EIGEN

MOOI-SIGOHE EIGEN

Blauwdruk voor het realiseren van Energy Hubs op bedrijventerreinen, gericht op het inpassen van grootschalige hernieuwbare energie

07 juni 2023

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave 2
2. Doel van dit document 4
3. Achtergrond 5
4. Afkortingen en gebruikte terminologie 7
4.1. Afkortingen 7
4.2. Definities 9
4.3. Rollen 11
5. Probleemstelling en uitgangspunten 13
5.1. Organisatorische aspecten 14
5.2. Juridische kanttekeningen 15
5.3. De (smart) Energy Hub als oplossingsrichting 17
5.3.1. Wat is een energy hub? 17
5.3.2. Kritische succesfactoren 18
6. De ontwikkeling en life cycle van een energy hub 20
6.1. Fase 1 – Verkennen 20
6.1.1. Initiatief tot de verkenning 20
6.1.2. Speelveld (belangrijkste stakeholders in deze fase) 21
6.1.3. Stappen, die in deze fase worden doorlopen 21
6.1.4. Waarde propositie 26
6.2. Fase 2 – Onderzoek en Ontwerp 27
6.2.1. Initiatief tot het onderzoek en het ontwerp 27
6.2.2. Speelveld (belangrijkste stakeholders in deze fase) 27
6.2.3. Stappen, die in deze fase worden doorlopen 28
6.3. Fase 3 – Realiseren 33
6.3.1. Initiatief tot de realisatie 33
6.3.2. Speelveld (belangrijkste stakeholders in deze fase) 33
6.3.3. Stappen, die in deze fase worden doorlopen 34
6.4. Fase 4 – Asset management en exploitatie 37
6.4.1. Inleiding 37
6.4.2. Speelveld (belangrijkste stakeholders in deze fase) 37

6.4.3. Stappen, die in deze fase worden doorlopen 38
6.4.4. Het energy hub platform en toegang tot de markt 40

2. Doel van dit document

Dit document beschrijft een integrale, innovatieve en schaalbare aanpak, benodigd om te komen tot de realisatie van energy hubs[1] op bedrijventerreinen, waarmee grootschalige hernieuwbare energie kan worden geïntegreerd in een energiesysteem binnen de context van een huidige elektrische energie infrastructuur, waar transportbeperkingen en netcongestie eerder regel dan uitzondering zijn en dat lokale aangesloten elektriciteitsmarkt toegang blijven behouden.

Het realiseren van een dergelijke energy hub kan niet zonder het doorlopen van een aantal ontwikkelfasen, waarbij verschillende partijen betrokken zullen zijn. Dit document geeft een beschrijving van de verschillende fasen en geeft ook kaders aan voor de benodigde tools (technisch en niet-technisch) in de betreffende fase.

[1] Zie ook 6.3 voor een nadere specificatie van de Energy Hub in deze context

3. Achtergrond

In het licht van landelijke, regionale en lokale klimaatdoelstellingen neemt de vraag naar duurzame energie toe. Echter, door groeiende opwek van hernieuwbare energie komt de capaciteit van het bestaande, centrale elektriciteitsnetwerk onder druk te staan. Ontwikkelaars van zon- en windprojecten krijgen regelmatig te maken met lange wachttijden en hoge aansluitkosten op het net. Hierbij bestaat het risico dat het elektriciteitsnet onvoldoende capaciteit heeft om het transport van hernieuwbaar opgewekte stroom te garanderen. Energiefluctuaties die ontstaan door een variërend aanbod aan hernieuwbare energie maken netbeheersing voor netbeheerders complex. De weersafhankelijke variabiliteit van zonne- en windenergie vraagt daarom om een energiesysteem dat kan omgaan met de fluctuerende energieproductie, zowel op korte termijn (uur, dag, week) als langere termijn (seizoenen).

Deze uitdaging vraagt om meer investeringen in het elektriciteitsnetwerk. Het uitbreiden van de netten lijkt een voor de hand liggende keuze, maar vergt technisch personeel dat momenteel erg schaars is. Ook kost de realisatie van een gemiddeld elektriciteitsstation 7 jaar en is netverzwaring in algemene zin een kostbare activiteit. Hierdoor zit er veel potentie in een combinatie van verzwaring met het slimmer benutten van bestaande en nieuwe energiesystemen of zelfs zonder verzwaring van de netinfrastructuur. Een slimmere benutting vraagt om een flexibel inzetbare capaciteit, zowel bij producenten als gebruikers. Flexibele inzet kan de balans van vraag en aanbod te allen tijde garanderen, en biedt netbeheerders zodoende een oplossing om hoge leveringszekerheid te kunnen blijven behouden. Naast flexibel inzetbare capaciteit, kan het energiesysteem ook slimmer benut worden door bijvoorbeeld lokale hernieuwbare opwek in grotere mate lokaal te gebruiken, en zodoende het transport van energie te minimaliseren en het centrale energiesysteem te ontlasten.

Een veelbelovende ontwikkeling is het inzetten van Energy Hubs. Energy Hubs verbinden de productie, de opslag en conversie en het gebruik van lokale duurzame energie, waarbinnen men een grotere mate van systeemefficiëntie probeert te bereiken en als zodanig de uitbreidingsbehoefte en/of energiebehoefte van lokale ondernemers beter toegankelijk maken tegen de laagst mogelijke maatschappelijke kosten. Bijvoorbeeld door het gebruik van het bovenliggende netvlak[2] te minimaliseren, binnen een afgebakend (geografisch) gebied energie uit te wisselen of door actief energie te sturen. Dat kan op lokale prikkels (fysieke capaciteit van netaansluiting) of externe prikkels (GOPACS, FCR, aFRR, mFRR). Daarbij zijn vaak de elektrische vermogensprofielen groter dan de fysieke capaciteit van de aansluiting.

Binnen Energy Hubs worden opwek, verbruik en het net lokaal optimaal[3] met elkaar afgestemd. Dit door slimme combinaties (fysieke infra benutten) te maken en slimme regelingen (slimme laag over de fysieke infra) toe te passen. Deze aanpak vermindert de druk op het net (zoals congestieproblematiek), en creëert nieuwe mogelijkheden om projecten met duurzame energie op te starten en uit te breiden en direct lokaal verbruik van duurzame energie te bevorderen (zoals lokale PPAs). Een Energy Hub kan ook de tijd en kosten verminderen voor de ontwikkeling, realisatie en

---

2 Het transportnet van TenneT is het hogere netvlak ten opzichte van de distributienetten van de (regionale) netbeheerders

3 Wat het optimum is hangt natuurlijk af van de wensen en behoeftes van lokale partijen/deelnemers aan het initiatief, de kosten en de mate waarmee waarde kan worden gecreëerd met flexibiliteit en bijvoorbeeld ook de haalbaarheid van het geheel in termen van systemen, beschikbaarheid en personele inzet

exploitatie van bijvoorbeeld zon- en windparken en een gegarandeerde lokale afname creëren, wat de efficiency en businesscase ten goede komt. Een belangrijke toepassing van Energy Hubs vinden we bij bedrijventerreinen. Immers, daar zijn legio mogelijkheden voor slimme verbindingen (d.m.v. sturing en coördinatie) en lokale PPAs tussen de verschillende bedrijven onderling, maar ook bijvoorbeeld voor koppelingen tussen bedrijventerreinen en omliggende woonkernen in een "smart city" doelgebied. In het bijzonder, bedrijventerreinen hebben een grote energievraag en kampen met een tekort aan afname mogelijkheden.

De ontwikkeling van Energy Hubs in het algemeen - en voor bedrijventerreinen in het bijzonder - staat in de kinderschoenen. Er zijn diverse technische pilots uitgevoerd en gaande maar een systematische aanpak die naast technische mogelijkheden juist ook gebaseerd is op de betrokken stakeholders en business eigenaren met gerelateerde organisatorische, financiële en regulatoire aspecten ontbreekt. Daardoor wordt duurzame energie afgeschakeld als er wordt opgewekt op de momenten dat er te weinig vraag is (curtailment), vestigen bedrijven zich niet meer op sommige locaties door het ontbreken van een beschikbaar netaansluiting, en kan onvoldoende duurzame energie worden geïmplementeerd.

Het projectdoel dat centraal staat binnen het EIGEN-project is het ontwikkelen en testen van een blauwdruk (systematisch uitgewerkt stappenplan met complementaire tools) voor de ontwikkeling en realisatie van Energy Hubs *ter bevordering van de lokale inpassing van grootschalig opgewekte hernieuwbare energie op bedrijventerreinen*. Een dergelijke blauwdruk is noodzakelijk, aangezien de congestie en netverzwaringsproblematiek inzake inpassingen grootschalige opwek steeds groter en urgenter wordt[4]. De ontwikkelde blauwdruk kent een generieke opzet en kan daarmee aangepast worden naar andere toepassingsdomeinen zoals publieke gebouwen, smart cities, energy communities.

N.B. Er worden momenteel ook prototypen voor slimme sturing ontwikkeld voor specifieke toepassingen op bedrijvenparken, zoals het combineren van PV-opwek met bi-directioneel laden op bedrijvenparken met een sterk logistiek karakter (MOOI Local Energy Hubs) en Net Optimalisatie voor grootschalige inpassing Zon- en Windstroom middels opslag en software (MOOI NO-GIZMOS). Daarnaast worden er subsidieaanvragen ingediend in de nieuwe MOOI SIGOHE rondes, waarin bijvoorbeeld het combineren van verschillende energiedragers meer centraal staat.

[4] De blauwdruk kan ook worden toegepast in niet-congestiegebieden

4. Afkortingen en gebruikte terminologie

4.1. Afkortingen

aFRR	Automatic Frequency Restoration Reserve, minimaal 1 MW gecontracteerd regelvermogen ter ondersteuning van het handhaven van de balans tussen vraag en aanbod op landelijk niveau. Hiertoe stuurt netbeheerder TenneT setpoints uit naar geselecteerde partijen die een bod hebben uitgebracht
AGR	Aggregator
ALEC	Aansturen Lokale Energy Community
ATO	Aansluit- en Transportovereenkomst
BRP	Balance Responsible Party (zie ook PV), een marktpartij of de door een marktpartij gekozen vertegenwoordiger die verantwoordelijk is voor haar onbalans
BSP	Balance Service Provider (aanbieder van balanceringsdiensten), een marktdeelnemer met reserve leverende eenheden of reserve leverende groepen die balanceringsdiensten kan aanbieden aan TSO's
BV	Besloten vennootschap
CV	Commanditaire vennootschap
EAN	Europees Artikel Nummer, de unieke code waarmee netbeheerders en leveranciers elke gas- en elektriciteitsaansluiting kunnen identificeren. Voor de energiemarkt is dit een uniek getal van 18 cijfers, dat de netbeheerder aan een aansluiting toekent.
EPS	Energie Potentieelscan
ERM	Energie Rekenmodel
ESCo	Energy Service Company
ESDL	Energy System Description Language
ESSIM	Energy System Simulator
FCR	Frequency Containment Reserve (de primaire reactie vanuit het energiesysteem om te reageren op frequentieschommelingen als vervolg van onbalans tussen vraag en aanbod)
GIS	Geografisch Informatie Systeem
GCP	Grid Control Platform

ISP	Imbalance Settlement Period, De tijdseenheid waarover de onbalans van BRP's wordt berekend. De ISP is vastgesteld op 15 minuten
LCOE	Levelized Cost of Energy (som van de totale productiekosten, gedeeld door de hoeveelheid geproduceerde elektrische energie gedurende de tijd dat het productiemiddel in bedrijf is tot het wordt ontmanteld)
LDN	Leveren Door Netbeheer
MLOEA	Meerdere Leveranciers op één aansluiting
mFRR	Manual Frequency Restoration Reserve (minimaal 20 MW gecontracteerd noodvermogen, wat binnen 15 minuten kan opregelen of binnen 10 minuten kan afregelen ter ondersteuning van het handhaven van de balans tussen vraag en aanbod op landelijk niveau)
NCW	Netto Contante Waarde
ODN	Ontvangen Door Netbeheer
PAP	Primaire Allocatiepunt
PPA	Power Purchase Agreement (stroom inkoop contract)
PTE	Oude naam voor ISP
PV	Programma verantwoordelijke (zie ook BRP)
ROM	Regionale Ontwikkelingsmaatschappij
SAP	Secundaire Allocatiepunt
SLA	Service Level Agreement
TLCC	Total Life Cycle Cost, een methode die de totale kosten van een bedrijfsmiddel (asset) evalueert gedurende zijn totale technische levensduur, inclusief initiële investeringskosten (CAPEX), kosten voor beheer& onderhoud, exploitatiekosten en amoveringskosten aan het eind van zijn leven
ToU	Time of Use
UM	Uitbestedingsmodel
VAP	Virtueel aansluitpunt
Vof	Vennootschap onder firma

4.2. Definities

Ancillary services	EU Directive 2009/72/EC definieert deze als diensten die noodzakelijk zijn voor de bedrijfsvoering van een transport- of distributienet. Hieronder vallen gecontracteerde diensten voor: - Balancering (FCR, mFRR en aFRR) - Blindvermogen - Redispatch (congestiemanagement) - Black start faciliteiten - Compensatie van netverliezen
Cable pooling	Bij cable pooling wordt op één aansluiting zowel zon als wind opwek gecombineerd op een kabel. Op piekmomenten is een mate van curtailment nodig, maar de verloren energie is beperkt. Het rendement op een aansluiting kan hiermee worden verhoogd naar 39%, er zijn minder aansluitingen nodig en er kan meer opwek vermogen geplaatst worden op het net
Congestiemanagement (GOPACS)	Door middel van prijsmechanismen en marktwerking kan de vraag en het aanbod van energie gestuurd worden. Het platform stelt landelijke en regionale netbeheerders in staat om congestiemanagement in Nederland centraal op elkaar af te stemmen
Curtailment	Bij curtailment (ook 'peakshaving' of 'aftoppen' genoemd) gaat de zonne-energie-installatie tijdelijk uit als de productie boven een ingesteld maximum komt. Zo wordt het net ontlast. Als congestie dreigt, stuurt de netbeheerder een signaal naar het DER-kastje bij de opwekinstallatie. Deze stuurt de omvormer aan, die de capaciteit van de zon- of windaansluiting tijdelijk beperkt. Door per opwekker enkele procenten van de jaarlijkse energieproductie op te offeren, kan tot 30% meer opwekvermogen worden aangesloten in het distributienet

Netcongestie	Er is sprake van netcongestie als de vraag naar transport van elektriciteit (bij ofwel de aanbieder, ofwel bij de afnemer, of bij allebei) groter is dan de transportcapaciteit van het net. Dat houdt in dat de maximale hoeveelheid elektriciteit die per kwartier verplaatst kan worden over het net, al bereikt is. Artikel 2, vierde lid, van de Elektriciteitsverordening definieert 'congestie' als volgt: *"een situatie waarin niet aan alle verzoeken van marktdeelnemers betreffende handel tussen netgebieden kan worden voldaan, aangezien de fysieke stromen op de netelementen die niet in deze stromen kunnen voorzien daardoor in aanzienlijke mate zouden worden getroffen."* Uit de definitie volgt dat congestie ontstaat wanneer het elektriciteitsnet niet erin kan voorzien om aan alle verzoeken van marktdeelnemers te voldoen. *De verzoeken van marktdeelnemers zijn in de praktijk prognosegegevens die door aangeslotenen bij de netbeheerders worden ingediend na sluiting van de day-ahead markt ('s middags op de dag voor levering).* Congestie kan daarom pas definitief worden vastgesteld na dit moment, aangezien de netbeheerder pas dan de netveiligheidsanalyse kan uitvoeren op basis van de daadwerkelijke markttransacties. Dit neemt niet weg dat de netbeheerder reeds op een eerder moment congestie in een deel van het elektriciteitsnet kan voorspellen, bijvoorbeeld op basis van weersvoorspellingen voor opwekkers van zon- en windenergie, gepland onderhoud en andere variabelen.
Non-Firm ATO	Een situatie waarin producenten een aansluitovereenkomst hebben aanvaard waarin de vaste levering van energie niet is gewaarborgd. Dit is momenteel niet toegestaan op grond van artikel 7.1, tweede lid van de vigerende netcode (*"De aangeslotene heeft recht op transport van elektriciteit door heel Nederland tot een hoeveelheid ter grootte van het op de aansluiting gecontracteerde en beschikbaar gestelde vermogen."*)

4.3. Rollen

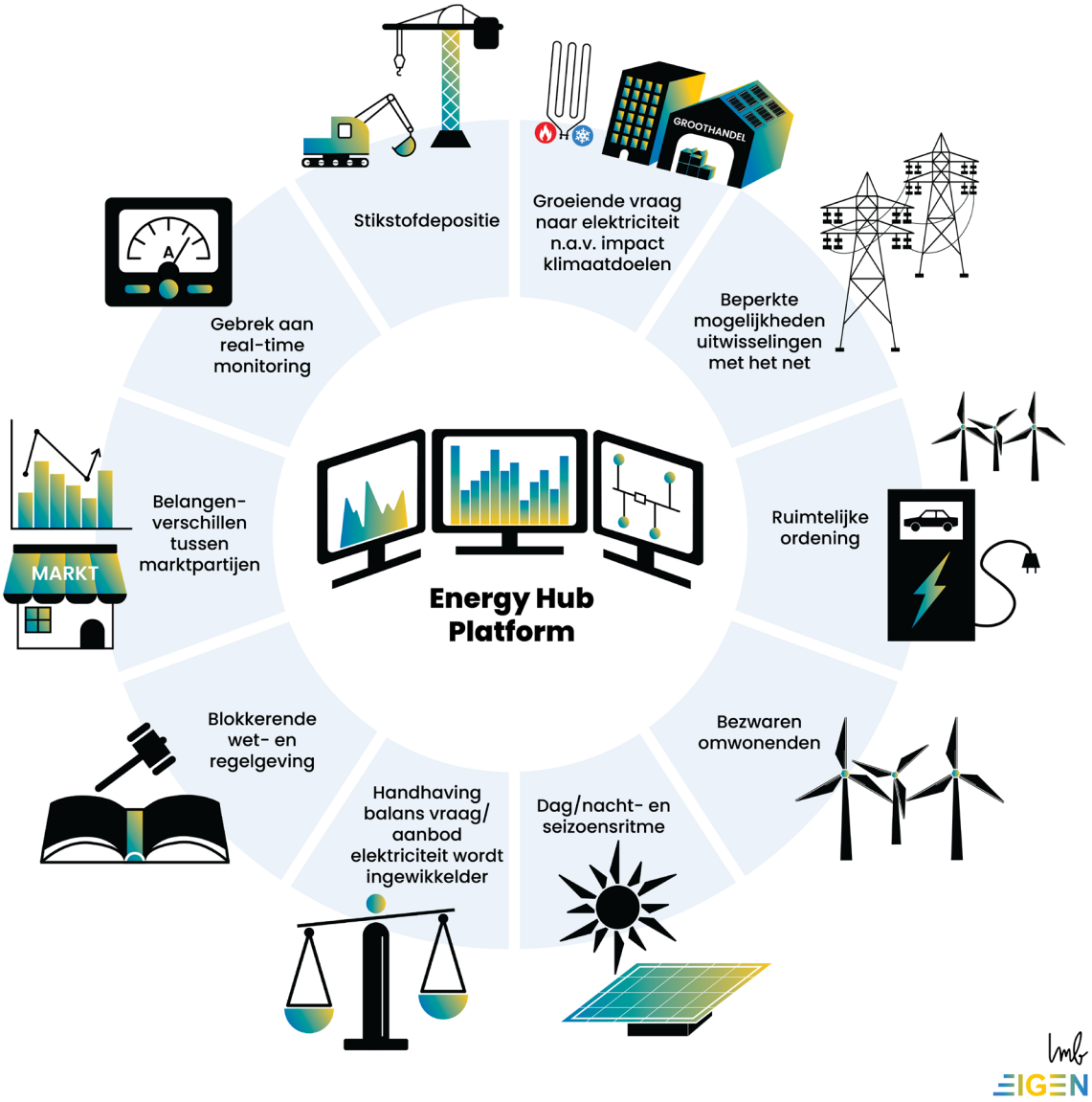
Afgeleid van het Europese Harmonised Electricity Market Role Model[5] en het Universal Smart Energy Framework[6], kunnen de volgende rollen in een Energy Hub worden onderscheiden:

Actieve klant	De rol van een Actieve Klant (ook wel: Prosumer) is het verbruiken, opwekken of opslaan van elektrische energie binnen de eigen locatie.
Aggregator	De rol van een Aggregator is om beschikbare flexibiliteit van Actieve Klanten met hun flexibele assets te aggregeren en deze in de markt te zetten (via de PV/BRP, de netbeheerder of TenneT). De Aggregator streeft naar een maximale waarde van die opgetelde flexibiliteit door deze in te zetten voor de partij die er de meeste behoefte aan heeft. De Aggregator moet de onzekerheden van niet kunnen leveren door een Actieve Klant compenseren, zodat de gecontracteerde geaccumuleerde flexibiliteit kan worden gegarandeerd. Dit voorkomt dat individuele Actieve Klanten voor dat risico opdraaien. De Aggregator draagt ook zorg voor de facturering/vergoeding richting Actieve Klanten. De Aggregator en zijn Actieve Klanten moeten het eens worden over de commerciële contractuele voorwaarden voor wat betreft inkoop en besturing over flexibiliteit.
Energie leverancier	Een energie leverancier levert elektriciteit aan of neemt elektriciteit af van een entiteit, die verbonden is met het elektriciteitsnet via een meetpunt. ***Aanvullende informatie:*** Een meetpunt met een eigen EAN-code. Daar zijn er drie van: PAP, SAP en VAP. Zodra je MLOEA toepast, krijg je in elk geval één PAP (je primaire allocatiepunt, ofwel je eerste meetpunt voor leverancier 1) en één SAP (je secundaire allocatiepunt, ofwel je extra meetpunt voor leverancier 2). Voor elke extra leverancier die je contracteert, krijg je een extra SAP. Eén PAP met meerdere SAPS is dus mogelijk. Dan is er voor de volledigheid ook nog een VAP: een virtueel aansluitpunt. Via de EAN-code van de VAP communiceren de meetverantwoordelijke en de netbeheerder met elkaar.

5 https://mwgstorage1.blob.core.windows.net/public/Ebix/Harmonised_Role_Model_2022-01.pdf
6 https://www.usef.energy/app/uploads/2021/05/USEF-The-Framework-Explained-update-2021.pdf

ESCo	Een Energy Service Company levert ondersteunende, energie gerelateerde diensten aan Actieve Klanten. Deze diensten omvatten: • Het bieden van inzicht in verbruik en opwek • Het optimaliseren van energiestromen • Conditie monitoring en onderhoud van flexibele assets Als een leverancier of netbeheerder gebruik maakt van impliciete, gedistribueerde flexibiliteit (bijvoorbeeld) door gebruik te maken van Time of Use of kWmax tarieven, dan kan de ESCo gebruik maken van deze prikkels bij het optimaliseren van de energiestromen. De ESCo heeft geen formele verantwoordelijkheden in het elektriciteitssysteem en wordt niet gezien als een actieve handelspartij.
Netbeheerder	De netbeheerders hebben twee hoofdtaken: zij beheren de fysieke netinfrastructuur en zij faciliteren het functioneren van de markt. De netbeheerders hebben een wettelijke taak om gezamenlijk codevoorstellen te doen. Netbeheer Nederland coördineert dit proces.
Trader	Een Trader koopt energie van marktpartijen en verkoopt deze weer door aan andere marktpartijen op de groothandelsmarkt, hetzij rechtstreeks op bilaterale basis of via de D-1 en Intraday markten (via de beurs)

5. Probleemstelling en uitgangspunten



Figuur 1 - Maatschappelijke, organisatorische, juridische en technische issues rond bedrijventerreinen

5.1. Organisatorische aspecten

De tijd van centrale planning voor grootschalig productievermogen (de grote centrales) ligt ver achter ons[7]. In een tijd van (versnelde) energietransitie naar meer opwek uit hernieuwbare bronnen, die tegelijkertijd minder in staat zijn om vraag gestuurd te leveren en terwijl de mogelijkheden om gebruik te maken van het transportnet beperkt zijn, kunnen we het inpassen van nieuwe (grootschalige) opwek meestal niet langer voor elkaar krijgen vanuit de benadering van een partij die een aansluiting wil op het net[8].

Dit vraagt om een aanpak, waarin meerdere stakeholders betrokken dienen te worden. Op bedrijventerreinen, waar de wens is om elektriciteit uit hernieuwbare bronnen op te wekken met voldoende grootschaligheid, is daarom een sterke regie noodzakelijk om te komen tot de benodigde aanpassingen en investeringen als randvoorwaarde. In dit document gaan we als starthypothese uit van de oprichting van een juridische entiteit (een zogenaamd "ontwikkelbedrijf" in de beginfase, welke over kan gaan in een realisatiebedrijf en/of een lokaal energiebedrijf), die deze rol gaat vervullen. Onderzoek moet uitwijzen welke alternatieve routes leiden tot hetzelfde of een beter resultaat.

De volgende veronderstellingen (te toetsen middels onderzoek) liggen hieraan ten grondslag:

- Bedrijven zijn niet gewend om zich bezig te houden met de elektriciteitsvoorziening. Er heerst nog op veel plekken de gedachte dat deze in Nederland betrouwbaar is en niet duur
- Bedrijven houden er al helemaal niet van om werk te maken van de elektriciteitsvoorziening als dat samen met anderen moet (onzekerheden ten aanzien van eigen bedrijf, invloed op prijsvorming en de markt waarop men werkzaam is zijn veelal al zo groot dat ze daar de handen vol aan hebben). Het is een stuk complexer als je samen moet werken - dus kost het meer tijd/energie/geld, dit terwijl er genoeg andere dingen ook moeten die meer in lijn met de core business liggen (waar vaak de focus op ligt)
- Momenten dat er wel interesse is doen zich voor als er toch om andere redenen geïnvesteerd moet worden (vervangings- en uitbreidingsinvesteringen)
- Veel bedrijven willen niet afhankelijk zijn van andere lokale bedrijven voor hun bedrijfsvoering voor zaken die niet direct bijdragen aan hun primaire productieproces (elk bedrijf heeft uiteraard zijn eigen toeleveranciers of levert (half)fabricaten aan andere bedrijven)
- Projectontwikkelaars en grondbedrijven zijn vaak niet geïnteresseerd in maatoplossingen voor elektriciteit, zij willen het betreffende perceel kunnen verkopen met infrastructurele voorzieningen
- Gebrek aan regie kan leiden tot suboptimale oplossingen (ieder voor zich)

Het introduceren van een project van grootschalige inpassing nieuwe energie is, gezien bovenstaande punten, geen sinecure. Nu is het natuurlijk wel zo dat de wereld behoorlijk aan het veranderen is: overbelasting van het net waardoor op bepaalde plekken de stroomvoorziening niet kan worden gegarandeerd, klimaatakkoord en de bijbehorende energietransitie en de energiecrisis als gevolg van

---

7 In de politiek wordt wel weer gedebatteerd over het bouwen van nieuwe kerncentrales, maar voor die zijn gebouwd, zijn we vele jaren verder. Er worden wel hele grote windparken gerealiseerd op zee, maar die zijn met name bedoeld voor energielevering aan de hele grote industrieën, de (grootschalige) productie van waterstof gas en als backbone voor de energievoorziening.

8 Uitzonderingen daargelaten: als (nieuwe) producenten bereid zijn om ook te investeren in lokale opslag en/of conversie dan is er meer mogelijk. Maar vooralsnog is dat een moeilijke businesscase.

de oorlog in Oekraïne, waardoor er sprake is van een groeiende vraag naar elektrische energie (onder andere ook door het minder afhankelijk willen zijn van duur aardgas en de stijgende brandstofprijzen).

Aangezien het verschil in interesse bij bedrijven groot is, is het verstandig om hier op tijd rekening mee te houden. Bij een initiatief op een bedrijventerrein[9] (van binnen of buiten ingezet) kan het verstandig zijn[10], na alle bedrijven geïnformeerd te hebben en iedereen een kans te hebben gegeven, aan de gang te gaan vanuit een (voorloper van een) ontwikkelbedrijf[11] met een cluster van bedrijven of clusters van bedrijven die tezamen iets voor elkaar willen en/of kunnen betekenen. Deze clusters kunnen een proces op gang brengen waarop later andere bedrijven direct of indirect kunnen aanhaken. Hierbij is het van belang om in een vroegtijdig stadium de gewenste governance met elkaar af te spreken. Dit leidt tot de volgende onderzoeksvragen:

1. Welke stakeholders kunnen wij onderscheiden in de verschillende projectfasen van initiatieffase tot exploitatiefase als het gaat om het inpassen van grootschalige opwek van elektrische energie uit hernieuwbare bronnen op bedrijventerreinen?
2. Welke transacties zouden kunnen plaatsvinden tussen een ontwikkelbedrijf en alle stakeholders in de onderzoek- en ontwerpfase, de realisatiefase en de exploitatiefase?
3. Welke waarde kan er worden gecreëerd door intensiever samen te werken?
4. Welke "pijn" kan worden weggenomen door intensiever samen te werken?
5. Wat is het financiële kader van de stakeholders, m.a.w. welk aandeel hebben de energiekosten op hun eigen bedrijfsvoering?
6. Welke doelstellingen hebben de stakeholders t.a.v. energie (bijv. betrouwbaarheid, voorspelbaarheid, duurzaam, kosten)?
7. Hoe ziet een optimale governance structuur eruit voor een dergelijk bedrijf in de achtereenvolgende fasen?

5.2. Juridische kanttekeningen

Met de elektriciteitswet van 1998 en daaruit voortvloeiende lagere regelgeving, zoals Codes (met name de Netcode Elektriciteit en Tarievencode Elektriciteit) en Algemene Maatregelen van Bestuur, alsmede de verschillende stappen die daarna (inter)nationaal zijn gezet in het liberaliseren van de elektriciteitsmarkt zijn niet alleen de handel en het netbeheer uit elkaar getrokken (om een natuurlijk monopolie te voorkomen), maar zijn er ook twee werkelijkheden gecreëerd: de ***economische werkelijkheid*** van de handel in elektriciteit, die uitgaat van het matchen van vraag en aanbod via een net zonder beperkingen (de zogenoemde "koperen plaat") en de ***fysieke werkelijkheid***, de wereld waarin de wetten van Kirchhoff[12] van toepassing zijn.

---

9 Zie ook: **Stap 1a**

10 Wat de beste aanpak is om bedrijven mee te krijgen is onderwerp van onderzoek in het kader van dit project

11 Ontwikkelbedrijf moet hier worden gelezen als een gelegenheidsconsortium, juridische entiteit of ander samenwerkingsverband (bijvoorbeeld op basis van getekende Letters of Intent)

12 De wetten van Kirchhoff (vernoemd naar de Duitse natuurkundige Gustav Kirchhoff) gelden voor elektrische stroomnetwerken, maar de eerste wet geldt ook voor alle netwerken waarin materie of energie wordt getransporteerd. Deze eerste wet stelt dat in elk knooppunt in een transportnetwerk zonder opslag, de som van de stromen die in dat punt samenkomen minus de som van de stromen die vanuit dat punt vertrekken,

Het kader uit de Elektriciteitswet kent ook een sterk Europees karakter vanwege harmonisatieverplichtingen vanuit de Europese Unie (EU). Hierbij is voor de Elektriciteitswet met name Richtlijn 2009/72/EC (derde Elektriciteitsrichtlijn) maatgevend. In 2016 echter heeft de EU besloten het raamwerk voor EU energiebeleid te herzien om een snellere en eerlijkere energietransitie te borgen. Dit besluit resulteerde in het Clean Energy Package (CEP), waarbij in 2019 een nieuwe Elektriciteitsrichtlijn (Richtlijn (EU)2019/944) en Elektriciteitsverordening (Verordening (EU) 2019/943) zijn aangenomen. De Richtlijn dient te worden geïmplementeerd in Nederlandse wetgeving, Verordeningen zijn direct bindend. Vanuit het CEP wordt een groot aantal wijzigingen voorgesteld ten opzichte van het 'oude' kader. Het kader biedt onder andere nieuwe regels omtrent de bescherming van afnemers van elektriciteit, meer rechten voor consumenten om 'actief' te worden in de elektriciteitsmarkt, de inzet van flexibiliteit, de opslag van elektriciteit en congestiemanagement.

De huidige marktordening en bijbehorende wet- en regelgeving heeft ook geleid tot een aantal knelpunten[13]:

- **Onduidelijkheid over de herverdeling van systeemkosten door de handel in flexibiliteit tot de gesocialiseerde kostenverdeling, m.n. voor kleinverbruikers**
  Verkopers van flexibiliteit kunnen een vergoeding krijgen die via de netbeheerders wordt betaald door m.n. niet flexibele gebruikers. Bij congestie is onduidelijk hoe de selectie van aanbieders en de prijs van flexibiliteit tot stand komt
- **Onduidelijkheid over de rol van m.n. de regionale netbeheerder**
  Zijn taak is het onderhouden van de netten, maar de netbeheerder kan ook flexibiliteit faciliteren. Hij kan weliswaar experimentele of tijdelijke taken krijgen, maar het lange termijnperspectief is onduidelijk
- **De meeste aansluitingen zijn gebaseerd op vaste aansluitwaarden en capaciteiten**
  Deze waarden zijn gebaseerd op piekwaarden en bieden weinig prikkels om flexibiliteit te bieden. Dit kan congestiemanagement, maar ook andere flexibiliteitstoepassingen belemmeren
- **Het huidige congestiemanagement is gericht op tijdelijkheid**
  Terugverdientijden voor flexibiliteitsinvesteringen zijn daardoor onzeker. Een duidelijk afwegingskader zou helpen: wanneer, waarvoor en hoe wordt flexibiliteit gebruikt bij congestie en welke andere afwegingen spelen een rol? Implementatie van het afwegingskader 'verzwaren, tenzij' in de wet en regelgeving geeft hierover duidelijkheid
- **Onduidelijk kader over variabele tarieven voor transport**
  Flexibele transporttarieven zijn m.n. interessant met het oog op lokale prikkels om bijvoorbeeld congestie te voorkomen of te verhelpen. De wenselijkheid van deze prikkels wordt ter discussie gesteld, gezien ze ongewenste regionale verschillen kunnen veroorzaken
- **Meeteisen en datakwaliteit**
  Het voornaamste knelpunt is dat de P4 data vaak onvolledige en onjuiste data betreft, in het kort missende P4 data. De oorzaak hiervan ligt vaak aan slechte telecomverbinding met meters, bijvoorbeeld wanneer een comptabele meting op een plaats staat waar het signaal niet door het beton heen komt.

---

gelijk aan nul is. De tweede wet stelt dat de som van de elektrische potentiaalverschillen (rekening houdend met de richting) in elke gesloten lus in een netwerk gelijk is aan nul. Deze wetten worden onder andere toegepast bij het berekenen van stromen en spanningen in een elektriciteitsnet

13 Rapport Royal Haskoning DHV, April 2021 in opdracht van TKI Urban Energy, Topsector Energy

- **Tariefstructuur**
  Voor zowel klein- als grootverbruikers zijn de huidige tarieven er niet op ingesteld om met een flexibele transportcapaciteit te werken: het capaciteitstarief biedt überhaupt geen ruimte voor afrekening op basis van een fluctuerende transportcapaciteit en de componenten kW_{max} en $kW_{gecontracteerd}$ op basis van de piek worden vastgesteld, waarbij $kW_{gecontracteerd}$ in beginsel pas na een jaar weer naar beneden kan worden bijgesteld (art. 3.7.4 en 3.7.6 3.7.7 Tarievencode Elektriciteit). Op termijn dreigt er scheefgroei te ontstaan in de toebedeling van de netkosten. Enerzijds doordat het tarief geen ruimte biedt voor 'slim' netgebruik, geen prikkels kan bevatten om het netwerk efficiënt te gebruiken (bijvoorbeeld door 'slim laden'). Anderzijds doordat iedereen hetzelfde wordt afgerekend, ongeacht het gebruik.
- **Energiebelasting en saldering**
  Er zit een dubbele energiebelasting op de opslag met een eigen aansluiting; je betaalt zowel voor het invoeden van elektriciteit in een opslageenheid en het afnemen van dezelfde elektriciteit in het net. Deze dubbele energiebelasting werkt kostenverhogend en daarmee belemmerend voor de opschaling van opslag en vehicle to grid oplossingen. Er wordt momenteel een oplossing gezocht voor het grootverbruik, maar niet voor kleinverbruik.

5.3. De (smart) Energy Hub als oplossingsrichting

Door vraag- en aanbod meer lokaal op elkaar af te stemmen in plaats van puur op prijs te matchen, onafhankelijk van waar de vraag en aanbod zitten, kan de impact van stroomtransporten op het transport en distributienet worden beperkt en kan er dus meer opwek van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen worden ingepast. Een middel om dat te bereiken is een (smart) Energy Hub.

5.3.1. Wat is een energy hub?

Een energy hub is een ***organisatie***, waarin lokale stakeholders samenwerken om energie gerelateerde diensten te leveren aan bedrijven op een bedrijventerrein en eventuele belanghebbenden in de periferie van het bedrijventerrein en daarbij leveringszekerheid en een zo laag mogelijke LCOE te realiseren. Zo'n organisatie onderscheidt zich van een energie coöperatie, waarin de leden gezamenlijk bijvoorbeeld een windmolen of een zonnepark exploiteren.

Het belangrijkste verschil met zo'n bovenstaande energie coöperatie is dat een energy hub functioneert als een (virtueel) lokaal energiesysteem, waarin lokaal (duurzaam) opgewekte elektriciteit, warmte, koude en biogassen zoveel mogelijk ook lokaal worden benut, via een slim balancering systeem afgestemd op de vraag. Discrepanties tussen vraag en aanbod worden opgevangen via opslag- en flex/conversiesystemen en via uitwisselingen met gereguleerde netten ***binnen de randvoorwaarde van kwaliteit van levering[14] en beschikbaarheid van infrastructuur***.

Door in te zetten op het voorspellen van vraag en aanbod voorafgaande aan de daadwerkelijke levering, kan vooraf elektrisch vermogen worden gereserveerd, die kan worden ingezet op markten (zoals peer-to-peer, lokale markten, EPEX Day Ahead en Intraday en ENDEX) en markten voor ondersteunende diensten, zoals de onbalansmarkt, congestiemanagement (GOPACS) en balansondersteuning (FCR en aFRR).

[14] Voor elektriciteit gaat het hier om Power Quality, voor warmte en koude om de juiste temperatuur, voor (bio) gassen om zuiverheid

Door de bestaande elektrische infrastructuur beter te benutten en minder uit te wisselen met het distributienet, ontstaat meer financiële ruimte voor besparingspotentieel en meer ruimte voor het aansluiten van bestaande en nieuwe bedrijven op het net. Ook kunnen er op deze wijze collectieve voorzieningen worden gecreëerd, zoals collectieve laadpleinen.

Exploitatie en asset management van deze assets en de besturing, maar ook bijvoorbeeld van PV-installaties op daken en gevels en een laadplein zouden door een energy hub kunnen worden geëxploiteerd en in bedrijf gehouden.

Hoe zo'n energy hub eruit ziet voor een specifiek bedrijventerrein is afhankelijk van meerdere factoren, feitelijk zouden daar archetypen voor kunnen worden ontwikkeld. Factoren hierin zijn de lokale omstandigheden (welke "natuurlijke" bronnen zijn er, welke behoefte is er bij de bedrijven en vanuit de omgeving, welke knelpunten worden er ervaren en welke ambitie is er?). Ook speelt de reeds aanwezige organisatiegraad een rol.

5.3.2. Kritische succesfactoren

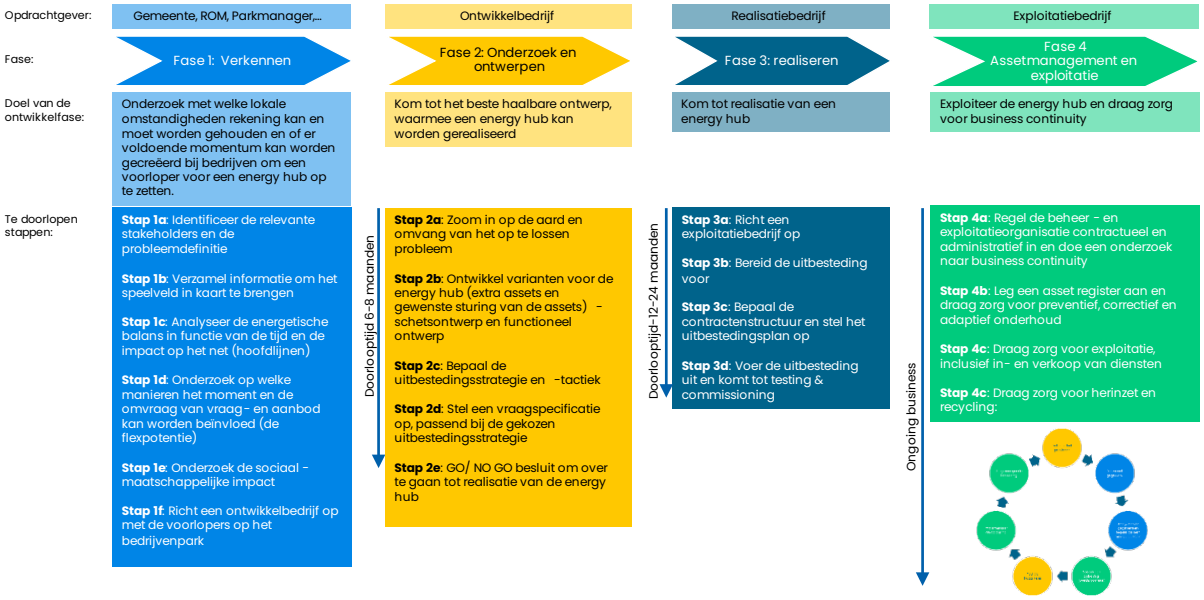
Om te komen tot een succesvolle inpassing van grootschalige opwek van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen en de bijbehorende smart Energy Hub kunnen de volgende kritische succesfactoren worden onderscheiden:

- **Timing en momentum**
  Zonder gevoel van urgentie en "natuurlijke" momenten is de investeringsbereidheid van lokale stakeholders laag
- **Geldige businesscase**
  Het moet voor de betrokken partijen voldoende interessant zijn en er moeten voldoende financiële prikkels zijn om mee te doen, met andere woorden: er ontstaat meerwaarde en continuïteit is gewaarborgd
- **Flexibiliteit van de oplossing**
  Nieuwe partijen moeten eenvoudig in kunnen stappen, bestaande partijen moeten relatief eenvoudig[15] kunnen uitstappen, bedrijven zijn onderling minimaal afhankelijk van elkaar
- **Robuustheid van de oplossing**
  De Energy Hub moet kunnen blijven functioneren als één of een aantal bedrijven het park vaarwel zeggen (leveringszekerheid)
- **Toekomst vast**
  Er moet sprake zijn van een goed investeringsklimaat, onzekerheid moet voor investeerders tot een minimum worden beperkt
- **Eenvoud**
  Contracten (SLA's) zijn bij voorkeur overzichtelijk en transparant, geen ingewikkelde juridische of financiële constructies. De techniek is ingewikkeld, maar kan voor de bedrijven grotendeels "onder de motorkap" blijven
- **(Technisch) haalbaar**
  Er moet een (bewezen) technische oplossing voorhanden zijn
- **Standaardisatie**
  Standaard oplossingen en (internationale) standaarden vergroten de interoperabiliteit en

[15] Uitstappen moet niet té eenvoudig zijn in verband met investeringen die zijn gedaan, maar het moet niet dusdanig complex zijn dat partijen niet mee gaan doen vanwege de risico's

implementatiesnelheid, en verkleinen tegelijkertijd de afhankelijkheid van specifieke leveranciers en de instandhoudingskosten en daarmee de investeringsrisico's.

6. De ontwikkeling en life cycle van een energy hub



Figuur 2 - Samenvatting van de stappen in de ontwikkeling en life cycle van een energy hub

6.1. Fase 1 – Verkennen

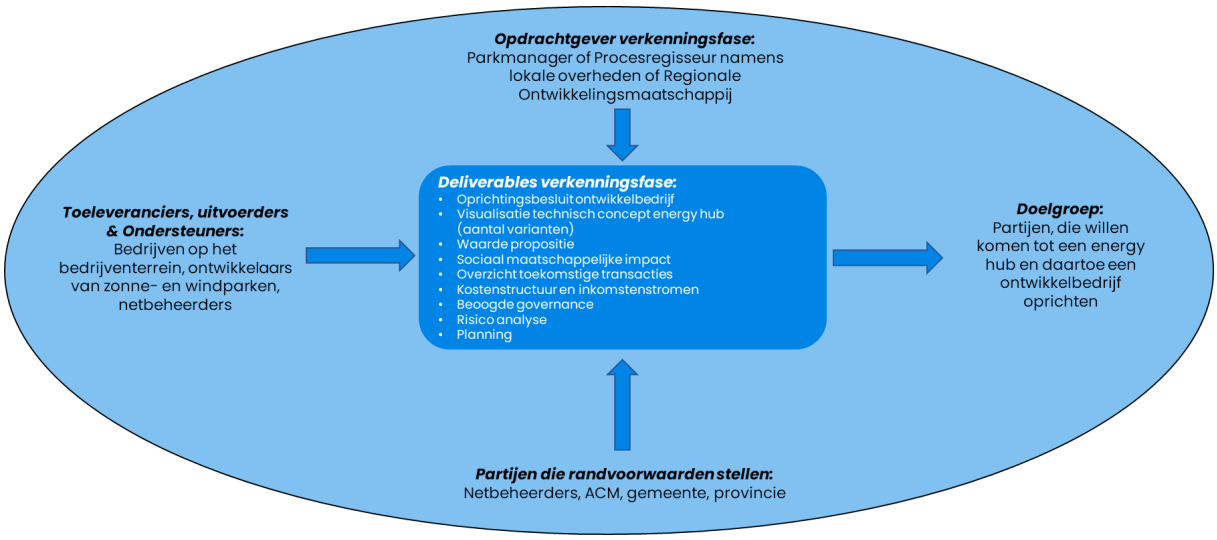
Het doel van deze fase is het onderzoeken met welke lokale omstandigheden rekening kan en moet worden gehouden en of er voldoende momentum kan worden gecreëerd bij bedrijven om een voorloper voor een energy hub op te zetten.

Dat betekent de situatie op hoofdlijnen in kaart brengen en visualiseren (GIS tools), inventariseren welke waarde kan worden gecreëerd en welke pijn kan worden weggenomen. Ook wordt er gekeken welke ambitie er is en welke investeringsbereidheid er is. Een beslisdocument ondersteunt de besluitvorming bij de bedrijven om te komen tot het daadwerkelijk oprichten van een ontwikkelbedrijf met de ondernemers die geloven in het bestaansrecht van een Energy Hub. Hiermee worden ze probleemeigenaren. Het ontwikkelbedrijf fungeert als voorloper voor het exploitatiebedrijf (de energy hub).

6.1.1. Initiatief tot de verkenning

Het initiatief (en financiering) van deze eerste fase komt vaak van gemeente, provincie of Regionale Ontwikkelingsmaatschappij (stimuleringsfondsen om de energietransitie te versnellen), al dan niet in combinatie met een ontwikkelaar van grootschalige opwek, om de haalbaarheid van een ontwikkeling op een bedrijventerrein te onderzoeken. Soms is het een bedrijvenvereniging of parkmanager die het initiatief neemt. In deze fase is er ook vaak een (externe) regisseur betrokken, die namens bovenstaande publieke organisaties veel contact onderhoudt met de bedrijven op het terrein.

6.1.2. Speelveld (belangrijkste stakeholders in deze fase)



Figuur 3 – Externe stakeholders in de verkenningsfase

Figuur 3 geeft een overzicht van verschillende stakeholders in de eerste ontwikkelfase bij de totstandkoming van een energy hub op een bedrijvenpark. In de ring staan de partijen die een rol spelen bij de verkenning:

- partijen die het initiatief nemen tot een opdracht tot de verkenning (de "opdrachtgever")
- partijen die een (indirect) belang hebben naast de opdrachtgever (de "doelgroep") en die in die hoedanigheid kunnen aangeven welke informatie zij nodig hebben (en op welke wijze gevisualiseerd) om te besluiten of zij willen aanhaken of niet
- partijen die informatie aanleveren ("de toeleveranciers, uitvoerders en ondersteuners")
- partijen die randvoorwaarden stellen aan de oplossing of het probleem

In het midden staan de deliverables van de verkenningsfase genoemd

6.1.3. Stappen, die in deze fase worden doorlopen

Stap 1a. Identificeer de relevante stakeholders en de probleemdefinitie en bied comfort en vertrouwen richting de bedrijven

De reeds aanwezige of aan te stellen (proces)regisseur achterhaalt de ambities en knelpunten omtrent de verduurzaming, elektriciteitsaansluitingen en E-mobiliteit vanuit de bedrijven, de doelstellingen, ambities en wensen vanuit de (regionale) overheid en de knelpunten en uitbreidingsplannen van de netbeheerder en legt dit vast.

Een CRM[16]-achtige omgeving kan helpen om contactgegevens en bijzonderheden in kaart te brengen, maar dat kan natuurlijk ook via MS OneNote of een vergelijkbare tool. Daarnaast kan een register met openbaar verkrijgbare data helpen om een eerste beeld te krijgen van de problematiek die lokaal aan de orde is.

16 Customer Relationship Management

Stap 1b. Verzamel informatie om het speelveld in kaart te brengen

Met de relevante stakeholders (vergeet de netbeheerder niet) is het zaak om aan de hand van een ***quick scan*** de belangrijkste kenmerken van het bedrijventerrein in kaart te brengen en te visualiseren

Nuttige brongegevens voor het doorlopen van deze stap zijn:

- *Standaard verbruiksprofielen van bedrijfsprocessen (met een resolutie van 15 minuten)*
- *Standaard opwek profielen voor verschillende (weers)omstandigheden*
- *Een plattegrond van het bedrijventerrein (bijvoorbeeld Google Maps)*
- *Een overzicht van beschikbare grond voor het realiseren van opslaginstallaties, laadfaciliteiten en duurzame energie opwek installaties*
- *Informatie van de netbeheerder over de lokale netsituatie, beperkingen en uitbreidingsplannen*
- *Informatie uit bestemmingsplannen[17] en vergunningen*

Nuttige hulpmiddelen voor het doorlopen van deze stap zijn:

- *Standaard vragenlijsten[18] die inzicht moeten geven in specifieke kenmerken, wensen, ambities en knelpunten van bedrijven*
- *De TNO Energie Potentiaal Scan*
- *Een omgeving om het bedrijventerrein te modelleren[19], zodat informatie geografische gepresenteerd kan worden en er in een later stadium mee kan worden gerekend*

Stap 1c. Analyseer de energetische balans in functie van de tijd en de impact op het net (hoofdlijnen)

Op basis van het combineren van verbruiksprofielen (ingeschat of historisch gevraagd vermogen[20] per 15 minuten geëxtrapoleerd naar de directe toekomst) van bedrijven die op hetzelfde afgaande veld van een onderstation zijn aangesloten en van lokaal opgewekte elektriciteit op hetzelfde veld, kan de uitnuttingsgraad van de lokale infrastructuur in de tijd worden gezet. Validatie van deze gegevens kan door de meetgegevens van de betreffende velden op te vragen bij de netbeheerder.

Bij de netbeheerder dient te worden nagegaan wat de maximale (geaggregeerde) levering van elektriciteit is en wat de maximale (geaggregeerde) teruglevering van elektriciteit is (op onderstationsniveau). Daarnaast is het van belang om inzicht te krijgen hoe die maxima in de tijd staan (dag – week – jaar).

Het doel[21] van deze analyses is het verkrijgen van inzicht in de mogelijkheden en onmogelijkheden van het inpassen van lokaal opgewekte elektriciteit uit hernieuwbare bronnen en welke ruimte er is op het net voor nieuw te vestigen bedrijven. Het uitvoeren van een power flow berekening op basis van de elektriciteitsvraag en -aanbod op verschillende momenten in de tijd geeft meer inzicht in de (momentane) verdeling van

17 Bestemmingsplannen zijn in te zien via https://www.ruimtelijkeplannen.nl/kingslanding
18 https://bedrijventerreinenaanpak.nl biedt hiervoor een omgeving. De vragenlijsten kunnen specifiek worden gemaakt om ze passend te maken voor deze fase
19 Een goede basis hiervoor is de EDSL MapEditor van TNO
20 Het gaat hier om het schijnbaar vermogen, uitgedrukt in kVA of MVA
21 Voor andere soorten energy hubs kan het doel anders zijn

vermogensstromen in het net op het industrieterrein en qua uitwisselingen via het onderstation

Ook voor andere energievraagstukken, zoals lokale warmtevraag en -aanbod, lokale koude vraag, vraag naar laadcapaciteit en tankcapaciteit (biobrandstoffen en waterstof) zouden hier kunnen worden meegenomen.

*Om deze stap te doorlopen is een **plan&design toolsuite** met de volgende functionaliteiten een must:*

- *Functionaliteit waarmee het elektrisch gedrag van bedrijven kan worden gemodelleerd door deze te associëren met verbruiksprofielen (vermogensvraag in functie van de tijd) van (standaard) bedrijfsprocessen*
- *Functionaliteit waarmee de gelijktijdigheid en omvang van gevraagd (elektrisch) vermogen kan worden bepaald in functie van de tijd voor bedrijven die op het zelfde veld in het onderstation zijn aangesloten*
- *Functionaliteit waarmee de **spreiding** van lokaal opgewekte elektriciteit in functie van de tijd kan worden bepaald (windstil – gewogen gemiddelde – storm voor windenergie, nacht – bewolkt – gewogen gemiddelde voor dat tijdstip en die datum – onbewolkt voor zonne-energie)*
- *Functionaliteit waarmee de maximale uitwisselingen met het bovenliggende net in functie van de tijd kan worden bepaald*
- *Op termijn: Functionaliteit waarmee de gelijktijdigheid, volume en temperatuur van de warmtevraag kan worden bepaald als functie van de tijd voor bedrijven die op hetzelfde leidingnetwerk zijn aangesloten*

Stap 1d. Onderzoek op welke manieren het moment en de omvang van vraag- en aanbod kan worden beïnvloed (de flex potentie)

Het doel van dit onderzoek is het in kaart brengen van regelbaar vermogen dat reeds aanwezig is en aanvullend nodig zou zijn om zoveel mogelijk gebruik te maken van lokaal opgewekte elektriciteit, warmte, koude en biogassen. Regelbaar vermogen[22] omvat alles wat op basis van setpoints/sturing te beïnvloeden is in moment ("time of use") en/of in hoeveelheid (analoog of in discrete stappen). Regelbaar vermogen is een vereiste voor het beter kunnen uitnutten van bestaande infra en om waarde te kunnen creëren op verschillende markten.

De dimensionering van aanvullende assets vindt plaats in Stap 2b

*Om deze stap te doorlopen is een **plan&design toolsuite** met de volgende functionaliteiten een must:*

- *Functionaliteit waarmee de gelijktijdigheid en omvang van gevraagd (elektrisch) vermogen kan worden bepaald in functie van de tijd voor bedrijven die op hetzelfde veld in het onderstation zijn aangesloten*
- *Functionaliteit waarmee verschillende laadprofielen van elektrische voertuigen kunnen worden gebruikt als invoer (vermogensvraag in functie van de tijd)*

[22] Denk aan batterij systemen, conversie van- en naar andere energiedragers, afschakelen van niet-preferente groepen of installatiedelen, curtailment van elektriciteitsopwekking, uitstel of vervroeging van de opstart van bedrijfsprocessen

- *Functionaliteit waarmee het laden en ontladen van batterijen kan worden gemodelleerd in functie van de tijd*
- *Functionaliteit waarmee varianten van verbruiksprofielen (vermogensvraag in functie van de tijd) kunnen worden gebruikt als invoer*

Stap 1e. Onderzoek de sociaal-maatschappelijke impact

Het doel van deze stap is om de impact van de energy hub te kwantificeren in termen van:

- Werkgelegenheid/vestigingsklimaat
- CO2 uitstoot beperking/versnellen lokale energietransitie
- Gevolgen voor stikstof depositie
- Uitgespaarde infrastructurele verzwaringen
- Bijdrage aan zero emission logistiek
- Bijdrage aan het verminderen van de onbalans op het net
- Bijdrage aan het stabiliseren van de netfrequentie
- Lagere kosten voor het laden van E-trucks

Nuttige brongegevens voor het doorlopen van deze stap zijn:

- *Een overzicht van omgevingsfactoren en stakeholders*
- *Een overzicht van maatregelen die geen noemenswaardige impact hebben op de omgevingsfactoren*
- *Een overzicht van maatregelen die een positieve impact hebben op de omgevingsfactoren*

*Om deze stap te doorlopen is een **plan&design toolsuite** met de volgende functionaliteit een must*:

- *Functionaliteit om de huidige waarden, gerelateerd aan deze factoren vast te leggen (nul-situatie)*

Daarnaast is een template voor het ontwikkelen van een waarde propositie[23] *per categorie stakeholder nuttig.*

Stap 1f. Richt een ontwikkelbedrijf op met de voorlopers op het bedrijvenpark

Een Energy Hub wordt geëxploiteerd vanuit een daartoe in het leven geroepen exploitatiebedrijf, dat investeert in de benodigde aanvullende bedrijfsmiddelen (assets) en die ervoor zorgdraagt dat de balans tussen vraag en aanbod van (elektrische) energie op een economisch optimale manier en binnen de randvoorwaarden van de netbeheerder(s) wordt afgestemd.

Hierin wordt lokaal opgewekte (elektrische) energie zoveel mogelijk lokaal gebruikt, omdat daarmee transportverliezen tot een minimum worden beperkt, de bestaande infrastructuur optimaal wordt benut en de kosten voorspelbaarder worden.

Hoe werkt dat in de praktijk?

Het hierboven genoemde exploitatiebedrijf is in de praktijk een dienstverlener op het bedrijventerrein, die zichzelf tot doel stelt te voorzien in een optimale lokale energievoorziening en ontzorging ten gunste van alle bedrijven op het bedrijvenpark die gebruik willen maken van deze diensten.

[23] Zie ook: 7.1.4

Aan de hand van input van deze bedrijven, vlootplanning van elektrisch vervoer, weersvoorspellingen en machine learning-algoritmes, worden dagelijks voorspellingen gemaakt van de vraag naar (elektrische) energie. Dat vormt het "draaiplan" voor de bedrijfsvoering en de basis voor de inkoop van (elektrische) energie. Op basis van de voorspelling van lokaal opgewekte elektriciteit, wordt er een portfolio gemaakt van het lokale aanbod per kwartier. Tekorten kunnen worden ingekocht via het net binnen de grenzen van het toelaatbare, overschotten kunnen op dezelfde wijze worden verhandeld. Discrepanties in de tijd kunnen worden opgevangen via opslag, conversie of sturing.

Het ***exploitatiebedrijf*** heeft haar bestaansrecht door primair diensten te verlenen aan de bedrijven op het park. De eerste stap tot een exploitatiebedrijf is het oprichten van een ***ontwikkelbedrijf***, zeg maar de voorloper die de kar gaat trekken.

Om tot een besluit tot oprichting van het ontwikkelbedrijf[24] te komen dienen de volgende aspecten[25] te worden uitgewerkt:

- Hoe ziet het technisch concept eruit op hoofdlijnen?
- Wat wordt de **Waarde propositie** van het exploitatiebedrijf ?
- Wat is de sociaal maatschappelijke impact van het exploitatiebedrijf ?
- Welke klanten worden voorzien voor het exploitatiebedrijf en welke transacties horen daarbij?
- Welke inkomstenstromen zijn relevant voor het exploitatiebedrijf en hoe ziet de kostenstructuur eruit?
- Welke partijen nemen deel, wat brengen ze in (kapitaal, kennis, kapitaalgoederen) en hoe ziet de governance structuur eruit[26] ?
- Welke risico's zijn er tijdens het ontwerp (fase 2), het realiseren van de hub (fase 3) en tijdens de fase voor exploitatie en asset management (fase 4) en welke randvoorwaarden zijn van toepassing vanuit netbeheerder, gemeente/provincie/ACM?
- Wat zijn vervolgstappen bij de totstandkoming van de hub?

24 Gebruik hiervoor de pre-10 pager
25 Het Business Model Canvas kan hierbij helpen
26 Belangrijk is ook om af te spreken welk doel wordt nagestreefd, welke middelen daarvoor worden ingezet, hoe de besluitvorming plaatsvindt en hoe in- en uittreding in zijn werk gaat

6.1.4. Waarde propositie

De waarde propositie voor een (toekomstig) exploitatiebedrijf van een Energy Hub kan veelzijdig en is mede afhankelijk van de lokale omstandigheden. De volgende matrix laat wat mogelijkheden zien, waarmee bedrijven kunnen worden overgehaald om te participeren:

	Stakeholders							
Propositie (diensten vanuit het exploitatiebedrijf)	TenneT	Regionale Netbeheerder	Gemeente	Provincie	Vervoerders	Bedrijven op het bedrijventerrein	Pandeigenarem	Omwonenden
Voorzien in laadplekken (heavy duty)					✓	✓		
Voorzien in laadplekken (personenauto's)						✓		✓
Voorzien in H_2 tankmogelijkheid 350 bar					✓	✓		✓
Voorzien in H_2 tankmogelijkheid 700 bar						✓		✓
Voorzien in H_2 industrieel			✓	✓		✓		
Voorzien in biogassen						✓		
Voorzien in (rest)warmte			✓			✓	✓	✓
Ontzorgen bedrijven op het bedrijventerrein						✓	✓	
Prijsstabiliteit geleverde energie (elektriciteit of andere dragers)						✓		
Bijdragen aan een eerlijke verdeling van transportcapaciteit		✓				✓		
Bijdragen aan verminderen netcongestie		✓				✓		
Bijdragen aan verminderen onbalans	✓					✓		
Bijdragen aan stabiliseren netfrequentie	✓							
Minimaliseren uitwisselingen met het net		✓						
Versnellen lokale energietransitie			✓	✓				
Verminderen uitstoot (CO_2, Stikstofdepositie, fijnstof)			✓	✓		✓		✓

Figuur 4 - Voorbeeld van een ingevulde template voor de waarde propositie

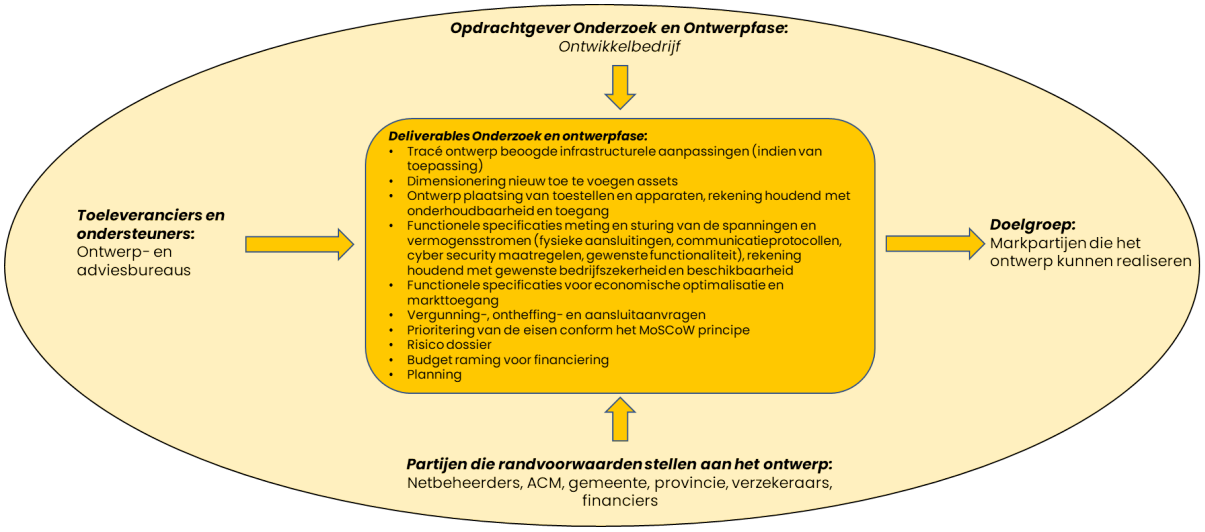
6.2. Fase 2 – Onderzoek en Ontwerp

Het doel van deze fase is het komen tot het beste haalbare ontwerp, waarmee een energy hub kan worden gerealiseerd.

6.2.1. Initiatief tot het onderzoek en het ontwerp

Het initiatief komt van het net opgerichte ontwikkelbedrijf (probleemeigenaar) al dan niet medegefinancierd vanuit RVO en/of een Regionale ontwikkelingsmaatschappij (ROM). In de eerste stap van deze fase wordt onderzocht in meer detail hoe groot de discrepantie is tussen vraag en lokaal aanbod en welke beperkingen er zijn vanuit het (distributie)net. Hierbij wordt rekening gehouden met groeiplannen en het volatiele karakter van wind en zon opwek. In de derde stap van deze fase worden een aantal alternatieve scenario's ontwikkeld om deze discrepantie op te lossen binnen de kaders van wet- en regelgeving. Ook wordt er een vergelijking gemaakt van totale kosten voor een nader vast te stellen periode en worden er opbrengstprognoses geproduceerd onder verschillende (markt)omstandigheden (gevoeligheid externe factoren). Dit leidt tot een voorkeursvariant die in de derde stap verder wordt uitgewerkt inclusief een functionele specificatie die recht doet aan alle contractuele afspraken, RAMS eisen en verwachtingen vanuit het ontwikkelbedrijf. Een beslisdocument brengt alles samen, inclusief organisatorische en financiële aspecten en ondernemersrisico's. In feite is dit een businessplan voor het op te richten realisatiebedrijf. Ook dit is weer een GO/NOGO moment.

6.2.2. Speelveld (belangrijkste stakeholders in deze fase)



Figuur 5 - Externe stakeholders in de onderzoek- en ontwerpfase

Figuur 5 geeft een overzicht van verschillende stakeholders in de tweede ontwikkelfase bij de totstandkoming van een (smart) energy hub op een bedrijvenpark. In de ring staan de partijen die een rol spelen bij het onderzoek en het ontwerp:

- De partij die het initiatief neemt tot een opdracht tot onderzoek en het ontwerp (de "opdrachtgever", idealiter is dit een ontwikkelbedrijf)

- partijen die een (indirect) belang hebben naast de opdrachtgever (de "doelgroep"), die voldoende informatie moeten hebben om tot een aanbieding te kunnen komen en een uitvoeringsontwerp te kunnen maken
- partijen die informatie aanleveren ("de toeleveranciers en ondersteuners")
- partijen die randvoorwaarden stellen aan het ontwerp en de specificaties

6.2.3. Stappen, die in deze fase worden doorlopen

Stap 2a. Zoom in op de aard en omvang van het op te lossen probleem

Het **ontwikkelbedrijf** (de probleemeigenaar) geeft opdracht een **adviesbureau** (opdrachtnemer) om de lokale situatie scherper in beeld te brengen:

- *Voorbereiding (verwachtingen expliciet maken, vragenlijsten op maat maken, bedrijven contacteren en vragenlijsten laten invullen)*
- *Energetische inventarisatie (informatie ordenen, energieprofielen controleren en waar nodig genereren, momentane en jaar rond energiebalans in kaart brengen)*
- *Net technische inventarisatie (berekenen van de piekbelasting per MS kabel-segment en per distributietransformator, inventariseren beveiligingsinstellingen voor overbelasting, LDN/ODN contracten, uitbreidingsplannen relevante onderstations)*
- *Bepalen van de benodigde energieopslag capaciteit en N-1 back-up power.*
- *Uitwerking (de belangrijkste bevindingen op een rij)*

Nuttige brongegevens voor het doorlopen van deze stap zijn:

- *Verbruiksprofielen (vermogen in kW) van bedrijfsprocessen op basis van historische data[27] (met een resolutie van 15 minuten)*
- *De netsituatie en topologie (hoe zijn de bedrijven elektrisch met elkaar verbonden, met welke kabels en op welke velden zijn zij aangesloten)*
- *Een overzicht van het opgestelde vermogen van de lokale elektriciteitsopwekking per type en per invoedingspunt*
- *Een overzicht van de huidige capaciteit (kWh) en maximaal vermogen (kW) van bestaande batterij installaties per aansluiting*
- *Een overzicht van de huidige mogelijkheden voor vraagsturing[28]*
- *Een doorkijk van de toename van de vermogensvraag op basis van verduurzamingsplannen van de bedrijven (afbouw afhankelijkheid fossiele brandstoffen en besparingsmaatregelen)*

*Om deze stap te doorlopen is een **plan&design toolsuite** met de volgende functionaliteiten een must:*

- *Functionaliteit om de onbalans in de tijd (momentaan en jaar rond) inzichtelijk te maken (m.a.w. wat is de benodigde uitwisseling met het onderstation/verdeelstation in de tijd als we geen aanvullende maatregelen treffen en hoe verandert dat beeld de*

---

27 Belangrijk om hiervoor machtigingen te regelen in fase 1, bijvoorbeeld via de tooling van https://bedrijventerreinenaanpak.nl

28 Binnen het project FlexBT hebben de consortiumpartners TNO, Firan, GreenBiz Projecten B.V., Qing Sustainable B.V., Scholt Energy en Sensorfact B.V. een een proof-of-concept van de Flex Scan dienst opgeleverd, gebaseerd op de ReFLEX tool van TNO

komende jaren?)[29]*, inclusief N-1 analyses (uitval van opwek of energie opslagsystemen)*

- *Functionaliteit om de maximale vermogensstromen in het net inzichtelijk te maken*[30]
- *Functionaliteit om ruimtelijke inpassingsmogelijkheden van grote assets inzichtelijk te maken*[31]
- *Opstellen prioritering verplichte aanbieding van flexcapaciteit bij verbruikers, opwekkers of energieopslag systemen*

Deze eerste stap wordt afgesloten met een validatie van de bevindingen bij de opdrachtgever en netbeheerder.

Stap 2b. Ontwikkel varianten voor de energy hub (extra assets en gewenste sturing van de assets) - schetsontwerp en functioneel ontwerp

Het **adviesbureau** (opdrachtnemer) bedenkt een aantal verschillende oplossingsrichtingen (varianten) waarmee de geconstateerde onbalans (stap 2a) kan worden opgelost, rekening houdend met de voorziene toekomstige vermogensvraag, de beperkingen van het net (maximale belastbaarheid van kabels en transformatoren en transportbeperkingen in verband met netcongestie, de aanwezige (fysieke) ruimte op het bedrijventerrein en vigerende bestemmingsplannen. Onderdeel van de ontwerpen is een *sturingsmodel*, waarmee de vermogensvraag in de tijd kan worden afgestemd op het vermogen dat beschikbaar is vanuit lokale (duurzame) opwekking en maximaal toegestane vermogensimport via het onderstation.

Deze varianten worden getoetst aan de hand van (maatschappelijke) kosten en baten, juridische haalbaarheid en organisatorische wenselijkheid. Ook worden ze getoetst aan de waarde propositie vanuit **Stap 1f**.

Nuttige brongegevens voor het doorlopen van deze stap zijn:

- *Het overzicht van omgevingsfactoren en stakeholders, de maatregelen die geen noemenswaardige impact hebben op de omgevingsfactoren en de maatregelen die een positieve impact hebben op de omgevingsfactoren*[32]

*Om deze stap te doorlopen is een **plan&design toolsuite** met de volgende functionaliteiten een must:*

- *Functionaliteit om de vermogensstromen door het net te simuleren, rekening houdend met varianten in het beschikbare productievermogen als gevolg van weersomstandigheden en netbeperkingen (de stationaire power flow onder verschillende omstandigheden)*[33]

---

29 Benodigd om te bepalen hoeveel extra opwekking lokaal moet worden gerealiseerd

30 Nodig om assets te kunnen dimensioneren en om afwegingen te maken in het eventueel verplaatsen van een netopening

31 Nodig om te kunnen bepalen waar grote assets, zoals batterijcontainers, laadpleinen en windmolens zouden kunnen worden toegevoegd

32 Deze zijn geïnventariseerd in **Stap 1b**

33 Deze berekeningen geven inzicht in de belasting van kabels en de spanningsvariaties die kunnen optreden in het net

- *Functionaliteit om (n-1) berekeningen[34] en kortsluitberekeningen[35] uit te kunnen voeren*
- *Functionaliteit om ruimtelijke inpassingsmogelijkheden van grote assets inzichtelijk te maken[36]*
- *Functionaliteit om de OPEX van het exploitatiebedrijf in kaart te brengen voor meerdere jaren vooruit (op basis van de Netto Contante Waarde methode)*
- *Functionaliteit om de CAPEX van het exploitatiebedrijf inzichtelijk te maken*
- *Functionaliteit om de inkomstenstromen van het exploitatiebedrijf inzichtelijk te maken voor meerdere jaren op basis van de waarde propositie uit **Stap 1f** en wisselende economische omstandigheden*

Daarnaast is het nuttig om te beschikken over:

- *Een **toetsingskader** voor het vergelijken van verschillende varianten op basis van (maatschappelijke) kosten en baten, juridische en regulatoire haalbaarheid, organisatorische wenselijkheid en mate van aansluiting bij de waarde propositie uit **Stap 1f***
- *Een **raamwerk** voor het functioneel specificeren van gewenste sturing van vermogensstromen*
- *Een **checklist** voor het in kaart brengen van project- en exploitatierisico's*

Stap 2c. Bepaal de uitbestedingsstrategie en -tactiek

De keuze van hoe er straks gaat worden uitbesteed bepaalt in grote mate hoe gedetailleerd de vraagspecificatie (het ontwerp) dient te zijn. De vier hoofdvormen zijn:

- *Zelf doen: dit geeft de meeste prijszekerheid en invloed op het eindresultaat, maar het risicoprofiel hangt in grote mate af van de beschikbare in-house deskundigheid*
- *Traditioneel uitbesteden: hierbij wordt de uitvoering aan één of meer partijen uitbesteed aan de hand van een **technische** specificatie. Detail engineering wordt dan door de uitvoerende partij(en) gedaan*
- *Geïntegreerd uitbesteden: hierbij wordt ontwerp en uitvoering aan één opdrachtnemer uitbesteed op basis van een **functionele** specificatie (prestatiespecificatie). Voorbeelden van een geïntegreerde uitbesteding zijn Design& Construct en Turnkey*
- *Life cycle uitbesteden: dit is een geïntegreerde uitbesteding met daaraan toegevoegd een bijdrage van de opdrachtnemer in de gebruiksfase. Deze bijdrage kan omvatten de bedrijfsvoering en/of het onderhoud. Voorbeelden van een dergelijke uitbesteding zijn DBM (Design, Build, Maintain) en FBOT (Finance, Build, Operate, Transfer)*

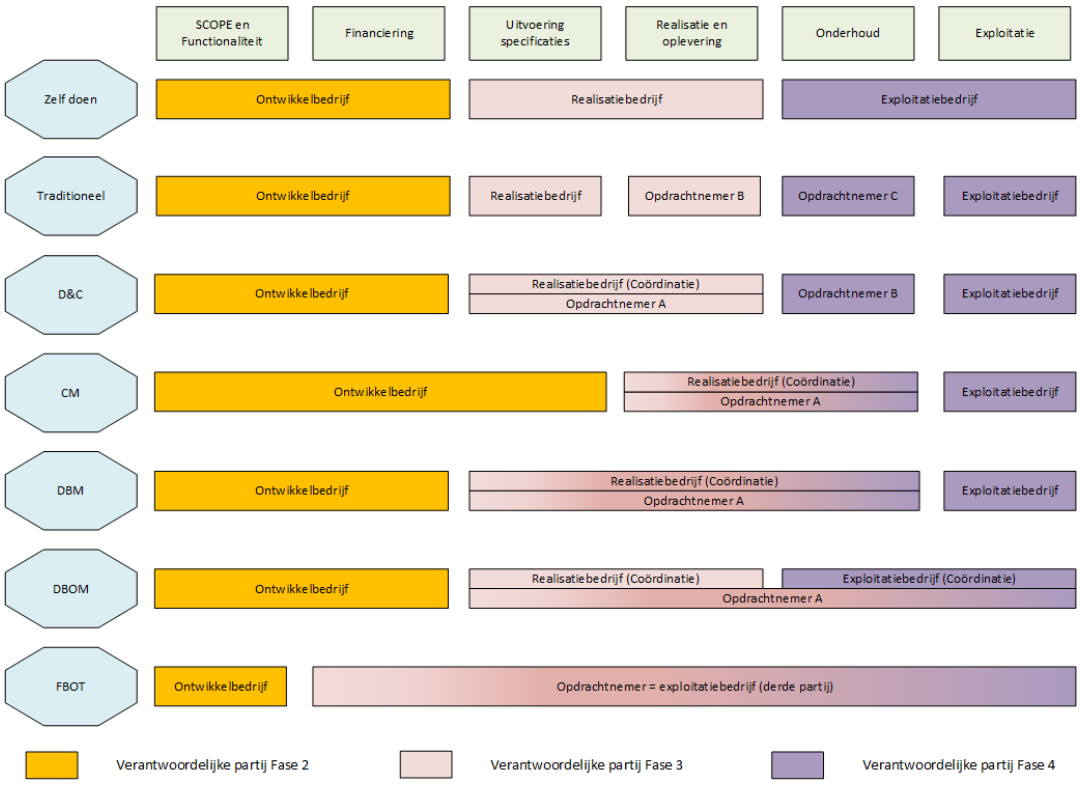
---

34 Deze berekeningen geven inzicht in de robuustheid van de gekozen oplossing: overbelasting als gevolg van een uitvalsituatie kan leiden tot afschakeling. Een goed gedimensioneerd net houdt ook rekening met een tijdelijke overbelasting. Verder geven deze berekeningen input voor het instellen van overbelasting beveiligingen.

35 Deze berekeningen geven inzicht in de maximale en minimale kortsluitstromen die kunnen optreden en zijn belangrijk voor zowel de selectiviteit van afschakelen (niet meer dan strikt noodzakelijk om een fout te isoleren) als voor het beschermen van apparatuur en installaties (maximale toegestane en afschakelbare stroom).

36 Nodig om te kunnen bepalen waar grote assets, zoals batterijcontainers, laadpleinen en windmolens zouden kunnen worden toegevoegd

Het volgende overzicht laat de verantwoordelijkheden zien bij de verschillende strategieën voor uitbesteding. De kolommen laten de verschillende onderdelen zien, de rijen de verschillende strategieën:



Figuur 6 – Uitbestedingsstrategieën versus verantwoordelijkheden

De uitbestedingstactiek werkt de uitbestedingsstrategie uit. De kernpunten zijn:

- *De marktbenadering*[37]
- *De contractstructuur*[38]
- *De coördinatiebehoefte*[39]

Stap 2d. Stel een vraagspecificatie op, passend bij de gekozen uitbestedingsstrategie

Hierna wordt een beperkt aantal mogelijke scenario's ("toekomstverwachtingen") verder uitgewerkt, ruimtelijke inpassing bepaald, logistieke routes en eventuele kabeltracés bepaald en worden assets gedimensioneerd qua opgesteld vermogen met behulp van

37 Bij een gespannen bouwmarkt is er sprake van een opwaartse druk op de aanneemsom. Splitsing van de uit te voeren werkzaamheden in deelcontracten, waarmee verschillende deelmarkten kunnen worden benaderd, heeft een gunstig effect op de concurrentie en daarmee de prijsvorming. Het nadeel is wel dat er meer moet worden gecoördineerd door de opdrachtgever.

38 De contractstructuur wordt bepaald door de gekozen uitbestedingsvorm, de projectstructuur en de gekozen marktbenadering. De contractstructuur omvat alle contracten die uitgaan van de opdrachtgever.

39 Zowel tijdens de voorbereiding als tijdens de uitvoering van een project is coördinatie nodig. Tijdens de realisatiefase (fase 3) moeten ook de betrokken aannemers/opdrachtnemers participeren in de coördinatie. Deze verplichtingen moeten vooraf duidelijk worden opgenomen in het uitbestedingsdossier.

power flow berekeningen en qua capaciteit met behulp van belasting-duur berekeningen. De randvoorwaarden voor de vraagspecificatie zijn:

- *De netto vermogensstromen op de velden van het onderstation blijven binnen een veilige marge van wat er momentaan maximaal kan worden uitgewisseld met het bovenliggende net;*
- *De som van de gecontracteerde LDN/ODN waarden worden niet overschreden;*
- *De benodigde elektrische energie wordt zoveel mogelijk opgewekt uit lokale hernieuwbare bronnen;*
- *Bestaande infrastructuur wordt zoveel mogelijk (her)gebruikt;*
- *Nieuwe assets (batterijen, laadplein, aanvullende opwekking, andere flex bronnen) zijn ruimtelijk inpasbaar (waar van toepassing wordt ook rekening gehouden met logistieke aanvoerroutes en opstelmogelijkheid van vrachtwagens en bestelbussen) en passen binnen het bestemmingsplan;*
- *Er wordt voldaan aan plaatselijke vergunningsvoorwaarden;*
- *Er wordt voldaan aan de bepalingen van de vigerende netcode;*
- *Er wordt rekening gehouden met toekomstig onderhoud (onderhoudbaarheid van de installaties);*
- *Er wordt rekening gehouden met beschikbaarheid van de energievoorziening in geval van storingen (selectiviteit van beveiligingen, compartimentering van ruimtes, omschakelmogelijkheden);*
- *Er wordt voldaan aan de bepalingen uit de NEN 1010, NEN 3140, NEN 3840;*

Tevens worden de functionele specificaties voor de meting en sturing van de vermogensstromen en spanningen opgesteld, waarmee kan worden ingezet op kosteneffectief balanceren van elektrische vraag- en aanbod, binnen de randvoorwaarde van een veilige bedrijfsvoering van het lokale net en waarmee de transacties, zoals eerder geïdentificeerd in **Stap 1f**, kunnen worden uitgevoerd (business rules).

Een nuttig hulpmiddel voor het doorlopen van deze stap is:

- *Een **template** voor een vraagspecificatie*

Stap 2e. GO/NO GO besluit om over te gaan tot realisatie van de energy hub

Het ontwikkelbedrijf bepaalt binnen welke kaders (doorlooptijd, project- en exploitatierisico's, juridische haalbaarheid, haalbaarheid qua financiering, organisatorische haalbaarheid) het project kan worden gerealiseerd en richt een projectorganisatie ("het realisatiebedrijf") in om de daartoe benodigde uitbesteding te trekken en te organiseren.

Een belangrijke mijlpaal is het bereiken van een financial close: het moment waarop alle project- en financieringsovereenkomsten zijn getekend.

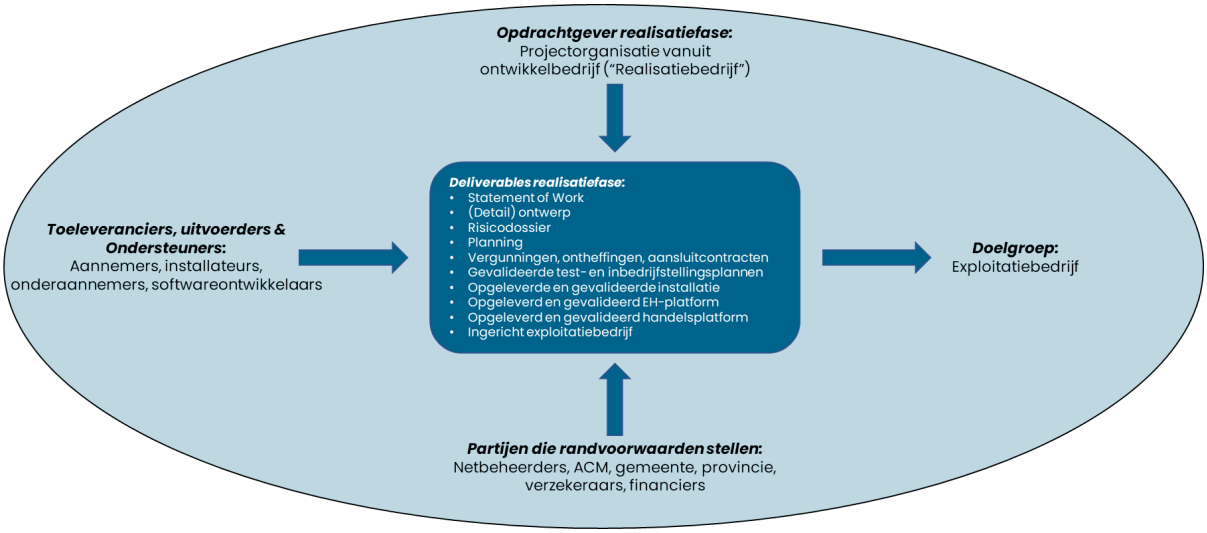
6.3. Fase 3 – Realiseren

Het doel van deze fase is het komen tot realisatie van de smart Energy Hub ten behoeve van de inpassing van grootschalige opwek van elektrische energie uit hernieuwbare bronnen.

6.3.1. Initiatief tot de realisatie

Afhankelijk van de gekozen uitbestedingsstrategie en -tactiek wordt de feitelijke uitbesteding voor de realisatie en inbedrijfstelling in deze fase uitgevoerd door het realisatiebedrijf, wat aan het begin van deze fase wordt opgericht.

6.3.2. Speelveld (belangrijkste stakeholders in deze fase)



Figuur 7 - Externe stakeholders in de realisatiefase

Figuur 7 geeft een overzicht van verschillende stakeholders in de derde ontwikkelfase bij de totstandkoming van een (smart) energy hub op een bedrijvenpark. In de ring staan de partijen die een rol spelen bij de realisatie:

- De partij die het initiatief neemt tot een uitbesteding, waarmee de voorkeursvariant uit de vorige fase wordt gerealiseerd (de "opdrachtgever"). In deze fase acteert de opdrachtgever als projectorganisatie, idealiter is dit dan ook een realisatiebedrijf.
- partijen die een (indirect) belang hebben naast de opdrachtgever (de "doelgroep") en die in die hoedanigheid kunnen aangeven welke informatie zij nodig hebben (en op welke wijze gevisualiseerd) om de installaties en processen in gebruik te nemen
- partijen die informatie aanleveren ("de toeleveranciers, uitvoerders en ondersteuners")
- partijen die randvoorwaarden stellen aan de uitvoering van het project

6.3.3. Stappen, die in deze fase worden doorlopen

Stap 3a. Richt een exploitatiebedrijf op

Na het GO-besluit kan de definitieve bedrijfsvorm[40] worden bepaald voor de juridische entiteit die na oplevering van de bouw zorg gaat dragen voor asset management en exploitatie, het wordt vroeg in deze fase al als het ware in de steigers gezet (het vraagt ook een ander besturingsmodel dan een projectorganisatie die de realisatie voor zijn rekening neemt). Dit toekomstige exploitatiebedrijf brengt eisen in voor een degelijke bedrijfsvoering en denkt na over toekomstige instandhoudingswerkzaamheden, die in **Fase 4 – Asset management en exploitatie** tot leven komen.

*Voor het doorlopen van deze stap is een **afwegingskader** belangrijk om te onderzoeken:*

- *Welk doel streeft het exploitatiebedrijf na en welke middelen heeft het ter beschikking?*
- *Hoe worden besluiten genomen?*
- *Hoe worden bestuurders gekozen en hoe kun je ze ontslaan?*
- *Hoe worden de belangen van de bedrijven op het bedrijventerrein geborgd?*
- *Hoe worden de belangen van omwonenden geborgd?*
- *Wat is de (gewenste) zeggenschap van inbrengers van kapitaal, kapitaalgoederen en intellectueel kapitaal?*
- *Hoe wordt een lock-in vermeden voor bedrijven op het bedrijventerrein?*
- *Hoe kunnen nieuwe bedrijven of organisaties op het bedrijventerrein participeren?*
- *Welke tools worden ingezet om de exploitatie, energiestromen en facturatie inzichtelijk te maken voor de stakeholders?*
- *Wat is de relatie met stakeholders zoals de netbeheerder, de gemeente en de provincie?*

Stap 3b. Bereid de uitbesteding voor

Voer een project- en marktanalyse[41] uit:

- *Uit welke fysieke delen bestaat het projectresultaat (decompositie)?*
- *Bepaal de ontwerpbenadering:*
  - *Wat zijn de functionele eisen?*
  - *Wat zijn eisen ten aanzien van beschikbaarheid, bedrijfszekerheid, onderhoudbaarheid en veiligheid[42]?*
  - *Welke expertise is vereist qua (detail)ontwerp?*
- *Bepaal de uitvoeringsbenadering:*
  - *Welke stappen/mijlpalen zijn te onderscheiden in de uitvoering (decompositie)?*
  - *Welke expertise is vereist qua uitvoering?*
  - *Welke interactie is er tussen uitvoering en omgeving?*
  - *Welke condities moeten worden gecreëerd voor het uitvoeringsproces?*
- *Bepaal de gewenste doorlooptijd*
- *Analyseer de markt:*
  - *Hoeveel aanbieders zijn er?*
  - *Welke markten moeten worden benaderd?*

---

40 Coöperatie, Stichting, CV, BV, NV of een combinatie daarvan

41 Gebruik hiervoor een **beslisboom**

42 Gebruik hiervoor een **template**, waarin eisen vanuit de toekomstige exploitatie worden vastgelegd

- *Wat kan de markt?*
- *Bepaal het betalingsregime*

Nuttige brongegevens voor het doorlopen van deze stap zijn:

- *Een **marktanalyse** van partijen die assets kunnen aanleveren, (detail)ontwerpen, bouwen en/of installeren*
- *Inzicht in **beschikbare fondsen** om daarmee het betalingsregime te kunnen vaststellen*

Stap 3c. Bepaal de contractenstructuur en stel het uitbestedingsplan op

Bepaal welke contracten nodig zijn:

- *Hoe ziet de contractenstructuur er uit?*
- *Wat is de relatie tussen de contracten?*
- *Hoofdlijn van de contracten:*
  - Overwegingen (considerans)
  - Scope (onderwerp)
  - Algemene voorwaarden
  - Vraagspecificatie
  - Tijdschema
  - Betalingsschema
  - Communicatie
  - Organisatie
  - Geschillen
  - Et cetera

Stel het **uitbestedingsplan** op:

- *Het uitbestedingsbeleid van het exploitatiebedrijf*
- *Omvang waarde en indeling van het werk*
- *Toepasselijke regelgeving*
- *Te volgen procedures*
- *Aantal en geschiktheidseisen inschrijvers*
- *Eisen te stellen aan de inschrijvers (pre-kwalificatie)*
- *Varianten en alternatieven*
- *Communicatie met inschrijvers*
- *Gunningscriteria*
- *Gunningsmethode*
- *Risico dossier*

Stel een **draaiboek** op

Stap 3d. Voer de uitbesteding uit en kom tot testing & commissioning

Bij de realisatie worden zowel installaties aangepast, nieuwe assets geplaatst en aangesloten en een **Energy Hub platform** geconfigureerd en in bedrijf gesteld.

De specificaties, die zijn opgesteld in **Fase 2 – Onderzoek en Ontwerp** worden gebruikt in achtereenvolgens de:

- Factory acceptance test (FAT), ook wel bekend als type test als het om assets gaat. Hierin wordt "in de fabriek" getest onder voorspelbare omstandigheden. Hieronder

vallen ook unit testen, duurtesten, regressietesten en stress testen als het om software gaat.

- Site acceptance test (SAT). Hierbij worden de assets en de besturing op locatie aangesloten, worden alle aansluitingen nagelopen en worden de teststappen uit de FAT herhaalt, aangevuld met teststappen rondom de interfaces.
- User acceptance test (UAT). Hierbij staan aspecten als bedieningsgemak, gebruiksgemak, kwaliteit van handleidingen en documentatie centraal.

Doorgaans stellen de leveranciers de testprotocollen op, maar dienen die te worden gevalideerd en goedgekeurd door de opdrachtgever.

Om tot versnelling te komen is het belangrijk om uit te gaan van een **prototype Energy Hub Platform**, welke tijdens de realisatiefase geconfigureerd, geïnstalleerd, getest en in bedrijf gesteld wordt. In **7.4.4** staat de functionele opbouw van een dergelijk platform.

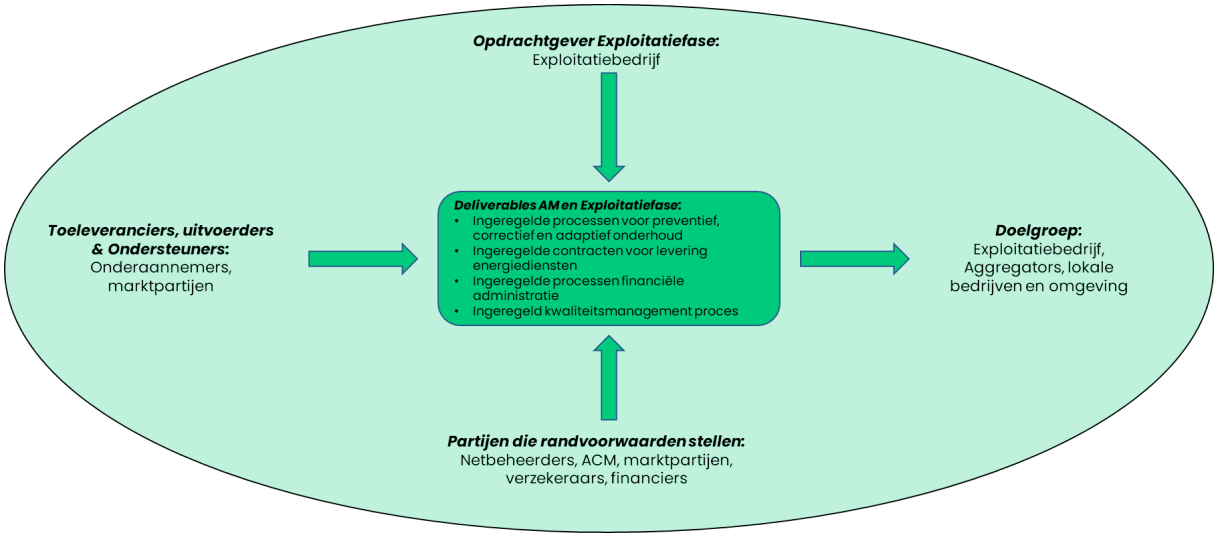
6.4. Fase 4 – Asset management en exploitatie

Het doel van deze fase is het exploiteren van de energy hub en te zorgdragen voor business continuity

6.4.1. Inleiding

Tijdens de uitvoering van **Fase 3 – Realiseren**, wordt de exploitatiefase ingeregeld, ***opdat de bedrijfsvoering kan starten zodra alles in bedrijf is gesteld***. Dat betekent concreet: contracten op orde, service organisatie gecontracteerd, afspraken met netbeheerder op orde, afspraken met marktpartijen op orde, maar ook systemen inregelen voor (conditie)monitoring, financiële beheersing en change management. Het reeds opgerichte exploitatiebedrijf (zie: ***Richt een exploitatiebedrijf***).

6.4.2. Speelveld (belangrijkste stakeholders in deze fase)



Figuur 8 - Soorten stakeholders in de AM en exploitatiefase

Figuur 8 geeft een overzicht van verschillende stakeholders in de vierde ontwikkelfase bij de totstandkoming van een (smart) energy hub op een bedrijvenpark. In de buitenste ring staan de partijen die een rol spelen bij het onderzoek en het ontwerp:

- De partij die het initiatief neemt tot (het inrichten van) de exploitatie omgeving, waarmee bedrijfsvoering gebeurt, beheer en instandhouding en veranderingen worden gerealiseerd tijdens de looptijd van de contracten. Dit is het bedrijf, wat het primaire belang heeft en verantwoordelijk is voor groei en continuïteit.
- partijen die een (indirect) belang hebben naast de opdrachtgever (de "doelgroep") en die in die hoedanigheid kunnen aangeven welke informatie zij nodig hebben (en op welke wijze gevisualiseerd) om te besluiten of zij willen investeren, participeren of diensten willen gaan afnemen of niet
- partijen die informatie aanleveren ("de toeleveranciers, uitvoerders en ondersteuners")
- partijen die randvoorwaarden stellen aan het ontwerp en de specificaties

6.4.3. Stappen, die in deze fase worden doorlopen

Stap 4a. Regel de beheer- en exploitatieorganisatie contractueel en administratief in en doe een onderzoek naar business continuity

Op basis van de in **Stap 1f** en **Stap 3a** geïdentificeerde transacties en contractrelaties kunnen nu respectievelijk Service Agreement[43] contracten, Service Level Agreements (het niveau van de dienstverlening in termen van (respons)tijden, kantoortijden, periodiciteiten, kwaliteitscriteria, leveringszekerheid, et cetera). Houd bij het contracteren rekening met verschillende toekomstscenario's. Bedenk bijvoorbeeld wat er gebeurt als een van de deelnemende partijen failliet gaat, of verhuist. Leg ook de afspraken vast met eventuele externe partijen, zoals netbeheerders, energieleveranciers, traders, aggregators en partijen die opslagfaciliteiten en/of flexcapaciteit leveren. Controleer of kabels en/of leidingen in de openbare grond komen, en verschillende entiteiten uitwisselbaar zijn.

Stap 4b. Leg een asset register aan en draag zorg voor preventief, correctief en adaptief onderhoud

Zorg dat de partijen die zijn gecontracteerd, opgericht en/of gekozen, ook beheer, onderhoud en exploitatie van de energy hub uitvoeren. Het is verstandig om vanaf de start een Asset Register bij te houden, waarin de aankoop- en onderhoudshistorie van componenten kan worden bijgehouden. Ook is het verstandig om onderscheid te maken tussen de rollen van Asset Owner, Asset Manager en Service Provider.

Bereid de mogelijkheid voor dat er technische aanpassingen aan de energy hub worden gedaan als dit nodig is, bijvoorbeeld als de opwek en/ of het aantal gebruikers verandert of als nieuwe technologieën financieel interessant worden. Zorg voor een goede aansturing van de energiestromen, zodat het systeem altijd betrouwbaar is en een maximaal rendement oplevert.

Check hierbij of de geselecteerde partijen voldoen aan de wettelijke eisen en in staat zijn om de verantwoordelijkheid voor de installatie te nemen. Controleer of de kabels en leidingen zijn vastgelegd bij het Kadaster om te voldoen aan de Wet informatie-uitwisseling bovengrondse en ondergrondse netten en netwerken (WIBON). Ga na of er voldoende reservevoorraad aanwezig is om zorg te dragen voor een snelle uptime bij een (ver)storing.

Stap 4c. Draag zorg voor exploitatie, inclusief in- en verkoop van diensten

Regel de systemen in, die belangrijk zijn voor de operationele bedrijfsvoering, waaronder:

- Meten en verrekenen (inclusief de facturering)
- Monitoring en sturing (inclusief forecasting en eventueel state estimation)
- Uitvoeren contingency analysis (beoordelen wat de impact is van uitvalsituaties)
- Aggregatie van flex
- Conditiemonitoring (van assets)
- Prestatiemonitoring (van uitbestede diensten)
- Contract- en claimmanagement

[43] Hierin wordt de scope en de aard van de dienstverlening afgesproken

Stap 4d. Draag zorg voor herinzet en recycling

Houd er rekening mee dat componenten uit de energy hub die vervangen worden, mogelijk elders ingezet kunnen worden. Overigens kan ook de toepassing van de energy hub op een specifieke locatie tijdelijk zijn, waarna het systeem op een andere plek toepasbaar is. *Aandachtspunt*: Kies waar mogelijk standaard onderdelen en materialen, hetgeen de engineering en het beheer efficiënter maakt.

De figuur hieronder (Figuur 9) laat een voorbeeld zien van een proces voor continue verbetering als uitbreiding op de klassieke Plan-Do-Check-Act cyclus van ISO 9001.

Figuur 9 - Het continue verbeterproces volgens Kaizen

6.4.4. Het energy hub platform en toegang tot de markt

Het energy hub platform vormt het kloppende hart van de bedrijfsvoering van een energy hub. Hiermee wordt de toestand van regelbare assets en belangrijke punten in het net real time gemonitord en indien nodig bijgestuurd. De basis hiervoor ligt in de (middel)lange termijn contractuele afspraken die gemaakt worden om:

- De ***levering*** van elektriciteit (en andere energiedragers) uit lokale opwekking te garanderen;
- De ***mogelijkheid*** vast te leggen om het ***transport*** van elektriciteit (en andere energiedragers) uit te kunnen voeren op het moment dat dat nodig is;
- De ***mogelijkheid*** vast te leggen tot het afschakelen en/of op- en afregelen van (bedrijfs)processen op het moment dat dat nodig is en met welke snelheid dat dan kan;

Tijdens de operationele voorbereiding (dag vooruit en intraday) wordt het draaiplan gemaakt voor de uitvoeringsdag op basis van:

- Het ***afstemmen*** van het benodigde vermogen in de tijd op de op dat moment beschikbare (lokale) opwekking van elektriciteit en warmte via een lokale markt en peer-to-peer transacties;
- Het ***aanvullen*** van (tijdelijke) tekorten en het ***aanbieden*** van (tijdelijke) overschotten op de EPEX en SPOT markten voor zover dat kan binnen de marges van de maximale uitwisselingen met het openbare net
- Indien er sprake is van tekorten, die niet met elektriciteit en/of warmte uit lokale opwekking of opslag kunnen worden opgevangen en die niet geïmporteerd kunnen worden uit het openbare net, wordt er onderzocht welke bedrijfsprocessen kunnen ***verschuiven*** in de tijd (in overeenstemming met eerder vastgelegde afspraken)
- Daarnaast kan er binnen de grenzen van wat er aanvullend kan worden uitgewisseld met het openbare net, worden geboden op het ***aanbieden*** van expliciete flexdiensten (GOPACS, FCR, mFRR, aFRR, onbalansmarkten)

Real-time wordt de (bedrijfs)toestand continu gemeten, en worden de gemeten grootheden *vergeleken* met de geplande grootheden uit het draaiplan voor het lopende kwartier. Afwijkingen tussen gemeten en gepland bepaalt de weg te regelen afwijking (de "area control error" of ACE).

Door steeds iets vooruit te kijken (korte termijn voorspellingen van opwekking en verbruik), rekening te houden met hoeveel regelvermogen er beschikbaar is en grotere fluctuaties te filteren kan de zogeheten *doel regelafwijking* worden vastgesteld ("processed area control error" of PACE). Deze laatste kan tenslotte worden omgezet naar *concrete bijstuuracties* van individuele regelbare assets in lijn met de eerder gecontracteerde afspraken.

Periodiek van een *economische herverdeling* van de inzet van regelbare assets worden uitgevoerd.

Enkele dagen na uitvoering van de economische activiteiten ("***after the fact***") vindt *verrekening* plaats van de daadwerkelijk uitgevoerde regelacties en verbruikte en geleverde energie ("***settlement***").

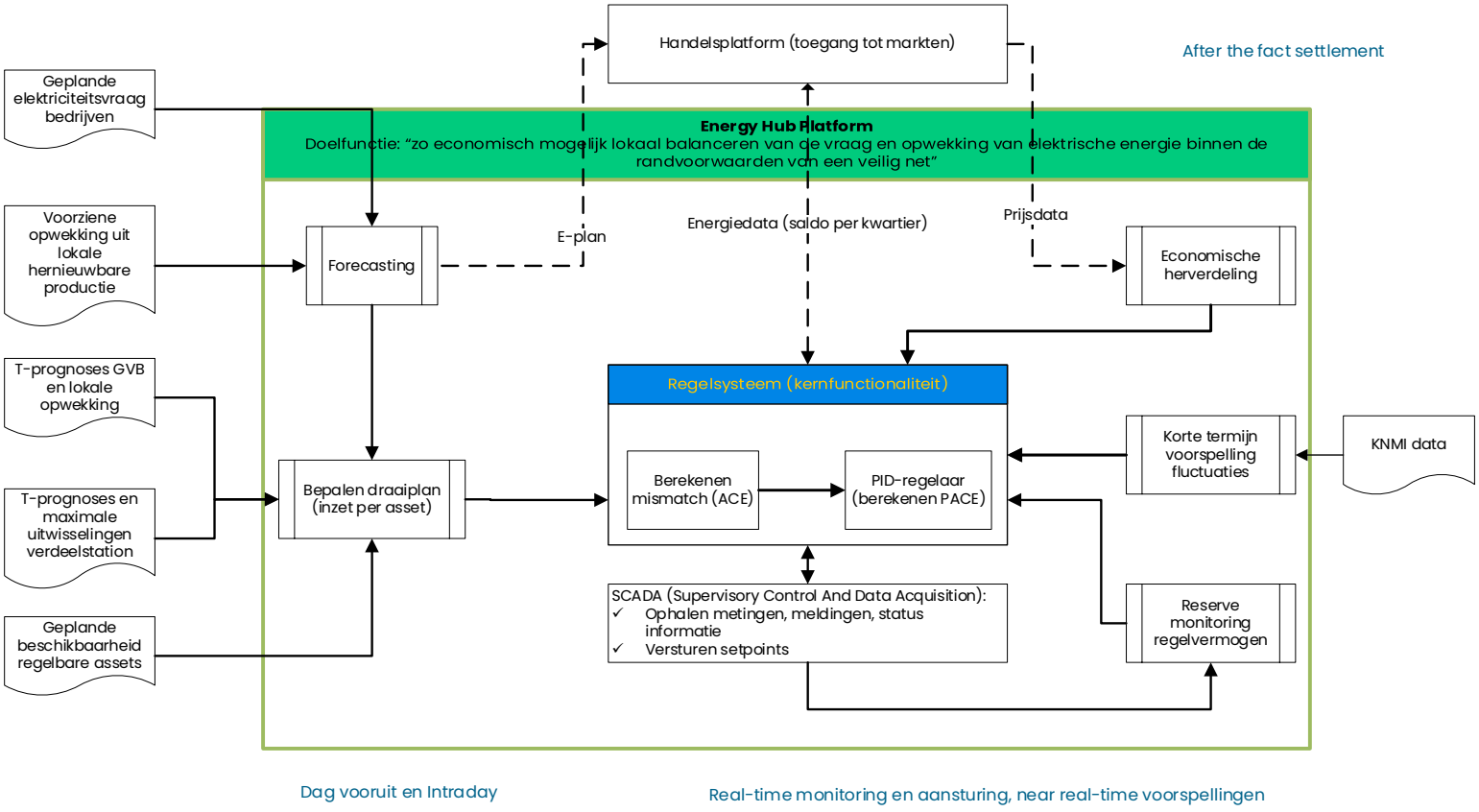
De onderstaande figuur (Figuur 11) zet de operationele activiteiten in perspectief van de tijd:

Exploitatie van de energy hub			
Contracteringsfase LT/MT	Inroosteren, afstemmen en handelen DA/ID	Monitoren en (bij)sturen RT en near RT	Verrekenen After the fact
✓ Vastleggen levering van elektriciteit (en andere energiedragers) voor de lange termijn en middellange termijn uit lokale opwekking ✓ Vastleggen mogelijkheid tot het afschakelen en/of afregelen van (bedrijfs)processen ✓ Vastleggen mogelijkheid tot het beschikbaar stellen van transportcapaciteit	✓ Afstemmen gevraagde vermogen in de tijd op de beschikbare lokaal opgewekte elektriciteit en warmte (lokale markt en peer-to-peer) ✓ Aanvullen tekorten en aanbieden overschotten binnen de marges van de maximale uitwisseling via het openbare net op de EPEX en SPOT markten ✓ Indien er sprake is van tekorten die niet uit lokale bronnen en het openbare net kunnen worden opgelost, verschuiven van bedrijfsprocessen in de tijd conform eerder vastgelegde procesafspraken (operationele planning dag vooruit tot uren vooruit) ✓ Inbieden op expliciete flexdiensten (GO-PACS, FCR, aFRR, mFRR, onbalans markt)	✓ Bijsturen mismatch tussen werkelijke vermogensvraag ten opzichte van geplande vermogensvraag en lokaal beschikbare vermogen binnen de randvoorwaarde van een veilige bedrijfsvoering en een zo economisch mogelijke verdeling door aan de gecontracteerde "knoppen" te draaien en gebufferd vermogen af te roepen ✓ Inzetten afgeroepen ancillary services (expliciete flexibiliteit)	✓ Verrekenen gebruikte/geleverde energie ✓ Verrekenen afgeroepen flexibiliteit

Figuur 10 - Exploitatie van de energy hub

Figuur 11 toont de belangrijkste functionaliteit van het Energy Hub Platform met bovenin een koppeling naar een handelsplatform/toegang tot de markten.

Aan de linkerkant staan de informatiebronnen die worden geraadpleegd om te komen tot een draaiplan (gedurende Day Ahead en Intraday) als input voor de real-time bijsturing van de (flexibele) vraag en inzet van regelvermogen.



Figuur 11 - Schematische weergave van de functionaliteit van een EHP met toegang tot de markt