijven, kennisinstellingen, maatschappelijke organisaties en overheden om samen te werken op het gebied van energie-innovatie. Het programma Digitalisering, ook onderdeel van TSE, richt zich op de digitalisering van het energiesysteem, met een speciale aandacht voor referentiearchitecturen, het gebruik en beheer van data en cybersecurity. De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) is een overheidsorganisatie gericht op het Nederlandse ondernemersklimaat. Ondernemend Nederland kan bij hen terecht met vragen op het gebied van duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen.

TKI Urban Energy, TSE Digitalisering en RVO bevorderen samen onderzoek naar digitalisering in energie-innovaties voor een snelle transitie naar een duurzaam, betrouwbaar en betaalbaar energiesysteem in de gebouwde omgeving en de infrastructuur. Dit doen we door initiatieven financieel te steunen, betrokken partijen bij elkaar te brengen en kennis te delen. Op deze manier versterken wij de economische concurrentiekracht van betrokken Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen.

Heeft u innovatieve ambities op het gebied van flexibiliteit? Mogelijk kan TKI Urban Energy of RVO u ondersteunen bij uw ambities. De medewerkers van TKI Urban Energy staan klaar om uw ideeën te toetsen en u te helpen bij het vinden van samenwerkingspartners en het opzetten van een consortium. U kunt bij RVO terecht als u wilt toetsen of uw ideeën in aanmerking komen voor subsidie (cofinanciering) vanuit de Topsector Energie. Wilt u n.a.v. dit rapport in contact komen met RVO of TKI Urban Energy, neem dan contact op met:

TKI Urban Energy

Jasmijn Kleij
jasmijn@tki-urbanenergy.nl

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

Sabine Lengkeek
sabine.lengkeek@rvo.nl

Inhoudsopgave

..... Introductie

Waarom een handreiking slimme energiesystemen?

Waar hebben we het over met 'slimme energiesystemen'?

De reikwijdte van deze handreiking

Voor wie is deze handreiking bedoeld?

Leeswijzer

..... Deel A - Waarom slimme energiesystemen?

A.1 Aanleiding I – Netcongestie

A.2 Aanleiding II – Verduurzaming

A.3 Aanleiding III – Financiële baten

A.4 Voor wie zijn slimme energiesystemen belangrijk?

..... Deel B - Het palet aan slimme energiesystemen

B.1 De 'virtuele' laag

B.2 De 'fysieke' laag

B.3 Samenhang tussen de oplossingsrichtingen

Verdieping op handelen met energie

Intermezzo - Individuele oplossingen

..... Deel C - Hoe organiseer je een slim energiesysteem?

C.1 Rolverdeling bij een slim energiesysteem

C.2 Wat zijn de eerste stappen die een potentiële initiatiefnemer moet zetten?

C.3 Welke overwegingen spelen bij de keuze voor een slim energiesysteem?

Verdieping op publieke waarden

Verdieping op een veranderend wettelijk kader

Verdieping op eigendom en financiering

..... Nawoord

Meer informatie

Colofon



Introductie

We bevinden ons middenin de transitie om de gebouwde omgeving te verduurzamen. We worden zuiniger met energie, we willen van het gas af en we zoeken naar andere oplossingen om onze energiebehoefte in te vullen. De elektrificatie van de gebouwde omgeving is daarmee steeds prominenter aan het worden. We gaan van een door gas en vloeistof gedreven energie-economie (aardgas, olie, benzine) naar een op elektronen gebaseerde energievoorziening (zon- en windenergie, elektrische auto's, warmtepompen).

Onze elektriciteitsnetten zijn de verbindende schakels in deze transitie. Alleen zijn ze daar nog niet op ingericht. Zowel het aanbod van elektriciteit als de vraag naar elektriciteit groeit hard. En jammer genoeg vinden vraag en aanbod niet op hetzelfde moment plaats. Het is dan ook niet gek dat daarmee nieuwe problemen ontstaan: de druk op ons elektriciteitsnet is groot, en soms te groot. De mate waarin we kunnen vertrouwen op onze elektriciteitsvoorziening komt daarmee potentieel in het geding. Daarnaast zijn we nog niet klaar met verduurzamen. Om écht los te komen van fossiele brandstoffen moeten we onze energievraag (nog) beter afstemmen op het fluctuerende aanbod van duurzame energiebronnen.

Waarom een handreiking slimme energiesystemen?

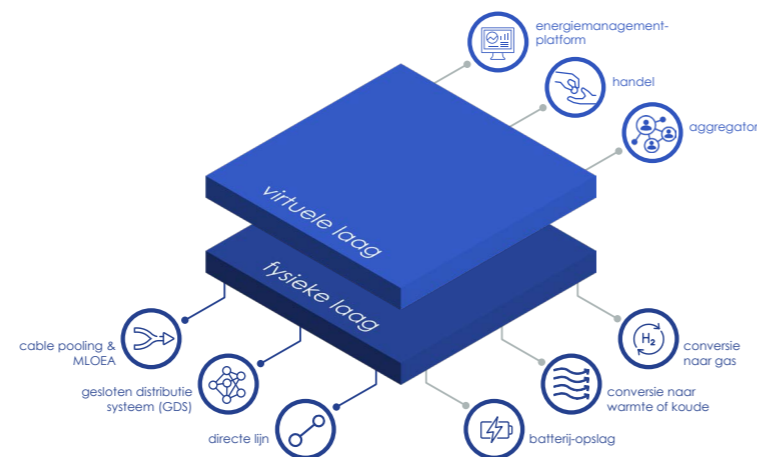
Vanwege de druk op ons elektriciteitsnetwerk kijken we naar oplossingen om onze energievoorziening slimmer, duurzamer en efficiënter in te richten. In deze handreiking kijken we naar de bijdrage die slimme energieoplossingen aan ons energiesysteem kunnen leveren en hoe we tot die oplossingen kunnen komen.

We gaan in deze handreiking – mede aan de hand van concrete voorbeeldsituaties – dieper in op de problemen die de slimme energieoplossingen beogen op te lossen, wat die oplossingen kunnen zijn en hoe die – op een juiste en eerlijke manier – in de praktijk gebracht kunnen worden.

Waar hebben we het over met 'slimme energiesystemen'?

Slimme energiesystemen zijn energieoplossingen die - veelal gebruikmakend van IT - het mogelijk maken om de vraag naar en/of het aanbod van energie te sturen, energie op te slaan of deze te converteren naar andere energievormen. Vaak gaat het bij slimme energiesystemen om fysieke toevoegingen aan ons energiesysteem gecombineerd met een virtuele laag die hierop wordt 'gelegd'. Bij de fysieke toevoegingen kan gedacht worden aan batterijen, slimme laadpleinen of zelfs waterstoffabrieken. Allemaal componenten die meer flexibiliteit bieden in onze vraag of het aanbod van energie. De toevoeging van de virtuele laag zorgt ervoor dat er ook daadwerkelijk slim wordt uitgewisseld en het energiesysteem efficiënter wordt gebruikt. Energiemanagementplatforms en bijvoorbeeld de handel in flexibiliteit zorgen daarmee voor de sturing van de energie en bieden prikkels om dit efficiënter te doen.

Wat de slimme oplossingen zijn en hoe ze werken, komt uitgebreid aan bod in [deel C](#). De oplossingen die hierbij aan bod komen zijn schematisch weergegeven in onderstaande figuur.



Bredere maatschappelijke context

Het klimaatakkoord van Parijs, het nationale klimaatakkoord en het recenter beleidsprogramma klimaat. Allen stellen ze klimaatambities en doelstellingen voor de CO₂-reductie in Nederland. De doelstelling staat op 60% CO₂-reductie in 2030, als opmaat naar klimaatneutraal in 2050. Een groot deel van de oplossing om CO₂ te reduceren, ligt in het **elektrificeren** van transport, (chemische) processen en verwarming. Om deze transitie mogelijk te maken, is een **robuuste elektriciteitsinfrastructuur** noodzakelijk. Slimme energiesystemen kunnen daar een belangrijke bijdrage aan leveren.

Daar komt bij dat de afgelopen jaren de **energieprijzen** fors zijn gestegen. Huishoudens en bedrijven krijgen te maken met forse energielasten, wat bij sommigen leidt tot energiearmoede of financiële problemen. Door te zorgen voor extra (lokale en zelf opgewekte) niet-fossiele energie en deze optimaal te benutten, kunnen energielasten gereduceerd worden. Een extra reden om te onderzoeken of we slimmer met onze energie kunnen omgaan.

De reikwijdte van deze handreiking

Deze handreiking behandelt enkel zogeheten **collectieve** slimme energiesystemen: oplossingen die de energievoorziening van meerdere partijen aangaat. Individueel zijn uiteraard ook oplossingen denkbaar om slim met het energie om te gaan. Denk aan een andere oriëntatie van de zonnepanelen op het dak (om een gelijkmatiger opwekprofiel over de dag te creëren), een individuele batterij in de woning of slimme sensing om het eigen energieverbruik terug te dringen. Maar juist in een georganiseerd collectief kan de slagkracht ontstaan om impact te maken en wordt de businesscase interessanter (bijvoorbeeld om een batterij aan te schaffen)¹.

Daarnaast richten we ons op de **actualiteit**, oftewel de mogelijkheden die er nu al zijn om slim met energie om te gaan. Dat betekent dat concrete en realistische oplossingen worden beschreven binnen de context (bijv. wet- en regelgeving, technologische ontwikkeling, rolpvatting van partijen) zoals die nu mogelijk is.

Tot slot hebben we het binnen deze handreiking specifiek over oplossingen voor de **gebouwde omgeving en het buitengebied**, met aandacht voor **lokale actoren** (burgers, energiecoöperaties, lokale overheden, beheerders van bedrijventerreinen). Oplossingen voor de industrie of hernieuwbare opwek op zee blijven daarmee buiten beschouwing. Daarmee beperkt de scope zich ook tot aangesloten op het laag- en middenspanningsniveau van het elektriciteitsnet. Mochten deze termen onbekend zijn, [verderop](#) in deze handreiking gaan we hier nader op in.

Slimme energiesystemen, Smart Grids of slimme netten?

De slimme energiesystemen die in deze opdracht worden onderzocht zijn ook te scharen onder de overkoepelende term 'smart grids'. Deze term wordt in deze handreiking echter bewust vermeden, omdat het – te pas en te onpas – wordt gebruikt voor uiteenlopende oplossingen. Ook termen als flex-oplossingen, slimme netten, (smart) energyhubs of slimme energiediensten worden vaak – al dan niet als synoniem – in deze context gebruikt. Daarom kiezen we hier consequent voor de termen: slimme energiesystemen of slimme oplossingen.

Voor wie is deze handreiking bedoeld?

Steeds meer bestuurders, energiecoöperaties, bedrijven en burgers vragen zich af wat zij met het thema slimme energiesystemen moeten of kunnen. Met deze handreiking willen we daar handvatten bij bieden. Dit doen we op verschillende manieren:

Op de eerste plaats door simpelweg uit te leggen **wat slimme energiesystemen zijn**. Welke oplossingen er zijn en voor wie. En wanneer en waarom deze relevant zijn. In die zin is deze leidraad voor iedereen bedoeld: van initiatiefnemer tot gemeenteambtenaar en van bedrijventerrein tot de 'gewone' burger. Voor iedereen die meer wilt weten over slimme energiesystemen.

Daarnaast is de handreiking vooral bedoeld als **startpunt** voor diverse actoren om met slimme energiesystemen aan de gang te gaan. In het bijzonder de **rol** die (onder andere) lokale overheden, energiecoöperaties en bedrijventerreinbeheerders kunnen pakken om collectieve oplossingen te faciliteren en organiseren. Dit zijn vaak de lokale actoren in de gebouwde omgeving aan de slag kunnen bij netcongestie, gebiedsontwikkeling of verduurzamingsopgave en verschillende stakeholders kunnen samenbrengen om collectieve slimme energiesystemen te realiseren.

Tot slot besteden we – voor diezelfde regionemende doelgroepen – ook aandacht aan de **waarden** die onder druk kunnen komen te staan met slimme energiediensten. Hoe houden we het elektriciteitsstelsel eerlijk, inclusief en democratisch bestuurbaar?

Leeswijzer

In de handreiking gaan we in [deel A](#) in op wat de aanleiding is om met slimme energiesystemen aan de slag te gaan en wie daarbij een rol spelen. Ook beschrijven we enkele concrete situaties om deze aanleidingen te illustreren. In [deel B](#) gaan we in op wat de slimme energiesystemen zijn en de elementen waaruit ze bestaan. Tot slot staat [deel C](#) in het teken van het hoe rondom slimme energiesystemen: hoe deze te organiseren, wat zijn mogelijke eerste stappen en welke overwegingen zijn daarbij aan de orde.

¹. Individueel is die businesscase er voor huishoudens vaak nog niet. Belangrijkste reden hiervoor is de (nog bestaande) salderingsregeling waarbij je een volledige vergoeding krijgt voor het terugleveren van energie (vanuit zonnepanelen op dak). Er is hierdoor geen prikkel om te zorgen dat je de opgewekte stroom direct gebruikt.



Deel A - Waarom slimme energiesystemen?

Net als een wegennet maar een bepaalde hoeveelheid voertuigen aankan, is er een limiet aan hoeveel elektronen er tegelijkertijd getransporteerd kunnen worden op ons elektriciteitsnet.

Er kunnen diverse redenen zijn om met slimme energiesystemen aan de slag te gaan. Voor veel partijen is netcongestie (een situatie waarin er geen 'ruimte' meer op het elektriciteitsnet is) aanleiding om hiernaar te kijken. Maar dat is zeker niet de enige reden om slimmer met energie om te gaan. Ook uit verduurzamings- of financiële overwegingen kunnen slimme energiesystemen van waarde zijn. Deze aanleidingen lichten we in dit hoofdstuk nader toe, vergezeld van enkele typerende (en fictieve) voorbeeldsituaties ter illustratie.

A.1 Aanleiding I – Netcongestie

Wat is netcongestie?

Ons elektriciteitsnet (en de fysieke installaties, kabels en aansluitingen waaruit deze is opgemaakt) heeft een bepaalde capaciteit. Net als een wegennet maar een bepaalde hoeveelheid voertuigen aankan, is er een limiet aan hoeveel elektronen er tegelijkertijd getransporteerd kunnen worden op ons elektriciteitsnet. Zodra dat maximum wordt bereikt, ontstaat **overbelasting** ('de file op ons wegennet'). De meeste apparaten die op het elektriciteitsnet zijn aangesloten, zijn hierop beveiligd en schakelen uit als er overbelasting is. Als ze dat niet zouden doen, zouden ze

kapot gaan. Om echter te voorkomen dat er daadwerkelijk overbelasting ontstaat, hebben netbeheerders als taak gekregen om te vermijden dat er teveel vraag of aanbod op de verschillende onderdelen van het netwerk is. Zij maken daarom vooraf voorspellingen voor de vraag en het aanbod en berekenen of de capaciteit van het netwerk voldoende is om daarin te voorzien. Wanneer de netbeheerder voorspelt dat de capaciteit niet genoeg is, noemen we dat **congestie**.

Met toenemende elektrificatie is op veel plaatsen in Nederland nu al sprake van netcongestie. Er kan daarbij sprake zijn van **congestie op afname of invoeding**. Bij congestie voor afname is het met name voor grootverbruikers (bedrijven, utiliteit) niet mogelijk een nieuwe of zwaardere aansluiting te krijgen. Bij congestie op invoeding kan hernieuwbare energie niet worden aangesloten op het net. Op sommige locaties is sprake van zowel congestie op afname als invoeding.

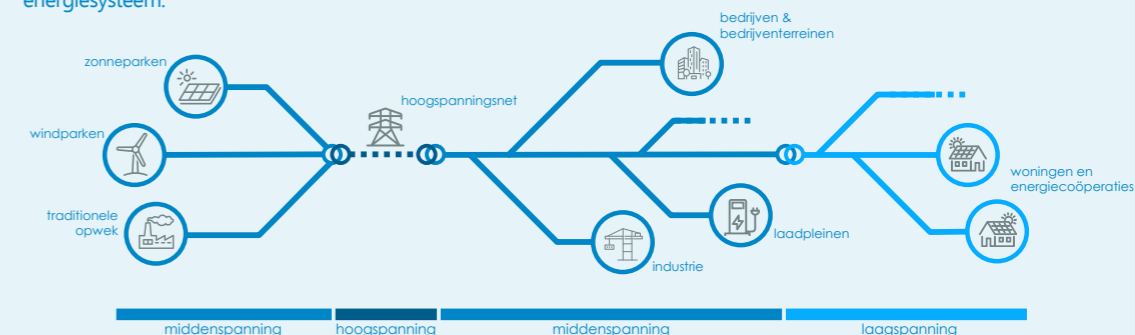
Anders dan op het wegnennetwerk – waar het vele uren op een dag druk is – is het elektriciteitsnet vaak maar voor korte duur 'vol'. Alleen als er op maximaal vermogen stroom wordt geleverd door wind en/of zon, of wanneer er door elektriciteitsafnemers maximaal wordt gevraagd, is dit het geval. Deze **maximale capaciteit** wordt soms maar enkele uren per jaar gevraagd. Echter, om de betrouwbaarheid van het netwerk te borgen (en uitval te voorkomen)

Over ons elektriciteitssysteem

Ons elektriciteitssysteem bestaat uit opwekkers van energie (opwekinstallaties), gebruikers van energie (energievragers) en de infrastructuur die ze verbindt. Van oudsher werd elektriciteit opgewekt in grote centrales. Deze centrales leverden aan het net, op het zogeheten 'hoogspanningsniveau'. Op dit hoogspanningsniveau kunnen lange afstanden worden overbrugd tussen de grote opwekinstallaties en vragers van elektriciteit. Via een middenspanningsnet (vooral gericht op distributie op wijkniveau) en vervolgens het laagspanningsnet wordt de elektriciteit aan huishoudens geleverd. Op het niveau van middenspanning nemen daarnaast grotere afnemers elektriciteit af.

Nu steeds meer duurzaam en lokaal elektriciteit wordt opgewekt, ziet het elektriciteitssysteem er gedeeltelijk anders uit. Dit is schematisch weergegeven in figuur 1. Opwekinstallaties leveren nu op middenspanningsniveau aan het net, maar ook bedrijven en huishoudens worden kleine opwekkers van energie (op midden- en laagspanning). Deze consumenten die ook producenten worden, noemen we ook wel 'prosumers'.

De ontwikkelingen maken dat het energiesysteem niet langer eenvoudig van A naar B werkt, maar dat opwek, transport en gebruik overal en op verschillende niveaus kan plaatsvinden. Bovendien is het systeem moeilijker aan te sturen, omdat er steeds minder grote opwekcentrales zijn die harder of zachter kunnen om op de vraag in te spelen. Dit is waar slimme energiesystemen om de hoek komen kijken: door te zorgen dat de vraag beter aansluit bij het fluctuerende, duurzame aanbod van elektriciteit, leveren ze een bijdrage aan de efficiëntere benutting van ons huidige en toekomstige energiesysteem.



Figuur 1: Schematische weergave van het huidige elektriciteitssysteem

worden aansluitingen op het elektriciteitsnet wel op deze piek gedimensioneerd. Met andere woorden, afnemers van elektriciteit krijgen een aansluiting die is afgestemd op een maximale capaciteit, die zij maar enkele uren in het jaar daadwerkelijk nodig hebben. Hetzelfde geldt voor levering van elektriciteit: maar een beperkt gedeelte van het jaar levert een zonne- of windpark de maximale capaciteit. Op alle andere momenten is er onbenutte capaciteit op deze aansluiting. Hierdoor is nog ruimte op het net beschikbaar als we flexibel met de capaciteit omgaan en vraag en aanbod van elektriciteit 'spreiden' in de tijd.

Wat zijn de gevolgen van netcongestie?

Netbeheerders hebben de taak om te zorgen voor een veilige en betrouwbare elektriciteitsvoorziening. Naast dat niemand blij is met een onzekere energievoorziening, kan een 'file' op het elektriciteitsnet ook – als de netbeheerder niet ingrijpt – verdergaande gevolgen hebben voor cruciale functies en processen. Net als een ambulance die niet langs de file kan, kunnen zorgfuncties of industriële processen niet functioneren zonder betrouwbare stroomvoorziening. Daarom is het de taak van de netbeheerder de 'file' te voorkomen. Zo moeten ze ervoor zorgen dat er voldoende netcapaciteit is door te investeren in uitbreiding of verzwaring van het net als ze voorzien dat dat structureel nodig is. Dat is echter kostbaar en kan meerdere jaren duren. Als de capaciteit niet tijdig uitgebreid kan worden, en er wel (tijdelijk) meer behoefte is aan netcapaciteit (er is dan dus sprake van netcongestie) heeft de netbeheerder de taak om congestie te managen. De netbeheerder kan beperkingen opleggen voor nieuwe aansluitingen of partijen die een grotere aansluiting willen. Als alternatief heeft de netbeheerder de mogelijkheid om congestiemanagement toe te passen. Bij congestiemanagement wordt aan partijen gevraagd om op momenten dat er te veel vraag of aanbod van elektriciteit is hun transportcapaciteit te verlagen. Het is dus eigenlijk een soort 'spits mijden' in het wegennet.

De impact ervan laat zich het best illustreren aan de hand van twee voorbeeldsituaties:

Voorbeeldsituatie 1: Een bedrijventerrein waar bedrijven niet kunnen uitbreiden of verduurzamen omdat er geen transportcapaciteit beschikbaar is. Bedrijventerreinen zijn grootverbruikers van energie en liggen er veel kansen om ze te verduurzamen. Verduurzaming kan door middel van besparing, maar ook door te elektrificeren met warmtepompen of elektrische mobiliteit. Beperkte netcapaciteit kan betekenen dat nieuwe bedrijven dat niet kunnen doen of zich zelfs niet meer op een terrein mogen vestigen, simpelweg omdat er geen 'ruimte' meer is op het net. In diverse regio's is netcongestie al een probleem wat een ongunstig effect heeft op het vestigingsklimaat en de aantrekkelijkheid van (regio's in) Nederland voor het bedrijfsleven.

Voorbeeldsituatie 2: De gemeente heeft een wijk aangewezen om aardgasvrij te worden, maar als alle woningen all electric worden moet het net worden verzaamd. Daarom onderzoekt de gemeente of er mogelijkheden zijn de impact op het elektriciteitsnet te beperken. Voor de transitie naar een aardgasvrij Nederland wordt – naast het reduceren van het energieverbruik – ook in veel wijken gekeken naar volledig elektrische oplossingen (all electric). Met warmtepompen, warmtenetten en

elektrisch koken kunnen veel woningen aardgasvrij worden. Echter, wanneer een wijk volledig op elektriciteit gaat verwarmen, gaat dit gepaard met een enorme stijging van de elektriciteitsbehoefte. Zeker als bewoners tegelijkertijd ook overschakelen op elektrisch koken en elektrisch rijden. Dat legt een forse druk op het elektriciteitsnet, waardoor in veel wijken het elektriciteitsnet verzaamd zal moeten worden. Netverzwaring is een kostbare en vertragende opgave die ook nog eens tot veel overlast kan leiden (denk alleen al aan straten die open moeten).

Hoe dragen slimme energiesystemen bij aan het verhelpen van netcongestie?

Slimme energiesystemen kunnen de **impact van netcongestie verkleinen**. Ze bieden een (tijdelijke) oplossing om in de periode tot netverzwaring toch nieuwe capaciteit beschikbaar te maken en de bestaande capaciteit beter te benutten. Denk daarbij aan lokaal opgewekte elektriciteit die zoveel mogelijk lokaal wordt gebruikt, wordt opgeslagen voor later gebruik of in andere vormen van energie wordt omgezet. Hiermee wordt vermeden dat de elektriciteit 'zomaar' het net wordt in gebracht en bijdraagt aan de congestieproblematiek.

Diezelfde slimme energiesystemen kunnen er overigens ook goed voor zorgen dat je **netcongestie structureel voorkomt**, en dus eigenlijk de noodzaak voor netverzwaring voor bent. In deze handreiking spreken we regelmatig over het voorkomen van netverzwaring. Oplossingen die we daarvoor aandragen kunnen tevens betrekking hebben op het overbruggen van de periode tot netverzwaring (en in die periode toch uitbreiding mogelijk maken).

Meer informatie over netcongestie is te vinden op de website van [Topsector Energie](#).



A.2 Aanleiding II – Verduurzaming

Waarom verduurzaming?

Slimme energiesystemen hoeven niet alleen maar ingegeven te zijn door netcongestie. Ook simpelweg de wil om te verduurzamen en minder energie te verbruiken is meer dan voldoende reden om (gezamenlijk) slimmer om te gaan met energie.

Hoe meer we kunnen elektrificeren en duurzame energiebronnen benutten, hoe minder afhankelijk we zijn van fossiele brandstoffen (gas en olie). Maar zolang onze energievraag onvoldoende is afgestemd op het beschikbare aanbod, zijn fossiele brandstoffen nog altijd nodig als back-up. De fossiele bronnen zorgen namelijk voor continuïteit van levering. Ze zijn – in tegenstelling tot duurzame bronnen – niet afhankelijk van weeromstandigheden en zijn veel beter aan te passen op onze vraag naar energie.

Hoe dragen slimme oplossingen bij aan de ambitie om te verduurzamen?

Slimme energiesystemen kunnen op verschillende manieren bijdragen aan verduurzamingsdoelstellingen:

- Door slimme energiesystemen toe te passen kan **piekvraag** worden voorkomen en hoeven we op deze momenten minder gebruik te maken van fossiele back-up centrales. Hierdoor kan een groter aandeel van onze elektriciteitsvraag duurzaam ingevuld worden.
- Slimme energiesystemen kunnen er in een situatie met netcongestie (zoals hiervoor beschreven) door het afvlakken van piekproductie voor zorgen dat er **meer duurzame elektriciteit** past binnen de capaciteit van het netwerk.

Enkele situaties ter illustratie:

Voorbeeldsituatie 3: Een energiecoöperatie beschikt over meerdere collectieve zonnedaken in de wijk en wil de volgende stap zetten in verduurzaming. In steeds meer wijken en buurten ontstaan collectieven die gezamenlijk duurzame energie opwekken met behulp van (collectieve) zonnedaken. Iedereen kan op

die manier profiteren van duurzame energie, ook wanneer je geen eigen dak hebt om zonnepanelen op te leggen. Dit soort ontwikkelingen worden vaak georganiseerd in een energiecoöperatie.

Hoewel dat an sich al een hele mooie ontwikkeling is, is er vaak nog meer ruimte om slimmer met de opgewekte energie om te gaan. Zeker in een energiecoöperatie waarin mensen zich al hebben georganiseerd, gemotiveerd zijn en de 'smaak te pakken' hebben. Doordat zij de opgewekte elektriciteit zoveel mogelijk zelf gebruiken, hoeven ze geen grijze stroom in te kopen.

Voorbeeldsituatie 4: Om de transitie naar duurzame mobiliteit te stimuleren en te faciliteren, wil een gemeente een centraal gelegen laadhub realiseren om elektrische voertuigen op te laden. Net als woningen en bedrijven, elektrificeert ook het vervoer. Om dat mogelijk te maken is laadinfrastructuur nodig. Op plekken waar veel voertuigen samen komen, kunnen gemeenten laadhubs laten inrichten. Hier kunnen dan op een centrale plek meerdere voertuigen tegelijkertijd laden. Op deze laadhubs kan ook duurzame elektriciteit worden opgewekt, bijvoorbeeld door zonnecarports te installeren. Hierdoor kan duurzame stroom direct worden gebruikt om de voertuigen te laden. Maar de zon schijnt niet altijd op de momenten dat de voertuigen laden, en voertuigen laden niet altijd wanneer de zon schijnt. Slimme energiesystemen kunnen er hier op de eerste plaats voor zorgen dat de voertuigen daadwerkelijk duurzaam worden geladen. Maar ze kunnen ook bredere impact hebben doordat ze pieken in opwek en vraag afvlakken en daarmee minder impact hebben op het elektriciteitsnet.

A.3 Aanleiding III – Financiële baten

Waarom financiële baten?

Slimme energiesystemen kunnen ook in financieel opzicht voordelen opleveren. Natuurlijk is het prettig dat zich duurzaamheidsvoordelen voordoen wanneer men slim omgaat met energie, maar voor veel partijen is een gezonde businesscase en/of een positief effect op de portemonnee ook een drijfveer. Dat kan overigens prima hand in hand gaan met duurzaamheidsvoordelen of het oplossen van netcongestie.

Hoe leveren slimme energiesystemen financiële baten op?

Allereerst zijn er financiële baten voor partijen die slimme energiesystemen toepassen:

- Nu de **elektriciteitsprijzen sterk fluctueren**, kan het veel geld opleveren om vooral elektriciteit te gebruiken als het goedkoop is (al dan niet zelf/lokaal opgewekt), op te slaan of soms juist af te schalen wanneer de prijzen hoog zijn.
- Opslagsystemen of flexibele elektriciteitsvraag kunnen er voor zorgen dat een **kleinere aansluiting** op het elektriciteitsnet volstaat. Dit bespaart op de netbeheerders- of transportkosten.
- Flexibele vraag of opslag is 'geld waard' op diverse **markten**. Bijvoorbeeld op een van de handelsmarkten, op de onbalansmarkt of bij congestiemanagement.

Ten aanzien van dit laatste punt: er zijn partijen die baat hebben bij het aanbod van flexibiliteit als product. Netbeheerders en aggregators bieden (vanuit verschillende rollen) **vergoedingen voor het beschikbaar stellen** van flexibiliteit over het energieverbruik van

apparaten of van buffercapaciteit. Er ontstaat dan ook een markt voor partijen die ‘flex-diensten’ aanbieden, oftewel: die partijen ontzorgen om energievraag flexibel in te zetten of zich op handelsmarkten begeven met opslagsystemen. Meer hierover in de [verdieping op handelen met energie](#).

Tegenover deze baten staat uiteraard wel de investering in fysieke aanpassingen of een energiemanagementplatform. En er zijn kosten voor onderzoek, ontwikkeling, aanschaf en het beheer. Of je die investering terugverdient hangt natuurlijk af van het systeem dat je kiest, welke middelen beschikbaar zijn en – in bepaalde gevallen – hoeveel controle je bereid bent uit handen te geven over je eigen systemen. Ben je bijvoorbeeld bereid om het laden van je auto volledig af te laten hangen van de beschikbaarheid van duurzame en lokaal opgewekte energie? Of van de flexibiliteit die je biedt aan een aggregator voor een vergoeding voor de beschikbaar gestelde buffercapaciteit?

Slimme energiesystemen hebben daarnaast bredere **maatschappelijke baten**. Door vraag beter af te stemmen op het aanbod van elektriciteit, kunnen de systeemkosten voor duurzame energie beperkt blijven. Op korte termijn kunnen slimme energiesystemen de noodzaak van netverzwaring beperken. Maar ook op langere termijn zijn er brede baten. Zo kan vraagsturing ervoor zorgen dat CO₂-neutraliteit eerder of goedkoper binnen handbereik komt, met bijbehorende maatschappelijke baten. Bovendien zijn er met vraagsturing minder investeringen nodig in opslag en infrastructuur, wat leidt tot lagere energieprijzen.

Voorbeeldsituatie 5: Een bedrijf heeft een groot zonnedak en produceert meer dan het zelf gebruikt. Bedrijven die beschikken over (grote) zonnedaken kunnen de duurzame elektriciteit niet altijd direct zelf benutten. Voor de terug te leveren elektriciteit kan het bedrijf een afspraak maken met een energieleverancier, maar het tarief hiervoor is vaak laag. De eigenaar van het bedrijf vraagt zich af of de extra stroom niet lokaal kan worden benut. Zo kan een naastgelegen bedrijf geen geschikt dak hebben voor zonnepanelen en kan de eigenaar de processen aanpassen om zo ook de duurzaam opgewekte lokale energie te benutten.

Andere mogelijke aanleidingen

Autonomie

Door onderling energie uit te wisselen, kunnen slimme energiesystemen bijdragen aan meer autonomie. Door slimme energiesystemen word je immers minder afhankelijk van een grote energieleverancier. Aandachtspunt is daarbij wel hoe je de slimme energiesystemen organiseert. Door gebruik te maken van een IT-platform kan namelijk een afhankelijkheid ontstaan van de leverancier van dat platform. In [deel C](#) gaan we hier nader op in.

Innovatie

Het toepassen van slimme energie-oplossingen kan tevens (mede) gedreven zijn door een behoefte aan innovatie en vernieuwing. Koplopers in energie-innovatie zien duurzame opwek inmiddels als mainstream en kunnen op zoek gaan naar nieuwe oplossingen, zoals het gebruik van data om vraag en aanbod verder te optimaliseren.

Voorbeeldsituatie 6: Een ontwikkelaar van een windpark krijgt met hoge kosten te maken voor een aansluiting op het elektriciteitsnet en vraagt zich af of er mogelijkheden zijn om kosten te besparen. Hoe groter de aansluiting, hoe meer kosten een initiatiefnemer maakt. De mogelijkheid bestaat om windparken uit te schakelen op piekmomenten (curtailment). Indien dat voor slechts enkele uren per jaar nodig is, kan dat een goede oplossing zijn. Echter, voor een groter aandeel van de opbrengst is curtailment niet altijd gewenst (je gooit immers energie en geld weg). Daarom kan het interessant zijn voor een ontwikkelaar om te kijken hoe hij/zij de aansluiting beter kan benutten.

Figuur 2: Schematische weergave van het speelveld van actoren bij slimme energiesystemen.



A.4 Voor wie zijn slimme energiesystemen belangrijk?

Er is niet één type initiatiefnemer aan te wijzen als het gaat om slimme energiesystemen. Op verschillende plekken in de elektriciteitsketen zitten spelers en mogelijkheden om met slimme energiesystemen aan de gang te gaan. Schematisch ziet het speelveld er als onderstaand uit (figuur 2). Hierin kunnen verschillende actoren de initiatiefnemer zijn voor slimme energiesystemen én/of er belang bij hebben dat de slimme energiesystemen geïnitieerd worden. Ieder met de eigen beweegredenen of specifieke aanleiding.

Ontwikkelaars van hernieuwbaar op land

Ontwikkelaars van hernieuwbare energieopwek kunnen in gebieden zitten (of willen vestigen) waar **netcongestie** speelt.

Een project kan daardoor aan de voorkant vertraging oplopen, niet maximaal worden benut of zelfs geen doorgang vinden. Met een slimme oplossing kun je flexibiliteit beschikbaar stellen. Hierdoor kun je alsnog vestigen, uitbreiding in het gebied met netcongestie, of vestiging van anderen mogelijk maken. Bovendien kan de inzet van flexibiliteit voor ontwikkelaars **financieel voordeel** opleveren. Bijvoorbeeld door opslag (al dan niet in combinatie met handel) of door aansluitingen te delen (het zogeheten [cable pooling](#)).

Regionale netbeheerders

Netbeheerders hebben de publieke taak om altijd voor voldoende capaciteit op het net te zorgen. In diverse regio's is sprake van **netcongestie** en zijn netbeheerders verplicht om de netten te verzwaren. Slimme energiesystemen kunnen ervoor zorgen dat er geen netcongestie optreedt en daarmee helpen om forse investeringen in het net te voorkomen. De rol van netbeheerders is wettelijk vastgelegd. Zo mogen zij niet zelf handelen in elektriciteit. Wel kunnen ze (als er sprake is van netcongestie) flexibiliteit inkopen bij derden.

Lokale overheden

Lokale overheden (denk aan gemeenten, RES-regio's, provincies)¹ hebben er belang bij een zo aantrekkelijk mogelijk vestigingsklimaat te creëren voor bedrijven en voor ontwikkelaars die met wind- en zonne-energieprojecten aan de gang willen.

Netcongestie belemmert nu al in diverse gebieden het vestigingsklimaat (en dus de lokale economie). In gebieden waar nog geen sprake is van netcongestie kan dat wel gaan ontstaan als steeds meer partijen elektrificeren om te verduurzamen. Ook in deze gebieden kan het dus zinvol zijn om met slimme energiesystemen aan de slag te gaan.

Naast netcongestie speelt ook de **verduurzamingsopgave** voor lokale overheden. Zij hebben een belangrijke rol in het aanjagen van de lokale energietransitie. Door middel van Regionale Energiestrategieën leggen lokale overheden keuzes vast hoe en waar duurzame energie kan worden opgewekt. Beschikbare energie-infrastructuur is voor de realisatie van deze plannen een belangrijke voorwaarde.

Niet alleen lokale overheden spelen een rol in relatie tot slimme energiesystemen. Ook het Rijk speelt – vanuit dezelfde belangen – een rol bij het verslimmen van het energiesysteem. Enerzijds door het scheppen van de kaders voor het energiesysteem via wet- en regelgeving. Anderzijds door vanuit nationale programma's verduurzaming van wijken en bedrijventerreinen aan te jagen, veelal via gemeenten en provincies. Deze handreiking richt zich op de

mogelijkheden voor slimme energiesystemen die er zijn binnen het bestaande wettelijk kader en op concrete oplossingen die initiatiefnemers kunnen nemen. Aangezien het Rijk verder van deze concrete oplossingen af staat, laten we de rol van het Rijk verder buiten beschouwing.

Serviceproviders

De groep van serviceproviders is een brede groep. Dit zijn de partijen die diensten of producten leveren om een slimme invulling mogelijk te maken. We maken daarbij onderscheid tussen 3 type leveranciers (waarbij sommige partijen meerdere van deze rollen invullen):

- Fysieke producten: bijvoorbeeld batterijen, zonnepanelen of infrastructuur.
- IT-oplossingen: Providers van softwareplatforms voor handel, uitwisseling en/of monitoring van vraag en aanbod (energiemanagementsystemen).
- Organisatorisch: denk aan aggregators (partijen die voor je handelen), regisseurs en procesbegeleiders die een bedrijventerrein kunnen organiseren en afspraken tussen de bedrijven mogelijk maken.

Bedrijven(terreinen)

Bedrijven investeren steeds vaker in **verduurzaming**. Vanuit een verplichting, om imagedenken, of vanuit intrinsieke motivatie. Er ontstaan dan ook diverse initiatieven om bedrijventerreinen om te zetten naar zogeheten Smart Energy Hubs.

Daarbij kan het voor de bedrijven tevens **financieel** voordeel opleveren om te investeren in slimme energiesystemen: door vraag en aanbod beter op elkaar aan te laten sluiten kunnen bedrijven kosten besparen. Bijvoorbeeld omdat bedrijven af kunnen met een kleinere aansluiting op het net.

Maar uiteindelijk ligt de focus van de bedrijven vooral op de eigen bedrijfsvoering. Door **netcongestie** ontstaat in veel gebieden de urgentie om met slimme energiesystemen aan de slag te gaan. Simpelweg omdat dit de voortgang en betrouwbaarheid van de eigen bedrijfsvoering in de weg kan zitten. Door congestie kunnen sommige partijen (zowel afnemers als producenten) namelijk niet de gewenste aansluiting krijgen. Dat kan gaan om een nieuwe aansluiting, of een verzwaarde aansluiting wanneer een bedrijf bijvoorbeeld wil elektrificeren (denk aan laadinfrastructuur).

Woningen en energiecoöperaties

Steeds meer mensen zijn intrinsiek gemotiveerd om te **verduurzamen**. Meer en meer ontstaat de behoefte om impact te vergroten, minder energie te verbruiken en autonoom te worden. Temeer omdat dit de eigen portemonnee raakt. Veel mensen investeren daarom in duurzame opwek, zoals zonnepanelen op daken. In veel gevallen individueel, maar ook steeds vaker verenigd in een energiecoöperatie. Met slimme energiesystemen kunnen verdergaande stappen worden gezet. Hiermee kan de impact en het effect verder vergroot worden. Wel kunnen slimme energiesystemen impact hebben op het comfort en gebruiksgemak. Als stroom op piekmomenten niet meer (of alleen tegen hoge kosten) beschikbaar is, kunnen ze bijvoorbeeld niet langer altijd van apparatuur gebruik maken op de gwenste momenten.

1. Lokale overheden schakelen voor de verduurzamingstransitie van bedrijventerreinen soms Regionale Ontwikkelmaatschappijen (ROM) in. Deze stakeholders/actoren scharen we – gezien de gelijklopende belangen – voor het overzicht onder de doelgroep 'lokale overheden'.

Vaak gaat het rondom slimme energiesystemen om fysieke toevoegingen aan ons energiesysteem gecombineerd met een intelligente (virtuele) laag die hier op wordt gelegd.

Deel B - Het palet aan slimme energiesystemen

Het palet aan slimme energiesystemen

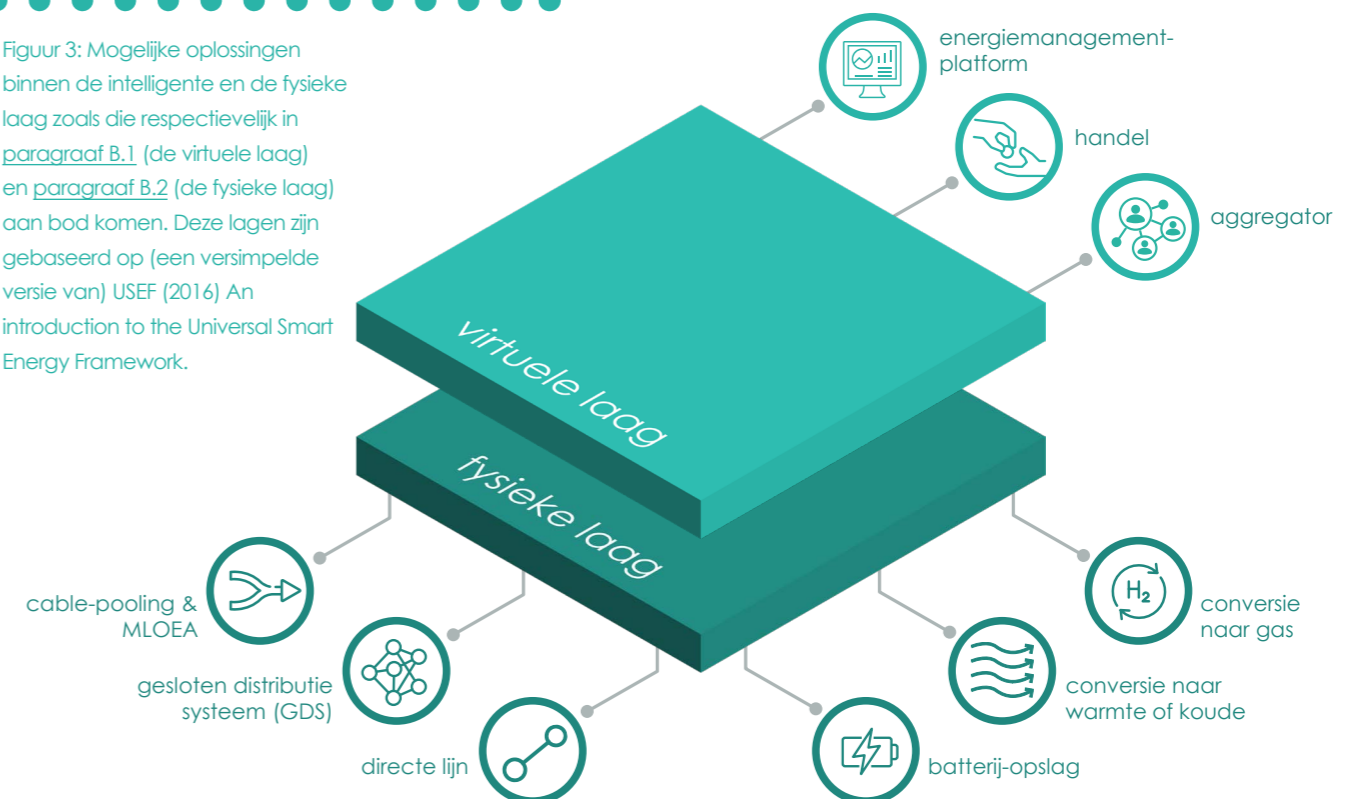
Slimme energiesystemen zijn geen kant-en-klare oplossingen. De term omvat een palet aan systemen, waarbij het sterk per aanleiding, behoefte maar ook de aanwezige infrastructuur zal verschillen welke oplossing passend is. We onderscheiden op hoofdlijnen twee 'lagen' waarbinnen oplossingen bijdragen aan de optimalisatie van de vraag naar en het aanbod van duurzame elektriciteit: de 'virtuele' en de 'fysieke' laag (zie figuur 3 hiernaast).

In de fysieke laag bevinden zich de oplossingen die vraag en aanbod optimaliseren door **aanpassingen in het fysieke energiesysteem**, bijvoorbeeld door het toevoegen van opslag- en conversiesystemen of de optimalisatie van aansluitingen. In de virtuele laag draait het om de toevoeging van **datagedreven**

oplossingen die de uitwisseling van elektriciteit slim regelen.

In dit deel beschrijven we de oplossingen binnen deze 'lagen' zoals die zijn opgesomd in figuur 3. De oplossingen staan echter niet op zichzelf. Een fysieke oplossing gaat bijvoorbeeld vrijwel altijd gepaard met een vorm van intelligentie: er is data en een vorm van sturing mogelijk om efficiënt met energie om te gaan. Daarom geven we in dit deel ook enkele voorbeelden van hoe slimme energiesystemen **gecombineerd** worden, aan de hand van de voorbeeldsituaties die al eerder aan bod kwamen.

Figuur 3: Mogelijke oplossingen binnen de intelligente en de fysieke laag zoals die respectievelijk in [paragraaf B.1](#) (de virtuele laag) en [paragraaf B.2](#) (de fysieke laag) aan bod komen. Deze lagen zijn gebaseerd op (een versimpelde versie van) USEF (2016) An introduction to the Universal Smart Energy Framework.



B.1 De 'virtuele' laag

Wat is de virtuele laag?

Bij slimme energiesystemen wordt in feite een extra laag aan het fysieke netwerk toegevoegd om slimmer om te gaan met energie. Deze virtuele laag bestaat uit **IT-gedreven oplossingen** die gebruik maken van data (voorspellingen, monitoring) om de uitwisseling van energie te regelen en optimaliseren, bijvoorbeeld aan de hand van prijsprikkels.

De virtuele laag zorgt er in essentie voor dat apparaten of installaties in het (fysieke) energiesysteem op een ander moment - of meer of minder - gebruik maken van energie om zo beter aan te sluiten bij het aanbod van energie. Ter illustratie worden enkele voorbeelden in het kader hieronder gegeven hoe dit in de praktijk kan werken. De gemene deler achter deze voorbeelden is dat een **vorm van sturing** nodig is die intelligent genoeg is om vraag en aanbod te managen. Veelal is dit gebaseerd op **dynamische elektriciteitsprijzen**, oftewel: in plaats van een vast tarief voor een kwartaal of jaar, variëren de prijzen per uur en koop je op gunstige momenten in. Ook kunnen **duurzaamheidsprikkels** op vergelijkbare wijze deze sturing vervullen. Bijvoorbeeld door apparaten harder of zachter te laten zetten wanneer de zon schijnt zodat direct lokaal opgewekte stroom wordt ingezet.

Welke oplossingen zijn beschikbaar?

Figuur 4 toont de samenhang tussen verschillende onderdelen in de virtuele laag. Zoals hiervoor geschetst kunnen bedrijven en bewoners installaties flexibel inzetten om daarmee energie uit te wisselen en/of verhandelen. Om dit mogelijk te maken is een

energiemanagementplatform nodig. Dit platform is de basis voor de virtuele laag. Het zorgt ervoor dat vraag en aanbod beter op elkaar aansluiten. Alleen het gebruik van een energiemanagementplatform kan al een slimme oplossing zijn. Vanuit een dergelijk platform kan aanvullend worden gehandeld op verschillende markten. Een aggregator kan deze handel verzorgen. Hieronder gaan we nader in op respectievelijk het energiemanagementplatform, de rol van aggregator en handelsmarkten.



Energiemanagementplatform

Een energiemanagementplatform is een IT-oplossing waarin **data over energieverbruik, energieprijzen en (eventueel) netcapaciteit** gekoppeld worden. Door deze data te combineren geeft het platform een seintje wanneer het gunstig is om energie te gebruiken. Het seintje kan bestaan uit prijsprikkels (elektriciteit inkopen bij lage prijs), duurzaamheidsprikkels (alleen elektriciteit kopen als er lokale stroom beschikbaar is) en/of de beschikbaarheid van capaciteit op het netwerk. Dit seintje kan geautomatiseerd zijn (het platform stuurt apparaten aan) of alleen ter indicatie dienen waarna bewoners of bedrijven zelf apparaten aan of uit kunnen zetten.



Handel

Energiemanagementplatforms kunnen worden uitgebreid met een of meerdere **handelsplatforms**. Hiermee kunnen bewoners en/of bedrijven onderling duurzaam opgewekte elektriciteit verhandelen. De elektriciteit wordt virtueel verhandeld, er verandert niets aan de fysieke infrastructuur of hoe de elektriciteit door de infrastructuur loopt.

energiekosten.

Flexibele inzet van installaties bij bedrijven

Bedrijven en utiliteit kunnen in gevallen ook **installaties flexibel** inzetten. Denk aan bedrijven die producten (of ruimten) koelen en de koeling (binnen bandbreedtes) iets hoger of lager kunnen zetten, zonder dat het effect heeft op de kwaliteit van de producten. Een ander voorbeeld is een zagerij die het moment van zagen vervroegt of uitstelt tot de stroomprijs het laagst is.

De inzet van opslag en conversie

Opslagssystemen kunnen gebruikt worden om de vraag en het aanbod op elkaar aan te laten sluiten. Prijsprikkels kunnen ervoor zorgen dat de opgeslagen energie in de **batterij** op een gunstiger moment wordt ingezet. Ook omzetting naar **andere energiedragers** en -vormen kunnen op vergelijkbare wijze interessant zijn (en gestimuleerd worden) om een overschot aan duurzame elektriciteit duurzamer en/of economischer in te zetten, op te slaan of te transporteren. Deze fysieke oplossingen komen in de 'fysieke' laag uitgebreid aan bod.

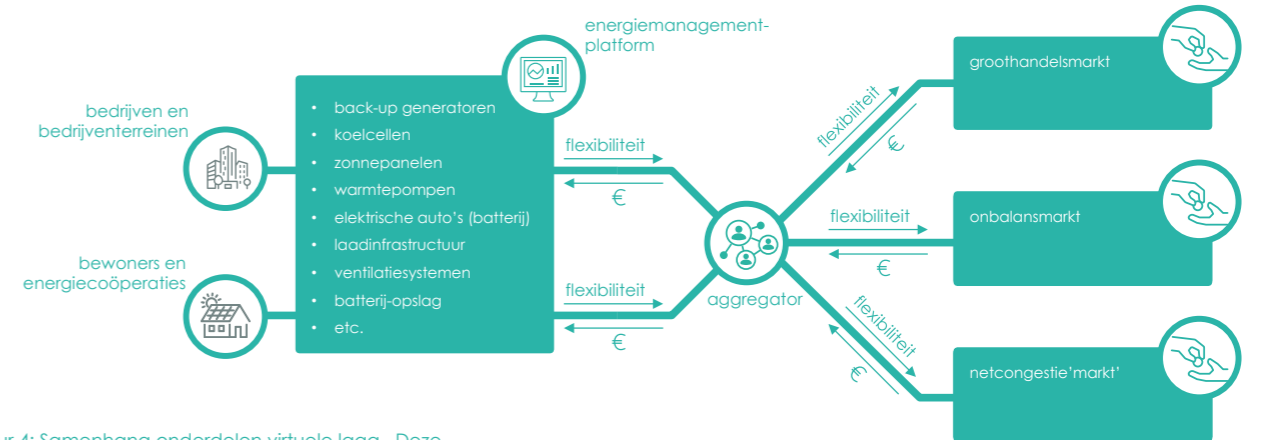
Enkele voorbeelden van fysieke apparaten of installaties die door de virtuele laag worden aangestuurd

Aanstuurbare apparaten in huis

Huishoudens kunnen aanstuurbare apparaten in en rondom de woning afstemmen op het lokale aanbod van elektriciteit, al dan niet met behulp van een Home Energy Management System (HEMS). Denk aan de warmtepomp harder of zachter zetten op basis van het aanbod van elektriciteit.

Slim laden

Er zijn ook laadpalen die kunnen acteren op basis van het aanbod en de prijs van elektriciteit, het zogeheten slim laden. Dit betekent dat elektrische voertuigen niet simpelweg worden geladen op het moment dat ze worden ingepluigd, maar dat ze **flexibel laden** op basis van prijsprikkels, en/of beschikbare capaciteit van het elektriciteitsnet. Een nog verdergaande vorm van slim laden is om voertuigen zelfs in te zetten als batterij voor het net. De voertuigen leveren dan terug aan het elektriciteitsnet, het zogeheten **Vehicle-to-grid** (V2G). De laatste optie is nog beperkt mogelijk omdat de meeste voertuigen (nog) niet geschikt zijn voor terugleveren. Maar ook met 'regulier' slim laden is al veel winst voor het elektriciteitsnet te behalen. Met slim laden communiceert een laadpaal via een dataconnectie tussen de netbeheerder, energieleverancier en de auto om te bepalen wanneer laden het meest gunstig is voor het net dan wel voor de



Figuur 4: Samenhang onderdelen virtuele laag. Deze figuur is geïnspireerd op: USEF (2018) White Paper Flexibility Value Chain

Platforms kunnen toegang bieden tot diverse markten; groothandelsmarkten voor elektriciteit (zoals EPEX) of onbalansmarkten. Op deze markten kunnen partijen flexibele vraag of opslagsystemen inzetten voor een vergoeding of lagere energieprijzen. Meer hierover in de [verdieping op handelen met energie](#).

Wanneer er formeel sprake is van netcongestie heeft de netbeheerder wettelijk de mogelijkheid om bedrijven, of een groep bewoners te betalen voor flexibele capaciteit. Dat wil zeggen dat de netbeheerder bijvoorbeeld een bedrijf betaalt om koelinstallaties minder hard te zetten bij een piekbelasting van het net. De netbeheerder kan deze 'dienst' ook aan een collectief van bewoners vragen, bijvoorbeeld om gezamenlijk het laden van een elektrische auto uit te stellen. Veelal (maar niet noodzakelijkerwijs) worden de afspraken ondersteund met een energiemanagementplatform om dit te verwezenlijken. Een van de platforms die netbeheerders gebruiken voor de inkoop van flexibiliteit is **GOPACS**, maar netbeheerders maken ook geregeld bilaterale afspraken met bedrijven. De inzet van flexibiliteit voor netbeheerders is alleen mogelijk wanneer er al sprake is van netcongestie. Daarnaast zijn contracten met netbeheerders niet op alle schaalniveaus mogelijk. Zo kan een individueel huishouden of een andere kleinverbruiker er niet aan deelnemen.



Aggregator

Bij veel collectieve slimme energiesystemen ontstaat een nieuwe rol in het energiesysteem, de rol van 'aggregator'. De aggregator zorgt voor het onderling uitwisselen en handelen van energie via een of meerdere platforms. Een aggregator is een partij die flexibele vraag en aanbod samenbrengt (aggregeert) en daarmee als **intermediair** tussen verbruikers, netbeheerders en leveranciers functioneert. De aggregator krijgt daarvoor de mogelijkheid om – binnen bepaalde bandbreedtes – slimme apparaten bij woningen en/of bij bedrijven aan te sturen. Op basis van data over energieverbruik, maar ook voorziene opwek (weersvoorspellingen), maakt de aggregator een inschatting van de vraag en het lokale aanbod en hoeveel daarvan flexibel kan worden ingezet. De aggregator bundelt de flexibiliteit van meerdere kleine verbruikers en/of producenten in een zogenaamd portfolio. Dit portfolio (de gecombineerde capaciteit) biedt de aggregator – op basis van vooraf bepaalde regels en kaders – aan op [groothandels-, balancerings- of congestie markten](#).

Een vorm van een aggregator is de **Virtual Power Plant**. De Virtual Power Plant combineert verschillende (kleine) **opwek**installaties. Aan de hand van monitoringsdata en voorspellingen optimaliseert de Virtual Power Plant de inzet van opwekinstallaties en handelt op platforms.

Waar moet je (nog meer) rekening mee houden in de virtuele laag?

Bedenk goed wat je met je gegevens doet

Hoewel slimme energiesystemen de afhankelijkheid van een energieleverancier kunnen verkleinen, kunnen ze die bij een andere partij juist vergroten. Denk aan de aggregator die beschikt over alle energiedata en voor partijen handelt op diverse platforms. Denk vooraf goed na over wie beschikking krijgt over de data die gebruikt wordt door het platform en welke afspraken je hierover maakt. Met het beschikbaar stellen van data kunnen cyber security en privacy in het geding komen. Zie ook de [verdieping op publieke waarden](#).

Wees waakzaam op een vender-lock-in

Afhankelijkheid van een dienstverlener kan leiden tot een zogeheten 'vendor-lock-in': vastzitten aan een specifiek product of dienstverlening. Niet alle slimme systemen werken even goed met elkaar samen. Hierdoor kunnen verdere uitbreidingen met andere componenten of wisselen naar andere systemen mogelijk niet of lastig te doen zijn of kunnen deze erg kostbaar worden. Belangrijk is daarom om van tevoren aandacht te schenken aan communicatie tussen systemen. Geef dat bijvoorbeeld als ontwerpvoorwaarde aan de voorkant mee wanneer een systeem wordt samengesteld. Of maak daar in ieder geval bewuste keuzes in als blijkt dat maatwerk dit onvermijdelijk maakt.

Slimme oplossingen raken publieke waarden

Slimme energiesystemen raken aan [publieke waarden](#). Dat kan positief zijn, bijvoorbeeld doordat je invulling geeft aan doelen en waarden als duurzaamheid of betaalbaarheid. Maar andere waarden kunnen daarmee – al dan niet onbedoeld – in het geding komen. Benadeelt het systeem bijvoorbeeld niet onbedoeld mensen die het niet kunnen betalen? Gaan de financiële voordelen uiteindelijk niet ten koste van het duurzaamheidseffect wat je met een systeem kan bereiken? En behoud je nog het (gevoel van) controle wanneer je een partij inschakelt om voor jou energie uit te wisselen? Wees je bewust van de

Verdieping op handelen met energie

Zoals ook beschreven in [A.3 Aanleiding III – Financiële baten](#) zijn er meerdere manieren om financiële baten te halen uit slimme energiesystemen. Zo kunnen ze ervoor zorgen dat je een kleinere aansluiting nodig hebt of dat je alleen nog op momenten energie gebruikt dat het goedkoop is. Het is ook mogelijk om flexibiliteit te verkopen en te handelen met elektriciteit. Er bestaan hiervoor verschillende markten en platforms die dit mogelijk maken. Onderstaand worden de belangrijkste handelsmarkten en enkele platforms toegelicht.

Handelsmarkt voor elektriciteit

Elektriciteit wordt verhandeld via de **European Power Exchange (EPEX)** en **ENDEX** (European Energy Derivatives Exchange). De ENDEX is een termijnmarkt, waar langere tijd vooruit wordt gehandeld in elektriciteit. ENDEX is voor slimme energiesystemen minder relevant, omdat de langere termijn van ENDEX niet aansluit bij de toegevoegde waarde van slimme energiesystemen; namelijk het opvangen van pieken die je op korte termijn voorziet. Die korte termijn handel vindt plaats via de EPEX; de spotmarkt voor elektriciteit. Afnemers en producenten van elektriciteit communiceren een dag van te voren ('day ahead') hoeveel elektriciteit zij tegen welke prijs wensen in te kopen of te verkopen. De vraag en het aanbod worden met elkaar vergeleken, waarna de prijzen tot stand komen voor de volgende dag. Ook vindt er handel op de dag zelf plaats via EPEX. Deze 'intraday' handel vindt zowel plaats via een veiling (zoals de day-ahead market) als via continue handel.

Om toegang te krijgen tot EPEX, dient een organisatie een balanceringsverantwoordelijke partij te zijn. In Nederland heeft TenneT de verantwoordelijkheid om op aanvraag organisaties te erkennen als balanceringsverantwoordelijke partij. Elke persoon binnen de organisatie die als handelaar zal acteren, dient daarnaast een handelaarsexamen af te ronden. Toegang tot de EPEX is daarmee niet voor iedere partij makkelijk te verkrijgen en zal voor de meeste energiecoöperaties of bedrijven een te hoge drempel hebben. Toegang kan wel verlopen via een derde partij, de aggregator, mits die aan bovenstaande eisen voldoet.

Een ander platform voor de korte termijn handel van elektriciteit is **Energy Trading Platform Amsterdam (ETPA)**. ETPA is een energie handelsplatform voor elektriciteitstransacties op de korte termijn ('intraday'). ETPA biedt de mogelijkheid om zelf of via een derde partij te handelen. ETPA is toegankelijker dan EPEX. Producenten, grootverbruikers, maar ook voor collectieven, en aggregators kunnen handelen via ETPA.

Onbalansmarkt

Balanceringsverantwoordelijke partijen zijn verplicht om een programma op te stellen met hoeveel productie en verbruik ze verwachten. Wanneer er wordt afgeweken van deze prognose, ontstaat er een zogenaamde **onbalans** op het elektriciteitsnet. Bijvoorbeeld als het harder blijkt te waaien dan verwacht. TenneT koopt op de onbalansmarkt flexibiliteit in om deze balans te herstellen.

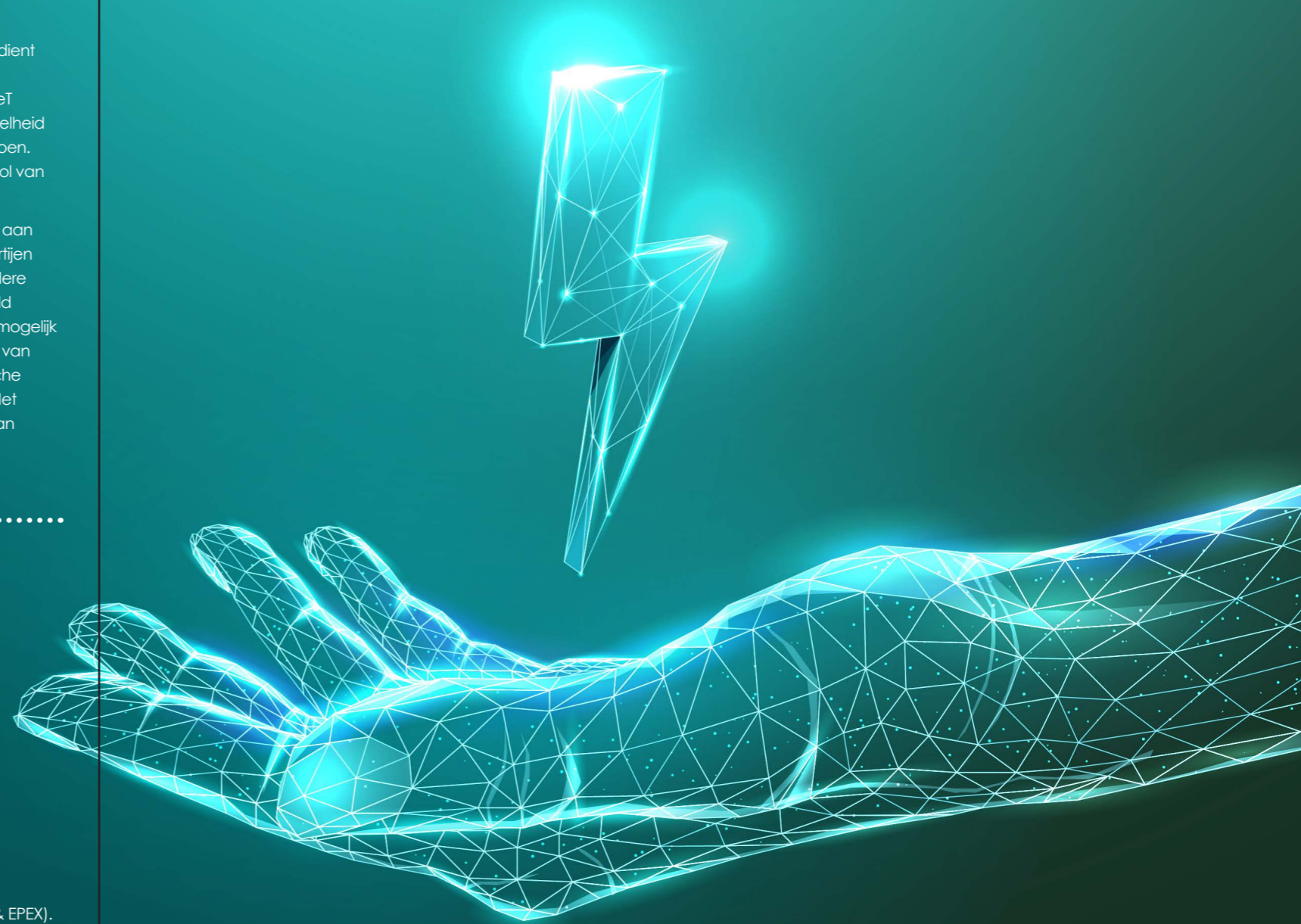
Op de onbalansmarkt bieden producenten en afnemers van elektriciteit flexibiliteit aan. Deze partijen kunnen – op aanvraag – op korte termijn elektriciteit aan het net leveren of afnemen. Voor het herstellen van de balans vraagt TenneT een vergoeding van de partij die niet de juiste prognose heeft gecommuniceerd. De hoogte van deze vergoeding is afhankelijk van de prijs op de onbalansmarkt. TenneT heeft verschillende type contracten, de **primaire, secundaire en tertiaire reserves**. Deze verschillen in de termijnen waarop de reservecapaciteit moet kunnen bijspringen en de duur waarop de capaciteit moet kunnen bijspringen. Daarnaast is het mogelijk om '**passief te regelen**', wat wil zeggen dat een partij zelf met vraag en aanbod afstemt op onbalansprijzen die TenneT publiceert.

Om flexibiliteit aan te kunnen bieden op de onbalansmarkt dient een organisatie een Balancing Service Provider (BSP) te zijn. Om te kunnen kwalificeren als BSP's moet een partij bij TenneT kunnen aantonen aan technische eisen (bijvoorbeeld de snelheid waarmee de capaciteit kan worden bijgeschakeld) te voldoen. Een BSP kan een of meerdere grote aansluitingen of een pool van kleine aansluitingen beheren.

Om te mogen handelen op de onbalansmarkt, moet je dus aan een aantal vereisten voldoen. Het is – zeker voor kleinere partijen – niet altijd makkelijk om zelf te handelen. Er zijn daarom andere platforms waarmee dit mogelijk wordt gemaakt, bijvoorbeeld **Equigy**; een 'Crowd Balancing Platform'. Equigy maakt het mogelijk om beter gebruik te maken van gedecentraliseerde opslag van elektriciteit, zoals thuisaccu's en oplaadpunten voor elektrische auto's. Equigy werkt op basis van blockchain-technologie. Het platform biedt toegang tot een van de onbalansmarkten van TenneT.

Handel bij netcongestie

Indien er sprake is netcongestie, hebben netbeheerders de mogelijkheid om flexibiliteit in te kopen. Dat doen ze via een-op-een flexcontracten of 'capaciteitsbeperkende' contracten met bedrijven (zie ook het [intermezzo over individuele oplossingen](#)), maar kan ook verlopen via **GOPACS**. GOPACS is een platform waarmee de netbeheerders samen met de marktpartijen en grootverbruikers proberen congestie in het elektriciteitsnet te verminderen. In het geval dat er congestie plaatsvindt in het elektriciteitsnet, wordt er een marktbericht gepubliceerd in GOPACS. Marktpartijen (met een erkenning als Congestion Service Provider (CSP) van TenneT) met een elektriciteitsaansluiting in het gebied van de congestie kunnen vervolgens een kooporder plaatsen op een aangesloten energiemarktplatform (ETPA & EPEX). Om de regionale onbalanshandhaving geen negatieve invloed te laten hebben op de nationale balanshandhaving, wordt de verlaging van de elektriciteitsproductie binnen het congestiegebied gecombineerd met een verkooporder van een marktpartij buiten het congestiegebied. De netbeheerders betalen het verschil tussen de koop- en verkooporder zodat deze gematcht kunnen worden op het handelsplatform en de congestiesituatie wordt opgelost.



neveneffecten van een oplossing of systeemkeuze. En of je daar – met kleine aanpassingen of met de hulp van anderen – verandering in teweeg kan brengen.

Wetgeving over voor energiedelen verandert

Het onderling uitwisselen van elektriciteit is nu nog beperkt mogelijk vanuit wetgeving, zeker voor voor huishoudens en bedrijven met beperkte energievraag (kleinverbruikers). Er is een nieuwe Energiewet in de maak die meer ruimte geeft om energie te delen. Zie ook de [verdieping op veranderingen in het wettelijk kader](#) over welke wijzigingen zijn voorzien en wat dat kan betekenen voor slimme energiesystemen.

Alleen ga je soms sneller, maar samen kom je verder

Het realiseren van [collectieve](#) slimme energiesystemen vraagt om samenwerking. Dit vraagt vrijwel altijd een bepaalde mate van organisatie en duidelijke afspraken tussen de betrokkenen. Wie mag bijvoorbeeld inkopen? Wanneer mag dat? Tegen welke prijs? Onder welke voorwaarden? Waar huishoudens steeds vaker georganiseerd zijn in een coöperatie, geldt dat voor bedrijventerreinen vaak niet. Individuele bedrijven hebben vooral een focus op de eigen bedrijfsvoering en zijn vaker niet dan wel georganiseerd in een collectief op een bedrijventerrein. Bovendien is het niet kunnen vestigen van nieuwe bedrijven op het terrein geen directe zorg van de reeds gevestigde bedrijven: het raakt hun eigen bedrijfsvoering immers (nog) niet. In [deel C](#) gaan we verder in op het belang van (en eerste stappen voor) organisatie op een bedrijventerrein.

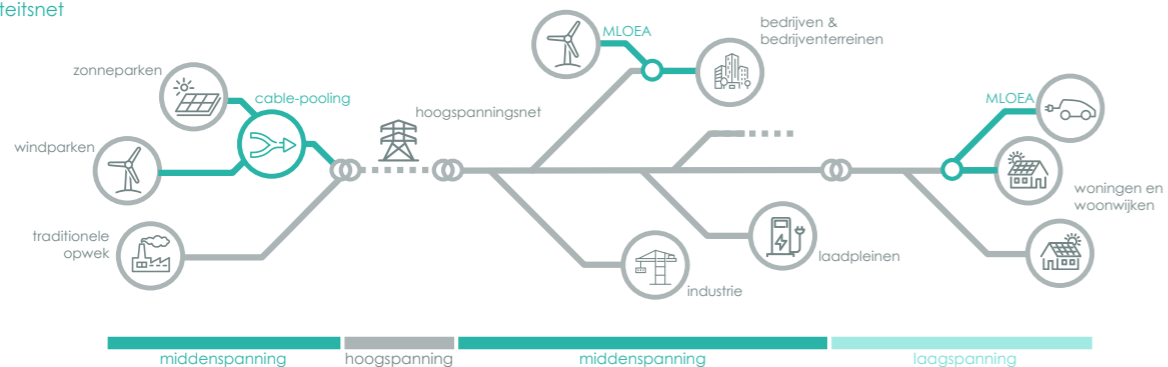
B.2 De 'fysieke' laag

Wat is de fysieke laag?

Met de virtuele laag zoals hiervoor is beschreven maak je gebruik van het bestaande fysieke energiesysteem: installaties die energie opwekken, apparaten die energie gebruiken en uiteraard de infrastructuur die de energie transporteert en distribueert. Maar ook aan dit fysieke energiesysteem zijn aanpassingen mogelijk om het (nog) slimmer te maken. We maken onderscheid tussen:

- I. **Slimme aansluitingen** door aanpassing van het netwerk om slimmer met de netwerkcapaciteit om te gaan.
- II. **Toevoeging van buffercapaciteit** en daarmee extra flexibiliteit. Denk bijvoorbeeld aan opslag of conversie naar andere energievormen.

Figuur 5: Schematische weergave van cable-pooling en MLOEA in het elektriciteitsnet



De aanpassingen vinden voornamelijk plaats op middenspanningsniveau en in sommige gevallen op laagspanningsniveau. Ook op hoogspanningsniveau kunnen grote spelers flexibiliteit toevoegen aan het systeem. Bovendien kunnen partijen individueel maatregelen nemen om efficiënter om te gaan met hun elektriciteitsaansluiting. Beiden vallen buiten de scope van deze handreiking, al geven we in de [intermezzo over individuele oplossingen](#) wel kort toelichting op individuele maatregelen om de flexibiliteit te vergroten.

I. Welke oplossingen door slimme aansluitingen zijn beschikbaar?

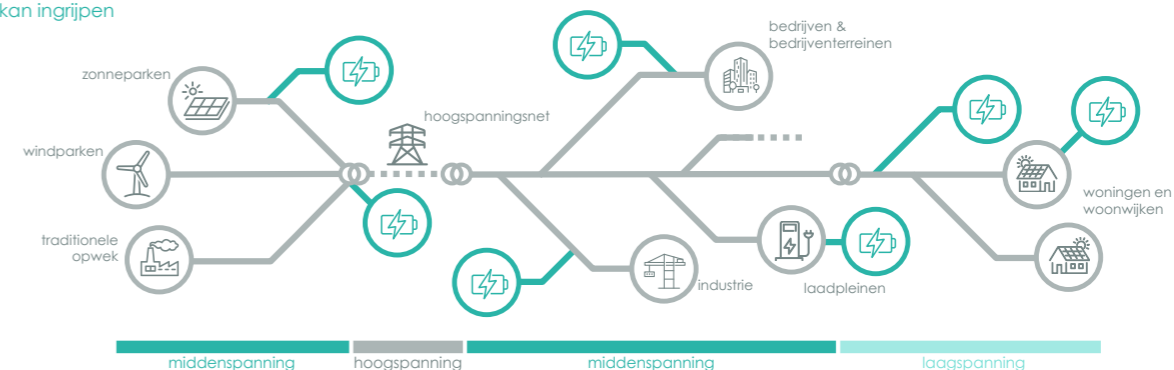
Cable-pooling en MLOEA

Een aansluiting op het elektriciteitsnet wordt gebaseerd op de maximale vraag (bij een afnemer) of het maximale aanbod (bij opwekcapaciteit zoals zon of wind). We spreken dan over piekcapaciteit. Die piekcapaciteit is heel vaak maar voor een beperkt aantal uren per jaar nodig. Zo komen zonnepanelen maar 3% van de tijd boven 70% van hun maximale vermogen. Door slim om te gaan met de **niet-gebruikte capaciteit** van een aansluiting is meer netcapaciteit beschikbaar voor andere partijen. Door bijvoorbeeld zonne- en windenergie op één aansluiting aan te sluiten kan de druk op het net verminderd worden (en worden aansluitkosten bespaard). Zonne- en windenergie hebben immers profielen die elkaar aanvullen. Zonne-energie wordt overdag en het meest in de zomer opgewekt, waar de meeste windenergie 's nachts en in de winter wordt opgewekt. Door beide te combineren, kan de aansluiting slimmer gebruikt worden. Deze combinatie heet 'Cable Pooling'. Het is ook mogelijk om vraag en opwek op een aansluiting te combineren en daar een apart meetpunt op aan te sluiten, bijvoorbeeld om een andere energieleverancier te kiezen voor vraag en opwek. Dit heet Meerdere Leveranciers Op Een Aansluiting (MLOEA). Zie figuur 5 voor een schematische weergave.

Gesloten Distributie Systeem (GDS)

Een andere 'slimme aansluiting' is het Gesloten Distributie Systeem (GDS). Eigenaren van een **geografisch afgebakend gebied** mogen een ontheffing aanvragen om een eigen net aan te leggen en te beheren. Een GDS mag maximaal 500 aansluitingen hebben en er mogen geen huishoudens aangesloten zijn. De mogelijkheden voor een GDS zijn daarmee dus (wettelijk) beperkt. Voor huishoudens is het

Figuur 6: Schematische weergave van waar in het elektriciteitsnet batterij-opslag kan ingrijpen



geen optie, maar bijvoorbeeld wel voor een combinatie van opwek met een of enkele afnemers. Binnen het GDS kan een partij zelf vraag en aanbod op elkaar afstemmen. Het GDS heeft één aansluiting op het publieke net, maar door toepassing van het GDS kan de capaciteit van die aansluiting relatief klein zijn ten opzichte van de totale vraag van het gebied. De fysiek (kleinere) aansluiting gaat vaak gepaard met bijvoorbeeld een energiemanagerplatform om vraag en aanbod binnen het GDS goed op elkaar af te stemmen.

Directe lijn

Een andere optie om aansluitingen te combineren is de 'Directe lijn'. Met een directe lijn verbind je een **opwekinstallatie direct aan een verbruiker**. Voor een directe lijn is ook formele goedkeuring (een ontheffing) vanuit toezichthouder ACM nodig. Ook hier zijn dus wettelijke beperkingen van toepassing voor wanneer je een directe lijn mag toepassen.

II. Welke oplossingen met buffercapaciteit zijn beschikbaar?

Batterij-opslag

Door een batterij te laden met opgewekte elektriciteit kan een fluctuerend aanbod van elektriciteit worden opgeslagen tot het moment dat er voldoende vraag is. Batterijen kent iedereen. De schaalgroottes en toepassingen waarop batterijen worden ingezet is echter de afgelopen jaren fors toegenomen. Van batterijen voor kleinschalige apparaten (een telefoon of zaklamp), naar de schaal van een elektrische auto, woning, buurt, of windpark. Ook zijn er verschillende typen batterijen (zie kader) en kunnen ze op verschillende plekken in het elektriciteitsnet in beeld komen (zie ook figuur 6).

Binnen de context van deze handreiking kunnen batterijen gebruikt worden om lokaal en duurzaam opgewekte energie op te slaan om

1. Dit is het zogeheten 'peak shaving'. Pieken in de energievraag kunnen dan worden overgenomen door de batterij waardoor een kleinere aansluiting volstaat en/of de inkoop van dure energie op ongunstige piekmomenten wordt vermeden.

Verschillende type batterijen

Lithium-ionbatterij

Deze technologie wordt het meest toegepast, onder andere in elektrische auto's. De technologie is volledig doorontwikkeld, al vinden er incrementele verbeteringen plaats. Er zijn dan ook veel verschillende type lithium-ion batterijen. In feite is het niet een technologie, maar een set aan technologieën. Lithium-ion batterijen kunnen voldoende elektriciteit opslaan om op het niveau van dagen te voorzien in onbalansreductie.

Flowbatterij

Een andere bestaande technologie is de flowbatterij. In flowbatterijen worden vloeistoffen langs een membraan gepompt, waardoor ionen worden uitgewisseld en stroom ontstaat. De flowbatterij heeft de potentie om grotere capaciteit te leveren, maar is erg duur, onder meer door het membraan. Daarom zijn er diverse ontwikkelingen (in verschillende stadia) om dit batterijtype te verbeteren. Een van de ontwikkelingen is de waterbromide-batterij.

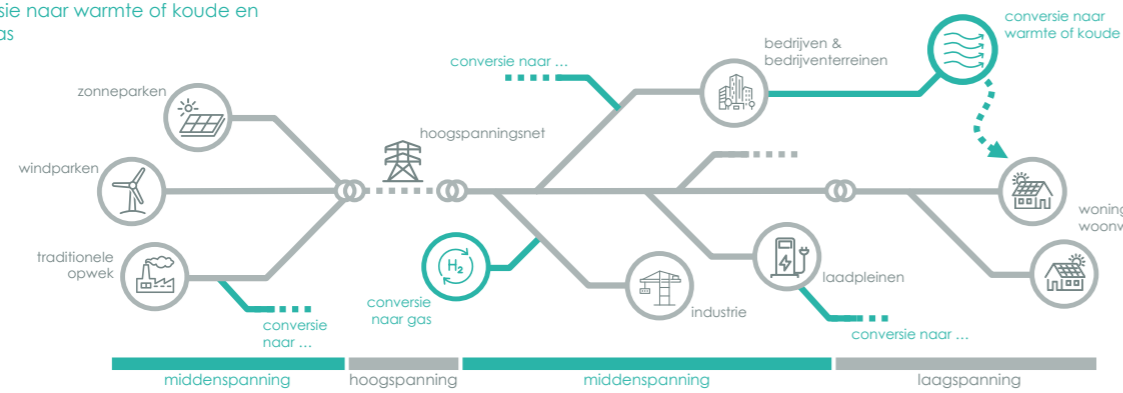
Zoutwaterbatterij

Een batterijtechnologie die met grotendeels natuurlijke materialen een milieuvriendelijker alternatief biedt ten opzichte van andere batterijtechnologieën is de zoutwaterbatterij. Nadelen zijn de lage energiedichtheid, waardoor de batterijen groot en zwaar zijn. Daarnaast heeft de zoutwaterbatterij relatief lage ontladkracht, waardoor zoutwaterbatterijen op piekmomenten niet voldoende vermogen kunnen leveren. Voor kleinere vermogens, zoals een thuisbatterij, is een zoutwaterbatterij inmiddels beschikbaar.

Vliegwielen

Een ander type opslag is een vliegwielen. Een vliegwielen is in feite een grote dynamo. Elektriciteit wordt opgeslagen door het om te zetten naar beweging en kan op een later moment weer worden benut door de beweging met een elektromotor om te zetten naar elektriciteit. Een vliegwielen kan in korte tijd een hoog vermogen leveren, maar wel maar voor korte duur opslaan. Het is daarom met name geschikt om kortdurende pieken in opwek op te vangen.

Figuur 7: Schematische weergave conversie naar warmte of koude en naar gas



op een later (gunstiger) moment te gebruiken. Dat kan zijn om de energie te verhandelen op de energiemarkt of om pieken in je eigen elektriciteitsvraag op te vangen¹. Je kunt ook gezamenlijk investeren in een batterij. Bijvoorbeeld een buurtbatterij, die wordt ingezet binnen een lokaal energiemanagementplatform.

Conversie naar warmte of koude

Een andere vorm van buffering is het omzetten van elektriciteit naar een **andere energievorm**. Zo kan elektrische energie worden omgezet naar duurzame warmte of koude. Dat kan zinvol zijn op tijdstippen van overschot van duurzame elektriciteit. Daarbij kan de duurzame warmte of koude direct gebruikt worden om bijvoorbeeld een warmtenet te voeden dat warmte levert aan woningen of bedrijven, maar kan deze ook (seizoensgebonden) opgeslagen worden in de grond (WKO) of buffers. In feite wordt met conversie naar warmte het elektriciteitsstelsel verbonden aan een warmtesysteem. Er wordt dan ook weleens gesproken over **'systeemintegratie'**.

Conversie naar gas (waterstof)

Naast de conversie naar warmte kan duurzaam opgewekte elektriciteit ook omgezet worden naar een gas. Een gas is relatief makkelijk te transporteren en voor langere periodes op te slaan. De conversie van elektriciteit naar gas kan daardoor fluctuaties in vraag en aanbod over seizoenen heen verminderen. Daarnaast kan gas terug omgezet worden in warmte of elektriciteit. Elke omzetting kent echter wel forse energieverliezen: van elektriciteit naar bijvoorbeeld waterstof ongeveer 25% en terug zelfs 40%.

De grootste potentie voor conversie naar gas, lijkt op dit moment **groene waterstof** te zijn. Groene waterstof wordt opgewekt met duurzame elektriciteit door middel van elektrolyse (splitsing van water in waterstof en zuurstof). Groene waterstof kan direct worden ingezet voor bijvoorbeeld (zwaar)vervoer, verwarming of industrie. In dat geval dient de conversie naar waterstof vooral om pieken in opwek op te vangen. Ook kan waterstof worden geproduceerd om energie op te slaan om op een later moment weer om te zetten naar elektriciteit. Hier komen echter wel de eerdergenoemde (aanzienlijke) energieverliezen bij kijken.

Waar moet je (nog meer) rekening mee houden in de fysieke laag?

De behoefte en de context bepalen de oplossing

De overweging voor welke optie te kiezen, hangt met name af van welke vraag er is: is er behoefte aan het afvlakken van pieken en dalen op uur- of dagbasis, dan kunnen batterijen een goede oplossing bieden. Is er meer behoefte aan seizoensopslag, dan kan conversie naar warmte en/of koude, of gas een oplossing bieden. Al zal daar natuurlijk op die locatie wel vraag naar moeten zijn. Bovendien verschilt het schaalniveau: batterij-opslag is in diverse schaalgrootten mogelijk, maar conversie naar warmte en/of koude en gas kent over het algemeen een grotere schaal.

Vanzelfsprekend is de afweging en keuze voor oplossingen ook zeer situatieafhankelijk én afhankelijk van de mogelijkheden die er op dat moment zijn. Als er geen behoefte is aan (duurzame) warmte, dan heeft de omzetting weinig meerwaarde.

Afspraken over investeringen: waar liggen de baten en wie voelt de pijn?

Elke toepassing vraagt een investering. Een investering in een fysiek product (batterij, infrastructuur, etc.) of een investering in termen van het organiseren van de oplossing (bijv. GDS). Dit vraagt dus altijd de afweging of dit opweegt tegenover de winst die je er mee boekt: financiële opbrengsten door bijvoorbeeld handel of vermeden kosten aan het verzwaren van de elektriciteitsaansluiting. Het kunnen ook financiële baten zijn doordat het mogelijk blijft om een bedrijf uit te breiden of te elektrificeren. Maar de investering kan ook maatschappelijke baten opleveren zoals de duurzaamheidswinst of het voorkomen van netverzwaring. En dan is het nog maar de vraag of die winst ook daadwerkelijk landt bij degenen die de kosten maken of de pijn voelen van niet ingrijpen. Bijvoorbeeld een nieuw bedrijf dat zich wil vestigen op een bedrijventerrein, maar dat niet kan vanwege de te krappe aansluiting. Wie betaalt dan voor een batterij die dat probleem kan oplossen? De gevestigde bedrijven die dat 'probleem' veroorzaken maar niet de 'pijn' voelen of iemand anders? Dit vraagt een duidelijk beeld van de behoeftes en wat mogelijk is, wat de kosten en baten per partij zijn en – op basis daarvan – afspraken over wie welke verantwoordelijkheid heeft.

Vendor-lock-in en publieke waarden

Bij de virtuele laag beschreven we hoe investeringen in slimme systemen kunnen leiden tot een vendor-lock-in of op andere wijze

publieke waarden onder druk kunnen zetten. Deze invloed op publieke waarden geldt ook bij fysieke systemen, zie ['waar moet je nog meer rekening mee houden – virtuele laag'](#).

Aanvullende overwegingen bij cable pooling en MLOEA

De profielen van zon en wind zijn in theorie complementair, maar kunnen in de praktijk toch gezamenlijk voor knelpunten zorgen. Het kan immers ook waaien als de zon schijnt. Daarom vraagt cable pooling ook duidelijke afspraken tussen de betrokken partijen: wie krijgt voorrang? Maar ook: hoe verdeel je de kosten voor de investering, gebruik en voor eventueel onderhoud? Waar ligt het eigendom van de infrastructuur? Wat doe je als een van de partijen (voortijdig) stopt? Etc.

Dat maakt ook dat tegenover de potentieel lagere kosten voor de aansluiting wel extra procesmatige werkzaamheden staan. Zo moet er bij cable pooling afstemming zijn tussen de ontwikkelaars van zon- en windparken en moeten de afspraken goed zijn vastgelegd. Hierdoor kunnen er extra proces- en administratiekosten ontstaan. Wel zijn er standaardcontracten ontwikkeld voor cable pooling die de (administratieve) drempel iets verlagen¹.

Aanvullende overwegingen bij GDS en directe lijn

Een GDS of directe lijn is met name interessant als er sprake is van netcongestie. Indien op locaties geen (grote) additionele duurzame opwek of vraag in het net kan worden toegevoegd, kan het verminderen van de aansluitcapaciteit op het publieke net ervoor zorgen dit toch gerealiseerd kan worden. Er komen echter wel leveringsverantwoordelijkheden bij kijken waardoor extra proces-, administratie en beheerskosten met deze opties gepaard gaan. Bovendien zijn de regionale netbeheerders niet altijd positief over private netten binnen hun systeem omdat in het verleden de kwaliteit van dergelijke netten niet altijd goed is gebleken. Ga daarom – bij het overwegen van een GDS – in overleg met de netbeheerder over eventuele (rand-)voorwaarden. Een ander aandachtspunt is dat een GDS maximaal 500 aansluitingen mag hebben en er geen huishoudens aangesloten mogen zijn. De toepasbaarheid van een GDS is daarmee beperkt tot bedrijventerreinen, of opweklocaties waar vragers (niet zijnde huishoudens) op aangesloten kunnen worden.

Aanvullende overwegingen bij batterij-opslag

Een belangrijke parameter bij batterijen is de factor tijd. Hoe snel moet de batterij op- en ontladen? Hoe lang moet de energie opgeslagen worden? Welke fluctuaties (duur en hoogte) in vraag en aanbod beoogt de batterij op te vangen. Dat bepaalt het type, schaalgrootte en parameters van de batterij (zie ook kader). En, of een batterij überhaupt interessant is (of dat conversie naar andere energievormen eventueel interessanter wordt).

De businesscase voor batterijen kan daarbij gunstig zijn, zeker nu energieprijzen sterk fluctueren. Over het algemeen geldt dat naar mate de batterij op meerdere markten kan worden ingezet (zowel handelsmarkten als voor congestiemanagement, zie de [verdieping op handelen met energie](#)), de businesscase aantrekkelijker wordt. Tegelijkertijd geldt dat door de inzet van batterijen op de handelsmarkten het gunstige effect op de netwerkcapaciteit kan omslaan naar een ongunstig effect. Een voorbeeld om dit te illustreren: batterijen laden – vanuit financiële overwegingen – op het moment dat er op de handelsmarkten lage tarieven zijn. Deze lage tarieven werden echter veroorzaakt door de productie van windenergie op zee en niet door lokale stroom. Op hetzelfde moment kunnen warmtepompen

aanstaan, omdat het buiten koud is. Door zowel de vraag vanuit de batterijen, als de warmtepompen ontstaat er lokaal een extra grote vraag en belasting van het elektriciteitsnet.

Aanvullende overwegingen bij conversie naar warmte of koude

Conversie naar warmte of koude kan interessant zijn als er een lokaal warmte- of koudenet in de buurt is, of komt. Daarbij zijn er verschillende opties. Zo kan warmte en koude in de bodem worden opgeslagen. In een zogeheten WKO (warmte-koudeopslag) wordt in de zomer grondwater gebruikt om te koelen en wordt het water wat daarbij opwarmt opnieuw (ergens anders) de grond in gebracht. Deze warmte wordt vervolgens in de winter gebruikt om te verwarmen (en komt het afgekoelde water juist weer terug in de grond voor de volgende zomer). Je kunt een overschot van elektriciteit gebruiken om een of beide bronnen aan te vullen. Wel zijn de temperatuurniveaus, volumes en balans in de bodem wettelijk beperkt. Hierdoor kun je beperkt de pieklevering van elektriciteit inzetten, want je kunt maar beperkt warmte in de bodem opslaan.

Hogetemperatuuropslag (HTO) en een warmtebatterij zijn kansrijke mogelijkheden om warmte (op hogere temperaturen) op te slaan met een overschot aan duurzame elektriciteit. Bij HTO krijgt water een hogere temperatuur (60 tot 90°C) wat vervolgens wordt opgeslagen. Bij een warmtebatterij wordt warmte thermochemisch opgeslagen. Deze technologie is kansrijk om fluctuaties vraag en aanbod over de seizoenen op te vangen, maar beide technologieën zijn nog in ontwikkeling voor grootschalig gebruik. Een belangrijk aandachtspunt is bovendien dat er altijd een goed regelbare bron benodigd blijft om de betrouwbaarheid van de warmtevoorziening te waarborgen (ook wanneer geen duurzame elektriciteit wordt opgewekt). Om het water op hogere temperatuur te krijgen (voor het wordt opgeslagen) zijn op dit moment warmtepompen en e-boilers de voornaamste manieren om elektriciteit om te zetten in warmte. Warmtepompen hebben minder energie nodig en produceren ook koude, maar hebben meer moeite dan e-boilers met het leveren van hogere temperaturen. Welke installatie het beste past, is dus afhankelijk van de benodigde temperaturen bij de afnemers van warmte.

Overigens kan warmte en koude ook op een andere manier zorgen voor ontlasting van het elektriciteitsnet. In de transitie naar duurzame energiebronnen wordt veel gekeken naar elektrificatie van de warmtevraag. Woningen of bedrijven stappen over op warmtepompen om warmte op te wekken (in plaats van de ouderwetse cv-ketel). Warmtepompen vragen echter veel van ons elektriciteitsnet en kunnen zorgen voor een overbelasting. Alternatief kan warmte geleverd vanuit warmtenetten ervoor zorgen dat er weer minder warmtepompen (of warmtepompen met een kleinere capaciteit) nodig zijn wat de impact op het elektriciteitsnet kan beperken.

Aanvullende overwegingen bij conversie naar gas (specifiek groene waterstof)

De op dit moment meest aantrekkelijke optie voor de conversie van elektriciteit naar gas (groene waterstof) is voor de toepassing van het gas als grondstof in de industrie. De industrie is hier al op ingericht waardoor aanvullende voorzieningen en infrastructuur relatief beperkt zullen zijn. Waterstof wordt reeds veel gebruikt in industriële processen en groene waterstof zou op termijn een duurzaam alternatief zijn voor het gebruik van grijze waterstof (waterstof opgewekt vanuit fossiele brandstoffen).

1. Ontwikkeld door InvestNL, Ventolines en Energy Storage NL Zie [link](#).

Intermezzo - Individuele oplossingen

Er zijn meerdere mogelijkheden om zowel op vraag als op aanbod bij te sturen. In deze handreiking beschrijven we collectieve slimme energiesystemen. Individuele oplossingen die partijen zelf zogeheten 'achter de meter' kunnen doen, vallen hier niet onder. Achter de meter wil zeggen dat vraag, aanbod en/of opslag van dezelfde elektriciteitsaansluiting gebruik maakt. Denk aan een thuisbatterij waarmee een deel van de opgewekte zonnestroom wordt opgeslagen. Het feit dat we deze oplossingen in de handreiking niet meenemen, wil niet zeggen dat ze niet belangrijk zijn. Sterker nog, soms kan het beter zijn om eerst te kijken wat er achter de meter mogelijk is, voordat naar collectieve oplossingen gekeken wordt. Voor de beeldvorming enkele voorbeelden van individuele oplossingen:

Opslag achter de meter

Denk bijvoorbeeld aan een thuisbatterij. Door achter de meter een opslagsysteem te plaatsen kunnen pieken in gebruik en opwek worden afgevangen. Dit wordt zeker interessant wanneer deze geladen wordt met zelf of lokaal opgewekte duurzame energie.

Home energy management system (HEMS)

Een systeem om energieverbruik van apparaten te sturen op basis van prijs- en/of duurzaamheidsprikkels. Bijvoorbeeld het laden van de auto op het moment dat de zon op de eigen panelen schijnt.

Onderdimensionering van de omvormer

Een omvormer zorgt ervoor dat gelijkstroom (zoals opgewekt door zonnepanelen of windmolens) wordt omgezet naar wisselstroom (elektriciteitsnet). Door een omvormer aan te sluiten op een installatie die te klein is voor de piek van de installatie, gaat tijdens de piek een klein beetje elektriciteit verloren. Dit verlaagt de druk op het elektriciteitsnet en zorgt dat meer installaties aangesloten kunnen worden. Daarnaast is een kleinere omvormer goedkoper.

Orientatie van zonnepanelen

Zonnepanelen worden vaak opgesteld richting het zuiden. Dit is immers de richting waarin zonnepanelen de meeste stroom opleveren. Bij een zuidopstelling is de elektriciteitsproductie echter het hoogst rond het middaguur, terwijl de pieken in energieverbruik 's ochtends en aan het begin van de avond plaatsvinden. Door zonnepanelen op het westen en het oosten te richten wordt de piek kleiner, maar er wordt wel meer stroom geproduceerd in de ochtend en avond.

Curtaillment

Wanneer een opwekinstallatie reeds is gerealiseerd kan ervoor worden gekozen de pieken van de opwekking af te toppen (curtailment). Zo kunnen enkele windmolens in een windmolenpark stilgelegd worden op dagen met (te) veel wind om congestie of onbalans te voorkomen.

Inkoop van flexibiliteit

In gebieden waar sprake is van netcongestie kunnen netbeheerders bij individuele partijen flexibiliteit inkopen. Individuele bedrijven kunnen dan afspraken (een zogeheten flex-contract) maken met de netbeheerder om installaties harder of zachter te zetten in geval van een piekbelasting van het elektriciteitsnet. Daarnaast is er de mogelijkheid om met de netbeheerder afspraken te maken om niet volledig gebruik te maken van de capaciteit van de aansluiting, het zogeheten 'capaciteitsbeperkingsproduct'. Zie ook de [verdieping op een veranderend wettelijk kader](#).

Meer informatie over deze oplossingen zijn terug te vinden in de handreiking systeemintegratie. Deze handreiking (2021) is ontwikkeld door Energie Samen in opdracht van RVO op verzoek van de TKI Urban Energy en te vinden op [link](#).

Wellicht meer dan de andere oplossingen vraagt het gebruik van waterstof een integrale benadering. De investeringen - in zowel conversie als de benodigde infrastructuur - zijn hoog waardoor het met name voor kleinschalige en middelgrote opwek en de gebouwde omgeving erg kostbaar is. Bovendien zijn de energieverliezen voor groene waterstof relatief hoog. Om de haalbaarheid van waterstof te vergroten is met name van belang dat er een afzetmarkt is. Dat kan zijn een waterstoftankstation, industriële partijen, of een groter transportnetwerk in de omgeving. Toepassing van waterstof in de gebouwde omgeving wordt ook onderzocht, al zijn de meningen over energetische efficiëntie van deze oplossingen verdeeld. De 'Waterstofladder' geeft inzicht in welke sectoren prioriteit zouden moeten krijgen in het gebruik van waterstof¹.

B.3 Samenhang tussen de oplossingsrichtingen

Slimme energiesystemen bestaan veelal niet uit een enkele oplossing. Iedere situatie is anders waardoor verschillende combinaties van de hiervoor beschreven oplossingen mogelijk zijn, vaak een combinatie van virtuele en fysieke systemen. Omdat het te ver voert om elke mogelijke combinatie te beschrijven, schetsen we een beeld aan de hand van de eerder beschreven voorbeeldsituaties. De geschetste oplossingen dienen ter illustratie en zijn niet volledig. Er zijn vanzelfsprekend veel varianten denkbaar en het is voor iedere casus lokaal maatwerk wat er mogelijk is.

Voorbeeldsituatie 1: Bedrijventerrein waar bedrijven niet kunnen uitbreiden of verduurzamen omdat er geen transportcapaciteit beschikbaar is.

- De bedrijven onderzoeken in eerste instantie individuele opslagmogelijkheden. Door een externe regisseur worden ze echter gewezen op het feit dat ze collectief meer mogelijkheden hebben. Collectief ontstaat namelijk de mogelijkheid om ook – met behulp van een platform – onderling energie uit te wisselen.
- De bedrijven investeren daarom in een **energiemanagementplatform**. Hierdoor krijgen ze inzicht in wanneer en hoeveel piekcapaciteit er daadwerkelijk is. Vervolgens kunnen ze onderling afspraken maken over het flexibel inzetten van vraag, en eventueel aanbod of buffercapaciteit. Daarnaast stelt het platform de bedrijven in staat om **back-up capaciteit** zoals batterijen te delen.²
- Van belang voor deze oplossing is dat de bedrijven afspraken maken met de **netbeheerder**. De netbeheerder kan inzicht geven in het net en waar de capaciteit knelt en eventueel op basis van flex-afspraken zorgen dat er extra capaciteit beschikbaar komt.
- Bij een geografisch afgebakend gebied, kunnen partijen proberen een **GDS** ontheffing aan te vragen. Zoals eerder geschetst, zijn er echter wel beperkingen aan wanneer dat kan.

Voorbeeldsituatie 2: De gemeente heeft een wijk aangewezen om aardgasvrij te worden, maar als alle woningen all electric worden, moet het net worden verzaamd. Daarom onderzoekt de gemeente of er mogelijkheden zijn de impact op het elektriciteitsnet te beperken.

- Bij de zoektocht naar een aardgasvrij-oplossing in de wijk, wordt meegewogen of het elektriciteitsnet extra belasting vanuit de aardgasvrij-oplossing aankan. Hieruit blijkt dat all electric veel maatschappelijke kosten met zich meebrengt om het netwerk te verzoeken. Er zijn diverse alternatieven die de impact op het netwerk verlagen. Deze alternatieven maken gebruik van een **warmtenet**. Een voorbeeld van een oplossing is een **centrale warmtepomp** die gebruik maakt van warmte uit het oppervlaktewater (doordat warmte uit het water wordt benut, is de belasting op het net lager) en daarmee woningen van warmte voorziet. Deze optie kan zelfs het elektriciteitsnet verder ontlasten indien bij een piek in opwek van zonne-elektriciteit warmte wordt opgewekt en opgeslagen in een **warmtebatterij** voor later gebruik³.
- Daarnaast **stimuleert** de gemeente bewoners om flexibel met energie om te gaan door hen te informeren over het effect van elektriciteitsgebruik op het net en de mogelijkheden om de impact te beperken. Zo ontvangen de bewoners informatie over het slim laden van elektrische voertuigen.

Voorbeeldsituatie 3: Een energievoorziening beschikt over meerdere collectieve zonnedaken in de wijk en wil de volgende stap zetten in verduurzaming, namelijk het onderling uitwisselen van energie.

- Bewoners kunnen gezamenlijk investeren in een **energiemanagementplatform**. Met behulp van het platform krijgen ze inzicht in de lokale vraag en het aanbod. Op basis van deze inzichten kunnen ze de vraag naar elektriciteit reeds aanpassen op het aanbod. Daarnaast kunnen ze gezamenlijk investeren in een **buurtbatterij**.
- Het zelf onderling verhandelen en delen van energie is voor bewoners binnen de huidige wet- en regelgeving niet toegestaan. Wel kunnen ze een andere partij, een **aggregator**, vragen voor hen te handelen. Er is een nieuwe Energiewet aanstaande die mogelijk meer ruimte biedt voor het delen van lokale energie. Zie ook de [verdieping op een veranderend wettelijk kader](#) voor de voorziene wetswijziging.

¹ Deze waterstofladder is ontwikkeld door Natuur&Milieu en te vinden op [link](#).

² Hier hoort wel een kanttekening bij: Via het publieke elektriciteitsnet hebben de partijen wel te maken met reguliere kosten (voor netbeheer en belasting) en regels rondom netcongestie. Indien er, naast de wens om te verduurzamen ook sprake is van netcongestie, lossen ze dat probleem niet op. Alternatief kunnen ze daarom de optie van directe lijn onderzoeken waarmee de zonne-installatie direct levert aan het naastgelegen bedrijf. Voorwaarde voor deze optie is dat de zonne-installatie een "geïsoleerde productie-installatie" is, dus niet tegelijkertijd aangesloten kan zijn op de elektriciteitsaansluiting van het bedrijf dat de zonnepanelen op het eigen dak heeft.

³ Voor meer informatie over verschillende opties voor warmtenetten, zie onder meer [link](#).

Voorbeeldsituatie 4: Om de transitie naar duurzame mobiliteit te stimuleren en faciliteren wil een gemeente een centraal gelegen laadhub realiseren om elektrische voertuigen op te laden.

- Bij het laadstation wordt een solarcarport geplaatst en aangesloten op **dezelfde aansluiting** als de laadhub. Hierdoor is er – naast vraag naar elektriciteit – tevens opwekcapaciteit, achter een aansluiting op het elektriciteitsnet.
- De laadpalen worden geschikt gemaakt voor **slim laden**. Dat wil zeggen dat voertuigen langzamer laden als alle laadpunten bezet zijn. En de voertuigen laden juist sneller als de zon schijnt. Door dit slim laden kan de vraag (het laden van de voertuigen) beter aansluiten op de opgewekte zonnestroom van de solarcarport.
- Het is eventueel ook mogelijk een **batterij** op de locatie te plaatsen om resterende pieken in zowel gebruik als levering af te vangen.

Voorbeeldsituatie 5: Een bedrijf heeft een groot zonnedak en produceert meer dan het zelf gebruikt. Het bedrijf wil graag de zonnestroom leveren aan een naastliggend bedrijf.

- Beide bedrijven beschikken over een grootverbruikaansluiting en mogen daarom (zonder vergunning) energie aan elkaar leveren¹. Zij sluiten een **energieleveringscontract** (ook wel Power Purchase Agreement – PPA), waarin ze vastleggen hoeveel en tegen welke prijs ze elektriciteit verhandelen.
- Via het publieke elektriciteitsnet moeten partijen daarover wel reguliere netbeheerderskosten en belasting afdragen. Alternatief kunnen ze een **directe lijn** plaatsen waarmee de zonne-installatie direct levert aan het naastgelegen bedrijf. Voorwaarde voor deze optie is dat de zonne-installatie een 'geïsoleerde productie-installatie' is, dus niet tegelijkertijd aangesloten kan zijn op de elektriciteitsaansluiting van het bedrijf dat de zonnepanelen op het eigen dak heeft.
- Daarnaast gaan de partijen samen na of ze installaties hebben die ze flexibel kunnen inzetten. Ze investeren in een **energiemanagementplatform** dat ervoor zorgt dat installaties (binnen voorafgestelde grenzen) reageren op hoeveel elektriciteit op dat moment wordt opgewekt en daar zoveel mogelijk gebruik van maken. Op deze manier kunnen ze optimaal gebruik maken van de relatief goedkope zonnestroom.

Voorbeeldsituatie 6: Een ontwikkelaar van een windpark krijgt met hoge kosten te maken voor een aansluiting op het elektriciteitsnet en vraagt zich af of er mogelijkheden zijn om kosten te besparen.

- Indien er nabij het windpark ook een zonnepark gevestigd wordt of kan worden, kan de ontwikkelaar **cable pooling** toepassen.

¹ De huidige wet- en regelgeving stelt dat voor levering aan kleinverbruikers (dat betreft grofweg huishoudens en een deel van het MKB) een vergunning nodig is. Daarmee is levering tussen huishoudens onderling beperkt. Voor grootverbruikers en dus veel bedrijven geldt deze vergunningsplicht niet. Daarom zijn er voor bedrijven meer mogelijkheden om onderling te handelen.



Deel C - Hoe organiseer je een slim energiesysteem?

EE
Niet iedereen heeft dezelfde motieven of middelen om te investeren in duurzame oplossingen. Dat maakt dat de aard van wat je doet, grotendeels wordt bepaald door wie mee wil of kan doen. En andersom.

Voorgaande delen van de handreiking hebben laten zien wat slimme energiesystemen zijn, waarom je daarmee aan de slag wil, en welke oplossingsrichtingen er zijn. Maar hoe ga je er vervolgens mee aan de slag? Daar gaan we in dit deel op in. Helaas is het makkelijke antwoord dat dit een veelomvattende vraag is waar niet één antwoord op is. Elke situatie en context is anders, waardoor elke keer een andere combinatie van oplossingen gewenst is. Je hebt met andere spelers te maken, ieder met een eigen rol. En met financiële, sociale en technische randvoorwaarden die elke keer weer anders zijn. Kortom, er is veel om rekening mee te houden om tot een keuze te komen.

Om toch verder richting te geven aan 'hoe' slimme energiesystemen te organiseren, worden in dit deel enkele handvatten gegeven. Deze gaan achtereenvolgens in op:

- **de rollen** die nodig zijn om het slimme energiesysteem te organiseren;
- **de eerste stappen** die potentiële initiatiefnemers daarvoor moeten initiëren,
- **welke overwegingen** een rol spelen bij het kiezen voor een oplossing, en;
- **verdieping** op een aantal relevante onderwerpen, zoals publieke waarden, wijzigingen in wet- en regelgeving en eigendomsstructuren.

Ter verdere kleuring grijpen we daarbij ook op verschillende plekken naar enkele van de voorbeeldsituaties zoals die in [deel B](#) zijn geïntroduceerd. Hoewel het geen uitputtend overzicht van alle mogelijke situaties betreft, zijn de beschreven stappen en rollen ook voor de andere situaties illustratief.

C.1 Rolverdeling bij een slim energiesysteem

Het organiseren van een slim energiesysteem vraagt per definitie om samenwerking tussen diverse partijen. Elk met hun eigen motieven en rollen in het project. Hieronder volgt een beschrijving van de in [deel A](#) geïntroduceerde partijen die logischerwijs bij de ontwikkeling van een slim energieproject betrokken zijn en welke rol zij daarbij kunnen innemen. Wellicht ten overvloede: de voorgestelde rollen dienen vooral ter inspiratie en kunnen - afhankelijk van de situatie - anders ingevuld worden dan hier gepresenteerd.

(Lokale) overheden - initiëren en faciliteren

Lokale overheden hebben vaak vooral een publiek en maatschappelijk belang bij slimme energiesystemen. Bijvoorbeeld om verduurzaming mogelijk te maken of om netcongestie te voorkomen. Tegelijkertijd zijn ze niet (of slechts beperkt) de partij die met de slimme energiesystemen aan de slag gaat, dat ligt veelal bij ontwikkelende partijen, bedrijven of bewoners. Een passende rol voor lokale overheden is daarom om:

- Projecten te initiëren wanneer ze niet vanzelf tot stand komen. Bijvoorbeeld door vanuit de gemeente, RES en/of provincie locaties aan te wijzen waar de maatschappelijke baten naar verwachting het grootste zijn en daarvoor begeleiding (bijvoorbeeld een regisseur of een projectleider) beschikbaar te stellen. Als regisseur wordt in sommige regio's de regionale ontwikkelmaatschappij ingeschakeld.
- Projecten die door andere partijen gestart zijn, te faciliteren of ondersteunen. Bijvoorbeeld door partijen bij elkaar te brengen en te helpen met de haalbaarheid. Denk aan het verstrekken van subsidies, juridische ondersteuning of hulp bij de selectie van een partij.
- Zorgdragen voor publieke waarden in projecten wanneer die in het geding kunnen komen. Denk aan eerlijk speelveld voor iedereen om deel te nemen, maar ook borgen dat de slimme energiesystemen in de praktijk niet nadelig werken voor een bepaalde groep. Meer hierover in de [verdieping op publieke waarden](#).
- De connectie leggen met andere plannen of partijen in de omgeving, bijvoorbeeld lokale opwek in de directe omgeving, andere bedrijventerreinen of gebiedsontwikkeling. Mogelijk zijn er combinaties van projecten te maken.
- Gezamenlijk met de netbeheerder inzicht bieden in waar het netwerk kan gaan knellen, door informatie over o.a. gebiedsontwikkeling en verduurzaming te combineren met netinformatie van de netbeheerder.
- Stimulerend beleid maken, bijvoorbeeld een heldere visie opstellen op het (lokale) energiesysteem van de toekomst.

Kortom, lokale overheden hebben vaak een rol wanneer de maatschappelijke baten en urgentie hoog zijn en kunnen in dat geval optreden als regisseur en initiatiefnemer om slimme energiesystemen mogelijk te maken. Op het moment dat de markt en/of burgers zelf aan de slag gaan, neemt de rol voor een lokale overheid af tot het scheppen van de juiste randvoorwaarden en borging van publieke waarden.



Bewoners en energiecoöperaties – initiëren, investeren of deelnemen

Bewoners kunnen zelf het initiatief nemen tot een slimme energieoplossing. Vaak zal dat zijn vanuit een energiecoöperatie. Denk bijvoorbeeld aan [voorbeeldsituatie 3](#), waarin een energiecoöperatie vanuit collectieve opwek ook opslag en vraagsturing wil bevorderen. In zo'n situatie kan de energiecoöperatie de regie nemen over het project. Dat wil zeggen dat de energiecoöperatie de primair verantwoordelijke is voor het doorlopen van de stappen om te komen tot de realisatie en exploitatie van een systeem. Een energiecoöperatie kan er daarnaast voor kiezen om te investeren en eigenaar van het systeem te zijn (denk aan een buurtbatterij). In projecten rondom bedrijventerreinen of duurzame opweklocaties (bijvoorbeeld situaties 1 en 6) kunnen energiecoöperaties eveneens een rol spelen. Bijvoorbeeld door te zorgen voor koppeling van het systeem op het bedrijventerrein en een woonwijk. Een andere optie is om (leden van) een coöperatie mee te laten investeren in de systemen, vergelijkbaar met hoe dat nu bijvoorbeeld al gebeurt met participatie in windparken.



Bedrijven en bedrijventerreinen - organiseren en investeren

Ook bedrijven kunnen zelf het initiatief nemen tot een slimme energieoplossingen. [Voorbeeldsituatie 1](#) illustreert dit al, waarbij een bedrijventerrein door netcongestie tegen beperkingen oploopt. Gezamenlijk kunnen bedrijven werken aan slimme oplossing om extra capaciteit op het net beschikbaar te maken. Om een dergelijke collectieve oplossing te laten slagen is het wel noodzakelijk dat bedrijven zich verenigen en met elkaar samenwerken. Dat kan zijn vanuit een bestaande parkmanagementvereniging, een op te richten coöperatie (of andere rechtsvorm) of door een trekker aan te wijzen onder een van de deelnemende bedrijven. Wanneer de bedrijven reeds goed georganiseerd zijn, kunnen ze zelf de regie nemen om een project van de grond te krijgen. Vaak zal dat echter niet het geval zijn. Sommige (lokale) overheidsinstanties nemen daarom het voortouw – met de inzet van regisseurs - om bedrijven te organiseren en projecten aan te jagen. De bedrijven kunnen – wanneer het project goed loopt – het zelf overnemen en in de oplossingen investeren (en van profiteren).

Wie voert de regie?

Bij collectieve oplossingen zijn vaak veel partijen betrokken. Voor de voortgang van het project is het dan goed als iemand de regie neemt. Per situatie zal verschillen wie de regie oppakt. Er is niet op voorhand een partij het meest geschikt om de regie te voeren. Van belang is dat de regisseur:

- in staat is om stakeholders te **enthousiasmeren** en zover te brengen dat ze hun eigen rol gaan pakken;
- idealiter een zekere **onafhankelijkheid** heeft ten opzichte van de belanghebbende partijen, dus is in staat om enigszins 'boven' de partijen te staan ('the (wo)man in the middle');
- **overtuigingskracht** heeft en soms zelfs doorzettingsmacht hebben om processen verder te helpen;

Een collectieve oplossing hoeft niet direct een geheel bedrijventerrein te omvatten. Er kan ook sprake zijn van een samenwerking tussen twee partijen. Bijvoorbeeld een bedrijf dat zonnestroom wil leveren aan zijn/haar buurman, zoals in [voorbeeldsituatie 5](#). Hier is de organisatiegraad minder van belang, zolang de twee partijen met elkaar tot overeenstemming komen. Wel kan men ervoor kiezen het systeem dusdanig te ontwerpen dat andere partijen in de toekomst (tegen voorwaarden) ook mee kunnen doen.



Regionale netbeheerder – inzicht en kennis, inkoop van flexibiliteit bij netcongestie

De netbeheerder is verantwoordelijk voor de elektriciteits- en gasnetten. Een gereguleerde rol, oftewel het is wettelijk vastgelegd wat zij wel en niet mogen. De netbeheerder is de 'planner' van het net: zij moeten zorgen dat er voldoende capaciteit is om in de toekomstige vraag naar energie te voorzien. Daarnaast zorgen ze ervoor dat er op ieder moment stroom en gas beschikbaar is. In het realiseren van slimme energiesystemen is de rol van netbeheerders wettelijk beperkt. Zo mogen zij bijvoorbeeld niet zelf energie opslaan¹ of de rol van aggregator invullen.

Toch kunnen netbeheerders een belangrijke rol spelen in het vinden van slimme energiesystemen, met name wanneer netcongestie aanleiding is om met slimme energiesystemen aan de slag te gaan. Netbeheerders beschikken namelijk over de kennis van het energiesysteem. Ze kunnen bijvoorbeeld inzicht verschaffen in hoe het netwerk eruit ziet (netwerktopologie) en data verschaffen over waar het netwerk knelt.

Sommige lokale overheden zoeken de samenwerking op met de netbeheerder om beter zicht te krijgen op de toekomstige netwerkbehoeften. Door informatie over huidige netwerkcapaciteit te combineren met bijvoorbeeld de woningbouwopgave, de aardgasvrij-plannen voor wijken en voorziene laadvoorzieningen, ontstaat beter inzicht in waar en (ongeveer) wanneer in het netwerk problemen kunnen ontstaan. De netbeheerder kan daarbij echter alleen inzicht geven op geaggregeerd niveau, vanwege de privacy van (individuele

¹. Netwerkbedrijven, de moedermaatschappij van de netbeheerders, mogen wel opslaginstallaties aanleggen en beheren. Ze mogen ze echter niet exploiteren.

- enige **kennis** heeft van het onderwerp, zonder zich te verliezen in details.

Regie kan daarbij tijdelijk zijn. Indien er bijvoorbeeld geen duidelijke initiatiefnemer is of deze onvoldoende kennis en capaciteit heeft om de regie te voeren, kunnen lokale overheden vanuit maatschappelijk oogpunt projecten rondom slimme energiesystemen initiëren en dus bij de start de regie pakken. Zij kunnen stakeholders organiseren en motiveren, waarna zij de regie kunnen overdragen zodra een gemeenschap (zoals een bedrijventerrein of coöperatie) is georganiseerd en weet wat er moet gebeuren. Dat hoeven lokale overheden niet zelf te doen, ze kunnen regisseurs inhuren. In een aantal regio's wordt daarbij de regionale ontwikkelaarsmaatschappij (ROM) ingeschakeld.

afnemers. Maar ook in algemene zin worden netbeheerders – vanwege hun brede kennis van het energiesysteem – betrokken om mee te denken en te adviseren bij ontwikkelingen die het elektriciteitsnet aangaan. Zo ook bij slimme energiesystemen.

Wanneer er sprake is van netcongestie heeft de netbeheerder extra bevoegdheden. In dat geval kunnen zij flexibiliteitsdiensten actief uitvragen en inkopen bij derde partijen. Bijvoorbeeld door grootverbruikers en grote elektriciteitsproducenten te vergoeden voor balanceringsdiensten, inkoop van flexibiliteit op de [netcongestiemarkt](#), inkoop bij marktpartijen die batterij-opslag tot hun beschikking hebben of lange termijncontracten afsluiten waarin afspraken met energiegebruikers worden gemaakt over de verbruiksprofielen.



Serviceproviders - adviseren en realiseren

De serviceproviders vormen een brede en diverse groep van aanbieders rondom slimme energiesystemen. Het kan enerzijds gaan over (technisch) adviseurs die oplossingen uitwerken. Anderzijds kunnen het aanbieders betreffen van platforms, opslagsystemen, of aansturingssystemen van flexibel in te zetten apparatuur. Ook de rol van [aggregator](#) kan worden ingekocht, bijvoorbeeld in combinatie met het platform. De serviceproviders hebben dus veelal een dienstverlenende en adviserende rol of hebben een rol in de uiteindelijke realisatie en/of exploitatie van de slimme oplossing. Kortgezegd: ze helpen de initiatiefnemers om de slimme energiesystemen te realiseren. Daarbij zijn er verschillende opties

De verschillende fases in een project

De benaming van de fases kan verschillen, maar elk project (of het nou slimme energiesystemen of bouwprojecten zijn) doorloopt in meer of mindere mate dezelfde projectfases: initiatie, voorbereiding, realisatie en exploitatie.

Initiatie

De initiatiefase van een project staat in het teken van doelbepaling, organisatie en haalbaarheid. Dit gaat zowel om mensen (Doen er voldoende mensen mee? Doen de juiste mensen mee? Is er voldoende draagvlak of is er weerstand? Etc.) als om de inhoudelijke aspecten (Is er genoeg energetische winst te behalen? Hoe ziet het er financieel uit? Kan het fysiek? Etc.). Ook worden de basisbeginselen voor de verdere planuitwerking opgesteld.

Vorbereiding

In de voorbereidingsfase worden de ontwerpwerkzaamheden uitgevoerd. Dit wordt veelal door een adviesbureau, maar kan ook door bekwame individuen worden uitgevoerd. Van meer schetsachtige ontwerpen wordt toegewerkt naar een gedetailleerd technisch ontwerp (op basis waarvan kan worden uitgevoerd). Gaandeweg komen marktpartijen (aannemers, installateurs en/of dienstverleners) aan tafel die een rol hebben in de uitvoering en/of exploitatie.

mogelijk, van totale ontzorging door een serviceprovider tot alles in eigen hand houden. Zie voor meer informatie over deze opties in de [verdieping op eigendom en financiering](#).



Ontwikkelaar hernieuwbaar op land – initiatiefnemer of deelnemende partij

In bepaalde situaties is een rol weggelegd voor een ontwikkelaar van hernieuwbare energie (wind, zon) voor het mogelijk maken van slimme energiesystemen. Bij het delen van een aansluiting (cable pooling) ligt veel van het initiatief bij de ontwikkelaar (die voelt immers de noodzaak om een aansluiting te delen). In andere (meer incidentele) gevallen is de rol passiever. Bijvoorbeeld als een bedrijventerrein kansen ziet om een combinatie te maken met de naastgelegen windturbines of zonnenvelden te doen. In deze gevallen is de ontwikkelaar meer een uitvoerende marktpartij (wanneer windturbines of zonnenvelden nog moeten worden ontwikkeld) of een contractpartij waarmee afspraken over levering of capaciteit van de aansluiting worden gemaakt (in geval van bestaande voorzieningen).

Realisatie

Met de realisatie wordt het ontwerp – veelal – door een marktpartij tot uitvoering gebracht. Denk daarbij aan de aanleg van de fysieke onderdelen van de oplossing en de benodigde infrastructuur, maar ook het inregelen van installaties en opzetten van digitale platforms.

Exploitatie

In de exploitatiefase vindt het beheer, onderhoud en de monitoring plaats. Dat betekent dat de systemen werkende worden gehouden, onderhoud plaatsvindt en wordt bijgestuurd wanneer uit monitoring bijvoorbeeld blijkt dat componenten niet goed werken of dat resultaten anders zijn dan verwacht. Daarbij is ook van belang om te blijven monitoren of je de vooraf vastgestelde doelen en waarden behaalt, of dat je het project moet bijstellen.



C2 Wat zijn de eerste stappen die een potentiële initiatiefnemer moet zetten?

De rol van initiatiefnemer wordt – zoals hiervoor ook blijkt – per project ingevuld. Verschillende personen of partijen kunnen die rol innemen en een project starten. Ieder doet dat vervolgens op zijn of haar eigen manier binnen de specifieke context van het project.

Hoewel er dus niet één standaard aanpak is, zijn er toch een aantal stappen die een potentiële initiatiefnemer veelal moet zetten om een project te starten. Dit werken we uit voor de verschillende doelgroepen die – in principe – een dergelijke rol kunnen innemen:

- I. energiecoöperaties en bewoners,
- II. bedrijven en bedrijventerreinen,
- III. lokale overheden.

We richten ons daarbij nadrukkelijk op de eerste stappen die de initiatiefnemer neemt, in het bijzonder hetgeen in de initiatieffase gebeurt. Daar wordt de basis gelegd voor de verdere ontwikkeling. Een gedetailleerde uitwerking voor opvolgende fases voert voor deze handreiking te ver (en is ook niet in een eenduidige aanpak te vatten). Voor de volledigheid worden deze fases wel kort beschreven in het kader hieronder.

I. Eerste stappen voor een energiecoöperatie als initiatiefnemer

In de initiatieffase staan voor energiecoöperaties de mensen en de doelen centraal. Niet iedereen heeft dezelfde motieven of middelen om te investeren in duurzame oplossingen. Dat maakt dat de aard van wat je doet, grotendeels wordt bepaald door wie mee wil of kan doen. En andersom. Het speelveld rondom een inclusieve oplossing ziet er bijvoorbeeld behoorlijk anders uit dan een oplossing waarin de businesscase centraal staat.

De volgende stappen kunnen voor een energiecoöperatie in de initiatieffase als leidraad dienen:



Stap 1: Bepaal doelen en waarden

Bepaal wat je met een slim systeem wil bereiken. Wat is de aanleiding? Wat zijn de **doelstellingen**? Met welke **(publieke) waarden** wil je dat doen? Dat bepaalt uiteindelijk wat, met wie en hoe je het gaat doen. Is verduurzaming het primaire doel, dan kan elke verduurzamingstap toegevoegde waarde hebben en kun je klein beginnen met koplopers, rekening houdend met opschaling op termijn. Is inclusiviteit een belangrijke publieke waarde? Dan is toegankelijkheid voor iedereen belangrijker dan het onderste uit de kan te halen qua businesscase.

Stap 2: Verzamel deelnemers en creëer inzicht in energieverbruik en -opwek

Verzamel **deelnemers** aan, en medestanders rondom, het project en verzamel bij hen informatie over energieverbruik en -opwek. Soms kan het handig zijn om eerst relatief grote spelers (bijvoorbeeld mensen met veel panelen op het dak of een lokaal bedrijf met veel laadinfra) te binden, alvorens andere personen te benaderen (bijv. wanneer impact centraal staat). Een meer inclusieve aanpak kan juist vragen om een breed gedragen proces waarin iedereen vanaf het begin af aan hun zegje kan doen.

Het creëren van **inzicht in energiegegevens** kan in eerste instantie globaal gebeuren. Met bijvoorbeeld het ophalen van de capaciteit van zonnepanelen, het energieverbruik van afgelopen ±3 jaar en inzicht in het aantal elektrische voertuigen die bewoners thuis opladen heb je al een eerste inzicht in het energiesysteem in de wijk. In een later stadium kun je nauwkeuriger informatie verzamelen, bijvoorbeeld met behulp van een energiemanagementplatform. In dat geval start je voor het slimme energiesysteem met een energiemanagementplatform en gebruikt dat eerst voor monitoring. Deze kan later uitgebreid worden om ook te sturen en door eventuele fysieke oplossingen (zoals opslag) toe te voegen. Let bij het zorgen voor inzicht wel op zaken als privacy en cyber security (zie ook de [verdieping op publieke waarden](#)).

Stap 3: Bepaal je eigen rol en de rol van anderen

Bepaal wat je als coöperatie zelf kan en wil doen. Hoeveel **kennis** heb je in huis over energiesystemen en slimme oplossingen en hoeveel **tijd** is er binnen de coöperatie om dingen te organiseren? Kijk daarbij ook wat andere partijen kunnen bijdragen. Denk aan lokale ondernemers die mogelijk willen deelnemen, maar ga ook na of de gemeente of provincie je kan en wil ondersteunen (zie ook de [website](#) van EnergieSamen). Bepaal wie in de regie neemt (is dat een kleine groep binnen coöperatie of wordt hier bijvoorbeeld een projectleider voor ingehuurd).

Een relevante vraag is ook welke rol je bij een **serviceprovider** wil beleggen. Zij kunnen veel uit handen nemen; de oplossingen voor je uitdenken, implementeren en beheren. Daarmee creëer je wel een afhankelijkheid (zie ook de [verdieping op publieke waarden](#)). Je kunt er daarom ook voor kiezen in deze fase veel zelf te doen en de regie te houden. Dat betekent zelf een (technisch) adviesbureau inschakelen voor een dienst, bijvoorbeeld om geschikte oplossingen te analyseren, een ontwerp te maken en/of de kosten uit te rekenen. Ook kun je oplossingen zelf inkopen, realiseren en beheren/monitoren. Houd er echter wel rekening mee dat daar veel kennis van zaken mee gepaard moet gaan. Natuurlijk zijn er ook allerlei tussenvormen denkbaar, zoals in een latere fase een marktpartij vragen het gedetailleerder ontwerp, de realisatie en beheer/monitoring op zich te nemen. Zie ook de [verdieping op eigendom en financiering](#). Overigens verschilt het per oplossing of je ze zo kunt aanschaffen ('van de plank'), of dat ze speciaal ontwikkeld moeten worden. Zo zijn er bestaande energiemanagement- en handelsplatforms. Maar op het moment dat je heel specifieke wensen hebt, bijvoorbeeld op welke factoren je het energieverbruik wil optimaliseren, moet daar mogelijk een systeem op maat voor worden gemaakt.

Stap 4: Bepaal de randvoorwaarden voor de verdere planuitwerking
Al in de initiatieffase kun je starten met de contouren voor verdere uitwerking van het plan (fase 2). Denk aan:

- Waar ga je een systeem op **optimaliseren**? Wil je maximaal effect op duurzaamheid, op energiekostenreductie of impact op het elektriciteitsnet? Dat kan zeer bepalend zijn voor je systeemontwerp. In [C.3 Welke overwegingen spelen bij de keuze voor een slim energiesysteem?](#) gaan we in op welke overwegingen daarbij een rol spelen.
- Hoe richt je het **projectmanagement** in? Wie neemt de regie en welke rol pakken andere partijen?
- Hoe richt je de **besluitvorming** in voor het project (zowel in voorbereiding-, realisatie- als beheerfase)?
- Waar wil je het **eigendom** beleggen en wat betekent dat voor financiering en bekostiging? Zie ook de [verdieping op eigendom en financiering](#).
- Passen de eisen en wensen van de coöperatie bij **bestaande producten**, of moeten er nieuwe producten ontwikkeld worden (denk aan een op maat gemaakt energiemanagementplatform)?
- Heb je al een **aanbieder** voor de oplossingen op het oog? De website van [TKI Urban Energy](#) biedt inzicht in welke aanbieders er zoal zijn voor slimme energiesystemen. Ook vind je hier [voorbeelden](#) van slimme energieprojecten.

Voorbeeldsituatie 3: Een energiecoöperatie wil de volgende stap in verduurzaming zetten

In voorbeeldsituatie 3 (zie ook [deel A](#)) is sprake van een groep bewoners die zich heeft verenigd in een energiecoöperatie. De coöperatie beschikt over meerdere collectieve zonnedaken in de wijk en wil de volgende stap zetten in verduurzaming.

Stap 1: Bepaal doelen en waarden

In dit fictieve voorbeeld is de belangrijkste drijfveer verder te verduurzamen in de wijk. Daarbij vinden de leden het uiteraard leuk als ze daar een extra zakcentje aan overhouden, maar belangrijker vinden ze dat oplossingen voor iedereen in de wijk toegankelijk zijn. Juist voor mensen met een kleine portemonnee.

Stap 2: Verzamel deelnemers en creëer inzicht

Dat al veel bewoners georganiseerd zijn in een coöperatie maakt het makkelijker voor ze om gegevens en deelnemers te verzamelen. Maar door de inclusieve aard, wordt de hele wijk benaderd om mee te doen en bij te dragen. Bij geïnteresseerde bewoners wordt informatie opgehaald over aanwezige zonnepanelen, eventuele aanwezige opslag, elektrische auto's en of deelnemers energieverbruiksgegevens willen (en kunnen) delen. Uit het onderzoek komen eerste denkrichtingen voort. Zo kan blijken dat er een overschot aan zonne-energie is overdag, maar het gebruik van elektriciteit vooral piekt in de avond (laden, koken, verwarmen). Een batterij gecombineerd met een slim handelsplatform kan dan een denkrichting zijn.

Stap 3: Bepaal je eigen rol en de rol van anderen

De coöperatie heeft al wat ervaring met (professioneel) samenwerken vanuit de ervaring met collectieve zonnedaken. Daarom besluiten ze een kleine groep aan te wijzen die het proces begeleidt en strakke regie houdt op adviseurs en marktpartijen die worden benaderd. Ze gaan (wegens gebrek aan tijd en kennis) niet zelf ontwerpen, maar denken wel kritisch mee in het hele proces. De gemeente wordt benaderd om mogelijke bijdragen (subsidies) te inventariseren. Zeker voor de mensen met een kleine portemonnee die mee willen doen, kunnen de relatief hoge instapkosten daarmee worden overbrugd.

Stap 4: Randvoorwaarden voor verdere planuitwerking

De afspraken voor de volgende fases worden vastgelegd. Afspraken gaan onder meer over: wie de regie heeft, wie wanneer beslissingen mag nemen, wanneer informatie en keuzes aan de bredere groep van deelnemers wordt voorgelegd, wat de ontwerpvoorwaarden zijn. Tot slot bespreken ze welke investeringen men bereid is mee te doen en of men bereid is financieel een klein verlies te leiden in ruil voor verduurzaming, autonomie en/of inclusiviteit.

Wat te doen als je als individuele burger iets wilt initiëren?

Zorg ervoor dat je anderen in je wijk opzoekt om gezamenlijk een project mee op te starten. Dit kan een bestaande energie- of wijkcoöperatie zijn, of je kunt er een opzetten als deze er nog niet is. Platforms als [HierOpgewekt](#) en [EnergieSamen](#) bieden handvatten hoe je een lokaal initiatief kunt starten.

Overigens kan het ook zinvol zijn om zelf al na te denken hoe je binnen je eigen huishouden de impact op het elektriciteitsnet kunt beperken. Bijvoorbeeld door je gebruik zoveel mogelijk aan te passen aan je opwek (je auto laden als de zon schijnt) of door een deel van de opgewekte elektriciteit thuis op te slaan.

II. Eerste stappen voor een bedrijventerrein als initiatiefnemer

Op een bedrijventerrein zijn bedrijven veelal met andere zaken bezig dan de energievoorziening (namelijk de dagelijkse bedrijfsvoering). Hoewel de urgentie voor slimme energiesystemen, door netcongestie, soms hoog is komen ze niet zomaar van de grond. Omdat collectieve slimme energiesystemen inherent gericht zijn op samenwerken, is organiseren van groot belang in de initiatieffase voor bedrijventerreinen. De onderstaande stappen als leidraad dienen om de oplossingen (en in het bijzonder de organisatie) van de grond te krijgen.



In aanvulling op dit stappenplan zijn er de nodige handvatten en tools beschikbaar voor bedrijventerreinen. Het PVB Nederland heeft veel informatie beschikbaar om aan de slag te gaan met de verduurzaming van bedrijventerreinen. Zie de website van [PVB Nederland](#) voor meer informatie. Daarbij wordt onder meer aandacht geschonken aan wat je juridisch allemaal moet regelen en het vereenvoudigen van de juridische complexiteit. Zie hiervoor ook de [toolkit](#) op de website van PVB Nederland.

Stap 1: Organiseer je!

Om slimme energiesystemen te realiseren is het belangrijkste dat er een partij, persoon of collectief is die het project kan trekken en partijen aan elkaar kan verbinden. De eerste stap is dan ook om **samenwerking** tussen de bedrijven op te zetten. Indien er een betrokken en gedegen parkmanagementvereniging is, kan dat een goed beginpunt zijn. Echter is veelal meer nodig om de bedrijven rondom het thema energie te organiseren. Een (groep) voorlopers op het terrein of een ingehuurde externe regisseur wordt vaak ingeschakeld om de (energetische) kansen op het terrein te identificeren en de (sleutel)bedrijven rondom het thema te organiseren. Dat kan vervolgens het startpunt zijn voor een collectieve slimme oplossing.

Stap 2: Concretiseer doelstellingen

Met voorbeeldsituatie 1 (zie [deel A](#)) is de aanleiding voor bedrijventerreinen om (zelf) met slimme energiesystemen aan

de gang te gaan grotendeels blootgelegd: vaak ligt (de dreiging van) **netcongestie** ten grondslag aan een slimme oplossing op bedrijventerreinen. Bedrijven op een dergelijk terrein zijn namelijk primair bezig met de eigen bedrijfsvoering. Netcongestie kan dit in gevaar brengen. Het kan de mogelijkheden om uit te breiden of het vestigen van bedrijven beperken. En voor de bedrijven die wel willen verduurzamen en/of elektrificeren kan het ook zomaar zijn dat hier geen 'ruimte' meer voor is. Slimme energiesystemen moeten hier meer ruimte en mogelijkheden in bieden¹.

Daarnaast kunnen aanvullende doelen of zogeheten **koppelkansen** relevant zijn, zoals verduurzaming van het terrein en wellicht een grotere impuls aan het gebied. Het collectief dat zich heeft gesmeden rondom de energietransitie, kan ook een mooi startpunt zijn voor de vergroeningsopgave of een sociale impuls in de regio. Lokale overheden kunnen bij dit soort maatschappelijke thema's – samen met de bedrijven – een goede rol vervullen.

Stap 3: Creëer inzicht in energieverbruik en opwek

Indien je met slimme energiesystemen aan de slag gaat om netcongestie op te lossen of voorkomen, is van belang om bij de **netbeheerder** informatie op te halen over het netwerk: hoe ziet het netwerk er precies uit en waar knelt het? Zo kan het zijn dat er binnen een bedrijventerrein meerdere zogeheten 'strengen' zijn. Dat wil zeggen dat er vanuit een onderstation van de netbeheer meerdere kabels het bedrijventerrein van elektriciteit voorzien. Afhankelijk van waar het knelpunt zit, kan de netcongestie dus ook maar voor een deel van het gebied gelden. Ga daarom – al dan niet samen met lokale overheden – met de netbeheerder in gesprek over wat netcongestie voor het gebied betekent en in welk gebied of op welk schaalniveau je op zoek moet naar een oplossing.

Daarnaast kun je als bedrijventerrein aan de slag met het creëren van **inzicht over het eigen energieverbruik, -opwek en de mogelijkheden om dat flexibel in te zetten**. Daarbij kun je eerst klein beginnen (in een later stadium kun je via een platform nauwkeuriger informatie verzamelen). Bij bedrijven met een grootverbruikaansluiting is een zogeheten 'meetbedrijf' verantwoordelijk voor de energieverbruiksgegevens. Veel meetbedrijven beschikken over

¹ Hier liggen vanzelfsprekend ook gesprekken met de netbeheerder aan ten grondslag (evenzo voor stap 3). Het doel van netcongestie wegnemen hangt ook samen met waar je dit wil doen en welke mogelijkheden of beperkingen dat met zich meebrengt. Op welk schaalniveau wil, kan en/of moet je optimaliseren? Bijvoorbeeld achter het onderstation (hoogspanningsniveau) of op het bedrijventerrein zelf? Op verschillende niveaus horen verschillende mogelijkheden, partijen en oplossingen.

Wat te doen als individueel bedrijf?

Door collectief met slimme energiesystemen aan de slag te gaan, kun je in een gebied veel efficiënter omgaan met de bestaande infrastructuur en mogelijk netcongestie voorkomen. Zorg ervoor dat je andere partijen vindt met wie je samen kunt optrekken.

Vanzelfsprekend kunnen bedrijven er ook voor kiezen om maatregelen te treffen die vooral op het eigen bedrijf zijn gericht. Dat kan een heel goed idee zijn, door 'achter de meter' vraag beter te laten aansluiten op aanbod van elektriciteit, belast je het netwerk minimaal. Als je hierdoor je aansluitcapaciteit

op het netwerk kunt beperken, creëer je ook weer ruimte op het net voor anderen. Het is echter wel goed om te kijken of je in samenwerking met anderen een stap verder kunt gaan. Bijvoorbeeld door – als je zelf over veel flexibele vraag beschikt – je eigen vraag ook af te stemmen op de opwek van andere bedrijven. Je kunt namelijk door keuze op individueel niveau wel de energetische (en daarmee financiële) knoppen waar je aan kan draaien voor het bedrijventerrein beperken. Bovendien worden systeemkeuzes vastgelegd (misschien wil je als collectief helemaal geen batterij).

platforms waarop energiedata wordt weergegeven. Door gegevens over capaciteit van zonnepanelen, het energieverbruik van afgelopen ±3 jaar, inzicht in het aantal laadpalen (en capaciteit) voor de elektrische voertuigen en andere eventueel flexibel in te zetten installaties met elkaar te combineren heb je al een eerste inzicht in het energiesysteem in op het bedrijventerrein. Je kunt overigens ook een externe partij dit onderzoek laten uitvoeren, bijvoorbeeld via de (externe) regisseur.

Let bij het zorgen voor inzicht wel op **privacy** en **cyber security** (zie [verdieping op publieke waarden](#)). Niet alle partijen zullen direct bereid zijn om (gedetailleerde) energiegegevens te delen, met name als het bedrijfsgevoelige informatie bevat. Eventueel kan een onafhankelijk regisseur – met geheimhoudingsplicht – helpen om met deze vertrouwelijkheid om te gaan.

Stap 4: Bepaal je eigen rol en de rol van anderen

Bepaal wat je als bedrijven **zelf wil doen** en of andere partijen willen bijdragen, bijvoorbeeld de gemeente. Ga met elkaar in gesprek over de rollen en hoe je gezamenlijk tot een project kan komen. Een relevante vraag hierin is ook welke rol je bij een serviceprovider wil beleggen. Zij kunnen veel uit handen nemen; de oplossingen voor je uitdenken, implementeren en beheren. Maar daarmee creëer je ook een **afhankelijkheid**. Je kunt er daarom ook voor kiezen in deze fase veel zelf te doen, een (technisch) adviesbureau inschakelen om een ontwerp te maken vervolgens oplossingen zelf in te kopen en realiseren en beheren/monitoren. Houd er wel rekening mee dat je daar veel kennis van zaken voor moet hebben en dat dit meer tijd kost. Natuurlijk zijn er ook allerlei tussenvormen denkbaar, zoals in een latere fase een marktpartij vragen het gedetailleerder ontwerp, de realisatie en beheer/monitoring op zich te nemen.

Stap 5: Bepaal de randvoorwaarden voor de verdere planuitwerking

Denk in ieder geval na over de volgende vragen:

- Welke **eisen en wensen** hebben de bedrijven?
- Waar ga je een systeem op **optimaliseren**? Wil je maximaal effect op het reduceren van impact op het elektriciteitsnet, duurzaamheid, of energiekostenreductie? Dat kan zeer bepalend zijn voor je systeemontwerp. In [C.3 Welke overwegingen spelen bij de keuze voor een slim energiesysteem?](#) gaan we in op welke overwegingen daarbij een rol spelen.
- Hoe richt je het **projectmanagement** in? Wie neemt de regie en welke rol pakken andere partijen?
- Hoe richt je de **besluitvorming** over het project (zowel in voorbereiding-, realisatie- als beheerfase)?
- Hoeveel **kennis en capaciteit** heb je zelf in huis om het project voor te bereiden en realiseren?
- Waar wil je het **eigendom** beleggen en wat betekent dat voor financiering, bekostiging en juridische structuur (denk aan coöperatieve vorm, of BV-vorm)? Zie voor meer informatie de [verdieping op eigendom en financiering](#) of de [toolkit](#) van PVB Nederland.

Voorbeeldsituatie 1: Een bedrijventerrein die tegen netcongestie aanloopt

In voorbeeldsituatie 1 (zie [deel A](#)) is sprake van een bedrijventerrein die tegen netcongestie aanloopt.

Stap 1: Organiseer je!

Slimme energiesystemen zijn per definitie gericht op samenwerken. Dat is op een bedrijventerrein niet anders. Dat betekent dus dat de bedrijven op het terrein een samenwerkingsvorm moeten zien te organiseren. Dat kan via bestaande constellaties (bijvoorbeeld een parkvereniging) of nieuw op te zetten samenwerkingsverbanden (waar vaak regie om de hoek komt kijken, zie [lokale overheden als initiatiefnemer](#)). In dit fictieve geval gaan we er van uit dat er een vereniging is op het bedrijventerrein waarin vertegenwoordigers van de bedrijven eens in de zoveel tijd overleggen over parkmanagementzaken zoals veiligheid, toegankelijkheid en leefbaarheid op het terrein.

Stap 2: Concretiseer doelstellingen

De netcongestieproblematiek komt aan de orde in de vereniging. Bedrijven maken zich zorgen over de mogelijkheden die zij hebben om eventueel uit te breiden, maar ook de ambities die ze hebben (of opgelegd krijgen vanuit hun moederbedrijven) om te verduurzamen. Veel bedrijven willen bijvoorbeeld elektrisch rijden mogelijk maken voor hun werknemers. De koppeling met (meer) zonnepanelen op het dak is dan ook snel gemaakt. Ook willen ze alternatieven verkennen voor gas, aangezien dit een steeds grotere (en onvoorspelbaardere) kostenpost wordt op het terrein. Met de beperkte netcapaciteit is het wel de vraag of dit allemaal op korte termijn haalbaar is. De bedrijven hoeven geen geld te verdienen met handel in energie (of vergelijkbaar), ze willen vooral zekerheid over hun bedrijfsvoering en de rol die de energietransitie daarin speelt.

Stap 3: Creëer inzicht

Met de hulp van een expert worden energiegegevens van op en rond het bedrijventerrein in beeld gebracht. Wie gebruikt hoeveel energie (elektriciteit, duurzame warmte, gas, etc.)? Wanneer op de dag wordt die energie gebruikt? Zijn er installaties die makkelijk op- en afgeschakeld kunnen worden (flexibiliteit)? Zijn er plannen bij bedrijven waardoor dat in de toekomst anders wordt (meer, minder, andere verdeling)? Wat speelt er in de omgeving? Zijn er woonwijken in de buurt die met duurzame warmte aan de gang moeten (dan kan conversie naar warmte of koude interessant worden)? Zijn er ontwikkelingen van zonneparken of windturbines in de buurt?

Stap 4: Bepaal je eigen rol en de rol van anderen

De core business van de bedrijven op het terrein is hun eigen bedrijfsvoering en niet om uitgebreide analyses te maken van het eigen energieverbruik, bedrijven aan elkaar te verbinden of duurzame oplossingen te ontwikkelen. Daarom kiezen de bedrijven ervoor om de verdere ontwikkeling uit te besteden aan een procesbegeleider (regisseur) die hun belangen behartigt.

Stap 5: Bepaal de randvoorwaarden voor de verdere planuitwerking

De regisseur wordt op pad gestuurd met de doelstellingen en ambities van de bedrijven op zak. Kortom, de zoektocht naar solide oplossingen die de mogelijkheden vergroot voor bedrijven om te verduurzamen, uit te breiden of voorzieningen te treffen ten bate van hun werknemers (bijv. elektrisch laden). De regisseur legt aan de bedrijven ter besluitvorming o.a. voor: wat de ontwerpvoorwaarden zijn, welke kaders er zijn, wie op welke wijze profijt kan hebben en welke investeringen benodigd zijn.

III. Eerste stappen voor lokale overheden als initiatiefnemer

De rol van lokale overheden als initiatiefnemer is heel divers, omdat ze op hele verschillende wijze in aanraking komen met slimme energiesystemen. Daarmee verschilt ook de aanpak die men in een project kan hanteren. Bovendien is een lokale overheid niet één partij. Het kan een gemeente zijn, een provincie, een RES-regio of regionale ontwikkelmaatschappij. Daarom - in tegenstelling tot het voorgaande - illustreren we de stappen van lokale overheden aan de hand van drie voorbeeldsituaties:



Zoals bij de toelichting op de [rolverdeling](#) reeds benoemd, spelen lokale overheden een grotere rol dan alleen als initiatiefnemer van een project. Vooruitlopend op (of parallel aan) concrete projecten, kunnen ze zorgen voor beter inzicht in de toekomstige energievoorziening. Zo is er in elke regio een RES (Regionale Energiestrategie) waarmee zicht wordt gecreëerd op de lokale/regionale energiedoelstellingen en hoe ze behaald kunnen worden (zie ook [link](#)).

Door inzicht te verzamelen over welke ontwikkelingen toekomstige impact hebben op de energievoorziening, kan een gemeente samen met de netbeheerder beter anticiperen op de benodigde energievoorziening voor de toekomst. Ontwikkelingen kunnen bijvoorbeeld zijn woningbouwontwikkeling, aardgasvrijprojecten, laadvoorzieningen voor elektrische voertuigen en uitbreidingen van bedrijventerreinen. Het combineren van al deze opgaven met als doel voor te bereiden op de toekomstige energievoorziening wordt ook wel Integraal Programmeren genoemd¹.

Voorbeeldsituatie 1: Netcongestie bedrijventerreinen

Zoals hiervoor al uitgebreid is beschreven, kan netcongestie tot problemen leiden op bedrijventerreinen. In veel gevallen gaan bedrijven hier niet direct zelf mee aan de slag. Omdat het probleem te complex, te onbekend of te ver van de bedrijven dat ze niet kunnen acteren, of omdat ze nog niet georganiseerd zijn.

Sommige lokale overheden voelen zich geroepen om in een dergelijk geval het initiatief naar zich toe trekken. Vanuit het **maatschappelijke belang** en het stimuleren van het vestigingsklimaat richten ze zich op het organiseren van het bedrijventerreinen en het **identificeren van kansen**. Dat doen ze uiteraard niet zelf, maar vaak stellen ze daar een regisseur voor aan. Iemand die met de bedrijven praat, belangen in kaart brengt en partijen samenbrengt om in actie te komen.

Overheden zullen daarbij selectief moeten zijn in welke bedrijventerreinen ze ondersteunen. Met duizenden bedrijventerreinen in Nederland is de opgave (in eerste instantie) simpelweg te groot. Het is dan ook aan de lokale overheden

kritisch te zijn waar (en hoe lang) tijd, moeite en middelen in gestoken worden. De afweging bij welke bedrijventerreinen te starten, kan onder meer gemaakt worden op basis van:

- **De urgentie:** hoe groot is het probleem van netcongestie? Zijn er al bedrijven die zich niet meer kunnen vestigen in het gebied? Kunnen partijen daadwerkelijk niet verduurzamen? Komen er andere ontwikkelingen (bijvoorbeeld woningbouw) in gevaar? Hier kan een lokale overheid samen met de netbeheerder inzicht in krijgen;
- **De potentie:** wat is de energetische potentie voor slimme maatregelen? Het ene bedrijf heeft meer mogelijkheden om vraag en aanbod te sturen dan anderen. Zo hebben terreinen waar veel elektrische voertuigen geladen worden, of waar veel koeling plaatsvindt, meer potentie dan terreinen met veel kantoorruimte.
- **De kansen:** zijn er kansen voor grotere maatschappelijke impact, bijvoorbeeld levering van warmte aan een nabijgelegen woonwijk.

Daarnaast liggen er een aantal overwegingen en keuzes voor waar een lokale overheid aan de voorkant bij stil moet staan:

- Is de **organisatiegraad** een voorwaarde of juist een doel? Oftewel, ga je als overheid voor snelle 'makkelijke' impact (daar waar partijen al georganiseerd zijn) of kies je de moeilijke weg (eerst organiseren) waar het anders niet van de grond komt?
- **Hoe lang** blijf je trekken? In de situatie waarin een bedrijventerrein zich moeilijk laat organiseren, kunnen de beperkte middelen wellicht elders beter besteedt worden.
- Hoe lang wil je betrokken blijven en **heb je überhaupt een rol?** In een positief scenario kan een of meerdere partijen zich opwerpen als trekker. Als lokale overheid wil je dan juist het lokale initiatief in de lead laten en niet in de weg lopen. Het is denkbaar dat je een project bij de start helpt, maar je dan terugtrekt. Of wellicht wil je zelfs helemaal niet betrokken raken. Een lokaal initiatief kan minder actief worden indien ze de indruk krijgen dat je als overheid probleemeigenaar bent (dan kunnen zij achterover leunen). Maak aan de voorkant dus een goede inschatting welke rol vanuit de lokale overheid effectief is.
- Mag je je de rol van aanjager wel **toe-eigenen?** Er zijn veel partijen op de markt actief die 'iets met bedrijventerreinen' en slimme energiesystemen willen. Veel van die partijen bieden individuele stukjes in de grote puzzel aan die al dan niet bijdragen aan een efficiënt collectief. Een overheid kan ontzorgen door aan de voorkant dit proces te stroomlijnen, maar kan ook worden gezien als wéér een partij die aanklopt bij hetzelfde bedrijf.

Er zijn op grote en kleine schaal al initiatieven vanuit overheden en regionale ontwikkelmaatschappijen om deze problematiek aan te pakken. Voor meer informatie en inspiratie onder meer de website van [PVB Nederland](#).

¹. Voor meer informatie de [Handreiking Integraal Programmeren](#).



Voorbeeldsituatie 2: De gemeente heeft een wijk aangewezen om aardgasvrij te worden

Gemeenten hebben de regie over de lokale transitie naar aardgasvrij en zijn daarmee ook vaak (hoewel niet altijd) initiatiefnemer van een dergelijk traject. Sommige aardgasvrijoplossingen hebben forse impact op het elektriciteitsnet. Daarom is het in deze situatie wenselijk om alvast na te denken over slimme energiesystemen om de impact op de elektriciteitsinfrastructuur te beperken.

Het gaat te ver voor deze handreiking om een volledig stappenplan te beschrijven voor aardgasvrijprojecten. Hier biedt onder meer het [Nationaal Programma Lokale Warmtetransitie](#) handvatten voor.

Voor slimme energiesystemen is het in de initiatieffase van een aardgasvrijproject van belang om de **impact op het elektriciteitsnet direct mee te wegen** in de keuze voor oplossingen. Dat betekent dat de selectie van oplossingen niet alleen draait om de businesscase van de aardgasvrijoplossing, maar om bredere maatschappelijke kosten en baten. Maatschappelijke kosten zijn bijvoorbeeld kosten voor netverzwaring. Maatschappelijke baten kunnen optreden wanneer aardgasvrijoplossingen bijvoorbeeld een oplossing bieden voor netcongestie. Zo kunnen warmtebuffers (die geladen worden op het moment dat er te veel aanbod is van duurzame elektriciteit) de impact op het netwerk verkleinen.

Veelal zal de selectie van aardgasvrijoplossingen door een extern bureau worden uitgevoerd. Van belang is hen mee te geven ook de maatschappelijke kosten en baten mee te laten wegen in de selectie en het verdere ontwerp. Daarnaast helpt het om de netbeheerder bij het project te betrekken, omdat zij inzicht kunnen geven in de bredere impact op het netwerk.

Voorbeeldsituatie 4: Laden van voertuigen op een centrale locatie.

Gemeenten kunnen het initiatief nemen om een laadplein te ontwikkelen om laadinfrastructuur voor elektrische voertuigen op een locatie te centreren. Gemeenten zullen daarbij veelal een marktpartij selecteren die de laadinfrastructuur aanlegt en voor meerdere jaren beheert en exploiteert. Deze selectie van een aanbieder gaat via een aanbesteding¹. In de aanbesteding is het mogelijk om eisen mee te nemen die marktpartijen kunnen stimuleren tot het kiezen voor slimme energiesystemen. Deze eisen zijn dan onderdeel van een **programma van eisen**. Twee voorbeelden van eisen die slimme energiesystemen kunnen stimuleren zijn:

- De laadinfrastructuur mag slechts tot een beperkt aandeel (bijvoorbeeld 75%) van het maximaal laadvermogen aansluiten op het net. Hierdoor wordt de exploitant gestimuleerd om pieken af te vlakken;
- De laadpalen moeten voor een minimaal percentage gebruik maken van momentaan zelf opgewekte elektriciteit. Hierdoor wordt de exploitant gestimuleerd om eigen opwek te realiseren en deze direct te gebruiken. Let op: hier moet de exploitant wel mogelijkheid toe hebben, bijvoorbeeld met een zonnecarport.

¹. Het Nationaal Kennisplatform Laadinfrastructuur (NKL) ondersteunt gemeenten bij dergelijke aanbestedingen. Ook hebben zij tips en achtergrondinformatie over slim laden beschikbaar op hun [website](#).

C.3 Welke overwegingen spelen bij de keuze voor een slim energiesysteem?

De processen zoals die hiervoor zijn geschetst, gaan met name in op hoe je aan de slag kunt met slimme energiesystemen, op basis van de doelstellingen die je met de slimme oplossing nastreeft. Onderdeel van het stappenplan voor de initiatieffase is om te bepalen wat de kaders zijn voor slimme energiesystemen ([stap 4 bij energietoepassingen](#), [stap 5 bij bedrijventerreinen](#)) om op basis hiervan in de volgende fasen een keuze voor oplossingen te maken. Hieronder volgen diverse overwegingen – deels reeds benoemd in [deel B](#) – die kunnen spelen bij de keuze voor (een combinatie van) oplossingen.

Technische overwegingen

Bij de keuze van een bepaalde techniek speelt – vanzelfsprekend – of deze het aanwezige probleem oplost en aansluit bij de kansen en middelen van betrokkenen. Dit hangt met name af van:

Tijdsniveau

Op welke tijdschaal dienen pieken en dalen te worden opgevangen? Is de fluctuaties die men wenst op te vangen op uur-, dag-, intradag- of seizoensbasis? Flexibele inzet van vraag (door handel of flexcontracten met de netbeheerder) kunnen veelal een oplossing bieden op uurbasis. Hetzelfde geldt voor het verkleinen van aansluitingen. Opslagssystemen met batterijen op uur- en soms dagbasis. Op seizoensbasis biedt eigenlijk alleen conversie een oplossing.

Schaalgrootte

De schaalgrootte kan variëren van het niveau van huishoudens of individuele bedrijven, tot een wijk, bedrijventerrein, of opweklocatie of zelfs regionale oplossing. Voor het eerste schaalniveau zijn met name individuele oplossingen relevant. Voor een wijk en bedrijventerrein is

opslag in batterijen, conversie naar warmte/koude, of handel een optie. Voor een opweklocatie kan tevens cable pooling een oplossing zijn. Waterstof is met name voor een grotere schaal (regionaal of landelijk) een oplossing, al is de productie van waterstof (als buffer voor het elektriciteitsnet) ook op wijkniveau.

In veel gevallen zullen technische experts zorgen voor ontwerpen die aansluiten op wat er noodzakelijk is op tijdsniveau en schaalgrootte.

Financiële overwegingen

Vanzelfsprekend speelt bij de selectie van oplossingsrichtingen mee of de investering zich terugverdient. Directe financiële baten kunnen zitten in het verkleinen van de elektriciteitsaansluiting, gebruik maken van goedkopere energie, handel op markten, of in sommige gevallen kunnen systemen gebruik maken van subsidie vanuit overheden. Over het algemeen geldt dat innovatieve technologieën (zoals waterstof) eerder subsidie nodig hebben, omdat de kosten voor een innovatieve technologie veelal nog (te) hoog liggen. Andere oplossingen kunnen zich wel al terugverdienen, mits ze voldoende kunnen worden ingezet. Indien batterijen bijvoorbeeld ook op meerdere markten kunnen handelen, verbetert de businesscase. De investering in de slimme oplossing staat echter niet op zichzelf. In netcongestiegebieden kunnen slimme oplossingen ertoe leiden dat toch uitbreiding van bedrijven mogelijk is, of toch extra duurzame opwek gerealiseerd kan worden. De businesscase van de slimme energiesystemen is dan dus niet alleen de optelling van kosten en baten van het systeem zelf, maar tevens een beschouwing van de maatschappelijke baten van het geheel.

Duurzame overwegingen

Slimmer omgaan met je energieverbruik en de wijze waarop je het opwekt, is op zichzelf al een vorm van verduurzamen. Maar ook hier zijn gradaties in. Zo heeft het vanuit duurzaam oogpunt voordelen om opgewekte energie direct lokaal benutten, in plaats van deze eerst op te slaan of om te zetten naar warmte, koude of gas. Met opslag en conversie gaan namelijk verliezen gepaard. Ook spelen andere factoren van duurzaamheid een rol. Zo hebben de gebruikte materialen of het productieproces een impact op het milieu. Denk aan batterijen waar schadelijke stoffen in zitten of de wijze waarop een leverancier verantwoordelijkheid neemt voor een eerlijke en duurzame keten in het productieproces.

Mate van zekerheid

Indien er sprake is van netcongestie is zekerheid nodig dat de oplossing daadwerkelijk de druk op het netwerk verlaagt voordat een netbeheerder weer ruimte op het net kan vrijgeven voor andere partijen. Een flexcontract tussen een of meerdere grote bedrijven met de netbeheerder biedt daarbij meer zekerheden, dan afstemming tussen huishoudens.

Daarnaast zijn zekerheden voor deelnemende partijen belangrijk om te onderkennen. Bedrijven of personen kunnen de wens (of noodzaak) hebben om in bepaalde situaties over bepaalde voorzieningen te beschikken. Zo kan een bewoner bijvoorbeeld zijn laadinfrastructuur prima beschikbaar stellen voor flexibiliteit, maar wil hij/zij wel zeker weten dat het elektrische voertuig de volgende ochtend volgeladen is. Hetzelfde geldt voor bedrijven die afhankelijk zijn van voorzieningen voor hun primaire bedrijfsvoering. Denk aan koeling die wel iets minder hard kan, maar waar de temperatuur niet te hoog kan zijn om de kwaliteit van producten te borgen.

Sociale overwegingen

Voorafgaand aan de keuze voor een (of meerdere) slimme oplossing(en) is het belangrijk om vast te stellen welke waarden worden nagestreefd en geborgd. Dat kan enerzijds dus gaan over duurzaamheid, maar ook over sociale waarden, zoals inclusiviteit van de oplossingen (kan iedereen deelnemen, of vallen er mensen buiten de boot), of over waarden rondom privacy en cyber security. Het energiesysteem wordt tenslotte slimmer, maar ook kwetsbaarder voor uitval en activiteiten van kwaadwillenden. Dat heeft niet alleen risico's voor gebruikers maar ook voor de stabiliteit van het elektriciteitsnet. Bovendien wil je niet dat persoons- of bedrijfsgevoelige informatie zomaar op straat komen te liggen (privacy). Omdat dit van wezenlijk belang is bij het ontwerp van slimme energiesystemen, wordt hier uitgebreid op ingegaan in de [verdieping op publieke waarden](#).

Juridische overwegingen

Wet- en regelgeving bepalen voor een groot deel wat wel of niet kan rondom de organisatie van slimme energiesystemen. Zo kunnen netbeheerders beperkt invloed uitoefenen op de 'verslimming' van bedrijventerreinen of woonwijken, zijn bewoners beperkt in het onderling mogen handelen energie en zijn er regels rondom het delen van (privacygevoelige) gegevens. Daarbij is de wet- en regelgeving continu in beweging. Zeker met de stroomversnelling waarin de energietransitie zich bevindt (onder meer ingegeven door klimaatverandering en congestieproblematiek), veranderen de spelregels om meer mogelijk te maken en verduurzaming verder te stimuleren. In de [verdieping op een veranderend wettelijk kader](#) worden de belangrijkste actuele veranderingen uitgebreid in beeld gebracht.



Verdieping op publieke waarden

Goedbedoelde slimme oplossingen kunnen onbedoelde en ongewenste effecten met zich meebrengen. Ze kunnen (onbedoeld) voordeel geven aan bepaalde groepen mensen en anderen juist benadelen.

Denk aan een situatie waar een groep bewoners gestimuleerd worden om energievraag af te stemmen op flexibele energieprijzen. Niet iedereen is er toe in staat om vraag flexibel in te zetten. Deze mensen krijgen daardoor mogelijk juist te maken met hogere prijzen omdat ze altijd van de piek gebruik moeten maken. Maar ook wanneer een (flinke) investering nodig is aan de voorkant, werkt dat vooral voor de (al) kapitaalkrachtige bewoners in het voordeel. Zij kunnen dit opbrengen en profiteren daar op de lange termijn van. Dit terwijl de mensen die dat wellicht het hardste nodig hebben niet mee kunnen doen omdat ze aan de voorkant die investering niet op tafel kunnen leggen.

In een tijd waarin energiearmoede en sociale ongelijkheid actueler dan ooit zijn, is deze negatieve impact veelal ongewenst. In zowel de keuze als het ontwerp van slimme energiesystemen is het daarom belangrijk om niet alleen in doelen te denken, maar ook bewust te zijn van welke waarden je raakt en nastreeft.

Waardencyclus: vaststellen, concretiseren, toepassen & evalueren

De publieke waarden verdienen doorlopend aandacht in het ontwerp en gebruik van het energiesysteem. Dat is natuurlijk makkelijker gezegd dan gedaan. Directere baten (of doelen / waarden) zoals bespaarde kosten en duurzaamheidswinst zijn tastbaarder en makkelijker meetbaar. Daardoor kunnen (onbedoeld) de meer sociale en publieke waarden makkelijker vergeten worden.



Om publieke waarden toch een plek te geven in het ontwerp (en gebruik) van een slim energiesysteem kan het expliciet uittekenen en doorlopen van een waardencyclus waardeval zijn:

- 1. Vaststellen** welke waarden van belang zijn, bijvoorbeeld duurzaamheid, inclusiviteit, maar ook autonomie. Door dit vroegtijdig met elkaar vast te stellen kan je zowel de keuze als het ontwerp van slimme oplossingen waardegericht maken.
- 2. Concretiseren** wat deze waarden precies betekenen en expliciet maken wanneer ze behaald worden: wat vinden we bijvoorbeeld betaalbaar – een maximum percentage van het minimuminkomen? En wat is toegankelijk – moet iedereen mee kunnen doen of minstens 70% van de bewoners?
- 3. Toepassen** van deze geconcretiseerde waarden bij de keuze van slimme energiesystemen. Wanneer toegankelijkheid belangrijk is en maar een beperkt aantal buurtbewoners een elektrische auto heeft, ligt de keuze voor slim laden wellicht minder voor de hand. Ook in de uitwerking van een oplossing vragen de vastgestelde waarden om aandacht. Bij de oplossing energiemanagementplatform kun je bijvoorbeeld afspraken maken over bandbreedtes waarbinnen de elektriciteitsprijs kan fluctueren, om te voldoen aan de streefwaarde van betaalbaarheid voor iedereen. Net als in het voorbeeld van eerder zal niet iedereen alle apparaten in huis flexibel kunnen inzetten. Een deel van het energieverbruik zal op piekmomenten blijven plaatsvinden, resulterend in hoge energiekosten.
- 4. Evalueren** na implementatie van een slimme oplossing is belangrijk om het effect op de vastgestelde publieke waarden te evalueren en te bepalen of bijsturing nodig is. Door de stijging van energieprijzen kan toegankelijkheid bijvoorbeeld belangrijker worden dan eerder vastgesteld.

Door deze stappen in **besluitvorming** te verankeren, kun je blijvend nagaan of je de doelen die je nastreeft ook daadwerkelijk behaalt. Zo kan een energiecoöperatie bijvoorbeeld in een jaarlijkse vergadering niet alleen bij de financiële stand van zaken stilstaan, maar ook bij de waarden die ze met een project nastreven.

Ter verdere beeldvorming volgen hieronder nog enkele voorbeelden van de rol van publieke waarden bij slimme energiesystemen en hoe ze soms ook op gespannen voet kunnen staan met andere behoeften in een project.

De Club van Wageningen is "een verandernetwerk van invloedrijke voortrekkers van energiebedrijven, netbeheerders, de wetenschap, prosumers, de overheid en startups. Voortrekkers die de kernwaarden eerlijk, inclusief en democratische bestuurbaarheid willen behouden in het energiesysteem van de toekomst" (zie [link](#)). Zij maken inhoudelijk onderscheid tussen de volgende type publieke waarden:

- 1. Streefwaarden** zijn leidend in het systeem, dat wat je nastreeft. In relatie tot slimme energiesystemen zijn dit bijvoorbeeld duurzaamheid, betaalbaarheid en beschikbaarheid.
- 2. Te borgen waarden** kunnen in een systeem onder druk komen staan. Voor slimme energiesystemen zijn dit bijvoorbeeld autonomie, privacy, veiligheid, maar ook toegankelijkheid.
- 3. Proceswaarden** gaan met name om het meenemen van betrokkenen in een verandering of het ontvangen van suggesties.

In het ontwerpproces kan het helpen om deze categorieën individueel te beschouwen om te borgen dat het complete palet aan publieke waarden wordt bestreken.

Ontzorging versus autonomie

Het ontwikkelen en realiseren van een slimme energieoplossing vraagt veel **specialistische kennis** en tijd om het te organiseren. Marktpartijen kunnen daarvan een groot deel uit handen nemen en bewoners of bedrijven 'ontzorgen'. Een serviceprovider kan van ontwerp tot implementatie en beheer uit handen nemen (vanzelfsprekend staat daar een vergoeding tegenover) waardoor je als bedrijf of bewoner minder werkt hebt. Tegenover deze ontzorging staat echter een vermindering van **autonomie** en mogelijk ook **privacy**; de servicepartij kan naast werk, ook keuzes uit handen nemen en heeft beschikking over de data van gebruikers. Tevens kan er een zogeheten vendor lock-in ontstaan. Doordat je als gebruikers verbonden bent aan een platform en daar alle data is opgeslagen, is het moeilijk om over te stappen naar een andere partij.

In feite ligt hier dus een waarde-afweging aan ten grondslag. Hoeveel wil je aan een derde overdragen? Ontzorging hoeft geen slechte keuze te zijn, maar wees bewust van wat je uit handen geeft en hoe dit impact heeft op je vastgestelde waarden en doelen.

Toegankelijkheid en inclusiviteit

Het kan een waarde zijn om een inclusief systeem op te zetten waar alle bewoners in een wijk toegang toe hebben. Je kunt deze toegankelijkheid als waarde borgen door bijvoorbeeld een gehele buurt de optie te geven om mee te doen, duidelijk te maken wat de voordelen zijn en (al dan niet financiële) ondersteuning te bieden om deel te nemen.

Wanneer bewoners nog altijd niet willen deelnemen, kan het vanuit waardenperspectief wenselijk zijn om te monitoren hoe hun niet-deelname effect heeft op andere vastgestelde waarden: wordt energie voor deze mensen (op termijn) minder betaalbaar door niet mee te doen? Kun je voor deze groep op andere wijze een bijdrage leveren, bijvoorbeeld door een deel van de baten beschikbaar te stellen aan de gehele wijk (een wijkfonds).

Digitalisering en publieke waarden

Digitalisering heeft een belangrijk effect op publieke waarden: slimme energiesystemen gebruiken vaak dataplatforms of apps waarmee gebruikers 'slimme' keuzes kunnen maken over hun energieverbruik.

Maar om deze slimme keuzes te kunnen maken (toegankelijkheid) moet je ook steeds 'digitaalvaardiger' zijn. Vooral in een buurt met veel ouderen of laagopgeleiden kan dit een belangrijke overweging zijn in de keuze en implementatie van slimme energiesystemen: ook al hebben alle bewoners theoretisch toegang tot een slimme oplossing: weten zij hoe ze de slimme oplossing moeten gebruiken? En zijn de gevolgen van incorrect gebruik bekend?

Vergelijkbaar met het eerste voorbeeld heeft digitalisering ook impact op privacy en veiligheid (cybersecurity). Zo kan het nodig zijn dat je toegang moet geven tot energieverbruiksgegevens om sturing van energieverbruik in de wijk mogelijk te maken. Niet alleen geef je daarmee waardevolle informatie uit handen; je energievoorziening wordt ook afhankelijker van de data. Een inbreuk in het dataplatform kan daarmee tevens de energievoorziening in gevaar brengen. In de [handreiking Cyber security](#) worden handvatten gegeven om in het ontwerp van slimme energiesystemen – al vanaf de voorkant – rekening te houden met informatieveiligheid en het systeem robuuster te maken ('security by design').

Zie voor meer informatie

- Werkgroep publieke waarden, Club van Wageningen ([Link](#))
- RVO (2017): Mobiliteit en elektriciteit in het digitale tijdperk. ([Link](#))
- TNO (2022): Waardegerichte aanpak (intern document).
- TKI Urban Energy (2018). Handreiking Cyber security voor smart energy ([Link](#))



Verdieping op een veranderend wettelijk kader

De juridische kaders voor slimme energiesystemen liggen met name in de Elektriciteitswet en in mindere mate de Warmtewet. Voor beide wetten is nieuwe wetgeving in ontwikkeling. Daarmee wijzigt op termijn dus tevens het juridische kader voor slimme energiesystemen. Hieronder volgt een korte schets van de toekomstige wijzigingen die binnen de context van slimme energiesystemen relevant zijn. Daarnaast zijn de richtlijnen binnen de Netcode recent aangepast. Ook hiervan worden de belangrijkste punten ten aanzien van slimme energiesystemen uitgelicht.

Energiewet

De Energiewet gaat de huidige Elektriciteits- en Gaswet vervangen. De wet ligt ten tijde van schrijven voor bij de Raad van State en is daarmee nog niet definitief. In relatie tot slimme energiesystemen zijn met name twee voorgenomen wijzigingen belangrijk:

- **Actievere deelname van huishoudens en bedrijven aan de energiemarkt**
Normaal gesproken heeft iedere partij die levert aan een kleinverbruiker een leveringsvergunning nodig. Daardoor kunnen bewoners niet zomaar energie leveren aan hun burens (ook wel 'peer-to-peer'), waardoor veel slimme energiesystemen worden beperkt. In de Energiewet wordt hierop een uitzondering gemaakt voor zogenoemde 'Actieve afnemers' en 'Energiegemeenschappen' (zoals energiecoöperaties). Zij mogen met deze wet, onder voorwaarden, zonder leveringsvergunning leveren aan de burens. Voorwaarden voor actieve afnemers zijn dat er sprake is van een "gelijke machtspositie" en voor energiegemeenschappen dat ze alleen leveren aan hun eigen leden. Voor meer informatie zie de Memorie van Toelichting op de Energiewet – versie RvS ([link](#)).
- **Gecontroleerde data-uitwisseling tussen netbeheerders, markt en energie-afnemers**
Aangesloten op het net kunnen hun gegevens uit de slimme meter op eigen verzoek inzetten voor leveringsovereenkomsten met een dynamische elektriciteitsprijs, ze leveren aan derde partijen, of zelf inzetten. Door deze wetswijziging hebben afnemers meer autonomie over hun eigen verbruiksgegevens en kunnen zij deze inzetten om gebruik te maken van slimme energieoplossingen (zoals energiemanagementsoftware) of juist kiezen om dit niet te doen uit waarde-overwegingen (zoals privacy).

Daarnaast wordt in de nieuwe Energiewet - waar mogelijk en gewenst - de verschillen tussen de energiedragers 'gas' en 'elektriciteit' weggenomen. Het samenvoegen van deze wetgeving biedt meer ruimte voor eventuele verdere systeemintegratie (conversie van elektriciteit naar gas en v.v.) in de toekomst. Ook introduceert het wetsvoorstel de mogelijkheid om - wanneer er sprake is van gecombineerde projecten (wind en zon; opwek en transport-infrastructuur) - één procedure en één bevoegd gezag te benoemen voor het geheel. Dit om de regeldruk- en coördinatiekosten te beperken.

Wet collectieve warmte (Wcw)

De Wcw heeft minder directe impact op de mogelijkheden voor slimme energiesystemen, maar er is wel degelijk relevant. De nieuwe wet beoogt namelijk dat warmte-infrastructuur in eigendom van publieke partijen dient te zijn of dat publieke eigenaren een doorslaggevend zeggenschap hebben.² Dit maakt potentieel dat lokale overheden of netwerkbedrijven een grotere regie over alle energie-infrastructuur zullen krijgen. Hierdoor kan er mogelijk een meer integrale blik op het energiesysteem ontstaan.

Wijziging Netcode

Een deel van de regels vanuit de toekomstige Energiewet en vanuit de huidige Elektriciteitswet wordt nader uitgewerkt in lagere wetgeving, bijvoorbeeld in zogenoemde 'Netcodes'. Deze Netcodes zijn eigenlijk de vertaling van de wet naar de praktijk. De Netcode beschrijft voorschriften voor netbeheerders en -gebruikers over het functioneren van de netten, het aansluiten van klanten op de netten en het transporteren van elektriciteit over de netten.

Een wijziging die al heeft plaatsgevonden, maar nog wel relevant is om te noemen (omdat hij pas recent in werking is getreden) is het Codebesluit Congestie management van de ACM. Met deze wijziging hebben netbeheerders meer handvatten gekregen om te acteren op netcongestie, namelijk:

- Netbeheerders kunnen onder de nieuwe regels **langetermijncontracten** afsluiten met aangesloten partijen op het elektriciteitsnet, om tegen een vergoeding minder gebruik te maken van het net. Afnemers en producenten met kleinere aansluitingen kunnen een groep vormen en gezamenlijk een bijdrage leveren aan congestie management.
- De netbeheerder kan in specifieke gevallen verbruikers en producenten van elektriciteit (met een gecontracteerd en beschikbaar gesteld transportvermogen van meer dan 60 MW) **verplichten om de vraag naar transport te verminderen** tegen een financiële vergoeding.
- In congestiegebieden kunnen regionale netbeheerders verbruikers en producenten van elektriciteit (met een gecontracteerd en beschikbaar gesteld transportvermogen van meer dan 1 MW) **verplichten om een aanbod te doen** voor het leveren van een bijdrage aan het oplossen van netcongestie.
- Er is een nieuw '**capaciteitsbeperkingsproduct**' geïntroduceerd. Dit product maakt het mogelijk dat een netbeheerder afspraken maakt met klanten om niet volledig gebruik te maken van de in het contract overeengekomen transportcapaciteit. Dit gebeurt onder specifieke voorwaarden en tegen betaling.

Met deze handvatten hebben netbeheerders meer mogelijkheden bij congestie management en dus beter in staat slimme energiesystemen te faciliteren.

Voor meer informatie zie ook:

- Nieuwe Energiewet wordt fundament van de energietransitie | Nieuwsbericht | [Rijksoverheid.nl](#)
- Kamerbrief besluit infrastructuur collectieve warmtevoorziening in publieke handen | Kamerstuk | [Rijksoverheid.nl](#)

Verdieping op eigendom en financiering

In het kader van publieke waarden stonden we al stil bij de afweging tussen ontzorging versus autonomie. Deze afweging heeft invloed op welke relatie je als initiatiefnemer aan wil gaan met serviceproviders en is daarmee ook van invloed op eigendom en financiering. Hieronder schetsen we globaal welke opties er zijn in de relatie met de serviceprovider en wat daarvan consequenties zijn voor eigendom en financiering.

Eigendom van slimme oplossingen

Voor het eigendom van slimme energiesystemen zijn er twee uiterste opties:

- In eigen hand**
 Deze optie biedt de meeste autonomie. Je bepaalt als initiatiefnemer vooraf (al dan niet ondersteunt door een technisch adviseur) welke oplossingen je wil. Vervolgens schaf je de systemen aan. Je investeert bijvoorbeeld in een batterij en een eigen energiemanagementplatform. Deze systemen zijn vervolgens jouw eigendom. Je kunt ervoor kiezen ze zelf te beheren en te onderhouden, of hier een contract voor af te sluiten. De bewoners of bedrijven organiseren zich hiervoor vaak in een coöperatie. De coöperatie heeft dan veelal het eigendom en verzorgt de exploitatie en de financiering (zonder dat daar individuen hoofdelijk aansprakelijk voor zijn).
- Volledige ontzorging**
 Door in een vroege fase een serviceprovider (met name relevant bij platformontwikkelaars) bij het project te betrekken kan de partij meedenken over oplossingen. Zo kunnen platformontwikkelaars zorgen voor betere data over energieverbruik en –opwek en op basis daarvan meewerken aan oplossingen voor het geheel. De platformontwikkelaars kunnen het platform 'as-a-service' aanbieden. Dat wil zeggen dat zij het eigendom hebben en je alleen diensten (toegang tot het platform) krijgt. Je hoeft als initiatiefnemer dan niet zelf aan de voorkant een systeem aan te schaffen, maar betaalt zolang je het platform gebruikt. Als je als onderdeel van de slimme energiesystemen ook voor batterijen (of andere fysieke oplossingen) kiest, kun je ook daar de keuze maken deze 'as-a-service' in te kopen of deze te huren, zodat je niet zelf hoeft te investeren. Je betaalt natuurlijk wel voor het gebruik. Omdat je zelf geen eigendom van systemen hebt, kun je een minder vergaande organisatiestructuur kiezen. Je kunt bijvoorbeeld vanuit individuele bewoners of bedrijven, of vanuit een vereniging of stichting opdracht geven aan de dienstverleners.

Er is niet één antwoord welke optie het beste is of wanneer die het beste kunnen worden toegepast. Dit hangt primair af van de voorkeuren die deelnemers hebben. Maar ook de context speelt hierin een rol: als je niet praat met je buurman is het al wat lastiger samen eigendom te hebben. En natuurlijk de systemen die worden gekozen: welke investeringen en welke risico's komen bij bepaalde systemen kijken? En hoe passen oplossingen bij de publieke waarden (zie verdieping) die je belangrijk vindt (welke afhankelijkheid wil je bijvoorbeeld van een serviceprovider)? Daarbij schetsen bovenstaande twee opties de twee uitersten. Vanzelfsprekend zijn er allerlei **tussenvormen** mogelijk. Zo kun je (een deel van) de fysieke assets in eigendom houden, maar het platform 'as a service' inkopen.

Financiering en bekostiging van slimme oplossingen

Vanzelfsprekend verschilt de financieringsopgave als je slimme energiesystemen 'as-a-service' inkoopt van wanneer je zelf systemen aanschaft. Als je de systemen in eigendom neemt, sta je zelf aan de lat om de financiering rond te krijgen, bij 'as-a-service' doet de serviceprovider dat meestal.

Van belang is daarbij dat gedurende de projectontwikkeling de bronnen van financiering en bekostiging variëren. Zoals eerder geschetst, kent de ontwikkeling van slimme energieprojecten verschillende fasen. Grofweg gaat het om een initiatie-, voorbereidings-, realisatie en beheer- & monitoringsfase. Het verschilt per fase welke vorm van financiering en bekostiging beschikbaar en passend is. Onderstaande figuur geeft een grof beeld van welk type financiering en bekostiging in welke fase beschikbaar is.

Subsidies

Slimme energiesystemen zijn nog niet altijd rendabel. Met name in de vroege projectfasen van het project (initiatiefase) waarin partijen zich nog moeten organiseren en studies verrichten naar de mogelijkheden. Er zijn voor de vroege fase van een project soms onderzoeks- of haalbaarheidssubsidies aan te vragen. Zoals de DEI+ van het Rijk. Op de website van RVO staan de recente beschikbare Rijksregelingen ([link](#)). Daarnaast hebben sommige provincies en gemeenten subsidies en is het aan te raden hun website te bekijken.

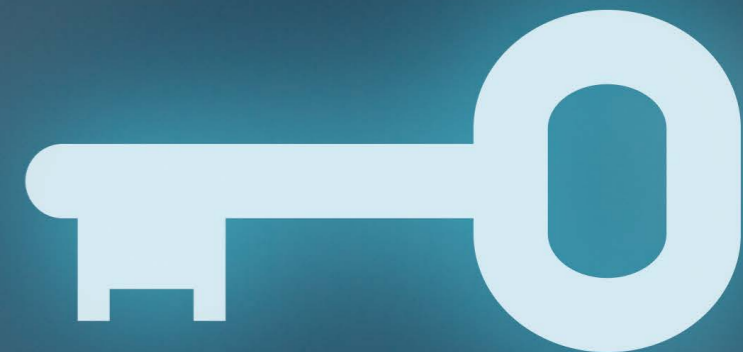
Eigen vermogen en vreemd vermogen

Eigen vermogen of vreemd vermogen (leningen) betreft geld dat wordt ingelegd, maar ook moet worden terugbetaald vanuit de businesscase. In de verschillende fasen van een project zijn verschillende financieringsvormen denkbaar. Het zal heel sterk per project en businesscase verschillen welke vorm passend is. Het verkrijgen van financiering kan, zeker bij een groter, risicovol project best een puzzel zijn. Het kan daarom verstandig zijn om hiervoor een financieel adviseur in te schakelen.

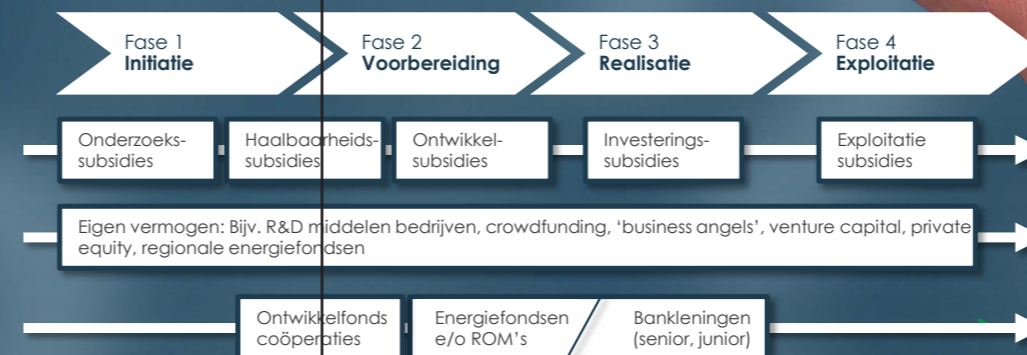
In de onderstaande figuur hebben we enkele termen benoemd van denkbare financieringsbronnen. Het gaat te ver voor deze handreiking om alle opties volledig te schetsen, al is het maar omdat slimme energieprojecten zo van elkaar kunnen verschillen. Hieronder geven we enkele aspecten mee om rekening mee te houden bij het ophalen van financiering.

- Financier je een project of een organisatie?** bij een projectfinanciering zal een financier kijken naar de businesscase van het project zelf, bij de financiering van een organisatie (balansfinanciering) is veel belangrijker wie de partij is die financiering aanvraagt: hoe stabiel is deze partij en wat is het businessplan van de partij? Zo zal een start-up bij heel andere eigen-vermogen-verstrekters (business angles, venture capital) uitkomen dan een energiecoöperatie (crowdfunding, regionale energiefondsen).
- Welk risicoprofiel past bij het project?** De verschillende vormen van financiering kennen een ander risicoprofiel. Zo heeft de verschaffer van eigen vermogen een groter risico op het niet terugkrijgen van zijn inleg dan een partij die een lening verstrekt. En ook binnen deze categorieën verschilt het risicoprofiel. Zo neemt het risicoprofiel af naar mate het project vordert, omdat steeds duidelijker wordt wat het project behelst, hoe de businesscase er uit ziet en of het ingelegde geld terugkomt. Tegenover deze risico's staan financieringskosten (rendement en rente). Voor eigen vermogen betaal je meer (rendement) dan voor een lening (rente).
- Zijn er specifieke fondsen die aansluiten bij de doelstelling van het project?** Specifiek voor energiecoöperaties is in de meeste regio's een ontwikkelfonds opgezet wat financiering verstrekt voor de voorbereidingsfase van zonneprojecten (waar slimme oplossingen onderdeel van kunnen zijn). Zie bijvoorbeeld de [website](#) van EnergieSamen voor meer informatie. Daarnaast kennen veel provincies, regio's en gemeenten energie- of duurzaamheidsfondsen.

Deze fondsen hebben veelal als doelstelling de energietransitie te versnellen. Ze financieren in principe marktconform, maar kunnen wel meer meedenken met initiatiefnemers en zijn bereid grotere risico's te nemen dan reguliere banken.



Bronnen van financiering en bekostiging



Nawoord

Het thema slimme energiesystemen is een veelomvattend thema. Met deze handreiking hebben we gepoogd om een basis te scheppen voor partijen die hiermee aan de slag willen. Over vrijwel alle onderwerpen (aanleidingen, het palet aan oplossingen, de organisatie, overwegingen, financiering, etc.) is nog veel meer te zeggen. Maar we hopen dat de handreiking voldoende handvatten biedt om zelf verder op zoek te gaan. Daarbij kunnen onderstaande links en documenten mogelijk nog van toegevoegde waarde zijn:

- Innovaties op gebied van slimme energiesystemen: de kennisbank van TKI Urban Energy - [link](#)
- Individuele slimme energieoplossingen: EnergieSamen (2021) - Een praktische handreiking over systeemintegratie - [link](#)
- Collectieve zelfconsumptie: Whitepaper collectieve zelfconsumptie (DNV, TNO, 2022) - Collectieve zelfconsumptie wil zeggen het zelf benutten van collectieve opgewekte energie, bijvoorbeeld in een appartementencomplex. De paper beschrijft het nut en de noodzaak naar deze optie - [link](#)
- Potentie van vraagsturing: The role of demand response in the power system of the Netherlands, 2030-2050 (TNO, 2022) - Het rapport beschrijft onder meer de maatschappelijke baten en effecten van vraagsturing - [link](#)
- Voorbeeldovereenkomsten Cable Pooling: Ontwikkeld door InvestNL, Ventolines en Energy Storage NL - [link](#)
- Handvatten voor (slimme) laadinfrastructuur: [link](#)
- De warmtetransitie: Nationaal Programma Lokale Warmtetransitie - [link](#)
- Meer informatie over handelsplatformen, specifiek flexibility platforms: Whitepaper flexibility platforms (USEF, 2018). Achtergrond en toelichting op verschillende type platforms voor de inzet van flexibele vraag - [link](#)
- En informatie over individuele platforms: Balanceringsmarkten (Tennet) - [link](#); EPEX - [link](#); ETPA - [link](#); Equigy - [link](#); GOPACS - [link](#)
- De nieuwe Energiewet: Memorie van toelichting Energiewet - versie RvS - [link](#)



Colofon

We danken de benaderde partijen voor hun waardevolle bijdrage aan dit rapport:

Begeleidingsgroep: Jasmijn Kleij en Maarten de Vries (TKI Urban Energy), Sabine Lengkeek en Nicole Kerkhof (RVO), Soe van Dijk en Clair Groosman (TSE Digitalisering).

Geïnterviewden en aanwezigen bij de workshop 'regie over slimme energiesystemen': Hans Roeland Poolman (LIFE project Amsterdam), Joep Poot (gemeente Leeuwarden), Stefan Olsthoom en Wouter Lensselink (gemeente Rotterdam), Erik Bruggink (Provincie Brabant), Geert Litjens (Spectral), Hans Schneider (Alliander), Lianne Dols (gemeente Amersfoort), Milos Bunda (Firan), Nicole Kerkhof (RVO), Peter Vos (Sterk op Stroom), Roelof Kooistra (Rebel), Sabine Lengkeek (RVO). Tevens bedanken wij de Club van Wageningen voor het organiseren van een workshop over publieke waarden.

Klankbordgroep: Erik Elshof (EZK, smartgrid innovatie), Adriaan van Eck (voorzitter stichting FAN, energieflex ontsluiten), Anne van der Molen (Stedin en gezamenlijke nbh flex), Ronald Dijkgraaf (gemeente Delft), Lianne Dols (gemeente Amersfoort, energieopslag en slimme netten), Marc Londo (NVDE, flex), Lennart Lalieu (NPRES, system en energiehubs), Thomas Dekker (Rabobank energietransitie), Sabine (RVO energie-innovatie), Jasmijn (TKI Urban energy)