Bedrijventerreinen in de Energietransitie

Een blauwdruk



Een publicatie van
Stichting CALorie Business

Eindversie
30 september 2026

CC BY-SA

“There is no effort without error and shortcoming.”

— Theodore Roosevelt, 1910

Deze blauwdruk kijkt het naar de principes en keuzes bij de energietransitie op bedrijventerreinen. Op basis van de aanpak in Castricum, Akersloot en Limmen biedt het een voorstel hoe dit ontwerpkader toegepast kan worden in een andere gemeente.

CC BY-SA

CC BY-SA

STRATEGISCHE VERDUURZAMING BEDRIJFSCLUSTERS: NAAR DOORDACHTE IMPLEMENTATIE & PROPAGATIE

Het project "Strategische verduurzaming Bedrijfsclusters" dat door Stichting CALorie Business is uitgevoerd. Dit project is mogelijk gemaakt dankzij de subsidie uit het Just Transition Fund voor de IJmondregio en had tot doel om vijf energiehubs voor (productie)bedrijven op bedrijventerreinen te realiseren. Waaronder een cluster op het bedrijventerrein op de Castricummerwerf.

Stichting CALorie Business had voor ogen om hier een nieuw overkoepelend Energy Management Systeem (CEMS) te laten ontwikkelen, waardoor de productie en het verbruik van energie tussen de bedrijven onderling op elkaar kan worden afgestemd. Op basis van dit pilotproject zouden we voor elk cluster een ‘blauwdruk’ worden ontwikkeld, waarmee in de toekomst een verdere uitrol naar andere bedrijfsterreinen in de JTF-regio en daarbuiten wordt vergemakkelijkt. De ontwikkelde en verkregen kennis in dit project zal meegegeven worden aan betrokken studenten en opleidingen (Talland) en worden geborgd in lesstof ten behoeve van verdere kennisdeling.

De afgelopen twee jaar is er in de uitvoering heel veel ervaring opgedaan. Het innovatieve karakter van de aanpak brengt met zich mee dat er in de loop van het project nieuwe inzichten ontstaan en de aanpak bijgesteld moet worden. Er is veel geleerd. Al die ervaring bundelen we in dit document.

Dit document is samengesteld op basis van de ervaringen van het JTF project in de regio rond Castricum. Stichting CALorie Business en haar partners hebben in dit document hun ervaringen vastgelegd. Auteur van deze blauwdruk is Maarten Nijman.

Met dank aan:

Cornel Borst, Marcus Sloog, Martin van den Berg, Wim Schermer, Arjen Fruitema, Rick Bakker, Rik Beaten, Jeroen Panis, Babette Cillekens, Pieter Schouten en Loes Coenelisse.

CC BY-SA

Deze tekst valt onder de Creative Common licentie. Dit document valt onder de Creative Commons-licentie CC BY-SA 4.0. Je mag het werk delen en aanpassen, zolang je de maker vermeldt en bewerkingen onder dezelfde licentie deelt.

CC BY-SA

Woord vooraf

Toen Stichting CALorie Business in 2024 de subsidie ontving uit het Just Transition Fund voor het project "Strategische verduurzaming bedrijfsclusters", hadden wij grote plannen. Vijf energiehubs op bedrijventerreinen in Castricum, Akersloot en Limmen, een overkoepelend energiesysteem dat de bedrijven met elkaar zou verbinden, en per cluster een blauwdruk waarmee andere regio's direct aan de slag konden. Wij wisten toen niet precies wat ons te wachten stond. Achteraf kan ik zeggen: gelukkig maar. Dit document beschrijft vrij goed het verschil tussen alle ideeën uit 2024 en wat wij vervolgens tijdens de uitvoering van de plannen aantroffen in de dagelijkse praktijk.

Er bleken wel een paar beren op de weg. Zo ontdekte we de werkelijkheid van het elektriciteitsnet dat op een bepalende manier is aangelegd die de energietransitie en het ontwikkelen van clusters niet altijd eenvoudig maakt. En er is een werkelijkheid van ondernemers die pas in actie komen als zij een probleem ervaren, maar ondertussen om begrijpelijke reden allerlei mogelijke besparingen laten liggen. Dan is er nog wetgeving die collectieve energie-uitwisseling tussen bedrijven er niet makkelijker op maakt.

Tegelijkertijd zagen we ondernemers die, zodra zij hun eigen verbruik in realtime zagen, hun gedrag veranderden zonder dat iemand hen dat hoefde te vragen. En we ontdekten dat studenten die met echte data van echte bedrijven aan de slag gingen vervolgens met adviezen kwamen die er daadwerkelijk toe deden. En ruim twee jaar later stel ik vast dat wat we nu geleerd hebben waardevolle informatie bevat is voor iedereen die ook aan de slag wil met de energietransitie op bedrijventerreinen. We hebben in dit document een kleine zes jaar praktijkervaring samengevat, met een focus op wat werkt. De eerste verduurzamingsrondes bij ondernemers zijn bewezen en leveren veel op. De instrumenten voor de volgende stappen zijn ontwikkeld. En de weg naar echte samenwerking tussen bedrijven is in kaart gebracht, inclusief de obstakels. We weten nu ook dat het soms beter is om iets anders te doen dan een cluster vormen.

Een blauwdruk klinkt alsof alles van tevoren was bedacht, uitgerold en afgevinkt. Dat was zeker niet het geval. Daarom helpen de lessen in dit document iedereen een stap op weg. Ik hoop dat initiatiefnemers in andere regio's er hun voordeel mee doen. En dat zij, net als wij, beginnen bij het probleem van de ondernemers en andere organisaties in de buurt. De rest volgt daaruit.

Namens Stichting CALorie Business dank ik alle ondernemers die het vertrouwen hebben gegeven om deel te nemen, de onderwijsinstellingen die hun studenten en leerlingen naar de werkvloer stuurden, onze partners die hun kennis en hun tijd deelden en het Just Transition Fund dat dit mogelijk maakte.

Cornel Borst,

Voorzitter Stichting CALorie Business Castricum, 30 september 2026

CC BY-SA

CC BY-SA

Inleiding Blauwdruk Verduurzaming Bedrijventerreinen

Een ontwerpkader voor het realiseren van energieclusters op bedrijventerreinen

Dit document is onderdeel van het project "Strategische verduurzaming bedrijfsclusters" van Stichting CALorie Business in Castricum, Akersloot en Limmen.

Wat is deze blauwdruk?

Een blauwdruk heeft in het algemeen elementen van een 'lessons learned' en een 'handleiding', maar voegt een derde element toe: een ontwerpkader. Dat geldt ook voor deze blauwdruk; het kijkt naar de principes en keuzes die ertoe doen bij de energietransitie op bedrijventerreinen. Het biedt daarmee een voorstel hoe dat ontwerpkader toepasbaar is in een specifieke context, bijvoorbeeld het bedrijventerrein binnen jouw gemeente. De blauwdruk is om die veralgemeniseerd tot 'een blauwdruk voor het verduurzamen van bedrijventerreinen'. Oorspronkelijk was het plan om blauwdrukken te schrijven per type ontwikkeld energiecluster. Op dit moment zijn nog geen fysieke clusters gerealiseerd, om verschillende goede redenen. Wel is er aan virtuele clusters opgebouwd: de verbonden data van de deelnemende bedrijven, waarmee gezamenlijke profielen zichtbaar en analyseerbaar zijn. We hebben in de afgelopen periode veel kennis ontwikkeld. Deze kennis en ervaring willen we in dit document graag delen met initiatiefnemers die een bedrijventerrein willen verduurzamen.

Waarom bestaat deze blauwdruk?

75% van de Nederlandse bedrijventerreinen ondervindt nu al hinder door netcongestie of gaat daar op korte termijn mee te maken krijgen. Individueel verduurzamen van bedrijven lost dit onvoldoende op. Door bedrijven in energieclusters te laten samenwerken ontstaan er veel meer mogelijkheden voor het verlagen van de energievraag over het net. Deze blauwdruk brengt de inzichten, keuzes en valkuilen uit de Castricumse pilot samen in een kader dat herbruikbaar is voor andere regio's.

Hoe is de blauwdruk opgebouwd?

Het project dat door Stichting CALorie Business en haar partners is uitgevoerd, valt op te delen in drie stappen:

Stap 1: achter de meter (bewezen). Inventarisatie met EMS, analyse met een uitgebreide rekentool (inmiddels beschikbaar als webtool) en begeleidend advies. Dit levert voor de meeste ondernemers de eerste, grote en zeer rendabele verduurzamingsstappen op. De tool rekent uit, tot en met netto contante waarde wat voor desbetreffende ondernemer de beste oplossingen zijn: isolatie, panelen, boiler, batterij, ….

Stap 2: optimaliseren en verdiepen (deels bewezen). Voor ondernemers die de eerste ronde hebben afgerond, kan scenario-tooling een tweede verduurzamingsronde inluiden. Deze tool gebruikt de monitoring intensief en koppelt het aan voorstellen voor verregaande optimalisatie binnen desbetreffende onderneming.

Stap 3: clustervorming (experimenteel). Waar bedrijven fysiek op dezelfde ring of onderstation zitten en de bereidheid er is, kan worden gewerkt aan uitwisseling van transportcapaciteit en collectieve assets, zoals collectieve laadpleinen. Deze stap is waardevol maar specifiek: hij geldt voor een beperkt aantal combinaties. Daarnaast blijken er in de praktijk flinke hindernissen voor dit type oplossingen te bestaan in wet- en regelgeving en de bestaande inrichting van ons energienetwerk.

CC BY-SA

Uit deze aanpak vallen tot op heden veel lessen te leren en aanbevelingen op te schrijven. In dit document is dit opgetekend als een ontwerpkader voor verduurzaming van bedrijventerreinen.

Dit ontwerpkader bestaat uit 12 bouwstenen.

Elke bouwsteen volgt een vaste structuur:

- **Ontwerpprincipe:** het idee erachter
- **Wat we tot nu toe weten:** ervaringen en bevindingen uit de praktijk
- **Vervolg:** welke barrières bestaan er op dit moment en wat is er voor nodig om energieclusters te kunnen realiseren.

Kerninzichten in deze blauwdruk

De 12 bouwstenen vormen samen het ontwerpkader voor een energiecluster. Op dit moment zijn de ontwerpprincipes per bouwsteen helder en zijn de praktijkervaringen uit Castricum, Akersloot en Limmen verzameld. Vijf inzichten uit die praktijk lopen als een rode draad door dit document.

1. **Begin bij het probleem van de ondernemer.** Geen probleem, geen actie. De energietransitie op een bedrijventerrein komt niet op gang door techniek of subsidie, maar door ondernemers die een concreet knelpunt ervaren en een positieve businesscase voorgeschoteld krijgen. Soms is de probleemeigenaar niet de ondernemer zelf maar de gemeente of de netbeheerder; dan moet die partij de financiering meebrengen.

2. **Achter de meter ligt het bewezen fundament.** De eerste, meest rendabele verduurzamingsstappen vragen geen cluster en zelfs geen EMS: met de webtool weten we voldoende om de eerste goede stappen te identificeren. Elke nieuwe regio kan hier vanaf morgen mee beginnen.

3. **De tweede verduurzamingsronde vraagt andere instrumenten.** Ondernemers die de eerste ronde van verduurzaming hebben afgerond, leven met meer ingewikkelde vragen die om scenario-tooling vragen; die is er inmiddels. Ook het virtuele cluster bestaat al: de data van de deelnemende bedrijven is verbonden, in gezamenlijke grafieken zichtbaar en analyseerbaar. Of de tooling in de praktijk tot collectieve besluiten leidt, is de komende jaren de belangrijkste leervraag. De ontwikkeling van die instrumenten is onderdeel van het goedgekeurde JTF2 vervolgproject. Ze zijn bijna gereed en kunnen nog in 2026 worden getest.

4. **Clusters zijn een keuze, geen automatisme.** De combinatie van bedrijven, de elektrische infrastructuur, de wetgeving en de onderlinge verhoudingen bepalen samen of clustervorming meer oplevert dan individuele optimalisatie. Soms is een laadplein, gezamenlijke inkoop of een lichtere juridische vorm zoals de Groepstransportovereenkomst slimmer, robuuster en sneller te realiseren.

5. **Gedrag en koppeling onderwijs versterken impact.** Realtime inzicht in data uit het EMS roept spontaan optimalisatiegedrag op; leerlingen die meedraaien in bedrijven dragen het bewustzijn een hele loopbaan mee. Wie de transitie wil laten landen, investeert in mensen.

CC BY-SA

1. Start vanuit het probleem

Ontwerpprincipe

De energietransitie op een bedrijventerrein begint als ondernemers een probleem gaan ervaren. Dat hoeft niet direct een stroomonderbreking te zijn, maar het moet concreter zijn dan een lange-termijn duurzaamheidsvraagstuk. Een ondernemer haakt pas aan (met investeringen) als de bedrijfsvoering hinder ondervindt op gebied van de energiezekerheid of de kosten. Dat kan gaan om één aansluiting die niet uitgebreid kan worden, een teruglevering die niet rendabel is of een omgevingsplan voor een bedrijventerrein dat vastloopt op een tekort aan netcapaciteit. Kortom: geen probleem, geen actie. De probleemeigenaar kan een andere entiteit zijn dan de ondernemer. Denk aan een gemeente met uitbreidingsplannen of een netbeheerder die bepaalde ontwikkelingen wil doorvoeren. Als er een probleemeigenaar opstaat die bereid is te investeren, en daar dan ook een positieve businesscase bij heeft, komt de transitie snel in beweging.

Wat we tot nu toe weten

De aanpak van Stichting CALorie Business draait al jaren vanuit precies dit inzicht. Het opbouwen van een netwerk van ondernemers staat centraal in de werkwijze. Uit zo'n zes jaar praktijkervaring blijkt dat ondernemers aansluiten als het probleem concreet en 'persoonlijk' wordt. De beste manier om dit in gang te zetten is van deur-tot-deur spreken van ondernemers. Daarna volgt pas het belang van het inhoudelijke advies. De webtool en het begeleidende advies werken zo goed omdat ze na dit eerste contact en het helder krijgen van de problematiek goed in staat is om daarna de vragen van de ondernemer te beantwoorden: hier is de situatie, dit levert het op, dit kost het. Hiermee nuanceren we vorige alinea wel iets omdat tijdens het gesprek vaak bij de ondernemer nieuwe inzichten kunnen ontstaan. Dan blijkt de huidige situatie bijvoorbeeld een dure oplossingen, waarbij enerzijds stroom van het net wordt afgenomen op een duur moment en teruggeleverd via zonnepanelen op een moment dat dit weinig oplevert (of zelfs geld kost). Dán blijkt dat de ondernemer opeens een probleem ervaart en aan de slag wil.

De volgorde die wordt gehanteerd: signaleer waar problemen leven, lever daarbij een concrete analyse met duidelijke kosten en baten, laat op basis van het succesverhaal van de eerste deelnemers het netwerk groeien. Elke ondernemer die met een goede businesscase van start gaat, is de beste ambassadeur voor het werven van meer geïnteresseerden.

Een tweede les uit de praktijk is dat de drempel laag moet zijn op het moment dat de belangstelling er is. Een potentiële deelnemer die niet binnen korte tijd aan de slag kan met het verkrijgen van meer inzicht en een plan, haakt ook snel weer af. Beschikbaarheid en snel handelen op het moment dat het probleem speelt, is mede bepalend voor het succes. Daarbij blijkt dat maatregelen 'achter de meter' zich hier veel beter voor lenen. De ondernemer kan zelfstandig beslissen en direct de investeringen doen. Oplossingen in clusters vergen een lange adem, maar zijn daarmee niet per definitie kansloos.

Vervolg: wat is er nodig om verder te komen?

Het netwerk in Castricum is ontstaan op basis van een aantal aanwezige partijen die gezamenlijk in staat waren om een brede groep ondernemers te bereiken met een inhoudelijk sterk verhaal. Het feit dat de technische kennis gecombineerd is met een duidelijke financiële plaat is een onderliggende succesfactor. De lokale energie coöperatie bleek dit te kunnen faciliteren. Startend vanuit een eenvoudig spreadsheet, dat uitgroeide tot een zeer geavanceerde online tool waar inmiddels veel positieve reacties om komen. Door een goede samenwerking met de lokale ondernemersvereniging kwam ook een groot netwerk van ondernemers tot de beschikking. Door bovendien samen te werken

CC BY-SA

met adviseurs met een goed lokaal netwerk, ontstaat een vertrouwen van ondernemers dat van groot belang is om het eerste gesprek te kunnen voeren.

Voor elk bedrijventerrein in Nederland zal deze situatie net iets anders liggen, maar in algemene termen geldt dat een energietransitie zelden start vanuit een goed stuk techniek. Het is van groot belang om altijd een goede samenwerking te hebben met sleutelpersonen en -organisaties in het netwerk rondom het beoogde bedrijventerrein.

CC BY-SA

2. Helder beeld van het cluster

Ontwerpprincipe

Bedrijven worden niet willekeurig gegroepeerd, maar op basis van criteria die bepalen of ze als cluster kunnen functioneren. Het clustervermogen hangt sterk samen met de fysieke elektrische infrastructuur: bedrijven die hun energie willen afstemmen moeten elektrisch aan elkaar gekoppeld kunnen worden.

Wat we tot nu toe weten

Het project definieerde bij aanvang zeven criteria voor clustervorming. Daar voegen we met de huidige inzichten nog een achtste aan toe.

Criterium	Toelichting
1. Bedrijfsactiviteiten	Goede kennis van de bedrijfsactiviteiten is van belang om een inschatting te maken van kansen. Als een grote transportondernemer het hele wagenpark wil elektrificeren, wordt de uitwisseling met de omgeving beperkt tot ‘lever stroom’.
2. Geografische nabijheid	Nabijheid werkt vooral op het vlak van organisatie en vertrouwen: samenwerkingsoverleg, een gezamenlijk laadplein en onderling contact (en contract) zijn eenvoudiger als bedrijven dicht bij elkaar zitten. Maar de elektrische nabijheid volgt niet automatisch de geografische; zie het kader over de netstructuur. Voor een cluster tellen dus beide vormen van nabijheid: elektrisch voor de techniek, geografisch voor de samenwerking.
3. Bedrijfsgrootte	De aansluiting bepaalt mede wat mogelijk is. Ondernemers met een kleinverbruikersaansluiting (tot 3 x 80 A) zitten op het laagspanningsnet en zijn onderling hooguit via het laagspanningsstation gekoppeld. Uitwisseling van transportcapaciteit is vooral een vraagstuk voor partijen met een middenspanningsaansluiting op hetzelfde onderstation (zie kader).
4. Energieprofiel	De waarde van een cluster zit in de complementariteit van profielen: het ene bedrijf produceert op momenten waarop het andere verbruikt. Een andere optie is dat men kan samenwerken.
5. Technologische compatibiliteit	De systemen van deelnemende bedrijven moeten met elkaar en met het clustermanagementsysteem (CEMS) kunnen samenwerken. Relevant hierbij is onder meer: dezelfde of vergelijkbare EMS-software, beschikbaarheid van kwartierwaardes (via slimme meter of netbeheerder), en assets die extern zijn aan te sturen, zoals accu's, laadpalen en e-boilers. Nieuwe deelnemers die later aanhaken, hebben voordeel bij een aansluiting die aan deze eisen voldoet; dit vraagt heldere technische randvoorwaarden richting leveranciers.
6. Bereidheid tot samenwerking	In de praktijk blijkt een bestaande organisatiegraad (zoals een VVE of BIZ) hierbij een voordeel. Uitdagingen zijn er ook, bijvoorbeeld als eigenaar van het pand de energierekening doorstuurt aan ondernemers die ruimte huren. Er is dan een lagere urgentie voor energiemaatregelen.
7. Diversiteit binnen/tussen clusters	Een diversiteit aan activiteiten in het cluster biedt grotere kansen om energieprofielen te combineren. Hoe beter de kennis van de bedrijfsactiviteiten, hoe groter de kans dat er slimme samenwerkingsconcepten worden ontdekt.
8. Mate van netcongestie	Nieuw criterium, voorgesteld na de projectfase (zie toelichting in tekst p.10)

CC BY-SA

De bovenstaande criteria zijn bij aanvang van de eerste projectfase (2025-2026) opgesteld. In de praktijk hebben we dit in de loop van het project moeten bijstellen. Allereerst bleek dat de samenstelbaarheid van bedrijven sterk wordt bepaald door de elektrische infrastructuur. Op het bedrijventerrein in Castricum zijn op dit moment geen combinaties van bedrijven die onderling transportcapaciteit kunnen uitwisselen. De meeste deelnemende ondernemers hebben een kleinverbruikersaansluiting; een groot pand met een kringloopwinkel, heeft een 3 x 80 A-aansluiting terwijl het verbruik nooit boven de 15 kW komt. Één bouwbedrijf heeft formeel een grootverbruikersaansluiting, maar met een contractuele beperking van 50 kW afname en 30 kW teruglevering is dit per saldo vergelijkbaar met een kleinverbruikersaansluiting. Met een geplaatste accu van 261 kWh heeft het bedrijf echter een effectief beschikbaar vermogen van circa 180 kW: wat niet via de aansluiting kan, kan soms wél achter de meter worden gerealiseerd. Dit voorbeeld illustreert juist dat principe: de energieopslag wordt ingezet om binnen de bestaande aansluiting meer mogelijkheden voor de bedrijfsvoering te creëren én het levert een bijdrage in de vermindering van de netcongestie. Voor vermindering van netcongestie draait het niet zozeer om hoeveelheid bespaarde of opgeslagen energie, maar vooral om het moment waarop afname en teruglevering plaatsvonden. Als beiden een piek hebben op een ander tijdstip, ontstaat toch congestie. Een batterij loste ook dat probleem op.

Achtergrond: de elektrische infrastructuur op bedrijventerreinen

Het elektriciteitsnet op een bedrijventerrein kent twee gescheiden niveaus. De meeste ondernemers hebben een kleinverbruikersaansluiting van maximaal 3 x 80 ampère; zij zitten op het laagspanningsnet. Wie meer vermogen nodig heeft, stapt doorgaans over op een middenspanningsaansluiting met een eigen klantstation: een eigen transformatorstation dat de middenspanning omzet naar laagspanning. Dit gebeurt in de regel vanaf circa 160 à 175 kVA. Zeer grote afnemers, doorgaans vanaf enkele megawatts, worden soms rechtstreeks op een transformator van het onderstation aangesloten.

Het middenspanningsnet zelf is meestal opgebouwd uit ringen: gesloten lussen van 10 kV- of 20 kV-kabels die vanuit een onderstation over het terrein lopen. Elk onderstation voedt doorgaans meerdere middenspanningsvelden, die elk een eigen ring vormen. Deze ringstructuur biedt redundantie: bij een storing op één tak kan de stroom via de tegenovergestelde tak blijven lopen. Vanuit de middenspanningsringen voeden transformatoren het laagspanningsnet, waaraan de meeste bedrijven zijn aangesloten.

Deze inrichting heeft een directe consequentie voor clustervorming. Twee bedrijven die fysiek naast elkaar staan, kunnen elektrisch van elkaar gescheiden zijn: op verschillende laagspanningsstations, of zelfs via verschillende middenspanningsringen en onderstations. Omgekeerd kan een bedrijf aan de westkant van Alkmaar elektrisch dichter bij een bedrijf aan de oostkant zitten dan bij zijn eigen buurman. De indeling van het net volgt de historie van de kabellegging, niet de geografische logica van het terrein.

In de praktijk betekent dit dat ondernemers met een kleinverbruikersaansluiting onderling hooguit op het niveau van het laagspanningsstation aan elkaar gekoppeld zijn, en dat echte uitwisseling van transportcapaciteit vooral een vraagstuk is voor partijen met een middenspanningsaansluiting op hetzelfde onderstation.

Het inzicht in hoe de ringen, stations en onderstations op een bedrijventerrein precies in elkaar zitten, vereist informatie die bij de netbeheerder moet worden opgevraagd. In onze regio is dat Liander.

CC BY-SA

Daarnaast is het beeld over de werkelijke impact van een cluster-EMS op netcongestie tijdens het project genuanceerd. In de aanvangsfase werd verondersteld dat een cluster-EMS netcongestie grotendeels kan oplossen; dat bleek erg optimistisch. Achter-de-meter-maatregelen verminderen de afname en daarmee óók de druk op het net, maar het effect op congestie hangt af van het moment waarop de besparing plaatsvindt: vooral besparingen en piekafvlakking op de momenten dat het net belast is, maken verschil. De oplossing die het bouwberdrijf realiseerde speelt zich achter de meter af. Die is voor het eigen bedrijf waardevol en vergroot de lokale ruimte, maar levert op zichzelf nog geen oplossing voor de transportschaarste in de regio. Met andere woorden: maatregelen met economische voordelen en het voorkomen van netcongestie liggen nu nog niet op één lijn. Vanaf 2029 verandert dat: de kosten van energie gaan dan afhangen van de tijdsblokken waarin stroomgebruik plaatsvindt, waardoor tijdig verschuiven van verbruik óók economisch aantrekkelijk wordt. Liander hanteert optimalisatie achter de meter expliciet als voorwaarde vóórdat extra transportcapaciteit of collectieve oplossingen aan de orde komen. Het verlangen van collectieve energie-uitwisseling tussen bedrijven vraagt een stap verder.

Netcongestie als achtste criterium

Ten slotte is gebleken dat de mate van netcongestie als aanvullend criterium volgens ons moet worden meegewogen. Dit heeft twee redenen. De eerste is praktisch: een cluster realiseren op een bedrijventerrein zonder congestie levert weinig toegevoegde waarde op. Er is geen transportprobleem dat gezamenlijk moet worden opgelost. En we weten dat als ondernemers geen probleem ervaren, zij niet snel aan de slag gaan. Er ontbreekt zonder congestie ook de urgentie om als bedrijven samen te werken aan energieafstemming. De investering in een cluster-EMS en de organisatorische inspanning staan dan niet in verhouding tot het resultaat.

De tweede reden is dat de netbeheerder sinds oktober 2024 werkt met een maatschappelijk prioriteringskader, vastgesteld door de ACM. In congestiegebieden worden aanvragen voor transportcapaciteit voortaan geprioriteerd op maatschappelijk prioriteringskader[1]. Bedrijventerreinen die bijdragen aan verduurzaming, energietransitie of regionale economie kunnen onder categorie 2 vallen en zo voorrang krijgen boven andere aanvragen. Een cluster dat aantoonbaar netto netcongestie vermindert, versterkt niet alleen de eigen businesscase maar ook de positie in dit prioriteringskader. Omgekeerd geldt: per 1 juli 2026 komt iedereen die in een congestiegebied een aanvraag wil doen, klein of groot, op dezelfde wachtlijst te staan totdat er weer capaciteit beschikbaar komt. Bedrijven die niets doen, komen achteraan.

Voor deze blauwdruk betekent dit dat de mate van netcongestie op een bedrijventerrein niet alleen bepaalt of een cluster nuttig is, maar ook of het een hefboom kan zijn om bij de netbeheerder voorrang te krijgen voor nieuwe transportcapaciteit. Dat maakt het een essentieel criterium bij de selectie van clusters.

Vervolg: wat is er nodig om verder te komen?

De grootste barrière is juridisch van aard. Alle individuele bedrijven hebben inmiddels een EMS, maar de wetgeving houdt energie-uitwisseling tussen bedrijven tegen. Data-technisch is er wél al een virtueel cluster zichtbaar: op basis van de verzamelde data kunnen mogelijke clusters worden geïdentificeerd. De stap die daarna volgt, is het maken van afspraken over verbindingen tussen verschillende onderstationniveaus. De netbeheerder (Liander) is hier op dit moment terughoudend in. Vervolgstappen zijn daarom: het in kaart brengen van de elektrische infrastructuur op de werf, en het gesprek met Liander over de voorwaarden voor koppelingen op onderstationniveau.

[1] https://www.liander.nl/grootzakelijk/energietransitie/maatschappelijk-prioriteren

CC BY-SA

CC BY-SA

3. Energieprofiel en patronen

Ontwerpprincipe

Elk bedrijf krijgt inzicht in het eigen energieprofiel: verbruik, opwek, patronen en trends. Zonder het individuele profiel kan de eerste verduurzamingsstap niet worden gezet: geen uitspraak over panelen, opslag of isolatie, en geen gesprek met de netbeheerder. Voor de volgende stappen, verdieping en clustervorming, komt daar het clusterniveau bij: het gecombineerde beeld van de individuele profielen vormt het overzicht per cluster, en dat is nodig voor scenario's en – bij cluster-oplossingen – collectieve besluitvorming.

Wat we tot nu toe weten

Wat we in de praktijk veel zien is dat een ondernemer het idee heeft dat het bedrijf "klaar" is met verduurzaming na het vervangen van gas door een warmtepomp en het plaatsen van zonnepanelen. Bij bijna alle ondernemers bleek uit de EMS-data dat er nog steeds een positieve businesscase bestond, bijvoorbeeld door het installeren van opslag of laadinfrastructuur. Ook meer inzicht in het gebruik over de dag, zoals bij bouwsteen 2 al aangestipt, legt vaak extra besparingspotentieel blood. Het gevoel klaar te zijn en de feitelijke optimale situatie liggen dus flink uiteen; alleen meting brengt dat aan het licht.

Gemiddeld wordt ongeveer 40%[2] van de opgewekte zonne-energie door een bedrijf zelf direct verbruikt; de rest gaat terug het net op. In de pilot is de meetreeks inmiddels opgebouwd: bedrijven zijn aangesloten op hun EMS en data wordt structureel verzameld. We kunnen individuele data visualiseren én de clusterdata samenvoegen: van een groep bedrijven is één overkoepelende grafiek te maken, met daarin zowel het somtotaal als de individuele profielen. Analyses op clusterniveau (complementariteit, pieken, opwek versus verbruik) zijn daarmee mogelijk. Wat nog ontbreekt is de vertaling naar per deelnemer zichtbaar clustervoordeel, zoals hierna beschreven. Daarmee hebben we inzicht in de data gerealiseerd die nodig is om inzicht te krijgen in de patronen per bedrijf en per cluster.

Voor nieuw op te zetten trajecten is overigens geen EMS nodig om te beginnen: kwartierwaardes zijn via de netbeheerder op te vragen (als CSV-bestand) en geven al een eerste beeld van de profielen. Het EMS biedt een veel rijker beeld. Waar kwartierwaardes één totaal per kwartier laten zien, monitort het EMS alle assets achter de meter (in het pand) afzonderlijk: opwek, verbruik, opslag en laadinfra. Dat levert het inzicht dat nodig is voor verdere optimalisatie, zoals de verhouding tussen opwek en verbruik, het monitort zeer fijnmazig per minuut al deze data, en het maakt verbruikspatronen inzichtelijk. Praktisch voordeel daarbij: data opvragen via leveranciers kost doorlooptijd en het betreft ‘achteraf data’. Het EMS levert de data continu en direct.

Vervolg: wat is er nodig om verder te komen?

De volgende stap ligt bij het interpreteerbaar maken van de data. Bij het analyseren van meerdere bedrijven zien we nu de grafieken van het cluster over elkaar heen. Het beeld hoe onderling afstemmen specifiek voor elk bedrijf voordeel oplevert, is niet in één oogopslag zichtbaar. We weten

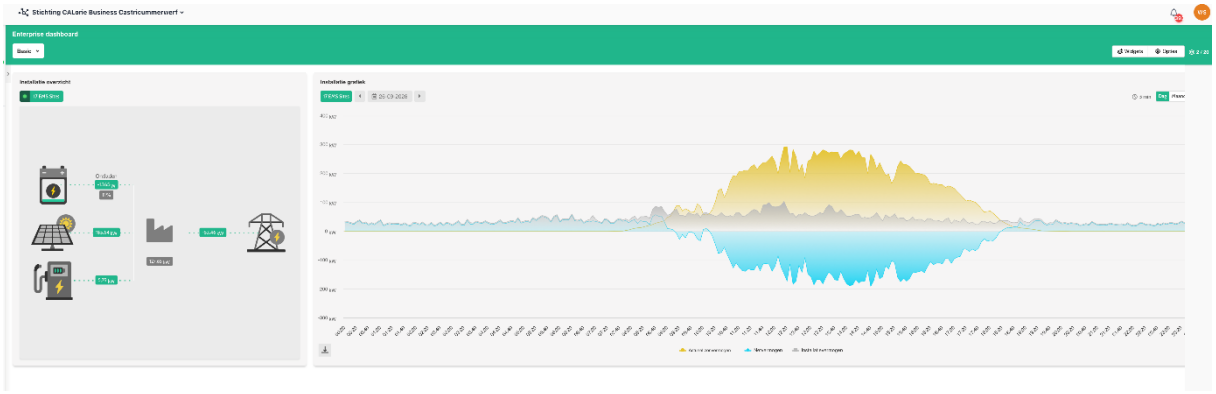
[2] Een richtlijn uit de projectraming is dat ongeveer 40% van de opgewekte zonne-energie direct wordt verbruikt. Externe bronnen (Milieu Centraal, verschillende PV bedrijven) wijzen voor bedrijven op een bereik van 30% tot 60%, afhankelijk van het bedrijfsprofiel en het moment waarop de energie wordt gebruikt.

CC BY-SA

nu dat een weergave nodig is waarin elk bedrijf het eigen profiel ziet, met daarin zichtbaar welke ruimte er ontstaat door samenwerking in het cluster.

Voor het combineren van profielen tot clusterinformatie is de benodigde basis aanwezig: data-technisch is al een virtueel cluster zichtbaar, waarmee mogelijke combinaties van bedrijven kunnen worden geïdentificeerd. De stap die moet worden gezet, is het daadwerkelijk doorrekenen van de complementariteit: het ene bedrijf produceert op momenten waarop het andere verbruikt. Voor de individuele inschatting van verbruik, opwek en opslag rekent de webtool dit allang uit; voor het clusterniveau moet die analyse nog één keer worden uitgevoerd en zichtbaar worden gemaakt per deelnemer.

De terugkoppeling naar het individuele bedrijf is bewezen voor de eerste verduurzamingsstap: de uitslagen van de webtool en het begeleidende advies zijn voor de meeste ondernemers reden om die stap daadwerkelijk te zetten. Wat nog ontbreekt is de terugkoppeling van het clustervoordeel: inzichtelijk maken wat onderling afstemmen per bedrijf oplevert. Pas met die weergave is de cirkel rond die nodig is voor de bereidheid om in een cluster te investeren.



Figuur 1: Cluster met 17 ondernemers in op het bedrijventerrein Castricummerwerf

CC BY-SA

4. Technische architectuur

Ontwerpprincipe

Elk bedrijf krijgt een eigen EMS; daarbovenop staat een CEMS dat de individuele data koppelt op clusterniveau. Het EMS is de bouwsteen op bedrijfsniveau, het CEMS verbindt deze systemen en is bedoeld om afstemming tussen bedrijven mogelijk te maken zodra de clustervorming aan de orde is.

Wat we tot nu toe weten

Het EMS is per bedrijf geïmplementeerd en ingeregeld. Bij de keuze voor het platform is bewust gekozen voor merk-onafhankelijke aansturing: het platform stuurt nagenoeg alle merken assets aan, waardoor de installatie per bedrijf vrij kan worden samengesteld en latere uitbreidingen (accu's, laadpalen, boilers van verschillende merken) niet afhangen van één fabrikant. Dit is ook een randvoorwaarde voor de stap naar het cluster: sturing over meerdere bedrijven heen vraagt één uniform aansturingslaag bovenop diverse installaties. De CEMS wordt namelijk per cluster gekoppeld aan de individuele EMS'en. Na deze implementatie zien we dat de huidige architectuur vooral bruikbaar is voor monitoring. De datastructuur helpt ondernemers minder goed bij het beantwoorden van vragen van het type "als ik de capaciteit van mijn batterij ga vergroten, wat wordt dan de verwachte besparing of opbrengst?" Kortom: de implementatie is nog niet scenario-proof. Het systeem is ingericht om te meten, nog niet om keuzes te ondersteunen.

Het EMS fungeert ondertussen als een krachtige bindfactor voor deelnemende ondernemers. Hierbij komen een paar onderdelen samen. De ondernemer heeft realtime inzicht in de eigen data. Bij sommige ondernemers ontstaat hier zelfs spelgericht gedrag dat we positief kunnen inzetten: ze proberen hun verbruik te optimaliseren omdat ze de effecten direct zien. Vanuit die betrokkenheid kan vanzelf de behoefte aan verdere maatregelen ontstaan. Dit sluit aan bij de les uit de inleiding van deze blauwdruk: de energietransitie komt in beweging als een ondernemer een probleem ervaart en ziet wat een maatregel oplevert. Ook met kleinere projectfunding kan overigens worden gestart, bijvoorbeeld op basis van achterafdata zoals in het hoofdstuk over energieprofielen is beschreven.

Vervolg: wat is er nodig om verder te komen?

Twee opgaven staan voorop bij het opstarten in een nieuwe regio. Ten eerste moeten de technische randvoorwaarden worden vastgesteld waaraan een EMS moet voldoen om met een CEMS te worden gekoppeld. Dit vraagt om heldere specificaties richting leveranciers, zodat een nieuwe regio weet waaraan het EMS moet voldoen.

Ten tweede moet worden bepaald wie straks de overkoepelende analyses beheert die nodig zijn om tot clusters te komen: de stichting, de leverancier, of het cluster zelf. Dit beheervraagstuk raakt aan de bouwsteen over ondersteuning en beheer.

Op dit moment worden bij ons de analyses uitgevoerd door Stichting CALorie Business als onafhankelijke partij; voor de naloopfase is de logische opdrachtgever een coöperatie of een beheerpartij.

CC BY-SA

CC BY-SA

5. Scenario-tooling

Ontwerpprincipe

Data wordt pas echt waardevol als die wordt vertaald naar scenario's die onderling vergelijkbaar zijn: wat gebeurt er in mijn bedrijf, of op clusterniveau, als we maatregel X of Y nemen? Voor de eerste verduurzamingsronde gebeurt die vertaling met de webtool en begeleidend advies. Scenario-tooling breidt dat uit naar de vervolgvragen: de tweede verduurzamingsronde en de afstemming tussen bedrijven. Zo is de tooling de brug tussen meten en beslissen.

Wat we tot nu toe weten

Moet ik isoleren, met panelen energie opwekken of juist kijken naar opslag in een batterij of boiler? Voor de meeste ondernemers zijn de vragen in de eerste verduurzamingsronde al goed te beantwoorden met de bestaande webtool. De webtool is ontwikkeld door Wim Schermer, eerst als spreadsheet, en wordt al zo'n zes jaar in de praktijk wordt gebruikt. De tool rekent verschillende investeringen bij de ondernemer uit, inclusief een geavanceerde berekening van de netto kosten en baten (netto contante waarde berekening). Samen met het begeleidende advies levert dit voor de overgrote meerderheid van de ondernemers voldoende handvatten om de eerste grote stappen in verduurzaming te zetten.

De webtool werkt met een uitgebreide set data: een ondernemer die zijn jaarverbruik in kilowattuur kent, kan al besparing realiseren zonder precies te weten hoe de exacte verdeling van de energiehuishouding over de dag heen verloopt met panelen, laadpalen en apparatuur. Dit levert een snelle winst-analyse mee, inclusief een benadering van bijvoorbeeld de benodigde accudimensie.

Wie verder wil, plaatst een EMS: dat levert rijkere, uitgesplitste data. Met enkele maanden EMS-data kan de tooling het bedrijf vervolgens modelleren en, gecombineerd met weerdata en kennis van de gebruikelijke bedrijfsvoering, als lerend systeem voorspellingen doen over de effecten van aanpassingen zoals een extra accu. Dit is de verdieping achter de meter: individuele optimalisatie op basis van rijkere data.

De vragen die daarna ontstaan, zijn van een andere orde. Een ondernemer die de eerste ronde heeft afgerond, wil weten wat een volgende stap oplevert op clusterniveau. Bijvoorbeeld: wat verandert er als vijf laadpalen worden geplaatst? En zet je die laadpalen achter de meter, of deel je ze met een paar bedrijven in de vorm van een laadplein? Voor dat soort vragen is de bestaande EMS nog niet ingericht; het ondersteunt geen "wat als"-analyses (in de onderneming of op clusterniveau). Voor ondernemers die daar aan toe zijn kan scenario-tooling een tweede of derde verduurzamingronde inluiden. Bovendien is het een voorwaarde voor de stap naar clustervorming.

Naast techniek en kosten spelen ook andere belangen een rol bij de uitkomsten: bedrijfszekerheid (zoals een stroomzekerheidsplan), comfort op werkplaatsen en goedlopende processen. De ondernemer wil meestal geen energiespecialist worden; daarin moet de scenario-tooling ontzorgen. Ook de onderlinge verhoudingen tussen ondernemers spelen een rol bij de afwegingen. Een cluster is ook een sociaal netwerk; die dynamiek moet in de onderbouwing worden meegenomen. Daar gaan de bouwstenen over collectieve besluitvorming en over de gedragscomponent dieper op in.

Scenario-tooling is tot slot een goed product om in te zetten binnen het onderwijs. Studenten en leerlingen kunnen er scenario's mee doorrekenen en betere adviezen voor bedrijven ontwikkelen. Er is al een lespakket ontwikkeld. Hoe duidelijker de scenario-tool is opgezet, hoe beter het inzicht dat bij studenten en leerlingen wordt ontwikkeld.

CC BY-SA

Vervolg: wat is er nodig om verder te komen?

De kernopgave is de scenario-tooling zelf: ontwikkelen en integreren met de bestaande data-architectuur, zoals beschreven in de tussentijdse evaluatie. De scenariotool is inmiddels bijna gereed. Binnen dit project zijn met de leveranciers testcasussen voor scenarioanalyses ontwikkeld en beproefd; de productieversie wordt opgeleverd in het goedgekeurde vervolgproject (JTF2). Dat project verbreedt de aanpak naar circa 100 mkb-bedrijven in Castricum, Akersloot en Limmen. De uitkomsten moeten begrijpelijk zijn voor niet-technische beslissers; een tool die alleen door deskundigen kan worden begrepen, lost het besluitvormingsprobleem niet op. Concreet: de tool moet nu in de praktijk zijn meerwaarde gaan bewijzen en het bijbehorende lespakket kan verder worden ontwikkeld in samenwerking met docenten.

CC BY-SA

6. Collectieve besluitvorming

Ontwerpprincipe

Energie afstemmen tussen bedrijven vereist een governance-model: wie beslist, welke besluiten zijn nodig, hoe worden keuzes afgestemd en hoe behoud je snelheid? De clustervorming is daarbij de derde stap in de aanpak. Voordat de gezamenlijke inspanningen opgestart worden moeten eerst de stappen achter de meter worden gezet. Dat eerste traject kun je slim voorsorteren op het tweede door vaak de ‘gezamenlijkheid’ te organiseren, bijvoorbeeld met regelmatige informatiebijeenkomsten en kennissessies.

Wat we tot nu toe weten

Zonder een goed gezamenlijk beeld komen bedrijven niet tot collectieve keuzes. Voor het formaliseren van clusters wordt de juridische vorm onderzocht; de energiecoöperatie is een bekende en veelbelovende vorm. Er zijn voorbeeldcontracten beschikbaar van gespecialiseerde partijen.

Naast de coöperatieve vorm verdient de Groepstransportovereenkomst (GTO) aandacht. Bij een GTO delen twee of meer aansluitingen het transportrecht als groep; alle netbeheerders, waaronder Liander, bieden deze contractvorm aan en de ACM presenteert haar expliciet als instrument voor samenwerking in energiehubs. Een GTO lost het onderling verrekenen van energie niet op, maar organiseert wél de gezamenlijke inzet van transportcapaciteit, en dat is precies het knelpunt waar clustervorming in de praktijk op vastloopt. In andere regio's worden CEMS'en inmiddels in dit verband toegepast; de verbinding met het lokale instrumentarium daarvan verdient nader onderzoek in het gesprek met netbeheerder.

Belangrijk inzicht uit de pilot: een energy hub is geen doel op zich. Bij goede optimalisatie achter de meter bij individuele ondernemers is een cluster niet altijd nodig. Er bestaan tussenoplossingen die met minder juridische en technische complexiteit veel voordelen opleveren: een gezamenlijk laadplein, of collectieve inkoop van installaties en onderhoud. Ook spelen praktische afhankelijkheden mee om niet voor een cluster te kiezen zoals:

- Kosten van coördinatie (tijd en inspanning) van het cluster;
- Veranderingen over de tijd zijn een risico voor de continuïteit van een cluster, denk aan de impact van het verhuizen van ondernemers in/ uit een cluster

Een gevormd cluster moet daar robuust op worden ontworpen. Toch blijft een risico bestaan dat bijvoorbeeld na een verloop van tijd het ‘energie-aanbod’ vanuit een deelnemer aan het cluster verandert in een ‘energie-vraag’. Het kan mede hierdoor zelfs zo zijn dat een collectieve oplossing per terrein duurder uitpakt dan individuele oplossingen; het cluster is een middel, geen doel.

Tegelijk zijn er ook argumenten die vóór clusteren pleiten: gezamenlijkheid biedt voordeel (omdat bijvoorbeeld de overcapaciteit niet per aansluiting, maar per cluster gedeeld kan worden), een gedeeld risico bij investeringen, onderling leereffect en een sterkere positie richting de netbeheerder, onder meer in het maatschappelijk prioriteringskader. Het betreft een afweging per bedrijventerrein en geen automatisme.

Vervolg: wat is er nodig om verder te komen?

De grootste barrière is dat er weinig praktijkervaring is met collectieve besluiten rond clusters, simpelweg omdat er nog geen fysiek cluster met gezamenlijke besluitvorming operationeel is. Het virtuele cluster, de gezamenlijke data, bestaat wél en is beschikbaar voor analyse. Daarnaast is het delen van data een gevoelig punt. Het is niet vanzelfsprekend dat bedrijven hun gegevens openbaar maken. Dit kan gaan om privacy, om de concurrentiepositie, of om de angst dat uitkomt dat ze op de

CC BY-SA

aansluiting minder energie gebruiken dan gecontracteerd. Die laatste zorg is reëel: de netbeheerder heeft belang bij vrijgevallen vermogen en kan een deel van de ongebruikte gecontracteerde capaciteit terugvragen.

Voor de blauwdruk betekent dit dat een governance-model moet worden uitgewerkt dat ten minste drie vragen beantwoordt: welke beslissingen zijn individueel en welke collectief; gaan clusters met meerderheidsbesluit of consensus werken (dit kan per cluster verschillen); en hoe omgegaan wordt met de commerciële gevoeligheid van energiedata. De energiecoöperatie lijkt vooralsnog de meest kansrijke juridische vorm om dit te borgen. Een eerste aanzet voor de opbouw: het model onderscheidt bestuurslagen (welke besluiten moeten worden voorgelegd aan de vergadering van deelnemers en wat kan het bestuur zelf besluiten?), regelt toetreding en uittreding van deelnemers inclusief de gevolgen daarvan voor gezamenlijke assets, en bevat afspraken over datagebruik met een expliciet antwoord op de vertrouwensvraag: wie ziet wat, en waarom.

CC BY-SA

7. Heldere prioriteit van interventies

Ontwerpprincipe

De meest relevante duurzaamheidsmaatregelen voor een cluster moeten de focus krijgen, inclusief de interactie tussen maatregelen onderling. De combinatie van bedrijven in een cluster bepaalt welke maatregelen logisch zijn.

Wat we tot nu toe weten

Er zijn veel keuzes te maken: warmtepomp, e-boiler, zonnepanelen, isolatie, accu, laadpaal. Deze maatregelen kunnen niet los van elkaar worden bekeken: opwek, opslag, laadinfra en piekafvlakking beïnvloeden elkaar, binnen een onderneming en zeker binnen een cluster. Halverwege stoppen of uitstappen van een ondernemer kan tot een negatieve businesscase leiden. Voor de meeste ondernemers ligt de prioriteit niet bij het cluster maar gaan zij eerst aan de slag achter de meter: de webtool en het begeleidende advies rangschikken de maatregelen per bedrijf op basis van kosten en baten. We zien pas toegevoegde waarde van collectieve maatregelen in een tweede of latere verduurzamingsronde. Voor collectieve maatregelen in een cluster is bovendien de combinatie van bedrijven bepalend. Dit sluit aan bij de vaststelling uit het hoofdstuk over scenario-tooling. De praktijk leert dat het verstandig is om klein en risico-arm te beginnen, ook bij collectieve maatregelen: drie à vier bedrijven, met ruimte voor andere bedrijven om aan te haken. Een gezamenlijk laadplein is een voorbeeld van een minder risicovolle eerste stap. En zelfs dan moeten de risico's worden meegewogen dat deelnemers halverwege uitstappen.

Ook de netbeheerder stelt voorwaarden. Liander ziet optimalisatie achter de meter als eerste stap (vooral: eerst van het gas af). We zien wel regelmatig adviezen of zelfs richtlijnen die tegenstrijdig zijn of spanning geven: "leg het maximaal aantal panelen" enerzijds en "waak voor overdimensioneren" anderzijds. De netbeheerder heeft zelf belang bij vrijgevallen vermogen en vraagt vaak een deel daarvan terug; voor ondernemers is het later lastig als er alsnog opgehoogd moet worden. Het verdient aanbeveling hier vooraf met elkaar heldere afspraken over te maken.

Maatregelen achter de meter zijn en blijven aan de ondernemer. Maatregelen als batterijen en laadpalen kunnen ook collectief worden georganiseerd; dan moeten ze wel (financieel) worden ondersteund, bijvoorbeeld via financiering door een bank, een coöperatief fonds of een regionale regeling. Verder geldt voor bedrijven de EML-plicht (Erkende Maatregelen Lijst, de wettelijke energiebesparingsverplichting), zoals het toepassen van energiezuinige verlichting. Deze verplichte maatregelen vormen een natuurlijk vertrekpunt voor het gesprek met ondernemers: die stap moet immers toch worden gezet. Maar zo'n verplichting kan ook dwars door het advies heen lopen; het zijn niet per se de beste maatregelen vanuit de financiële businesscase. De volgorde "verplichte maatregel eerst" is dus praktisch als ingang, niet als ordening van de businesscase.

In samenwerking met het onderwijs kan de focus breder liggen dan energie alleen: transport, klimaatadaptatie of circulair ontwerp. Dat kan enerzijds de businesscase robuuster maken. Anderzijds verbreedt het de duurzaamheidsimpact.

Vervolg: wat is er nodig om verder te komen?

Per clustertype moet worden bepaald welke combinaties van maatregelen logisch zijn en wat de minimale set is om een cluster effectief te laten functioneren. Ook moet worden meegewogen wat er gebeurt als deelnemers uitstappen. Concreet staat op de agenda: het in kaart brengen van de EML-plicht per deelnemend bedrijf, en het in kaart brengen van de voorwaarden die de netbeheerder stelt, voordat de maatregelen worden geprioriteerd.

CC BY-SA

CC BY-SA

8. Gedragscomponent is sleutel tot succes

Ontwerpprincipe

Ondernemers en hun personeel moeten begrijpen waarom hun gedrag medebepalend is voor het succes van verduurzaming. Techniek schept de mogelijkheden, maar het gedrag bepaalt of de mogelijkheden ook echt worden benut.

Wat we tot nu toe weten

De gedragscomponent bij de bedrijven, in de directiekamer en op de werkvloer, vergt een campagnematige aanpak. Door het onderwijs te betrekken, neem je de werknemers van de toekomst vast mee en geef je jongeren inzichten en vaardigheden die ze straks in hun baan direct kunnen toepassen.

Uit de pilot blijkt dat er nog geen breed instrumentarium voor gedragsverandering beschikbaar was; wel zijn er regionale initiatieven zoals "IJmond Bereikbaar" waarop kan worden voortgebouwd. Het meest effectief is om gedrag te benaderen op de plekken waar het energiegebruik zichtbaar wordt: rond het EMS. Daar waar medewerkers hun verbruik zien, kan gedrag ook worden beïnvloed. De praktijk levert hier zelfs een opvallende observatie op: bij sommige ondernemers ontstaat spelgericht gedrag, het gericht optimaliseren van het eigen verbruik omdat de effecten direct zichtbaar zijn. Dat is gedragsverandering die niet hoeft te worden afgedwongen, maar die ontstaat uit het inzicht zelf. Ondernemers kunnen worden aangemoedigd om de data-analyses regelmatig te delen met het team. Zo komt men gezamenlijk tot aanpassing van gedrag.

De raming dat bewustwording circa 10% extra besparing kan opleveren, is een uitgangspunt uit het projectplan. Extern onderzoek bevestigt dat gedragsinterventies in deze orde van grootte kunnen uitpakken, mits de feedback frequent en direct zichtbaar is. Uit de literatuur varieert het effect van circa 2% (periodieke rapportages[3]) tot circa 5% (realtime feedback via slimme thermostaten[4]) en tot circa 14% bij spelgerichte aanpakken zoals energiewedstrijden[2]. Binnen dit spectrum is 10% een ambitieuze maar verdedigbare doelstelling, zeker gezien de pilotwaarneming dat de realtime EMS-data bij sommige ondernemers al spelgedrag oproept. Omdat het effect voor zakelijke verbruikers minder goed is gedocumenteerd dan voor huishoudens, blijft validatie aan de eigen meetdata nodig.

Scholen en leerlingenprojecten

De koppeling tussen ondernemers en onderwijs werkt in twee richtingen. Studenten en leerlingen (Talland College en het Bonhoeffer College) voeren gesprekken op de werkvloer: zij brengen de dagelijkse praktijk bij de bedrijven in kaart en maken zichtbaar waar gedrag en energiegebruik samenhangen. Daarmee vervullen zij een dubbele rol: zij verzamelen informatie voor de analyses én zij zijn gesprekspartner voor medewerkers die de ondernemer zelf niet zo makkelijk bereikt.

Voor de leerlingen zelf is het een leeromgeving die nergens anders bestaat: echte data van echte bedrijven, echte adviezen met echte gevolgen. In de blauwdruk over scenario-tooling is deze koppeling al beschreven; hier gaat het om de gedragskant. Leerlingen die meedraaien in bedrijven, dragen het bewustzijn mee hun hele loopbaan. Een logische verbreding is dat leerlingenprojecten zich niet beperken tot energie alleen: transport, klimaatadaptatie en circulair ontwerp liggen in het verlengde (zie ook het hoofdstuk over interventies).

---

[3] IEA, "The Potential of Behavioural Interventions for Optimising Energy Use at Home": https://www.iea.org/articles/the-potential-of-behavioural-interventions-for-optimising-energy-use-at-home

[4] IEA Special Workshop (2022), "Introducing a new behavioural toolkit for energy policy": https://iea.blob.core.windows.net/assets/65ca5084-36f5-4651-9f2e-118176797a73/SpecialWorkshop-Session2.pdf

CC BY-SA

Vervolg: wat is er nodig om verder te komen?

Vier onderdelen moeten worden uitgewerkt.

Ten eerste de methode: welke aanpak werkt om gedragsverandering bij bedrijven en organisaties te bewerkstelligen, en hoe sluit die aan bij bestaande campagnes zoals IJmond Bereikbaar? Een campagne op de werkvloer van een metaalbedrijf vraagt om iets meer inspanning dan een flyer op het prikbord; de praktijk bij ons project maakt duidelijk dat een persoonsgericht en lokale aanpak werkt. Advies van mensen die je kent en die ook uit de eigen omgeving komen.

Ten tweede de meting: hoe meet je of gedragsverandering daadwerkelijk heeft plaatsgevonden? De meetdata biedt een aanknopingspunt. Een gedragsinterventie is zichtbaar als de verbruikspatronen van de organisatie verandert, onafhankelijk van seizoenseffecten en productiepieken. Dat vergt een opzet met een nulmeting en een vergelijkingsperiode. Dit moet enerzijds technisch worden uitgewerkt, maar het is ook verstandig om de link te leggen naar de werkvloer in de organisatie zelf. Zo ontwikkel je ook een feedbackmechanisme in de organisatie en dat sluit aan bij het volgende onderdeel.

Ten derde het onderscheid tussen draagvlak creëren (attitude) en daadwerkelijk gedrag veranderen (praktijk). Een aanpak die dit niet scherp heeft, levert mooie presentaties op maar geen besparingen. Je zal de twee vragen apart moeten stellen: "wil de medewerker het?" en "doet de medewerker het?". Het helpt enorm als dit meetbaar is en ook in de organisatie zichtbaar is en gedeeld wordt.

Ten vierde de borging: zonder terugkerende aandacht vervallen organisaties makkelijk terug in oude patronen. Vergelijkbaar met de goede voornemens op 1 januari. Campagnes hebben een houdbaarheidsdatum; het EMS heeft dat niet. De sterkste borgingsstrategie is daarom wat de pilot al laat zien: het EMS zelf als permanente prikkel, met het delende ondernemersgedrag en de terugkerende leerlingenprojecten als aanvulling. In het hoofdstuk over ondersteuning en beheer wordt de organisatorische borging verder uitgewerkt.

CC BY-SA

9. Businesscase individueel én gezamenlijk

Ontwerpprincipe

Verduurzaming werkt voor ondernemers het beste als de businesscase positief uitpakt: per bedrijf, en voor wat collectief wordt georganiseerd, ook voor het geheel. De businesscase is daarmee niet een bijzaak na het advies, maar het beslismodel zelf: zonder inzicht in kosten, baten en terugverdientijd zet geen enkele ondernemer de stap.

Wat we tot nu toe weten

De webtool rekent per onderneming de netto kosten en baten van maatregelen uit, inclusief de netto contante waarde. Hier hebben we in de praktijk nu veel ervaring mee op kunnen doen. Samen met het begeleidende advies is dat voldoende om ondernemers te overtuigen om te starten. De businesscase ‘achter de meter’ (in de organisatie) is daarmee het bewezen basis van de aanpak. En de kosten van deze basis zijn overzichtelijk.

Het EMS kost, de installatie even buiten beschouwing gelaten, vanaf circa honderd euro per jaar; dat is voor vrijwel alle ondernemers verwaarloosbaar ten opzichte van de besparing die de optimalisatie oplevert. De eenmalige installatie is een investering apart (stand juli 2026): circa €2.750 voor kleinverbruik (25 t/m 80 ampère) of circa €3.250 voor grootverbruik (80 t/m 160 ampère met indirecte meting via stroomspoelen), exclusief BTW. Dit bedrag omvat intake en locatieschouw, het EMS-systeem met voeding, rapportage, en de elektrotechnische installatie. De intake die daarbij hoort levert wellicht al besparingspotentieel of investeringsadvies op, al verschilt dat sterk per ondernemer. Daarbovenop komt het jaarlijkse beheer: voor de niet-bedrijfskritieke monitoringvarianten is dit circa €20 tot €90 per installatie per jaar. Dit maakt het totale plaatje transparant voor een nieuwe regio. In onze praktijk is de businesscase van de ingebruikname van een EMS ook bewezen in zijn opbrengsten. En de investering is voor de meeste ondernemers goed overkomelijk. Afhankelijk van de projectregelingen kan deze installatie ook nog (deels) gesubsidieerd worden uitgevoerd. Dan is het voor veel ondernemers een no-brainer wat betreft de kosten-baten. Uiteraard moet een ondernemer er wel voor open staan en tijd investeren.

De businesscase voor clustermaatregelen is een andere categorie. Deze vergt in ieder geval een goede samenwerking en governance, zoals we in andere bouwstenen bespreken. Scenario-tooling kan er ook goed in ondersteunen. Daarmee zijn nog niet alle mogelijkheden te benutten: de clusteraanpak is vernieuwend, de wet- en regelgeving loopt achter, netbeheerders kunnen andere prioriteiten hebben (of zelfs andere belangen). Daardoor zijn niet alle implementaties (juridisch) haalbaar en kan de financiële businesscase vaak nog niet worden gerealiseerd.

De collectieve meerwaarde is niet makkelijk te kwantificeren, maar deze is wel reëel aanwezig. Denk bijvoorbeeld aan de batterij: als iedereen een eigen batterij plaatst, blijft in elke batterij ruimte over die nodig is om de opslag goed te laten werken. Elke batterij is iets overgedimensioneerd. Een gezamenlijke batterij is in zo'n geval efficiënter inzetbaar, omdat de overcapaciteit over meerdere aansluitingen verdeeld wordt. Ditzelfde principe geldt voor andere gedeelde infrastructuur: gezamenlijke inkoop benut schaalvoordeel die geen enkele ondernemer alleen kan bereiken. Vergelijk het met een particuliere deelauto die in de praktijk soms wel tot 10 huishoudens kan bedienen.

Het nadeel is dat op dit moment de uitwisseling van energie tussen bedrijven en een gezamenlijke batterij nu nog fiscaal belast wordt. Afgezien van meer geavanceerde oplossingen als micro-grids, komen er dan zoveel kosten bij, dat de oplossing niet rendeert. Voor het verdienmodel van het collectieve niveau ligt wel een kans bij aggregatoren: tussenhandelaren op de energiemarkt. Je kunt hier met een GTO (Groeps Transport Overeenkomst) een rol spelen door die real-time energieafname

CC BY-SA

of -teruglevering bij kunnen sturen, bijvoorbeeld een batterij ontladen of een paneel uit laten zetten als de prijs dat vraagt. Een CEMS kan zo'n rol in de markt faciliteren en heeft daarmee op papier een uitstekend eigen verdienmodel. Het biedt namelijk veel meer bestuurbaar vermogen dan een los EMS per organisatie. Dit is een vooruitzicht en geen bewezen onderdeel van de pilot: het vraagt om ondernemers die dit marktmechanisme begrijpen, en om een bedrijfsvoering die op prijsprikkels kan inspelen.

De vraag hoe robuust de businesscase blijft bij veranderende regelgeving heeft aantoonbare impact op de bereidheid van ondernemers om in te stappen op een CEMS. Denk maar aan de mogelijke afschaffing van saldering. Ook de positie van de ondernemer is lastig in te schatten: vraag een ondernemer naar zijn toekomstplannen en het blijft soms erg vaag. De scenario-tool helpt, maar deze is natuurlijk wel sterk gebaseerd op de aannames die de ondernemer aanlevert. Een mogelijke oplossing is het advies te verbreden naar ondersteuning bij het aanscherpen van de operationele toekomstplannen van de onderneming voor de komende vijf tot tien jaar. Dan ga je met de ondernemer ook naar de missie en de korte- en langetermijn strategie kijken. Daarmee kleurt een energieadvies wel behoorlijk buiten de lijntjes, en bovendien blijven ook veranderingen van buitenaf mogelijk: vanuit beleid, geopolitiek of energieschaarste. Hier geldt: breder advies is waardevol maar niet de kern van het werk; wees bewust over de reikwijdte van het advies.

Vervolg: wat is er nodig om verder te komen?

Vier onderdelen staan op de agenda.

Ten eerste de structuur van de businesscase per bedrijf. De webtool die we bij Stichting CALorie Business gebruiken levert de ingrediënten al jaren: investering, besparing, terugverdientijd per maatregel. Voor de blauwdruk moet deze structuur als referentie worden vastgelegd, zodat andere regio's weten welke elementen minimaal nodig zijn.

Ten tweede een methode om de collectieve meerwaarde zichtbaar te maken. Het voorbeeld van de gezamenlijke batterij laat zien dat overcapaciteit die per aansluiting stil staat, collectief inzetbaar kan worden. Dat principe vraagt een rekenmethode die het individuele en het collectieve spoor naast elkaar zet, zodat een ondernemer de keuze echt kan maken. Inmiddels weten we dat we deze technologie in een vervolgproject uitgebreid gaan onderzoeken en toepassen.

Ten derde een sensitiviteitsanalyse op veranderende regelgeving, met name rond saldering en de invoering van tijdgebonden netbeheerkosten in 2029. Dat laatste is een kans: als de kosten van energie per tijdsblok gaan verschillen, heeft dat een positieve impuls. Het zorgt voor urgentie vanuit de businesscase om energieverbruik te verschuiven en het kan de scenario-tooling in een positief licht plaatsen omdat dit de verschuiving in euro's kan uitdrukken.

Ten vierde terugverdientijden per clustertype, toetsing met de werkelijke meetdata. Die toetsing is een belangrijke succesfactor in de energietransitie: het beslismodel wordt gevoed met realtime data uit de eigen organisatie.

CC BY-SA

10. Ondersteuning en beheer

Ontwerpprincipe

Het einde van het project is niet het einde van het gebruik. Na oplevering volgt een levenscyclus van beheer en updates. Op basis van de opgebouwde data ontstaan telkens nieuwe vervolgstappen, van een tweede verduurzamingsronde tot clustervorming. Beheer is een voorwaarde voor al het vervolg.

Wat we tot nu toe weten

Er zijn partijen nodig voor functionele en technische ondersteuning van de EMS'en, het cluster en de onderwijsmaterialen. Hiervoor moeten afspraken worden gemaakt. Daarbij moet goed gekeken worden naar de dekking van de jaarlijkse kosten. Het inrichten van beheer en ondersteuning moet tijdens de projectfase goed worden voorbereid: wat tijdens de projectfase niet wordt georganiseerd, is na het project niemand verantwoordelijkheid. De kosten zijn inmiddels inzichtelijk en beschreven bij de bouwsteen over de businesscase.

De praktijk levert verder enkele lessen die verder reiken dan het onderhoudscontract:

- **Het aansluiten van gebruikers.**
  De ondernemers die interesse hebben om deel te nemen aan verduurzaming moeten op soepele wijze aan boord kunnen. Er is een helder proces nodig waarbij voor de stichting én de ondernemer helder is wat de stappen zijn. Zo'n proces omvat naast de energie-inhoudelijke aspecten, met intake en inventarisatie van de energiehuishouding, ook een administratieve kant. Zo zal een ondernemer toestemming moeten verlenen voor het delen van de energiedata van de organisatie. Daarnaast zijn er basisgegevens nodig voor een subsidievestrekker (gemeente of een fonds), denk aan KvK en vestigingsgegevens. Het meest eenvoudig werkt het om hier gebruik te maken van standaard formulieren in een on-boarding proces, zodat je niet telkens terug moet naar de organisatie met aanvullende vragen.
- **Voorwaarden aan leveranciers.**
  Er moeten goede afspraken worden gemaakt met leveranciers. Ten eerste omdat er gewerkt wordt met zeer interessante data van ondernemers. Het is essentieel om goed vast te leggen in contracten wat verschillende partijen aan data mogen zien en hoe zij dat vervolgens mogen gebruiken. Waar mogelijk kan het verstandig zijn om hier ook technisch te beperken (bijvoorbeeld door uitsluitend geaggregeerde data te delen). Je wil niet in een situatie komen dat leveranciers deze data gebruiken voor een eigen commercieel traject en zonder medeweten organisaties gaan benaderen met aanbiedingen.
  Vier partijen hebben in onze situatie toegang, elk met andere rechten: de ondernemer ziet alleen zijn eigen gedetailleerde data; CALorie Business is eigenaar van alle data en kan alles inzien en downloaden; SRP Renewables heeft analyse-toegang (in opdracht van CALorie); Embion gebruikt de data uitsluitend geanonimiseerd. Deze verdeling is contractueel vastgelegd.
- **Afhankelijkheid van de leverancier.**
  De (C)EMS-software is een belangrijke succesfactor voor het hele traject. Wegvallen van de leverancier is een continuïteitsrisico. Mitigatie: documenteer de blauwdrukken en datamodellen open, zodat een ander systeem kan worden ingezet zonder het traject te herzien. Dit risico zit óók in de selectie zelf: overweeg bij een leverancierswisseling hoe het onderliggend datamodel behouden blijft. Belangrijke verzachting: de data-eigendom en portabiliteit zijn inmiddels geregeld. CALorie Business is eigenaar van alle data en kan die te

CC BY-SA

allen tijde downloaden; de ondernemer is de enige die zijn eigen gedetailleerde data ziet; de leverancier gebruikt de data uitsluitend geanonimiseerd. Daarmee is het risico beperkt tot de continuïteit van de leverancier zelf, en niet meer tot het wegvallen van de data (zie ook het hoofdstuk over knelpunten).

- **Beheer heeft twee lagen die apart moeten worden georganiseerd.** Functioneel beheer (nieuwe vragen van ondernemers, aanpassingen van weergaven, onderwijsmateriaal actueel houden) en technisch beheer (updates, storingen, databeveiliging) vragen verschillende partijen en verschillende contractvormen. In dit project is het functioneel beheer belegd bij een beheerpartij (SRP Renewables); de leverancier levert en onderhoudt de software. De leverancier positioneert zich daarbij uitdrukkelijk als leverancier, niet als adviseur: advies en levering in één hand schaadt de geloofwaardigheid. De logische opdrachtgever voor het beheer is de coöperatie; de inhoudelijke keuzes liggen bij de coöperatie of bij een onafhankelijke energieadviseur/installateur. Voor elke nieuwe regio moet deze rolverdeling expliciet worden vastgelegd.
- **De data heeft een eigen levensduur.** Hoe langer de meetreeks, hoe waardevoller de analyses: trends, complementariteit en scenario's zijn pas echt zichtbaar met historische reeksen. De afgesproken bewaarstructuur: de minutendata wordt na een jaar geaggregeerd naar uurwaarden, die vijf jaar worden bewaard. Dit vraagt een actieve beheertaak: wie de rijke minutendata ook op langere termijn wil kunnen gebruiken (voor analyse, validatie of herberekening), moet die periodiek veiligstellen via de API-download. Daarnaast staat straks een portal klaar waarmee ondernemers hun eigen data kunnen inzien en downloaden. Continuïteit van databewaring hoort daarmee expliciet in het beheer geregeld, en de periodieke download is een vaste beheerhandeling geworden, geen incidentele actie.
- **De onderwijscomponent vraagt jaarlijkse doorvoering.** Lespakketten en het curriculum verouderen, docenten wisselen, studenten komen en gaan. Wie het onderwijs in het traject wil borgen, moet jaarlijks afspraken maken met de onderwijspartners; eenmalige projectsubsidie dekt dat niet.
- **Beheer is ook een opdrachtgeverschap.** De deelnemende ondernemers moeten weten wie ze wanneer kunnen bellen, en het aanspreekpunt richting de netbeheerder moet zijn ingericht. Zonder heldere verdeling blijft elke vraag van de ondernemer een eigen verantwoordelijkheid en daarmee ook een continuïteitsrisico.
- **Monitoring is geen kritieke opgave zolang het alleen om metingen gaat.** Dit is een belangrijke les voor toekomstige projecten: de monitoring hoeft niet gelijk met de hoge prioriteit van een productiesysteem te worden georganiseerd. Wekelijkse of maandelijkse checks kunnen voorlopig volstaan, en storingen worden binnen kantoortijden opgelost. De hoge kosten van kritieke monitoringcontracten (circa €2.500 per jaar per installatie) zijn hier niet van toepassing. Deze nuance maakt de aanpak schaalbaar.

Vervolg: wat is er nodig om verder te komen?

De borging van kosten valt op te delen in drie onderdelen:

Ten eerste de jaarlijkse kosten van het functioneel beheer. SRP Renewables heeft twee opties aangedragen: monitoring en wekelijkse checks van de installaties voor circa €450 per jaar per blok van maximaal vijf installaties, of maandelijkse checks voor circa €100 per jaar per blok van vijf installaties. Welke frequentie een nieuwe regio kiest, hangt af van het belang dat wordt gehecht aan continue beschikbaarheid versus kosten. Zolang het alleen om metingen gaat, zijn beide varianten voldoende. Zodra er sturing van assets bij komt (batterijen, laadpalen), gelden aparte afspraken per project.

CC BY-SA

Ten tweede de serviceafspraken. Voor niet-kritieke monitoring bij bedrijven is geen uitgebreid servicecontract nodig. Als een EMS niet meer correct functioneert, komt een monteur op basis van een uurtarief binnen kantoortijden. Garantiedefecten worden gerepareerd maar de uren worden doorbelast. Voor kritieke installaties met sturing gelden individuele SLA-afspraken met de ondernemers.

Ten derde de borging van de onderwijscomponent. Die blijft, zoals eerder beschreven, een jaarlijks actiepunt dat niet in eenmalige projectsubsidie past.

CC BY-SA

CC BY-SA

11. Eerlijk over knelpunten

Ontwerpprincipe

De blauwdruk moet transparant zijn over wat in de weg staat, zodat anderen niet dezelfde valkuilen trappen. Ook moet helder zijn wat nog onbekend terrein is. We hanteren per risico een vaste analyse: wat is de dreiging, hoe groot is de kans, hoe ernstig is de impact, en hoe gaan we ermee om (mitigeren of monitoren). Los van de risico's benoemen we systeemgrenzen: randvoorwaarden die het project zelf niet kan opheffen maar die een nieuwe regio wél moet kennen.

Wat we tot nu toe weten: risico's

Risico 1: Tekort aan technisch personeel

Dreiging: installatie van EMS'en en maatregelen loopt vast door gebrek aan monteurs en adviseurs.

Kans: middel. De krapte op de arbeidsmarkt is structureel, maar het project vangt dit deels op met stagiairs van het onderwijs, begeleid vanuit school.

Impact: middel. Vertraging van de planning is mogelijk; totale uitval is niet verwacht.

Aanpak: mitigatie door de onderwijskoppeling als structureel personeelsinstrument (de bouwstenen over scenario-tooling en gedragscomponent). Monitoring: bewaak de beschikbaarheid van stagiairs per projectjaar in de voortgangsrapportage. We verwachten dat een deel van de studenten een beroep in deze richting kiest.

Risico 2: Materiaaltekort

Dreiging: lange levertijden voor batterijen, chips en andere componenten vertragen de implementatie.

Kans: middel. De vraag naar batterijen en chips is groot en de leveringszekerheid wisselt per product; de mondiale vraag concurreert met de AI-opbouw (zie het kader hieronder).

Impact: middel. Netcongestie blijft langer bestaan; de planning loopt uit, maar de aanpak zelf verandert niet wezenlijk. Wel kan het uitmaken voor de businesscase en kunnen oplossingen naar voren schuiven die minder rendabel waren.

Aanpak: mitigatie door vroegtijdig inkopen en flexibele fasering van installaties. Monitoring: houd levertijden per maatregel bij en pas de fasering aan waar nodig.

Risico 3: Veranderende wet- en regelgeving rondom saldering

Dreiging: afschaffing of afbouw van de salderingsregeling verandert de terugverdientijd van zonnepanelen en daarmee de businesscase per bedrijf.

Kans: middel tot hoog. Het beleid rondom de regeling is al enige jaren aan het veranderen en de politieke besluitvorming wijst in die richting.

Impact: middel tot hoog. Het verschuift de berekening tussen opwekken, opslaan en verbruiken, en daarmee de aantrekkelijkheid van onderlinge afstemming. Overigens kan het ook kansen bieden: een markt van vraag en aanbod past juist bij het clustergedachtegoed.

Aanpak: mitigatie door in de scenario-tooling saldering als variabele mee te rekenen, zodat de businesscase onder verschillende regimes kan worden doorgerekend (de bouwstenen over scenario-tooling en businesscase). Monitoring: volg de wetgevingsagenda en betrek ondernemers hierin.

Risico 4: Versnelde netverzwaring

Dreiging: als het net sneller wordt verzwaard dan verwacht, neemt de urgentie van de clusteraanpak deels af.

CC BY-SA

Kans: laag tot middel. Er wordt fors geïnvesteerd in netverzwaring, maar de verwachting is dat congestie op meso- en microniveau niet binnen enkele jaren is opgelost. Als de aanschaf van thuisbatterijen een grote vlucht neemt, kan dat ook het beeld iets veranderen. Maar er moet wel erg veel gebeuren voordat dit alle bestaande problemen op korte termijn oplost.

Impact: laag tot middel. De clusteraanpak biedt ook dan waarde (efficiënter energiegebruik, lagere kosten, veerkracht), maar het argument "noodzaak door congestie" wordt zwakker.

Aanpak: monitoring van de netverzwaringsschema's van de netbeheerder. Dit is een externe onzekerheid waarop geen grip bestaat.

Risico 5: Wegvallen van de CEMS-leverancier

Dreiging: de softwareleverancier die het CEMS ontwikkelt, valt weg. Softwareontwikkeling is een kritieke succesfactor van het project.

Kans: laag, maar niet uitgesloten. Het risico is reëel bij afhankelijkheid van één leverancier.

Impact: hoog. Zonder CEMS vervalt de clusteraansturing, het hart van de aanpak.

Aanpak: mitigatie door de blauwdrukken en datamodellen open te documenteren, zodat een ander CEMS-systeem kan worden ingezet zonder het project te herzien. Dit is in het project geregeld: CALorie Business is eigenaar van alle data, kan die te allen tijde downloaden, en de leverancier gebruikt de data uitsluitend geanonimiseerd. Het risico is daarmee beperkt tot de continuïteit van de leverancier zelf en niet meer tot het wegvallen van de data. Monitoring: jaarlijkse beoordeling van de continuïteitspositie van de leverancier.

AI als risico of kans?

De concurrentie om materialen en expertise wordt verscherpt door de wereldwijde uitrol van AI-datacenters. Deze trekken aan dezelfde schaarse middelen: transformatoren, schakelinstallaties, batterijen en vooral koper, evenals de elektriciens en elektrotechnisch ingenieurs die nodig zijn voor ontwerp en installatie. In de VS leidt dit al tot levertijden van meerdere jaren voor vermogenstransformatoren; ook in Europa is dit een groeiend knelpunt. Voor een bedrijventerrein betekent dit: reken met langere levertijden en stijgende kosten voor netapparatuur, en plan de inkoop zo vroeg mogelijk in de fasering. Tegelijk kan de krapte juist het argument voor de clusteraanpak versterken: hoe schaarser transportcapaciteit en apparatuur worden, hoe meer waarde collectief optimale inzet van het bestaande aansluitvermogen heeft.

Systeemgrenzen aan het ontwerpkader

Los van de bovengenoemde risico's zijn er grenzen die niet vanuit het project te verleggen zijn. Het is belangrijk om deze beperkingen te kennen voor elk project dat aan de slag wil met energieclusters:

- **Wetgeving rond energie-uitwisseling.** Bedrijven mogen onderling energie (nog) niet vrij verhandelen en verrekenen als energiebron; voorsorteren kan, handelen niet. Maar de systeemgrens ligt genuanceerder dan aanvankelijk gedacht: via een Groepstransportovereenkomst (GTO), die alle netbeheerders waaronder Liander aanbieden en die de ACM expliciet noemt als instrument voor energiehubs, kan een groep aansluitingen het transportrecht juist wél gezamenlijk inzetten. De grens ligt dus niet bij alles wat "onderling" heet, maar bij de verhandeling van energie zelf. Voor een cluster opent de GTO daarmee een reëel pad dat in het hoofdstuk over collectieve besluitvorming verder is uitgewerkt.
- **De houding van de netbeheerder.** De netbeheerder bepaalt over koppelingen op onderstationniveau, is daar terughoudend in, en stelt voorwaarden (eerst optimaliseren

CC BY-SA

achter de meter). Daarnaast geldt het maatschappelijk prioriteringskader van de ACM sinds oktober 2024, dat sterk bepalend is voor wie nog transportcapaciteit krijgt.

- **Commerciële gevoeligheid van energiedata.** Bedrijven delen gegevens niet vanzelfspreken. Dit is een sociaal knelpunt dat om vertrouwen vraagt, niet om techniek (zie het hoofdstuk over collectieve besluitvorming).

Vervolg: wat is er nodig om verder te komen?

Prioritering van de risico's

Van de risico's die we hebben beschreven, zijn drie van lage impact of ze worden al gemitigeerd: materiaalknelpunten zijn extern, netverzwaring is een externe onzekerheid, en leveranciersrisico's zijn beperkt door data-eigendom. Twee risico’s hebben de volle aandacht in het vervolgproject: de ontwikkeling van scenario-tooling en de borging van het functioneel beheer. Een derde (salderingsverandering) vereist monitoring van de wetgevingsagenda.

Het gesprek met de netbeheerder

Meerdere knelpunten zijn afhankelijk van de houding van de netbeheerder: de GTO is beschikbaar maar de voorwaarden voor koppelingen op onderstation-niveau zijn soms onduidelijk; het ACM-prioriteringskader is vastgesteld maar de interpretatie is per aanvraag verschillend; de netbeheerder rekent intern met transitiescenario's maar of die openstaan voor gezamenlijke doorrekening is een open vraag. Dit gesprek moet voor de lancering van een nieuw cluster worden gevoerd, niet achteraf. Liander geeft aan dat dit op onderstation niveau inmiddels vrij makkelijk realiseerbaar is.

Strategie voor de overgangsperiode

De huidige projectfase wordt gefinancierd uit subsidie; de naloopfase vraagt om een andere financieringslogica. Drie vraagstukken zijn hierin bepalend: (a) wie betaalt de licenties van circa honderd euro per jaar per ondernemer na het einde van de projectsubsidie, (b) hoe wordt het onderwijs jaar op jaar geborgd zonder projectfinanciering, (c) hoe wordt de beheerpartij gefinancierd voor functioneel beheer en monitoring.

CC BY-SA

CC BY-SA

12. Opschalingshandleiding

Ontwerpprincipe

Wat is een praktisch pad voor replicatie: wat moet je doen als je dit initiatief elders wilt starten? De handleiding volgt de logica van de aanpak: begin bij het probleem van de ondernemer, dan achter de meter, en pas daarna de clustervorming.

Wat we tot nu toe weten

75% van de 3.900 bedrijventerreinen in Nederland kampt met netcongestie, dus de behoefte aan een aanpak is groot. Zodra het beslissingsondersteunende instrument werkend is, kan elk nieuw traject de tweede ronde en de businesscase doorrekenen. Maar al het voorwerk kan nu al starten, en dat voorwerk vergt geen zware investeringen.

De praktische start van een traject ziet er als volgt uit:

1. **Zoek de probleemeigenaren.** De belangrijkste les uit de praktijk: ‘geen probleem, geen actie’. Zoek ondernemers met een ervaren knelpunt: een aansluiting die niet kan groeien, een groeiplan dat vastloopt op netcapaciteit, teruglevering die tegen grenzen aanloopt. Wie een probleem heeft én een positieve businesscase ziet, start. Elk terrein heeft zulke ondernemers; ze moeten alleen worden gevonden. En het kan zijn dat niet de ondernemer, maar bijvoorbeeld de gemeente of de netbeheerder een probleem heeft; die zal daar dan ook een financiering bij moeten leveren, waarmee ondernemers in actie kunnen komen.
2. **Start licht met data.** Vraag per bedrijf de kwartierwaardes op via de netbeheerder (beschikbaar als CSV-bestand). Analyseer met de webtool: verbruik, opwek, isolatievraag, opslag, netto kosten en baten. Deze stap vergt geen EMS en geen projectfunding en levert direct de eerste verduurzamingsstappen op.
3. **Verdiep met een EMS.** Wie verder wil, plaatst een EMS per bedrijf. Dit geeft realtime inzicht, roept betrokkenheid (en soms spelgericht optimalisatiesgedrag) op, en fungeert als bindmiddel: zodra de data loopt, ontstaat vanzelf de behoefte aan meer.
4. **Breng de elektrische infrastructuur in kaart.** Vraag bij de netbeheerder op hoe het terrein is opgebouwd: welke ondernemers zitten op welk laagspanningsstation, wie heeft een middenspanningsaansluiting op hetzelfde onderstation. Dit beeld volgt niet de geografische logica van het terrein en is onmisbaar om te weten wat clustervorming technisch kan.
5. **Identificeer mogelijke clusters.** Combineer de profielen: wie is complementair aan wie, wie deelt een aansluitingsniveau, wie heeft een gedeeld probleem? Data-technisch kan een virtueel cluster zichtbaar worden gemaakt nog voordat er fysieke afspraken zijn.
6. **Reken de tweede ronde door met scenario-tooling.** Voor ondernemers die de eerste ronde hebben afgerond: wat levert de volgende stap op, individueel en/of collectief?
7. **Begin klein en risico-arm met de clustervorming.** Drie à vier bedrijven, een laadplein als lage-drempel eerste stap, een governance-model (de energiecoöperatie als meest kansrijke vorm), en afspraken over beheer en ondersteuning vanaf het begin. Verken daarbij ook de Groepstransportovereenkomst als lichtere juridische stap richting gedeeld transportrecht, nog vóór een volledige clustervorming aan de orde is.

Vervolg: wat is er nodig om verder te komen?

Nog uit te werken zijn: de randvoorwaarden aan het begin (deelnemende bedrijven, een penvoerder, een kennisinstelling of onderwijspartner, financiering), de doorlooptijd van initiatief tot werkend

CC BY-SA

cluster op basis van de Castricumse ervaring, en wat standaard kan worden gemaakt versus wat altijd lokaal moet worden ingevuld. Vooral die laatste vraag is bepalend voor de vorm van de definitieve blauwdruk.

Een eerste aanzet voor dat onderscheid. Standaard overdraagbaar zijn: de webtool en de analysemethodiek, de EMS-specificaties richting leveranciers, de werkwijze van netwerkontwikkeling rondom probleemeigenaren, en de scenariomethodiek voor de tweede ronde. Altijd lokaal zijn: het vinden van de probleemeigenaren, de nettopologie van het terrein, de organisatiegraad en onderlinge verhoudingen tussen ondernemers, en het gesprek met de eigen netbeheerder. In het verlengde hiervan liggen de systeemgrenzen uit het hoofdstuk over knelpunten: wat de wetgeving rond energie-uitwisseling toestaat, is per locatie en per moment verschillend en vraagt actuele toetsing.

CC BY-SA

Wat neem je mee?

In de kern is de aanpak bewezen: de lopende praktijk met de webtool en begeleidend advies heeft zo'n honderd ondernemers bereikt en een deel van hen de eerste, meest rendabele verduurzamingsstap laten zetten. Het installeren van een EMS bracht aanvullende maatregelen in beeld. De scenario-tooling voor de tweede fase is inmiddels ontwikkeld en moet nu in de praktijk haar meerwaarde bewijzen. De fysieke clustervorming blijft een vervolgstap. Het virtuele werk aan het cluster is wél al realiteit: de data van de deelnemers is verbonden, in gezamenlijke grafieken zichtbaar en analyseerbaar. Het is dus technisch realiseerbaar, maar wordt nu begrensd door wetgeving en wat haken en ogen aan de inrichting van het netwerk. Maar bovenal door de vraag of ondernemers bereid zijn om te kiezen voor samenwerking. Het kán voordelen opleveren, maar vergt meer investering van tijd. Deze blauwdruk is daar eerlijk over: een cluster is een middel, geen doel.

Kerninzichten

1. **Begin bij het probleem van de ondernemer.** Geen probleem, geen actie. Verduurzaming start niet bij techniek of subsidie, maar bij een concreet ervaren knelpunt en een positieve businesscase. De probleemeigenaar kan ook de gemeente of de netbeheerder zijn; die zal dan zelf de financiering moeten meebrengen.
2. **Achter de meter ligt het bewijs.** De eerste stappen vragen geen cluster. Een EMS is wel handig, maar zelfs kwartierwaardes via de netbeheerder en de webtool kunnen al voldoende informatie bieden om de meest rendabele stappen te identificeren. Elke nieuwe regio kan hier morgen mee beginnen.
3. **De tweede ronde vraagt instrumenten én geduld.** De ondernemer die de eerste stappen heeft gezet, ontdekt nieuwe vragen. Realtime data vanuit een EMS wakkeren de nieuwsgierigheid aan. Scenario-tooling kan tot slot betere ondersteuning leveren; die tooling is er inmiddels. Hoe de tool in de praktijk tot de beste besluiten leidt, is de komende jaren de belangrijkste leervraag.
4. **Clusters zijn een keuze, geen automatisme.** De combinatie van bedrijven, de elektrische infrastructuur, de wetgeving en de onderlinge verhoudingen bepalen samen of clustervorming meer oplevert dan individuele optimalisatie. Soms is gezamenlijke inkoop, van batterij of pv panelen, een slimme quick-win op gebied van samenwerking. Het kan de deur openen naar meer intensieve vormen – en uiteindelijk misschien zelfs een energiecluster.
5. **Gedrag en onderwijs zijn geen bijzaak maar versterking.** Realtime inzicht in het EMS roept spontaan optimalisatiegedrag op; leerlingen die stage lopen bij bedrijven dragen die ervaring en het bewustzijn hun verdere loopbaan mee. Wie de transitie wil laten landen, investeert in mensen, niet alleen in panelen.

Kritieke afhankelijkheden

Drie factoren bepalen het succes.

Ten eerste de relatie met de netbeheerder: van het ACM-prioriteringskader tot de voorwaarden voor koppelingen op onderstationniveau. Het vormen van energieclusters kan niet zonder die samenwerking.

Ten tweede de continuïteit van de tooling en de data: leveranciersafhankelijkheid en beheer moeten contractueel en organisatorisch zijn geregeld vanuit het project om de overdracht soepel te laten verlopen.

CC BY-SA

Ten derde de validatie van de aannames: de landelijke gemiddelden zoals het 40%-direct verbruik van de eigen panelen of de 10%-gedragsbesparing moeten aan de eigen meetdata worden getoetst; pas dan is de blauwdruk een beslismodel en geen rekenvoorbeeld.

Slotwoord

De energietransitie op bedrijventerreinen is geen technisch vraagstuk; de techniek is er klaar voor. Het is een vraagstuk van ondernemers die een probleem ervaren, van instrumenten die hun vragen beantwoorden, en van samenwerking die alleen daar begint waar die meer oplevert dan de individuele aanpakken. Deze blauwdruk biedt een gemeenschappelijke basis, maar de uitwerking is altijd lokaal. Een nieuw project start volgens ons niet alleen bij een technische aanpassing, maar bij de ondernemer. Vraag daar wat er speelt, wat is nodig en wat kan er (financieel, in tijd, in aandacht)? Van daaruit zet je de volgende stappen, eerst achter de meter en daarna, waar de wens ontstaat, samen.

CC BY-SA

Bijlagen

Bijlage 1: Partners en rollen

Partner	Rol in het project
Stichting CALorie Business	Opdrachtgever en penvoerder van de blauwdruk; trekker van het ondernemersnetwerk in Castricum, Akersloot en Limmen
Partners	Centrum voor Verduurzaming, Vanguard Counsel Group, Bureau Fruitema, Wim Schermer. Leveren technische en financiële adviezen per ondernemer
Embion B.V.	Leverancier (C)EMS
SRP-renewables Klaver Giant	Beheer (C)EMS
Deelnemende ondernemers	Probleemeigenaren; dragen data, dragen investeringsbesluiten, zijn ambassadeurs van de aanpak
Ondernemers Vereniging Castricum	Lokale ondernemersvereniging. Toegang tot het ondernemersnetwerk; vertrouwensbasis voor het eerste gesprek
Talland College	Stageplaatsen, studenten op de werkvloer, ontwikkeling van het lespakket
Bonhoeffer College	Ontwikkeling duurzame leerlijn, duurzame opdrachten Technasium, bedrijfsbezoeken en stages
Liander	Netbeheerder; bron van kwartierwaardes, informatie over de nettopologie, gesprekspartner over prioritering en koppelingen
Gemeente Castricum	Energietransitie, gebiedsontwikkeling, loketfunctie, medefinanciering
Regionale initiatieven (o.a. "IJmond Bereikbaar")	Aansluiting op bestaande campagnes voor mobiliteit en gedrag

CC BY-SA

CC BY-SA

Bijlage 2: Begrippenlijst

Achter de meter - Alles wat binnen de eigen installatie van de ondernemer gebeurt, na het punt waar de energiemeter staat. Maatregelen achter de meter (besparen, opwekken, opslaan, verbruik verplaatsen) vallen onder de eigen verantwoordelijkheid van de ondernemer en vragen geen toestemming van de netbeheerder. Zie ook: voor de meter.

ACM - Autoriteit Consument en Markt, de toezichthouder op de energiemarkt. Vastgesteld onder andere het maatschappelijk prioriteringskader waarmee netbeheerders aanvragen voor transportcapaciteit wegen.

Aggregator - Tussenhandelaar op de energiemarkt die het energieverbruik en de opwek van aangesloten partijen bundelt en daarop inspeelt, bijvoorbeeld door een batterij te ontladen of een zonnepark terug te regelen als de marktprijs daarom vraagt. Voor een CEMS kan samenwerking met een aggregator een verdienmodel zijn.

Batterijopslag / BESS - Battery Energy Storage System: een accu die elektriciteit opslaat om later te gebruiken of terug te leveren. Wordt ingezet voor piekafvlakking, meer eigen verbruik van zonnestroom en handelen op prijsschommelingen.

Blauwdruk - Dit document: een combinatie van lessons learned, handleiding en ontwerpkader. Beschrijft de principes en keuzes van de aanpak, zodat een andere regio ermee aan de slag kan.

CEMS - Community (of Cluster) Energy Management System: het overkoepelende systeem dat de data van meerdere EMS'-en op clusterniveau koppelt en inzichtelijk maakt. In dit project ontwikkeld door Embion.

Clustervorming - De derde stap van de aanpak: bedrijven die (elektrisch) op elkaar zijn aangewezen, organiseren samen optimalisatie, gedeelde assets of gedeeld transportrecht. Experimenteel van karakter.

Directe meting / indirecte meting - Bij directe meting passeert alle stroom door de meetinrichting (bij kleinverbruik). Bij indirecte meting wordt het verbruik gemeten via stroomspoelen om de kabels, zoals bij grotere aansluitingen.

EMS - Energy Management System: het meetsysteem per bedrijf dat verbruik, opwek en assets achter de meter in realtime (per minuut) monitort en zichtbaar maakt.

EML-plicht - De wettelijke Energiebesparingsverplichting voor bedrijven op basis van de Erkende Maatregelen Lijst: erkende, kosteneffectieve energiebesparende maatregelen toepassen. Voorbeelden zijn energiezuinige verlichting en isolatie.

Energiecoöperatie - Juridische vereniging of coöperatie waarin burgers of bedrijven samen een energie-initiatief dragen. In deze blauwdruk de meest kansrijke vorm om clustervorming, besluitvorming en beheer te borgen.

Energiehub - Een fysieke of organisatorische koppeling waarbij meerdere aansluitingen energie gezamenlijk inzetten of delen. De ambities van dit project betroffen het realiseren van verschillende soorten energiehubs.

Grootverbruiker - Bedrijf met een aansluiting boven de kleinverbruikersnorm, doorgaans met een middenspanningsaansluiting. Let op: de contractueel afgesproken afname kan (veel) lager liggen dan de aansluiting formeel toestaat.

GTO (Groepstransportovereenkomst) - Contractvorm waarbij twee of meer aansluitingen het transportrecht als groep delen. Wordt door alle netbeheerders aangeboden en door de ACM genoemd als instrument voor samenwerking in energiehubs. Regelt gezamenlijk transport, niet de onderlinge verhandeling van energie zelf.

Kleinverbruiker - Aansluiting tot maximaal 3 x 80 ampère, aangesloten op het laagspanningsnet. De meeste ondernemers op een bedrijventerrein hebben een dergelijke aansluiting, ook bij fors verbruik.

Klantstation - Eigen transformatorstation van een bedrijf of terrein dat middenspanning omzet naar laagspanning. Komt in de regel voor vanaf circa 160 tot 175 kVA.

Kritieke installatie - Installatie waarbij sturing van assets (batterijen, laadpalen) een directe impact heeft op de bedrijfszekerheid; vraagt om individuele monitoringafspraken.

Kwartierwaardes - Meterstanden per kwartier van verbruik en teruglevering, op te vragen bij de netbeheerder (als CSV-bestand). Geven een eerste beeld van het energieprofiel zonder dat een EMS nodig is.

CC BY-SA

Laagspanningsstation - Station dat het laagspanningsnet voedt. Bedrijven op hetzelfde laagspanningsstation zijn onderling op dit niveau gekoppeld; dat is het maximale samenwerkingsniveau voor kleinverbruikers.

Netcongestie - Situatie waarin het elektriciteitsnet op bepaald tijdstip op een bepaald punt vol zit en geen nieuwe of grotere transportcapaciteit kan leveren. Leidt tot wachttijden voor aansluitingen of verzwaarde upgrades.

Netverzwaring - Het vergroten van de transportcapaciteit van het net door de netbeheerder. Gaat gepaard met lange doorlooptijden vanwege hoge investering alsmede materiaal- en personeelstekorten.

Modbus - Veelgebruikt communicatieprotocol waarmee het EMS wordt gekoppeld aan de kWh-meter en andere apparaten.

Onderstation - Station met transformatoren waar het middenspanningsnet (10 of 20 kV) vandaan komt en waaraan middenspanningsringen zijn gekoppeld. Wie op hetzelfde onderstation zit, kan in principe transportcapaciteit delen.

Piekafvlakking - Het verminderen van de piekbelasting door verbruik te spreiden of tijdelijk door een batterij te laten leveren, zodat de aansluiting en het net minder belast worden.

Prioriteringskader (maatschappelijk) - Sinds oktober 2024 door de ACM vastgesteld kader waarmee netbeheerders in congestiegebieden aanvragen voor transportcapaciteit prioriteren op maatschappelijke waarde. Bedrijventerreinen kunnen onder categorie 2 vallen.

Saldering - Regeling waarbij teruggeleverde zonnestroom wordt verrekend met afgenomen stroom. Mogelijke afbouw of afschaffing verandert de businesscase van zonnepanelen.

Scenario-tooling - Instrument waarmee "wat als"-vragen doorgerekend kunnen worden: wat levert een extra batterij, laadpaal of gedragsverandering op, individueel of op clusterniveau. In oktober 2026 gereed.

Servicelevel Agreement (SLA) - Formele afspraken over respons- en hersteltijd bij storingen; voor niet-kritieke metingen niet noodzakelijk, wel voor kritieke installaties met sturing.

Slim laden - Het sturen van laadmomenten van elektrische voertuigen op basis van beschikbare capaciteit, prijzen of zon-opwek, in plaats van direct bij insteken.

Stroomspoel - Meetklem die rond een kabel wordt geplaatst om stroom te meten zonder de stroomkring te onderbreken. Wordt gebruikt bij indirecte meting.

Teruglevering - Elektriciteit die een bedrijf (bijvoorbeeld via zonnepanelen) het net op stuurt. Overmatige of slecht getimede teruglevering kan netcongestie verergeren. Daarom worden er ook steeds vaker kosten gerekend voor terugleveren.

Webtool - Online rekentool doorontwikkeld op basis van de krachtige spreadsheets van Wim Schermer, waarmee per onderneming kosten en baten van verduurzamingsmaatregelen worden doorgerekend tot en met netto contante waarde.

CC BY-SA