



**OVER
MORGEN**

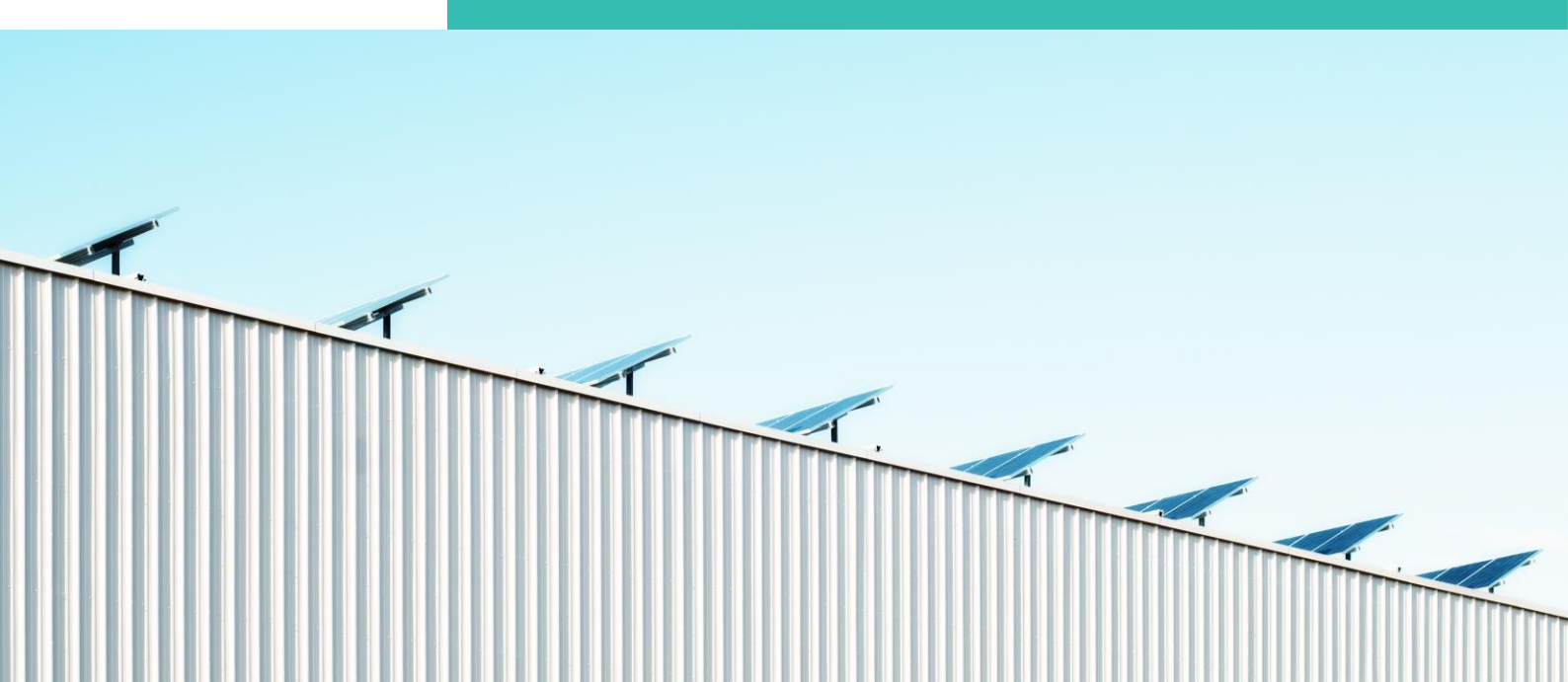


Flexibiliteitsoplossingen elektriciteitsnet

Rapportage

Januari 2021

DUURZAME LEEFOMGEVING | ZICHTBARE OPLOSSINGEN



Inhoudsopgave.

Management samenvatting	4
1 INLEIDING	7
1.1 De opgave	7
1.2 Netschaarste	7
1.3 Flexibiliteitsoplossingen	7
1.4 Leeswijzer	8
2 FLEXIBILITEITSOPLOSSINGEN	9
2.1 Inleiding	9
2.2 Vraagsturing	9
2.3 Opslag met batterijen	10
2.4 Conversie naar waterstof	12
3 BESCHRIJVING CASES	14
3.1 Inleiding	14
3.2 Huidige situatie Hessenpoort	14
3.3 Toekomstige ontwikkelingen Hessenpoort	18
3.4 Huidige situatie Twenterand	19
3.5 Toekomstige ontwikkelingen Twenterand	21
4 HET SIMULATIE MODEL	23
4.1 Inleiding	23
4.1 Opzet van het model	24
4.2 Gekozen uitgangspunten	25
5 FINANCIËLE HAALBAARHEID	29
5.1 Inleiding	29
5.2 Hessenpoort	29
5.3 Financiële haalbaarheid Twenterand	34
5.4 Conclusies financiële haalbaarheid	36

6	SOCIALE HAALBAARHEID	37
6.1	Sociale haalbaarheid Hessenpoort	37
6.2	Sociale haalbaarheid Twenterand	37
7	CONCLUSIES EN VERVOLG	45
7.1	Conclusies	45
7.2	Vervolgstappen	46
7.3	Algemene aanbevelingen	47

Management samenvatting

Inleiding

De provincie Overijssel wil dat in 2023 20% van het energieverbruik afkomstig is van hernieuwbare bronnen. Dit als tussendoelstelling om in 2050 volledig aardgasvrij te zijn. Om deze doelstellingen te behalen wil de provincie inzetten op elektriciteitsopwekking met hernieuwbare bronnen zoals wind- en zonne-energie. Om deze bronnen te realiseren moet er voldoende capaciteit op het elektriciteitsnet van de netbeheerder beschikbaar zijn om de elektriciteit te kunnen transporteren. Momenteel is er echter sprake van netschaarste, wat een barrière vormt voor de opwek van hernieuwbare energie. Netschaarste wordt structureel geadresseerd door het verrichten van netverzwaringen. Om inzicht te krijgen in mogelijke dynamische oplossingen om op korte termijn meer elektriciteitstransporten te faciliteren, de zogeheten flexibiliteitsoplossingen, en daarmee meer duurzame energie te kunnen opwekken is voorliggend haalbaarheidsonderzoek uitgevoerd.

Het haalbaarheidsonderzoek is uitgevoerd op twee locaties in de provincie Overijssel: gemeente Twenterand en bedrijventerrein Hessenpoort in Zwolle. Op beide locaties lijkt er sprake te zijn van netschaarste. Op bedrijventerrein Hessenpoort is er een bestaand initiatief gericht op waterstof. Voor deze locatie is onderzocht of conversie naar waterstof en elektriciteitsopslag in batterijen ruimte bieden voor de opwek van extra hernieuwbare energie. In Twenterand is onderzoek gedaan naar vraagsturing als flexibiliteitsoplossing.

Voor beide locaties zijn de huidige energiestromen in beeld gebracht. Ook is onderzocht welke energie opwekmogelijkheden er zijn voor in de toekomst. Vervolgens is er een model opgesteld, waarmee de haalbaarheid van de flexibiliteitsoplossingen inzichtelijk is gemaakt. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen oplossingen met elektriciteitsopslag en oplossingen met vraagsturing.

Opslag in batterijen en conversie naar waterstof

Voor Hessenpoort is een haalbaarheidsanalyse gemaakt voor het gehele bedrijventerrein. Naast zonne-energie is hier ook gekeken naar de opwek van elektriciteit met windmolens. Op basis van openbare data en opgevraagde specifieke verbruiksgegevens van een vijftal bedrijven is het verbruiksprofiel voor het gehele bedrijventerrein geschat. Voor de flexibiliteitsoplossing wordt gebruik gemaakt van batterijsystemen voor opslag of van omzetting van energie naar waterstof door middel van elektrolyse.

Voor Hessenpoort is eerst gekeken naar scenario's zonder de inzet van flexibiliteitsoplossingen. Hierbij is gevarieerd in het vermogen van zon, wind en een combinatie van zon met wind. Het uitgangspunt bij deze berekeningen is dat er wordt gestreefd naar een scenario met 5% projectrendement op de opwekinstallaties van de duurzame energie. Uit de berekeningen blijkt dat de aftoppingsverliezen (verliezen doordat niet alle opgewekte energie kan worden verwerkt en het elektriciteitsnet op kan) toenemen naarmate er meer zon- of windvermogen wordt bijgeplaatst. De toenemende aftoppingsverliezen leiden tot steeds meer verlies van elektriciteit waardoor het financiële projectrendement steeds verder afneemt. Op basis van de geëxtrapoleerde huidige energieverbruiken kan er in de huidige situatie ongeveer 7.500 kWp zon of 8.000 kW wind bijgeplaatst worden, met een projectrendement van 5%.

Door het toevoegen van batterijen dalen de aftoppingsverliezen waardoor het rendement op het PV-systeem toeneemt. De berekeningen tonen dat het toevoegen van een batterijsysteem met een capaciteit van 49.385 kWh, het mogelijk maakt om met een projectrendement van 5% het zon PV-vermogen te verhogen van 7.500 kWp

(scenario 2) naar 20.750 kWp (scenario 3). Hiermee neemt de geproduceerde energie toe van 6.810.000 kWh naar 18.840.000 kWh. De investering voor de flexibiliteitsoplossing met batterijen bedraagt ongeveer € 15 miljoen. Daarnaast kan de batterij ingezet worden in de Frequency Containment Reserves (FCR) of verschillende energieplatforms voor extra rendement. Het inzetten van de batterij voor deze doeleinden kan de businesscase van duurzame energie opwek negatief beïnvloeden.

Voor waterstof zijn scenario's met hetzelfde opwekvermogen van zon en wind uitgewerkt als voor batterijopslag. Uit de berekening blijkt dat de projectrendementen voor de scenario's met waterstof beter zijn dan de scenario's voor batterijen. Voor zon is het rendement 0,7% hoger en voor wind 0,9%. Dit komt doordat er in het geval van waterstof minder verliezen optreden. Daarnaast is de investering in waterstof lager dan de investering in batterijen. De investering voor batterijen bedraagt ongeveer € 15 miljoen en voor waterstof € 7 miljoen. Bij het verhogen van de vermogens van zon en wind nemen deze verschillen verder toe waardoor het logisch is om bij een dergelijke capaciteit in te zetten op waterstof.

Vraagsturing

De mogelijkheden voor vraagsturing zijn zeer bedrijfsafhankelijk. Daarom is er voor de case Twenterand gekeken naar een specifiek bedrijf: Mekufa. Mekufa is een fabrikant van epoxy isolatoren en andere onderdelen voor de hoogspanningstransmissie industrie. Een groot deel van de elektriciteit bij Mekufa is nodig voor verwarming tijdens het uithardingsproces. Het is mogelijk om de warmte te bufferen in thermische olie door middel van een buffervat. In deze studie is onderzocht of dit buffervat kan dienen als flexibiliteitsoplossing vraagsturing. In de studie is gekozen voor een opslagvat van 5.000 liter, wat resulteert in een flexibel vermogen van 288 kWh. Uit de berekeningen blijkt dat er ruimte is om tussen de 100 kWp en 400 kWp aan PV-panelen bij te plaatsen, met een acceptabel projectrendement, zonder te investeren in extra transportcapaciteit vanuit de netbeheerder. De rendementen zijn respectievelijk 6,1% en 4,7%. Bij een PV-systeem van 1.000 kWp daalt het rendement naar -1,1%. Dit komt doordat de aftoppingsverliezen in dat scenario oplopen tot 37%.

Door het toevoegen van het buffervat met 5.000 liter thermische olie stijgt het rendement van de PV-systeem, indien er geen kosten zijn voor het toevoegen van het buffervat aan het energiesysteem. In het geval van een PV-systeem van 400 kWp neemt het rendement toe van 4,7% naar 5,5% en bij een PV-systeem van 1.000 kWp neemt het rendement toe van -1,1% naar 0,6%. Deze rendementsstijging is zeer gering. Het geringe effect van de flexibiliteitsoplossing komt ook tot uiting in de aftoppingsverliezen. Daar waar de aftoppingsverliezen zonder flexibiliteitsoplossing in het scenario met 1.000 kWp aan zon 37% bedragen, is het aftoppingsverlies met flexibiliteitsoplossing 29,3%. Daarnaast zal er geïnvesteerd moeten worden in het buffervat. Deze kosten bedragen naar schatting €100.000,-. Dit betekent dat het rendement van een PV-systeem van 400 kWp daalt naar 0,3% en van PV-systeem van 1.000 kWp naar -1,5%.

Uit de berekeningen voor Mekufa blijkt dat de opslagcapaciteit van thermische olie te klein is om een substantiële bijdrage te leveren aan het voorkomen van aftoppingsverliezen. Zelfs als hier geen investeringskosten voor nodig zijn. In het geval van Mekufa zijn deze investeringen wel noodzakelijk waardoor het rendement laag of zelfs negatief is. Aangezien de mogelijkheden voor vraagsturing er bij Mekufa op dit moment niet zijn, is het niet rendabel om te investeren in het realiseren van een buffervat.

Samenvattend lijkt vraagsturing in de situatie van Mekufa niet inzetbaar om substantiële extra opwekcapaciteit voor hernieuwbare energie te realiseren. Daarbij geldt dat de

kansen die er liggen bij overige bedrijven om vraagsturing toe te passen wel benut kunnen worden, maar deze alleen een significante bijdrage leveren aan het realiseren van extra opwekcapaciteit indien het grootschalig toegepast kan worden. Denk bijvoorbeeld aan het op-/ontladen van veel elektrische auto's, grote koelingen of warmtepompen met grote buffercapaciteit.

In de gemeente Twenterand is een enquête gehouden onder ondernemers om te peilen of zij geïnteresseerd zouden zijn om aan vraagsturing bij te dragen. 39% van de ondervraagde ondernemers is bereid om hun energieverbruik te verplaatsen naar een ander moment van de dag en 92% is bereid om te investeren in duurzame energie, waaruit blijkt dat de ondernemers welwillend zijn om stappen te zetten in de energietransitie.

Conclusies en vervolg

Deze studie toont dat de flexibiliteitsoplossingen gedeeltelijk een alternatief kunnen vormen voor netuitbreidingen. De productie van (groene) waterstof ontlast het elektriciteitsnet en maakt het mogelijk om meer duurzame energie op te wekken en in te voeden op het bestaande elektriciteitsnet. De geproduceerde waterstof kan daarbij een bijdrage leveren aan bijvoorbeeld het verder verduurzamen van de zware mobiliteit. Batterijen bieden zeker ook mogelijkheden om het bestaande elektriciteitsnet te ontlasten op met name piekmomenten.

Het onderzoek toont dat de toepassing van flexibiliteitsoplossingen voorhanden is, om het elektriciteitsnet te ontlasten en daarmee meer duurzaam opgewekte energie te kunnen transporteren via het bestaande net. Wel liggen de kosten hoger dan “normaal invoeden”. Het inpassen van flexibiliteitsoplossingen in het energiesysteem biedt ook toepassingsmogelijkheden in de verre buitengebieden waar de capaciteit van het elektriciteitsnet beperkt is.

Door de toepassing van flexibiliteitsoplossingen hoeft er niet oneindig te worden geïnvesteerd in de uitbreiding van het net. Dit levert een hoger maatschappelijk rendement op. Wel moet er geïnvesteerd worden in de flexibiliteitsoplossingen en moet bepaald worden wie hierin investeert. Daarover moeten overheden, netbeheerders en initiatiefnemers met elkaar in gesprek gaan en keuzes maken. Vooralsnog zijn er minimaal financiële stimuleringsregelingen om flexibiliteitsoplossingen actief toe te passen door de markt. Wel zien energieverbruikers zeker voordelen van de toepassing van flexibiliteitsoplossing en zijn zij bereid om dit toe te passen indien het hen geen extra (exploitatie/verbruik-) kosten oplevert. Het is vervolgens aan de NEO-leden (Provincie, Enexis en gemeenten) om uit de huidige structuren / systemen te stappen en flexibiliteitsoplossingen te stimuleren door financiële tegemoetkoming (bijv. een investeringssubsidie) te organiseren.

Enexis is als netbeheerder verantwoordelijk voor het uitbreiden van de netcapaciteit. In dit onderzoek is aan Enexis gevraagd om data te delen, die gebruikt kan worden ten behoeve van dit onderzoek. Op dit moment loopt er een afstemmingsoverleg met Enexis voor het verkrijgen van netdata die in de analyse kan worden meegenomen. Bij het uitvoeren van dit onderzoek was deze data nog niet voorhanden waardoor er gewerkt is met inschattingen en extrapolaties van bekende (openbare)data. Een vervolgactie is om het onderzoek te herhalen met data van Enexis, zodat de betrouwbaarheid van de resultaten toeneemt. Het gaat hierbij specifiek om data over de huidige energieverbruiken van het tussenstations Hessenpoort en transportvermogens.

1 Inleiding

1.1 De opgave

De alliantie Nieuwe Energie Overijssel (NEO) zet in op hernieuwbare energie en heeft als doelstelling dat in 2023 20% van het energieverbruik afkomstig is uit hernieuwbare bronnen. Dit vormt een tussendoelstelling om de doelen uit het Klimaatakkoord te bereiken: in 2030 49% minder CO₂-uitstoot vergeleken met 1990 en in 2050 95% minder CO₂-uitstoot vergeleken met 1990. Het behalen van deze doelstellingen betekent dat er in de komende jaren in de provincie flink meer hernieuwbare energie moet worden opgewekt, bijvoorbeeld door middel van zonne-installaties en windturbines. Om dit te realiseren wil NEO duurzame energie projecten aanjagen en barrières weghalen.

1.2 Netschaarste

Eén van de belangrijkste barrières voor het behalen van deze doelstelling is de lokale congestie van het elektriciteitsnet. Deze netcongestie wordt ook wel netschaarste genoemd. De opwek van hernieuwbare energie vraagt om ruimte op het elektriciteitsnet van de netbeheerder om de opgewekte elektriciteit te kunnen invoeden en te transporteren. Deze transportruimte op het elektriciteitsnet is op sommige locaties in de provincie (te) beperkt, waardoor netcongestie optreedt. Deze congestie is veroorzaakt door de snelle ontwikkeling van duurzaam elektriciteitsproductievermogen in de regio gedurende de laatste jaren. Omdat de doorlooptijd van het realiseren van netverzwaringen lang is (in de orde van 5 tot 10 jaar), is tijdelijk sprake van netcongestie.

Het gevolg van netcongestie is dat er nog maar beperkt vergunningen worden afgegeven voor de opwek van hernieuwbare energie. Voor het verkrijgen van subsidie vanuit de Subsidieregeling voor Duurzame Energie (SDE) is het noodzakelijk dat de netbeheerder een positieve transportindicatie heeft afgegeven. Doordat er sprake is van congestie kan Enexis, de netbeheerder in de regio, deze transportindicatie niet afgeven. Ook is er onvoldoende transportcapaciteit beschikbaar voor het realiseren van overige aansluitingen. Er is een wachtrij ontstaan voor de nog beschikbare ruimte op het elektriciteitsnet, waardoor de energietransitie vertraagt. De netbeheerders voorzien in hun investeringsplannen een vergroting van de netcapaciteit. Het kan echter nog jaren duren voordat deze netverzwaring is gerealiseerd. Het is daarbij de vraag of de netcapaciteit dan wel voldoende is voor de grote hoeveelheid hernieuwbare energie die op langere termijn voorzien is om lokaal te worden opgewekt.

1.3 Flexibiliteitsoplossingen

Flexibiliteitsoplossingen kunnen aan een efficiëntere benutting van het bestaande elektriciteitsnet bijdragen. Hierdoor is meer ruimte beschikbaar voor de inpassing van duurzame energie. Het principe hierbij is dat de invoeding op momenten van netschaarste wordt beperkt en deze verschoven wordt naar momenten dat er geen netschaarste is. Flexibiliteitsoplossingen dragen zo bij aan een slimmer gebruik van het elektriciteitsnet en een energiesysteem met toekomstbestendige energie-infrastructuur. Deze oplossingen bieden daarmee een nieuw handelingsperspectief aan de gemeenten, netbeheerders en ondernemers. Flexibiliteitsoplossingen vragen om de inpassing van nieuwe technieken, maar ook om een andere manier van denken en werken van verschillende stakeholders zoals gemeenten, netbeheerders en ondernemers.

Om inzicht te krijgen in de mogelijkheden voor flexibiliteitsoplossingen in de praktijk, heeft Over Morgen samen met Encon een haalbaarheidsonderzoek uitgevoerd. Het doel van dit haalbaarheidsonderzoek is om inzicht te krijgen in technische, financiële en sociale haalbaarheid van de flexibiliteitsoplossingen. Op basis van deze haalbaarheidsstudie kan NEO een weloverwogen keuze maken om actief in te zetten op de ontwikkeling van de flexibiliteitsoplossingen.

Om het haalbaarheidsonderzoek praktijkgericht te maken heeft NEO aangegeven welke flexibiliteitsoplossingen op welke locaties in de provincie onderzocht dienden te worden. Op bedrijventerrein Hessenpoort in de gemeente Zwolle is een lokaal initiatief bezig met een onderzoek naar conversie naar waterstof. Voor deze locatie zijn daarom de flexibiliteitsoplossingen conversie naar waterstof en opslag met batterijen onderzocht. NEO heeft tevens gevraagd om voor de gemeente Twenterand een haalbaarheidsstudie uit te voeren voor de flexibiliteitsoplossing vraagsturing.

1.4 Leeswijzer

Dit rapportage is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk twee worden de flexibiliteitsoplossingen op hoofdlijnen beschreven. Dit zijn achtereenvolgens de oplossingen met vraagsturing (paragraaf 2.1), opslag met batterijen (paragraaf 2.2) en conversie naar waterstof (paragraaf 2.3).

Hoofdstuk drie beschrijft de cases voor bedrijventerrein Hessenpoort en gemeente Twenterand. In dit hoofdstuk worden voor elke case de huidige situatie op de bedrijventerreinen en de toekomstige ontwikkelingen ten aanzien van energie opwek beschreven.

In hoofdstuk vier wordt het simulatiemodel toegelicht dat voor de analyse is gebruikt. In hoofdstuk vijf staan vervolgens voor beide locaties de resultaten uitgewerkt. Hoofdstuk zes bestaat uit een analyse van de sociale haalbaarheid. De rapportage eindigt met een advies voor vervolgstappen.

2 Flexibiliteitsoplossingen

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt voor elk van de drie flexibiliteitsoplossingen – vraagsturing, opslag met batterijen, conversie naar waterstof – een technische omschrijving gegeven met daarbij de toepassingsvoorwaarden, de voor- en nadelen van de verschillende oplossingen en de governance structuur en vraagstukken.

2.2 Vraagsturing

Techniek van vraagsturing

Vraagsturing is een techniek waarbij de vraag naar elektriciteit wordt afgestemd op bijvoorbeeld het aanbod van duurzame energie, de energiemarkt of de buitentemperatuur. In dit onderzoek wordt onder vraagsturing het afstemmen van vraag en aanbod naar energie verstaan mede met het oog op het efficiënt benutten van de beschikbare netcapaciteit. Vraagsturing betreft daarmee het beïnvloeden van het energieverbruik waarvoor het voor de afnemer niet uitmaakt wanneer dit energieverbruik plaatsvindt. Door het verplaatsen van dit energieverbruik naar een ander moment van de dag kan het benodigde transportvermogen wordt beperkt. Doordat vraagsturing de vraag naar energie afstemt op de beschikbaarheid van netcapaciteit, wordt het elektriciteitsnet ontlast. Vraagsturing is met name een alternatief voor netverzwaring wanneer de piek in het benodigde transportvermogen zich beperkt tot een aantal keer per week en niet van constante aard is.

Vraagsturing vraagt om buffering van energie in het geval energie afkomstig is van duurzame productie-installaties en het net deze niet kan opnemen. Dit betekent dat er een opslagmedium moet zijn, zoals een vat met water of thermische olie, of dat de productie wordt verplaatst naar een moment buiten piekuren. Ook kan energie worden opgeslagen door insteltemperaturen van bijvoorbeeld koelingen, vriezers, elektrische heaters of warmtepompen te laten fluctueren.

Vraagsturing vindt plaats door regelaars die vanuit software worden aangestuurd. Dergelijke technieken bestaan reeds en worden in de praktijk toegepast. Hierbij is het belangrijk om te voorkomen dat bijvoorbeeld productieprocessen stil komen te vallen of er oncomfortabele of ongewenste temperatuurschommelingen ontstaan. Daarnaast zou het eventueel mogelijk zijn om handmatig apparaten af te stellen, maar de mogelijkheden met automatische vraagsturing zijn vele malen groter. Vraagsturing is alleen mogelijk indien de installatie en het (productie)proces geschikt is voor het toepassen van vraagsturing of hiervoor geschikt kan worden gemaakt. Bij bepaalde (industriële) processen zal continuïteit mogelijk essentieel zijn, waardoor vraagsturing wordt bemoeilijkt. Concreet betekent vraagsturing dat er geïnvesteerd moet worden in slimme apparatuur en software waarmee het energieverbruik van bedrijven wordt verschoven in de tijd.

Voorwaarden voor vraagsturing

Voor de toepassing van vraagsturing zijn een aantal voorwaarden. Zo dient er een grote elektriciteitsvraag voor het procesonderdeel te zijn waarop vraagsturing kan worden toegepast. De grootte van de elektriciteitsvraag en de intrinsieke opslagcapaciteit van het proces bepalen de parameters van de mogelijkheden van vraagsturing. Deze elektriciteitsvraag kan afkomstig zijn van grootgebruikers van energie, maar ook van (veel) verzamelende kleine gebruikers die hun elektriciteitsverbruik verschuiven in de tijd. Dit kan bijvoorbeeld worden toegepast door het geaggregeerd aansturen van

warmtepompen in combinatie met een buffervat, smart charging en het slim schakelen van productieprocessen.

Ook aan de opwekzijde geldt er een belangrijke voorwaarde voor vraagsturing. Aan de opwekzijde dient er voldoende hernieuwbare energie opwek achter het knelpunt van netcongestie te zijn of dient duurzame opwek te worden gerealiseerd. Daarnaast is het belangrijk dat er voor de ondernemers een reden moet zijn om hun energieverbruik in de tijd te schuiven en aan te sluiten bij het aanbod van duurzame energie. De vraag is of een lager energietarief op bepaalde momenten voldoende reden is voor ondernemers. Wanneer dit niet het geval is, lijkt er geen markt te bestaan voor de flexibiliteitsoplossing vraagsturing. Een concrete reden is dat opgewekte energie vanwege netschaarste moet worden 'weggegooid' tenzij deze door de inzet van vraagsturing nuttig kan worden aangewend. Voorgaande onderzoeken tonen dat met name een financiële prikkel ondernemers motiveert.

Voordelen van vraagsturing

De inzet van vraagsturing brengt verschillende voordelen met zich mee. Ten eerste kunnen door vraagsturing netverzwaringen uitgesteld of zelfs voorkomen worden. Mogelijkerwijs kan (te zijner tijd) voor de inzet van vraagsturing een vergoeding van de netbeheerder worden bedongen, omdat dit netinvesteringen uitspaart.

Daarnaast biedt vraagsturing de mogelijkheid om efficiënt om te gaan met duurzaam opgewekte energie. Energie die lokaal wordt opgewekt, kan ook lokaal worden gebruikt. Naast lokaal gebruik van energie kan vraagsturing worden ingezet om energie van het net af te nemen bij gunstige energieprijzen en op andere momenten weer in te voeden (als extra verdienmechanisme) of als balanceervermogen voor TenneT dienen (voor de balansregeling in het net).

Nadelen van vraagsturing

De daadwerkelijke impact van vraagsturing is onzeker aangezien er een afhankelijkheid bestaat ten aanzien van de omvang van de buffercapaciteit. Als deze capaciteit 'vol' is, kan er niet meer energie geproduceerd worden dan zonder vraagsturing. Daarnaast zijn er bij veel bedrijven slechts beperkte mogelijkheden om vraagsturing toe te passen, omdat deze bedrijven niet aan de eerdergenoemde voorwaarden kunnen voldoen.

Governance van vraagsturing

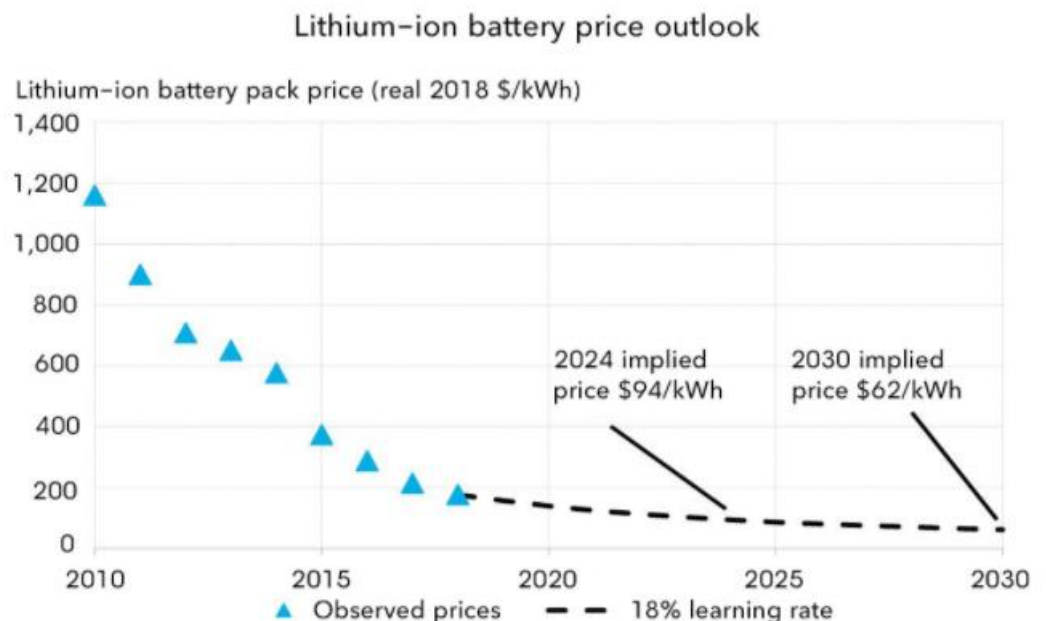
De techniek van vraagsturing kan zich beperken tot pand- en bedrijfsniveau. In dat geval zijn de juridische en governance-aspecten niet complex. Een bedrijf kiest er zelf voor om zijn apparaten onder bepaalde voorwaarden af te (laten) schakelen, passend bij het aanbod van energie. De continuïteit van de bedrijfsprocessen staat voorop en de opwek van hernieuwbare energie moet worden afgeschakeld als dit in gevaar komt.

2.3 Opslag met batterijen

Techniek van batterijopslag

Het direct opslaan van elektriciteit is mogelijk in batterijen. Er zijn veel onderzoeken gaande naar verschillende typen batterijen. Het meest toegepaste type is de lithium-ion batterij. Daarnaast zijn er ontwikkelingen op het gebied van *direct flow* batterijen (bijvoorbeeld een waterstofbromide batterij). Een voordeel van dit type batterij is dat het vermogen en de capaciteit onafhankelijk van elkaar kunnen worden bepaald. Hierdoor kan er een grote capaciteit worden gerealiseerd voor relatief lage kosten. Dit type batterij wordt op dit moment in pilotprojecten getest in Nederland. De vraag is evenwel hoe levensvatbaar deze techniek zal zijn. In dit onderzoek is vanwege deze onzekerheid enkel gekeken naar opslag in lithium-ion batterijen.

Wereldwijd neemt de vraag naar batterijen toe. Deze toenemende vraag komt onder andere door de elektrificering van vervoer. Er wordt veel geld gestoken in de bouw van zogenaamde 'gigafactories' (Tesla, Northvolt). Uit onderzoek van Bloomberg blijkt dat lithium-ion batterijen een *learning rate* kent van 18%. Dit wil zeggen dat de prijs van lithium-ion batterijen bij iedere cumulatieve verdubbeling met 18% daalt. Deze *learning rate* is vergelijkbaar met die van zonnepanelen. In Figuur 1 is de prijsontwikkeling van lithium-ion batterijen te zien. Dit is voor alleen de batterijen zelf; hier komen nog kosten bij voor het systeem eromheen. Bij prijsverlaging kan de opslag in batterijen op termijn financieel aantrekkelijker worden. Om dit goed in beeld te brengen is inzicht nodig in de kosten die door opslag kunnen worden bespaard op uitbreiding van het net. Daarnaast is inzicht nodig in de secundaire businesscase voor batterij opslag. Dit is niet in dit onderzoek meegenomen.



Figuur 1 Prijsverloop lithium-ion batterij (Bloomberg, <https://about.bnef.com/blog/behind-scenes-take-lithium-ion-battery-prices/>)

Voorwaarden voor batterijopslag

Wanneer de batterij opgeladen en ontladen moet worden via het net, dient hier voldoende netcapaciteit voor beschikbaar te zijn. Idealiter gebeurt het ontladen van de batterij op een moment dat er (bijna) geen gebruik wordt gemaakt van de transportcapaciteit voor teruglevering. De grootte van de locatie hangt af van de hoeveelheid opslag die gerealiseerd moet worden. Ter indicatie: in een zeecontainer van 40 voet kan ongeveer 1,0 tot 2,6 MWh elektriciteit worden opgeslagen, inclusief de benodigde vermogenselektronica en koeling. Het is mogelijk om complete opslagsystemen kant en klaar geleverd te krijgen waardoor de bouw relatief snel kan gebeuren en de locatie redelijk flexibel te kiezen is.

Voordelen van batterijopslag

Er zijn al diverse projecten gerealiseerd in Nederland door batterijen te plaatsen bij wind- en zonneparken. Door de verwachte prijsdalingen kunnen batterijen (op termijn) een betaalbare oplossing worden. De overheid overweegt om batterijopslag in 2021 op te nemen in de SDE++ regeling, waardoor ook op kortere termijn de business case zal verbeteren. Ook kunnen batterijen ingezet worden om uitgesteld energie te leveren aan het net. De batterij levert elektriciteit als de marktprijs voor elektriciteit hoog is. Kanttekening hierbij is dat een batterij tijdig moet ontladen zodat opnieuw energie kan worden opgeslagen. Batterijen zijn over het algemeen flexibel in te passen en op veel locaties inzetbaar.

Nadelen van batterijopslag

Batterijopslag is met name geschikt om in relatief korte perioden te laden en ontladen. In het kader van zonvermogen gaat het dan om de overbrugging van dag-nacht cyclussen. Batterijopslag is te kostbaar (vanwege de hoge capex) voor seizoensopslag of energiebuffering voor de langere termijn.

Opslag in batterijen ondervindt ook barrières op het gebied van regelgeving. Zo moet er energiebelasting worden afgedragen over de elektriciteit als het opladen via de netaansluiting gebeurt. Deze energiebelasting krijg je niet terug bij het ontladen van de batterij over de netaansluiting. Hierdoor zal er geen positieve businesscase uitkomen. Deze extra energiebelasting kan (terecht) vermeden worden door de batterij alleen op te laden met PV-panelen achter dezelfde aansluiting en/of als het ontladen alleen gebeurt door gebruikers achter dezelfde aansluiting en er niet opnieuw energiebelasting betaald hoeft te worden voor deze energie.

Governance van batterijopslag

Opslag van batterijen is op bedrijfsniveau mogelijk, maar ook op een grotere schaal. Het niveau waarop batterijopslag gerealiseerd wordt, bepaalt de complexiteit van de wijze van besturen. Bij de realisatie van een batterij op bedrijfsniveau kunnen op de hoofdmeter de energiestromen gemeten worden en direct worden gekoppeld aan de batterij. Dit maakt de aansturing relatief simpel in vergelijking met een batterij op bedrijventerreinniveau.

Op bedrijventerreinniveau moeten de energiegegevens van meerdere gebruikers verzameld worden, of aan een signaal van de netbeheer of energiemarkt worden gekoppeld. Dit vraagt om afstemming en het delen van data tussen meerdere partijen.

2.4 Conversie naar waterstof

Techniek van conversie naar waterstof

Conversie houdt de omzetting van elektrische energie in een andere vorm van energie in. Door de elektrische energie die opgewekt is uit hernieuwbare bronnen direct en lokaal om te zetten in een andere energiedrager kan het elektriciteitsnet worden ontlast. Conversie kan plaatsvinden naar verschillende energiedragers. In dit onderzoek wordt uitgegaan van de conversie van hernieuwbare energie (wind en zon) naar waterstof.

Belangrijk om op te merken is dat waterstof geen energiebron is, maar een energiedrager. Om aan waterstof te komen moet deze (met behulp van elektriciteit) worden vrijgemaakt uit water of koolwaterstoffen. In dit onderzoek wordt gekeken naar de meest gangbare techniek om groen waterstof te produceren: elektrolyse. Hiervoor zijn twee bronnen nodig: elektriciteit en water. Bij elektrolyse wordt met behulp van elektriciteit het water (H_2O) gesplitst in waterstof (H_2) en zuurstof (O_2). De elektriciteit die hiervoor nodig is kan afkomstig zijn uit fossiele brandstoffen of uit hernieuwbare bronnen. In het laatste geval komt er geen CO_2 vrij. Deze vorm van waterstof wordt groene waterstof genoemd.

Met behulp van elektrolyse kan elektriciteit van de hernieuwbare energiebron worden omgezet naar groene waterstof. In waterstof kan de energie relatief eenvoudig in grote hoeveelheden worden opgeslagen, waardoor het elektriciteitsnet kan worden ontlast. De omzetting van energiedrager gaat gepaard met verliezen. Bij de conversie van elektriciteit naar waterstof gaat een deel van de energie verloren. Het is daarom van belang om goed af te wegen wanneer conversie van elektriciteit in waterstof zinvol is. Wanneer de elektrische energie ook direct (zonder omzetting) toepasbaar is, is dit vermoedelijk niet snel het geval.

Waterstof is een energiedrager. In dit onderzoek naar flexibiliteit wordt verondersteld dat deze vervolgens als grondstof of brandstof worden gebruikt of verkocht. Er zijn twee verschillende vormen waarop de conversie van waterstof in de praktijk kan worden gebruikt:

1. Lokale waterstofproductie: De elektrolyse vindt op dezelfde locatie plaats als waar de duurzame energie wordt opgewekt. Via een waterstofleiding wordt het waterstof naar de waterstofverbruikers getransporteerd of de geproduceerde waterstof wordt opgeslagen om later opgehaald te worden.
2. Centrale waterstofoplossing: De elektrolyse vindt plaats op een centrale plek bij de waterstofverbruikers.

Het voordeel van de lokale waterstofoplossing is dat er geen beslag wordt gelegd op het elektriciteitsnet voor het transport van de geproduceerde elektriciteit. De duurzaam opgewekte elektriciteit wordt immers lokaal in de elektrolyser ingevoed.

De elektrolyser kan ook apart aan het elektriciteitsnet worden gekoppeld. Dit komt mogelijk de effectiviteit van de installatie ten goede, maar dit veronderstelt wel dat de netcongestie zich niet op het netdeel tussen de duurzame productie-installaties en de elektrolyser bevindt.

Voorwaarden voor conversie naar waterstof

Voor de conversie naar waterstof zijn elektrolyzers nodig. Deze dienen op een logische plek in het net geplaatst te worden. Daarnaast dient de waterstof opgeslagen te worden in tanks. Belangrijk hierbij is dat het (tijdelijk) opgeslagen waterstof in de tanks tijdig wordt gebruikt en/of getransporteerd omdat de elektrolyser anders niet meer kan produceren.

Voor de waterstof zijn vanzelfsprekend ook gebruikers nodig. Als deze dicht bij de locatie van de elektrolyser zijn, kan de waterstof mogelijk direct via leidingen naar de afnemer getransporteerd worden. Anders is transport via de weg nodig.

Voordelen van conversie naar waterstof

De inzet van duurzame elektriciteit voor waterstofproductie voorkomt netcongestie op het elektriciteitsnet. Hierdoor ontstaan er mogelijkheden om het aantal zon- en windprojecten te vergroten. Tegelijkertijd kan de industrie waterstof inzetten voor het verduurzamen van processen die niet geschikt zijn voor elektrificatie. Deze industrieën kunnen waterstof gebruiken als grondstof of brandstof in plaats van fossiele brandstoffen. Zo kunnen deze bedrijven dichter komen bij het behalen van hun klimaatdoelstellingen.

Door de conversie van duurzame energie naar waterstof kan daarnaast opgewekte energie volledig lokaal worden benut doordat er flexibiliteit ontstaat in het moment van gebruik van de lokaal opgewekte energie. Waterstof kan (mits er genoeg kan worden opgeslagen) voor langere tijd bewaard worden, zonder dat er veel energie verloren gaat. Hierdoor is waterstof ook geschikt voor het overbruggen van seizoenspieken.

Nadelen van conversie naar waterstof

Tijdens de conversiestappen gaat een deel van de hernieuwbaar opgewekte energie verloren (50% of meer), dit is een groot nadeel van conversie naar waterstof. Daarnaast is er lokale vraag naar de geproduceerde waterstof nodig.

Het maken van waterstof via elektrolyse is nu nog zeer kostbaar, met name vanwege de hoge capex. Als elektrolyzers gebouwd worden die enkel op momenten gebruikt worden van overproductie van elektriciteit (enkele honderden uren per jaar), zullen de elektrolyzers niet efficiënt worden benut. Dit is vanuit financieel oogpunt niet wenselijk. Tot slot is de opslag van grote hoeveelheden waterstof niet zonder gevaar en zullen de nodige veiligheidsvoorzieningen moeten worden getroffen.

Governance van conversie naar waterstof

Conversie naar waterstof is hoofdzakelijk interessant als het grootschalig wordt toegepast. Een redelijk stabiel aanbod van elektriciteit is nodig voor een efficiënt functionerend systeem. Op dit moment is nog geen reguleringskader voor waterstofproductie- en transport.

Het produceren van waterstof wordt door de overheid financieel gestimuleerd via de SDE++ regeling. Daarnaast wordt er vanuit het klimaatakkoord ingezet op het starten van een '*substantieel waterstofprogramma*'. Dit programma wordt door de overheid op dit moment nog vormgegeven.

Juridisch gezien vergt waterstof meer dan batterijopslag en vraagsturing. Contractvorming over afname van hernieuwbare energie en levering van energie geproduceerde waterstof zijn van belang. Voor waterstof gelden ook veiligheidsprotocollen die nageleefd moeten worden. Zo moet het transport van waterstof of de weg voldoen aan de eisen gesteld in de publicatiereeks gevaarlijke stoffen.

3 Beschrijving cases

3.1 Inleiding

De drie verschillende flexibiliteitsoplossingen zijn onderzocht voor toepassing op twee verschillende locaties: bedrijventerrein Hessenpoort en gemeente Twenterand. Dit hoofdstuk beschrijft achtereenvolgens voor beide cases de huidige situatie (locatiebeschrijving, energie opwek en energiegebruik) en de toekomstige ontwikkelingen (energie opwek en investeringen).

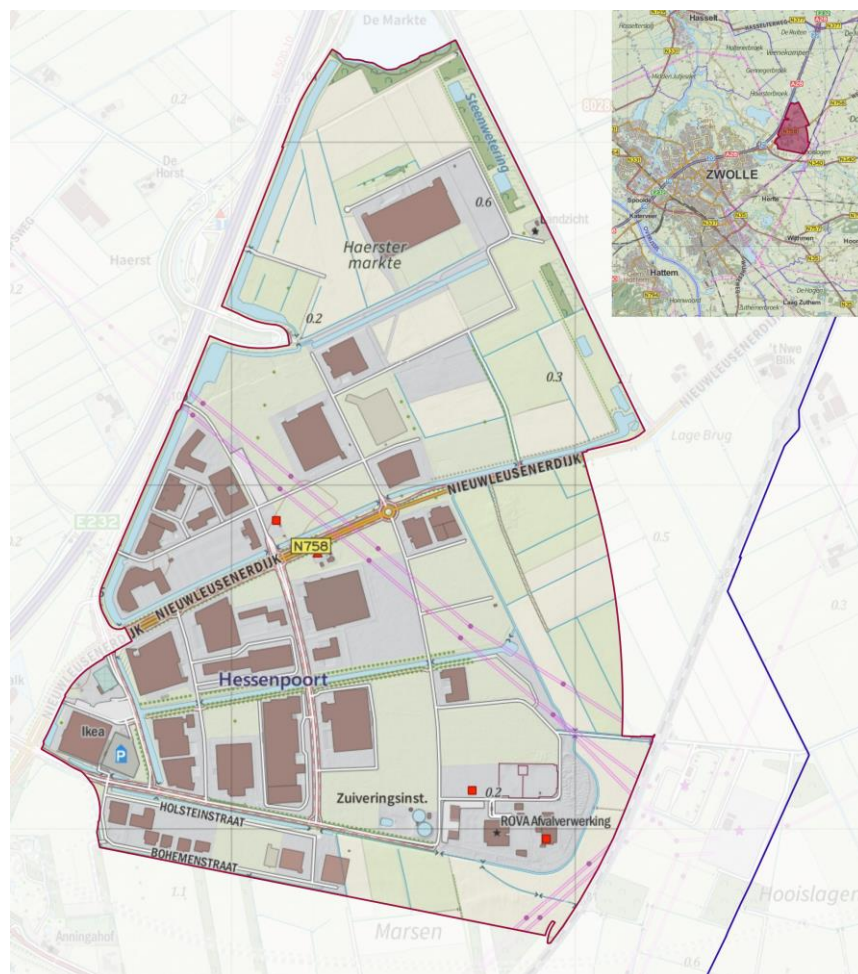
3.2 Huidige situatie Hessenpoort

Topwerklocatie Hessenpoort

Bedrijventerrein Hessenpoort ligt ten noordoosten van Zwolle aan de A28. Het bedrijventerrein heeft een bovenregionale functie en biedt plaats aan bedrijven op het gebied van logistiek, warehousing, automotive, groothandel en lichte industrie (o.a. IKEA, Wehkamp, Kühne & Nagel). Er zijn ruim 3.000 arbeidsplaatsen, verdeeld over circa 45 bedrijven. Het terrein is nog volop in ontwikkeling. Er is op dit moment nog circa 108 ha uitgeefbaar van de in totaal 216 ha netto beschikbare grond¹.

Hessenpoort is door gemeente Zwolle en provincie Overijssel als Topwerklocatie gemarkeerd. Topwerklocaties zijn werklocaties met bijzondere vestigingscondities voor bedrijven die zich richten op een (inter)nationaal en bovenregionaal verzorgingsgebied. Thema's waar de gemeente Zwolle, provincie Overijssel en ondernemersvereniging Hessenpoort samen aan werken zijn: vitaliteit, duurzaamheid, circulariteit, beschikbaarheid & bereikbaarheid en marketing.

¹ <https://www.ibis-bedrijventerreinen.nl/locatie/hessenpoort/4722>



Figuur 2 Plattgrond bedrijventerrein Hessenpoort



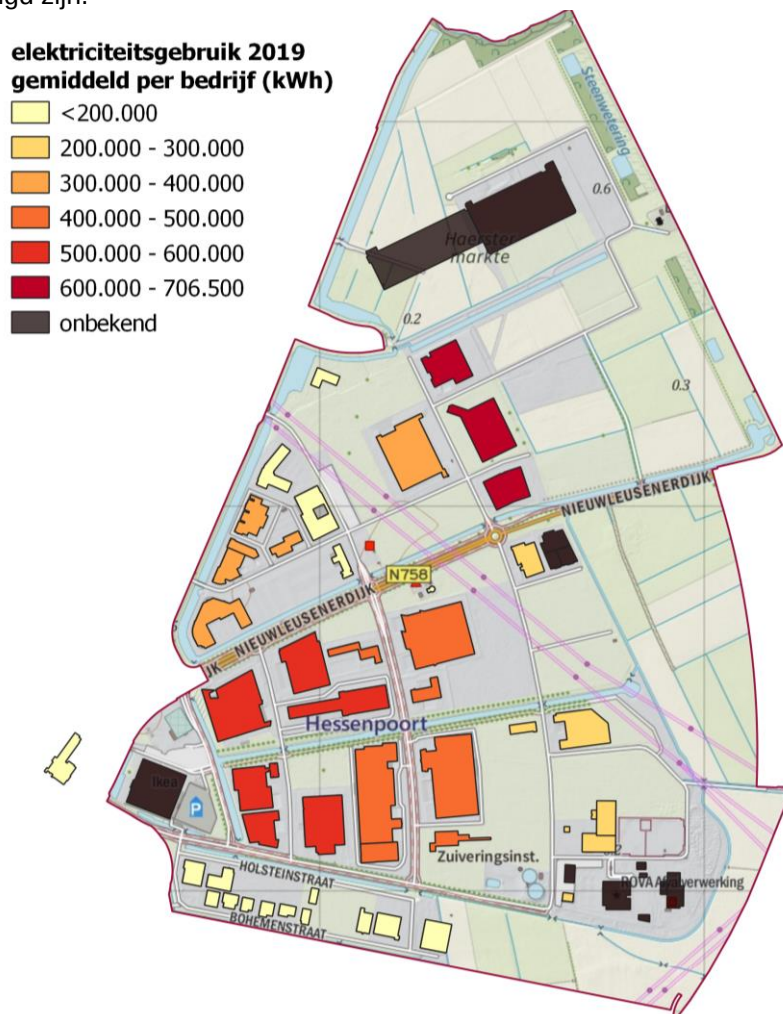
Figuur 3 Bedrijventerrein Hessenpoort Zwolle (bron: www.zwolle.nl/ondernemen/vestigen-in-zwolle/bedrijventerreinen/hessenpoort)

Huidige elektriciteitsgebruik en opwek

Op basis van open data is inzichtelijk gemaakt welke bedrijven gemiddeld veel elektriciteit verbruiken. Deze informatie is op postcode-6 niveau beschikbaar gesteld door het CBS² (2019) en geeft inzicht in de gemiddelde verbruiken (maar niet in het totale verbruik) op Hessenpoort. Bij een aantal recent gebouwde bedrijven en in postcodegebieden met te weinig aansluitingen (privacygevoelig) ontbreekt informatie over het energieverbruik. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de locatie van IKEA Zwolle.

² <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2020/33/energielevering-aan-woningen-en-bedrijven-naar-postcode>

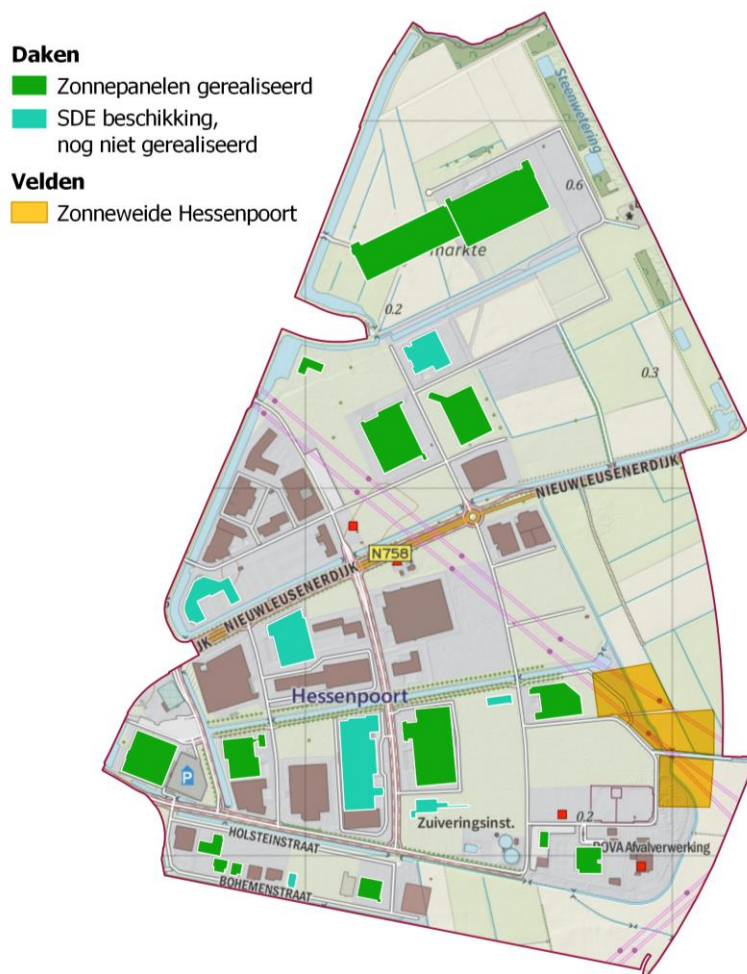
Figuur 4 Gemiddeld elektriciteitsgebruik per bedrijf toont het gemiddelde elektriciteitsgebruik per bedrijf. Te zien is dat het gemiddelde elektriciteitsverbruik varieert tussen minder dan 200.000 kWh per jaar en tussen de 600.000-706.500 kWh per jaar. Het gemiddeld elektriciteitsverbruik per bedrijf is het hoogste in het gebied waar de Technische Unie Zwolle, Koninklijke Euroma B.V. en Kruitbosch Zwolle B.V. gevestigd zijn.



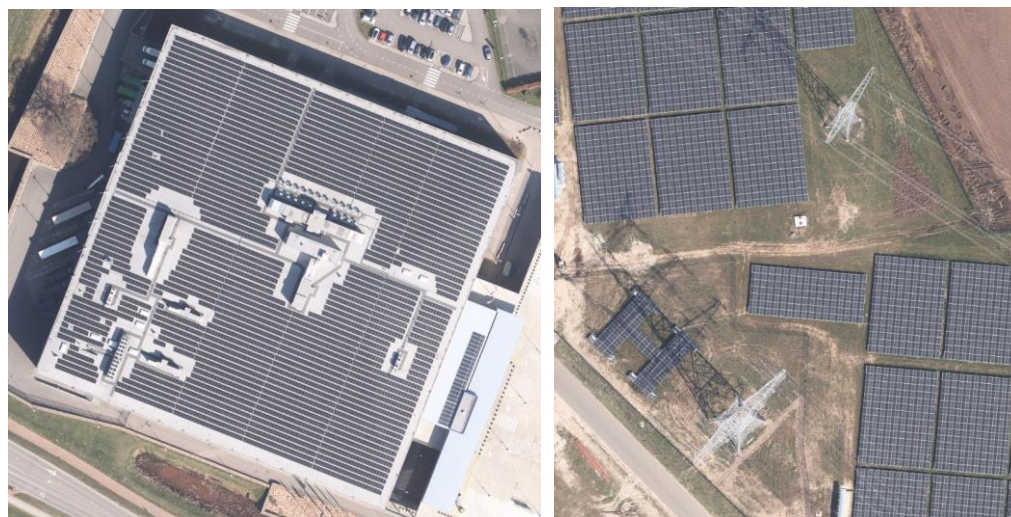
Figuur 4 Gemiddeld elektriciteitsgebruik per bedrijf

Figuur 5 geeft een overzicht van de hoeveelheid elektriciteit die op bedrijventerrein Hessenpoort wordt opgewekt door middel van zonnepanelen. Op 25% van de daken liggen zonnepanelen, met een totaal geïnstalleerd vermogen circa 7 MW³. Daarnaast is in september 2020 in collectief verband de zonneweide Hessenpoort gerealiseerd. Op 6,6ha, verdeeld over drie nabijgelegen velden, staan ruim 19.000 zonnepanelen (7 MW) welke jaarlijks meer dan 6 MWh elektriciteit gaan opwekken.

³ <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/stimulering-duurzame-energieproductie-en-klimaattransitie-sde/feiten-en-cijfers-sde-algemeen>



Figuur 5 Zonnepanelen op daken en veld



Figuur 6 Het dak van IKEA Zwolle en een gedeelte van het zonnepark onder de hoogspanningskabels.

3.3 Toekomstige ontwikkelingen Hessenpoort

Op Hessenpoort worden een aantal ontwikkelingen voorzien. Tevens biedt het bedrijventerrein nog ruimte aan meer duurzame energie projecten, zowel op dak als op grond. De huidige situatie van het elektriciteitsnet biedt echter geen ruimte voor Enexis om meer projecten aan te sluiten, dat wil zeggen dat nieuwe aansluitingen boven het reeds gecontracteerde transportvermogen vanwege de transportschaarste op dit moment niet mogelijk zijn.

Elektriciteitsopwek pijplijn

Voor zeven daken is bekend dat er een SDE beschikking voor realisatie van een zonneproject bestaat, het totaal aangevraagd vermogen is circa 6 MW. Dit betreft o.a. het meer dan 2 ha grote dak van Buisman Zwolle B.V.. Of deze projecten daadwerkelijk gerealiseerd worden is onzeker.

Elektriciteitsopwek potentie

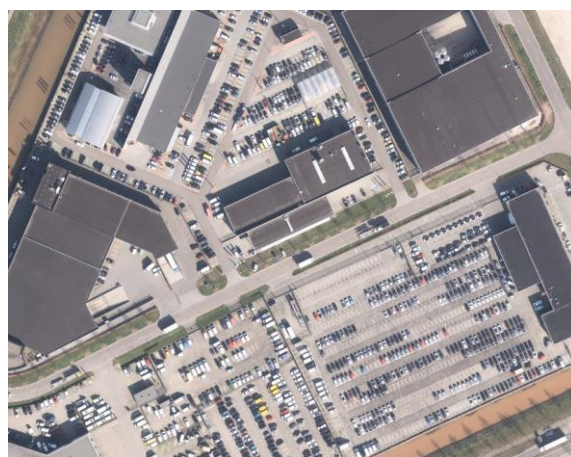
Uit de door RVO gepubliceerde overzichten met SDE projecten en beschikkingen⁴ en luchtfoto's uit najaar 2019⁵ blijkt dat op circa 65% van de daken nog geen panelen liggen en ook nog geen SDE subsidie is aangevraagd. Op de nog uitgeefbare gronden op Hessenpoort zullen komende jaren bedrijfspanden bijgebouwd worden, welke plaats kunnen bieden aan zonnepanelen. Wanneer deze ontwikkelingen stagneren is het tijdelijk inzetten van deze percelen als zonnepark een mogelijkheid.

De potentie voor de bestaande en nieuwe daken is als volgt:

Categorie	Oppervlakte	Potentieel vermogen
Bestaande daken	17ha	16 MWp
Nieuwe daken (aanneem: 25% van uitgeefbare grond wordt bebouwd)	28ha	27 MWp

Tabel 1 Potentie zonnepanelen daken Hessenpoort

Naast de daken en uitgeefbare gronden valt er ook te denken aan andere functiecombinaties, zo liggen er meerdere grote parkeerterreinen op Hessenpoort, welke kunnen voorzien worden van zonnecarports. Figuur 7 toont een bovenaanzicht van een van deze parkeerplaatsen, welke mogelijk voorzien zouden kunnen worden van zonnecarports.



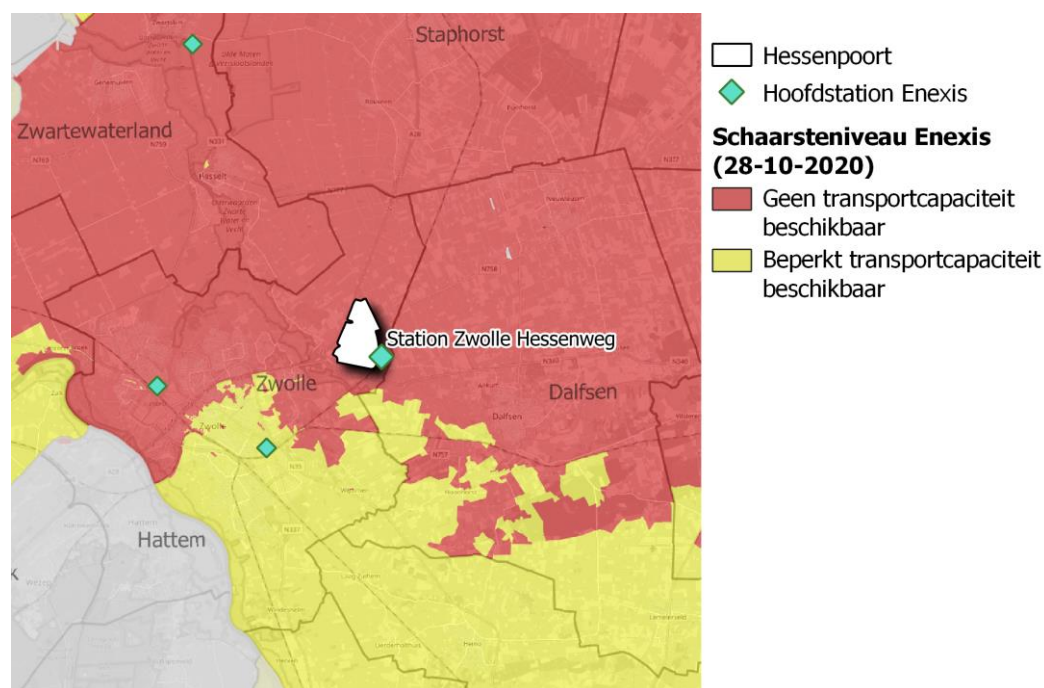
Figuur 7 Grote parkeerplaatsen bij autobedrijven aan de Lippestraat

⁴ <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/stimulering-duurzame-energieproductie-en-klimaattransitie-sde/feiten-en-cijfers-sde-algemeen>

⁵ <https://zwolle.hub.arcgis.com/search?q=luchtfoto>

Netinfrastructuur Enexis

In het gebied rondom het station Zwolle Hessenweg is als gevolg van de grote hoeveelheid invoeding van duurzaam opgewekte elektriciteit structurele netcongestie totdat aanvullende transportcapaciteit kan worden gecreëerd. Voorlopig kunnen er daarom géén nieuwe aanvragen voor transportcapaciteit voor teruglevering worden gehonoreerd. In dit congestiegebied is het totale voorziene gecontracteerde transportvermogen 449 MW, terwijl het totale beschikbare transportvermogen slechts circa 90 MW bedraagt (stand op 30-09-2019). Dit vermogen is al volledig vergeven in getekende offertes voor gecontracteerd transportvermogen.⁶



Figuur 8 Schaarsteniveau elektriciteitsnet Enexis rond Hessenpoort en station Hessenweg

In het investeringsplan elektriciteit 2020-2030 benoemt Enexis als mogelijke eerste oplossing het bijplaatsen van een middenspanningsinstallatie (gepland voor 2021). Doordat er op het huidige station geen ruimte meer bestaat voor uitbreiding is een vervolgstap om aan de overzijde van de weg een nieuw station te bouwen (gerealiseerd voor 2023 of later). Het is niet bekend hoeveel extra duurzaam opgewekte energie hiermee kan worden ingevoed en getransporteerd. In een later stadium komt deze informatie mogelijk vanuit Enexis beschikbaar.

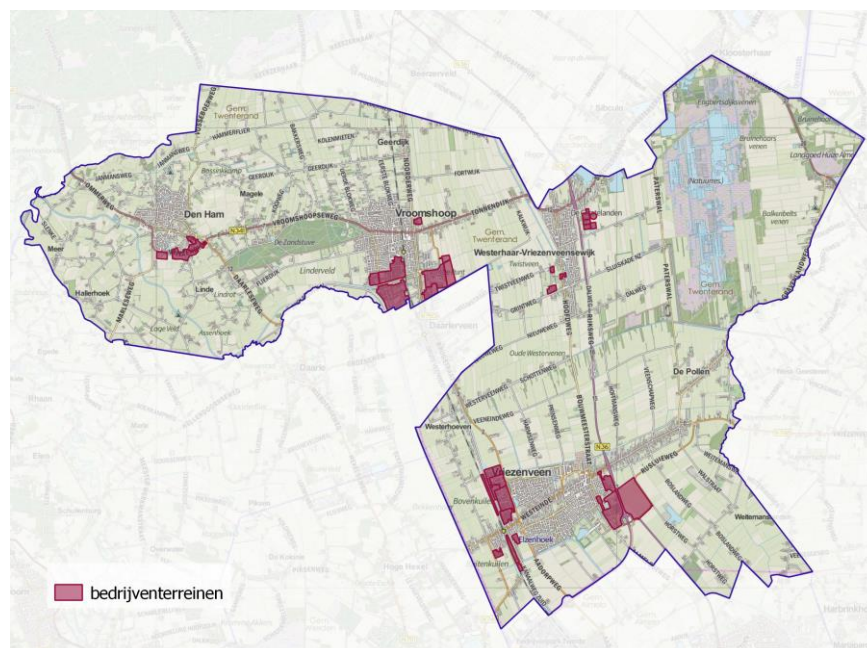
3.4 Huidige situatie Twenterand

Bedrijven in Twenterand

Twenterand telt circa 2600 bedrijven, met name in de sectoren handel, industrie, bouwnijverheid en zorg⁷. Veel van deze bedrijven zijn gevestigd op een van de negen bedrijventerreinen in de gemeente. Het aantal bedrijven groeit, een deel van deze groei concentreert zich op het nieuwe bedrijventerrein Oosterweilanden ten oosten van Vriezenveen.

⁶ <https://www.enexis.nl/zakelijk/duurzaam/beperkte-capaciteit/>

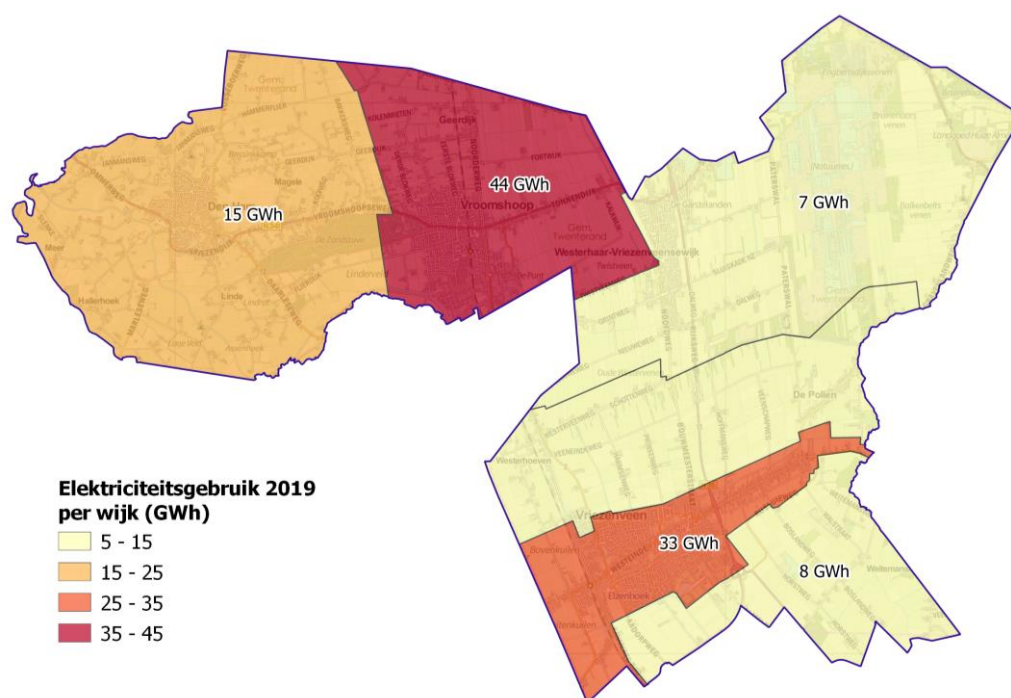
⁷ De toekomst van BV Twenterand, Economische visie Twenterand, 2019



Figuur 9 Gemeente Twenterand

Huidige elektriciteitsgebruik en opwek

Het totaal elektriciteitsgebruik van bedrijven en instellingen op het grondgebied van gemeente Twenterand bedroeg in 2019 107 GWh⁸. In figuur 10 is te zien hoe dit verbruik zich verhoudt tot de verschillende wijken.

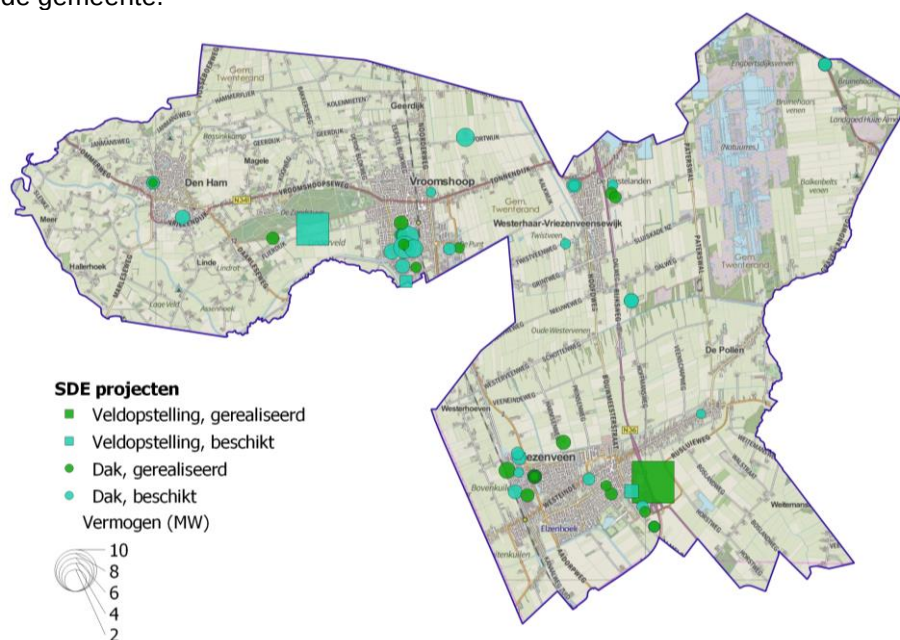


Figuur 10 Elektriciteitsverbruik van bedrijven per wijk in gemeente Twenterand (2019)

⁸ <https://klimaatmonitor.databank.nl/>

Huidige elektriciteitsopwek

Figuur 11 geeft een beeld van de SDE zon-projecten in gemeente Twenterand, volgens de door RVO gepubliceerde projectenlijst met status t/m SDE voorjaarsronde 2020⁹. Op 33 grote daken liggen zonnepanelen met een totaal geïnstalleerd vermogen van 5,3 MW. Daarnaast is zonnepak Oosterweilanden eind 2019 in productie genomen, met een totaal geïnstalleerd vermogen van 12,1 MW. Op 15 ha staan circa 38.000 zonnepanelen welke jaarlijks meer dan 11 MWh elektriciteit gaan opwekken. Het zonnepark voorziet daarmee in circa 10% van het energieverbruik van bedrijven binnen de gemeente.



Figuur 11 SDE zon-projecten in gemeente Twenterand (status t/m SDE voorjaarsronde 2020)

3.5 Toekomstige ontwikkelingen Twenterand

In gemeente Twenterand is een aantal projecten voor duurzame opwek van elektriciteit reeds gepland. Daarnaast biedt de gemeente ruimte aan meer duurzame energie projecten, zowel voor zon op dak of grond als voor windenergie. De huidige situatie van het elektriciteitsnet biedt echter geen ruimte voor Enexis om meer projecten aan te sluiten, dan het reeds gecontracteerde.

Elektriciteitsopwek pijplijn

Voor 31 daken en drie zonneparken is bekend dat er een SDE beschikking voor realisatie van een zonneproject bestaat¹⁰. Voor daken is het totaal aangevraagd vermogen circa 14,5 MW. De helft van deze projecten is gepland op bedrijventerreinen ten zuiden van Vroomshoop, de overige verspreid over de gemeente. Of deze projecten daadwerkelijk gerealiseerd worden is onzeker. Figuur 11 geeft inzicht in de ligging van de projecten, waarvan de adressen niet geanonimiseerd zijn.

De volgende drie initiatieven voor realisatie van zonneparken zijn bekend:

- Zonnepark Flierbelten, Den Ham, 6 ha, vermogen 5,5 MW, beschikte productie 5,3 GWh/jaar.

⁹ <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/stimulering-duurzame-energieproductie-en-klimaattransitie-sde/feiten-en-cijfers-sde-algemeen>

¹⁰ <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/stimulering-duurzame-energieproductie-en-klimaattransitie-sde/feiten-en-cijfers-sde-algemeen>

- Waterschap Vechtstromen, Vriezenveen, vermogen 0,4 MW, beschikte productie 0,4 GWh/jaar.
- Waterschap Vechtstromen, Vroomshoop, vermogen 0,2 MW, beschikte productie 0,2 GWh/jaar.

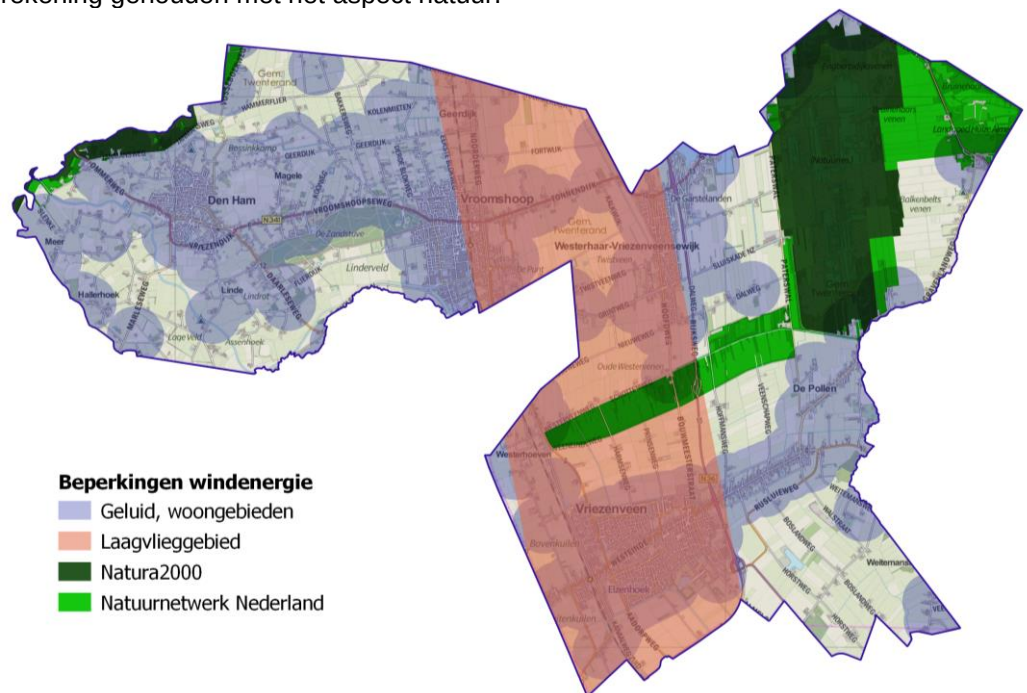
Elektriciteitsopwek potentie

Binnen de gemeente Twenterand is theoretisch gezien veel ruimte voor de opwek van zonne- en windenergie. De potentie conform de Factsheet energie gemeente Twenterand¹¹ welke is opgesteld t.b.v. de Regionale Energiestrategie is weergegeven in tabel 2.

Categorie	Potentiele opwek
Daken	49 GWh/jaar
Zonnevelden; uitgangspunt 4% van landbouwareaal benutten	144 GWh/jaar
Windenergie	798 GWh/jaar

Tabel 2 Theoretische potentie voor zonnepanelen en windturbines in gemeente Twenterand

Voor windenergie dient wel rekening te worden gehouden met meerdere beperkingen vanuit externe veiligheid, milieu en gebiedsbescherming. Een selectie van beperkingen is opgenomen in figuur 12. Te zien is dat het laagvlieggebied van defensie, de natuurgebieden en bebouwing (in deze afbeelding vertegenwoordigd door de geluidscontouren rondom aaneengesloten woongebieden) een groot deel van de gemeente inkleuren. Bij het bepalen van de theoretisch maximale potentie is geen rekening gehouden met het aspect natuur.

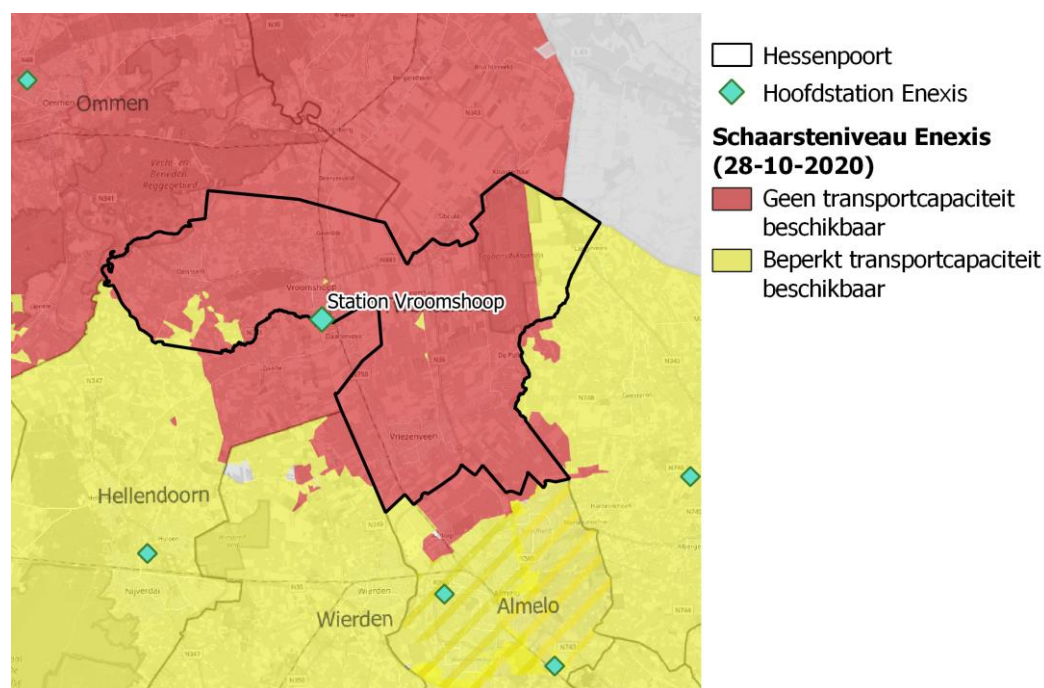


Figuur 12 Selectie van beperkingen voor windenergie met de meeste ruimtelijke impact. Model Over Morgen, 5,6 MW turbine.

¹¹ <https://energiestrategietwente.nl/assets/downloads/Factsheet-Energie-gemeente-Twenterand.pdf>

Netinfrastructuur Enexis

In het gebied rondom het station Vroomshoop bestaat structurele congestie totdat er maatregelen zijn genomen waarmee aanvullende transportcapaciteit kan worden gecreëerd. Voorlopig kunnen er daarom géén nieuwe aanvragen voor transportcapaciteit voor teruglevering worden gehonoreerd. Ook zijn er in het station onvoldoende schakelaars aanwezig voor nieuwe HS/MS-aansluitingen. Het totaal aan verwacht gecontracteerd vermogen is 107 MW. Het totaal beschikbaar gestelde vermogen is 24 MW (stand op 30-09-2019). Dit vermogen is al volledig vergeven in getekende offertes voor gecontracteerd transportvermogen.



Figuur 13 Schaarsteniveau elektriciteitsnet Enexis rond gemeente Twenterand en station Vroomshoop

In het investeringsplan elektriciteit 2020-2030 benoemt Enexis als mogelijke eerste oplossing het verzwaren van twee trafo's en het bijplaatsen van 1 middenspanningsinstallatie (2021/2022). Een volgende stap zou het bijplaatsen van een HS-veld, trafo en MS-installatie zijn (>2023).

4 Het simulatie model

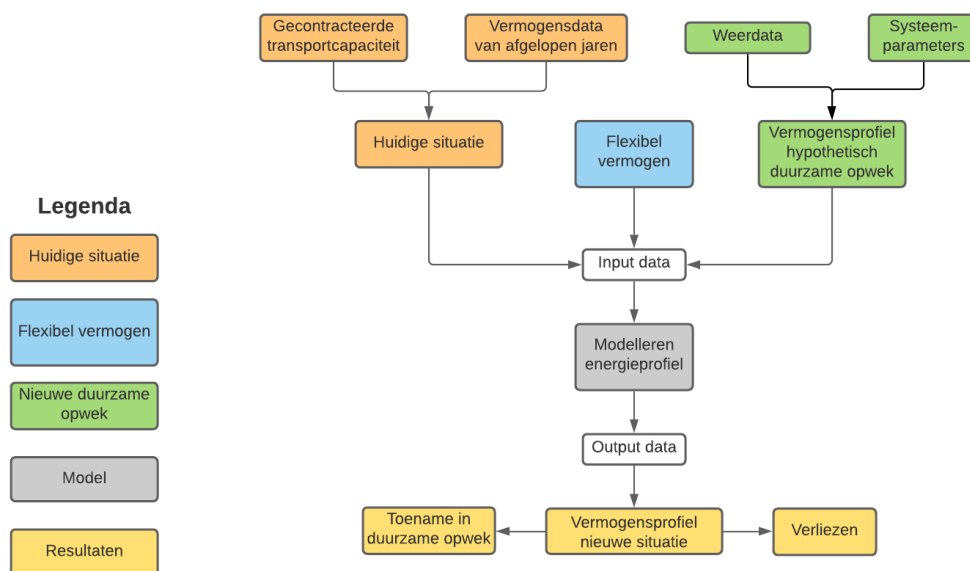
4.1 Inleiding

In de vorige hoofdstukken zijn de drie flexibiliteitsoplossingen beschreven en is inzicht geven in de cases Hessenpoort en Twenterand. In dit hoofdstuk wordt het model toegelicht dat gebruikt is om de haalbaarheid van de flexibiliteitsoplossingen op deze locaties inzichtelijk te maken.

Het model is ontwikkeld om met de huidige situatie een voorspelling te maken van wat er zou gebeuren als duurzame opwek en flexibel vermogen worden toegevoegd. Dit gebeurt door met weerdata en systeemparemeters een nieuw opwekprofiel te genereren welke wordt opgeteld bij het huidige profiel. Waar het nieuwe profiel boven de transportcapaciteit komt wordt de flexibiliteitsoplossing ingezet of gaat er energie verloren om het net niet te overbelasten.

4.1 Opzet van het model

Het model betreft een simulatiemodel, wat betekent dat door het invoeren van bepaalde parameters de werkelijke situatie kan worden nagebootst. Het simulatiemodel is opgebouwd in het programma Octave in de gelijknamige programmeertaal. Schematisch is het model als volgt opgebouwd:



Figuur 14 Schematische weergave simulatiemodel flexibiliteitsoplossingen elektriciteitsnet

Het model is opgebouwd uit vijf type blokken: huidige situatie, flexibel vermogen, nieuwe duurzame opwek, model en resultaten. Voor elk van deze blokken volgt in de volgende paragrafen een inhoudelijke toelichting. In hoofdstuk 4.2 wordt nader ingegaan op de gekozen uitgangspunten voor de berekeningen.

Huidige situatie

De huidige situatie bestaat uit informatie over de verbruiksdata van bedrijven en de gecontracteerde transportcapaciteit voor de oplossing vraagsturing. Voor de oplossing energieopslag met batterijen en conversie naar waterstof is gebruik gemaakt van de geëxtrapoleerde data van alle bedrijven. De gebruikte data van de huidige situatie is statisch. Het model is echter flexibel ingericht waardoor het eenvoudig is om de huidige situatie van een ander bedrijf of bedrijventerrein te gebruiken.

Flexibel vermogen

Het flexibel vermogen omvat de kenmerken van de flexibiliteitsoplossing (vraagsturing, opslag in batterijen, conversie naar waterstof). Voor elke situatie kunnen de kenmerken van de verschillende flexibiliteitsoplossingen worden ingevoerd. Kenmerken zijn bijvoorbeeld het vermogen en de intrinsieke opslagcapaciteit van de flexibiliteitsoplossing. Het vermogen in het geval van vraagsturing is in dit onderzoek beperkt tot de hoeveelheid energie die noodzakelijk is voor het productieproces. In het geval van energieopslag met batterijen en conversie naar waterstof is meer variatie in de grootte van het systeem mogelijk. De keuze voor een flexibiliteitsoplossing bepaalt daarmee voor een deel ook de mogelijkheden qua dimensionering van het systeem.

Nieuwe duurzame opwek

Onder nieuwe duurzame opwek wordt in dit onderzoek het opwekken van hernieuwbare energie door zonnepanelen (PV), wind of een combinatie van beide verstaan. Voor de berekening van de hoeveelheid opgewekte hernieuwbare energie wordt rekening

gehouden met historische klimaatdata van het KNMI. De vermogens van een PV-installatie en/of windmolens zijn een belangrijke knop waaraan in het simulatiemodel gedraaid kan worden. Een hoger vermogen van de PV-installatie of windmolen zal leiden tot meer productie van elektriciteit en daarmee tot een groter aanbod van elektriciteit. Wanneer de hoeveelheid opgewekte duurzame elektriciteit, groter is dan het elektriciteitsnet aankan, kan de opwek worden afgetopt. Dit gebeurt door het setpoint in de omvormers dynamisch aan te passen. Om te voorkomen dat de aftappingsverliezen toenemen, zal een groter aanbod van elektriciteit vragen om een vergroting van de flexibiliteitsoplossing. Per situatie zal een verkenning uitgevoerd moeten worden naar de optimale configuratie tussen het opwekvermogen enerzijds en het flexibiliteitsvermogen anderzijds. Om inzicht te krijgen in de effecten van het 'draaien aan de knoppen' zijn een aantal scenario's doorgerekend en verderop in deze rapportage beschreven.

Model

Het model gaat uit van de huidige verbruiksdata en het huidige maximale transportvermogen. Vervolgens wordt een gekozen hoeveelheid vermogen hernieuwbare energie opwek (zon, wind of combinatie van beide) toegevoegd aan de huidige situatie. Het model berekent hoeveel hernieuwbare energie er benut kan worden over de looptijd van een heel jaar. Onder benutten wordt zowel het direct gebruik van elektriciteit door bedrijven (afnemers) verstaan, als ook het benutten van elektriciteit voor de flexibiliteitsoplossing. Wanneer het maximale transportvermogen wordt overschreden, kan de opgewekte elektriciteit ingezet worden als input voor de flexibiliteitsoplossing. Als de flexibiliteitsoplossing geen capaciteit meer beschikbaar heeft, als bijvoorbeeld de batterij vol zit, zal het extra vermogen worden afgetopt. Voor de flexibiliteitsoplossing met waterstof is aangenomen dat de geproduceerde waterstof tijdig getransporteerd of afgenomen wordt, waardoor er een ongelimiteerde opslagcapaciteit ontstaat en aftopping niet zal optreden door opslagbeperking.

4.2 Gekozen uitgangspunten

Overzicht invoer data en gekozen uitgangspunten

Om te kwantificeren hoeveel duurzame energie opgewekt kan worden binnen de aangenomen grenzen van het huidige net zijn bepaalde uitgangspunten nodig. In onderstaande tabel is te zien welke invoer en uitgangspunten er voor het model zijn gebruikt, voor elk onderwerp is een paragraaf toegevoegd met nadere toelichting.

Onderwerp	Twenterand	Hessenpoort
Vermogensdata	Uurwaardes Mekufa 2019	Kwartierwaardes 5 bedrijven uit 2019 met extrapolatie naar bedrijventerrein
Maximale transportvermogen	Gecontracteerd vermogen	Gecontracteerd vermogen plus extrapolatie
Flexibel vermogen	Productieovens met thermische olie (vraagsturing)	Batterijen of waterstof (opslag en conversie)
Nieuwe duurzame opwek	Zon	Combinaties zon en wind

Tabel 3 Invoer en uitgangspunten model per locatie

Energieprofiel

In dit onderzoek is de flexibiliteitsoplossing vraagsturing onderzocht voor de gemeente Twenterand. Eén bedrijf is als casusbedrijf geselecteerd (Mekufa) en van dit bedrijf is het energieprofiel opgevraagd. Mekufa is als bedrijf geselecteerd vanwege de relatief grote energievraag van dit bedrijf en de welwillendheid van de eigenaar om mee te

werken aan dit onderzoek en data met ons te delen. Mekufa is een fabrikant van epoxy isolatoren en onderdelen voor de hoogspanningstransmissie industrie.

De haalbaarheid van de oplossing vraagsturing is zeer afhankelijk van de mogelijkheden binnen een bedrijf. Bij ieder bedrijf zal afzonderlijk bekeken moeten worden of er mogelijkheden zijn om de energievraag af te stemmen op het aanbod. Dit vergt onderzoekstijd aan de voorzijde. Een groot deel van de elektriciteit bij Mekufa is nodig voor verwarming van de epoxyhars tijdens het gietenproces in matrijzen. Op dit moment wordt deze warmte met elektriciteit gemaakt, maar het is mogelijk om de warmte te bufferen in thermische olie. Het verwarmen van de buffer kan onder voorwaarden vraaggestuurd worden uitgevoerd. In dit onderzoek is uitgegaan van de theoretische mogelijkheid om warmte te bufferen in thermische olie en zijn de andere mogelijkheden voor vraagsturing buiten beschouwing gelaten.

Voor bedrijventerrein Hessenpoort wordt gekeken naar het energieprofiel van het gehele bedrijventerrein. De insteek was om het energieprofiel van het tussenstation van Hessenpoort te gebruiken als uitgangspunt. Deze data was helaas niet beschikbaar op het moment dat dit onderzoek werd uitgevoerd. Als alternatief hiervoor zijn bij zeven bedrijven verbruiksgegevens opgehaald. Vijf van deze verbruiksprofielen zijn geëxtrapoleerd naar het gehele bedrijventerrein op basis van openbaar beschikbare oppervlakten, bedrijfstypes en jaarverbruiken. Het theoretisch energieprofiel dat hieruit volgt, is als input gebruikt voor de berekeningen.

Maximale transportvermogen

Het maximale transportvermogen betreft het maximale vermogen van een aansluiting (een bedrijf kan meerdere aansluitingen hebben) dat is gegarandeerd door de netbeheerder voor elektriciteitstransport. Netbeheerders gaan er daarbij vanuit dat deze maximale vermogens nooit tegelijkertijd gevraagd worden, waardoor het feitelijke vermogen van een tussenstation kleiner is dan de som van de maximale transportvermogens. De onderstations waar de bedrijven uit dit onderzoek op zijn aangesloten bevatten daarnaast meer aansluitingen dan enkel de bedrijven op het bedrijventerrein Hessenpoort.

De maximale transportcapaciteit van Mekufa is ingeschat op basis van de huidige PV-installatie. Voor Hessenpoort is het maximale terugleververmogen gebruikt van het geëxtrapoleerde energieverbruik, wat bestaat uit het maximaal transportvermogen. Hierdoor kan er niet meer teruggeleverd worden dan op dit moment gebeurt. Dit is een conservatieve aanname waarmee binnen de grens van de huidige teruglevering wordt gebleven.

Congestie kan op verschillende gebieden in het energiesysteem optreden. Voor de locaties in dit onderzoek zit de congestie in de koppeling tussen het hoogspanningsnet van Tennet en het distributienet van Enexis. Deze bottleneck kan ontlast worden door onderling aanbod en vraag van elektriciteit op elkaar af te stemmen. De huidige wet- en regelgeving biedt (nog) geen mogelijkheid om het distributienet te gebruiken voor onderlinge energielevering, waarbij het individueel gecontracteerde transportvermogen overschreden wordt. Zelfs niet als gegarandeerd wordt dat het totale (piek) vermogen bij de bottleneck nooit zal toenemen. Ook met een flexibiliteitsoplossing waarmee het energieverbruik binnen de huidige verbruiksprofielen blijft, is er geen garantie dat het transport van de hernieuwbare energie wordt toegelaten. Nadere afstemming met de netbeheerder over dit uitgangspunt is noodzakelijk om te bepalen welke grenzen in een definitieve berekening aangehouden moeten worden. Indien er gebruikt wordt gemaakt van één bestaande aansluiting, zal dit geen probleem zijn voor de gebruiker omdat die een gecontracteerde transportcapaciteit heeft.

Flexibel vermogen

Door het creëren van flexibel vermogen ontstaat ruimte op het net om nieuwe projecten op te starten voor het opwekken van hernieuwbare energie. Het flexibel vermogen zorgt er namelijk voor dat het net tijdens de piekuren niet zwaarder wordt belast door extra hernieuwbare energie in te voeren.

In deze opdracht is gekozen om voor Twenterand te werken met vraagsturing als techniek. Voor Hessenpoort zal dit een batterijopslagsysteem zijn of een waterstofgenerator.

Vraagsturing Twenterand

De kosten om het huidige systeem geschikt te maken voor het gebruik van thermische olie worden geschat op €100.000. Hierbij gaan we uit van het opgeteld vermogen van circa 211 kW voor de productieovens zoals opgegeven in het energiebesparingonderzoek van Mekufa. Echter is hier geen volume aan thermische olie in aangegeven. Bij dit onderzoek kijken we naar een vat van 5.000 liter met een soortelijke warmte van circa 2.000 J/(kg·K). Ter vergelijking, water heeft een soortelijke warmte van 4186 J/(kg·K) maar kan niet boven de 100°C verwarmd worden bij atmosferische druk. De soortelijke massa van olie is circa 0,9 kg/l waardoor 5.000 liter olie een massa van 4.500 kg heeft en een warmtecapaciteit van 9 MJ/K ofwel 2,5 kWh/K. In dit scenario wordt ervan uitgegaan dat de opgewarmde olie, tot maximaal 250°C, de ovens kan verwarmen tot de gewenste productietemperaturen van 125 tot 160°C. De olie fungeert hier als een thermische batterij. De ovens werken het merendeel van de tijd voor het uitharden van producten op 130°C. Voor het benutten van de opgeslagen energie in de olie is een minimaal temperatuurverschil nodig, hier wordt een aanname gedaan van 5K. De 'batterij' wordt als leeg geacht wanneer de olietemperatuur 135°C bereikt. Dit geeft een temperatuurverschil van 115K en daarmee een totale opslagcapaciteit van 288 kWh.

Extra opwek duurzame energie

Om te bepalen hoeveel extra duurzame energie er kan worden opgewekt, wordt er een PV en/of wind systeem gedefinieerd. Aan de hand van weerdata kan worden bepaald hoeveel potentiële extra opwek dit toevoegt. Omdat de capaciteit van het net niet altijd toereikend is, zal het vermogen boven het maximale transportvermogen afgevangen worden met het flexibele vermogen. Het vermogen dat niet door het net of het flexibele vermogen kan worden opgenomen, zal worden afgetopt en gaat verloren.

Voor PV-systemen wordt uitgegaan van een marktconforme DC/AC ratio van 1,43, ofwel maximaal 70% van het DC piek vermogen (W_p) wordt omgezet naar AC vermogen voor gebruik. De aftappingsverliezen door deze overdimensionering zijn in de berekeningen meegenomen voor de businesscase. De aftappingsverliezen in de resultaten laten echter alleen de extra aftappingsverliezen zien door curtailment wanneer de netcapaciteit ontoereikend is.

Vanwege de beperkingen van kleine windmolens, zal opwek met windenergie alleen toegepast worden als de businesscase vraagt om een vermogen vanaf circa 3 MW. Bij Twenterand/Mekufa is dit niet het geval en is alleen gekeken naar een PV-installatie. Voor Hessenpoort is de omvang dermate groot dat een windmolen wel potentieel rendabel zou kunnen zijn.

Acceptabel rendement

Het creëren van een flexibiliteitsoplossing vergt investeringen, maar creëert ook mogelijkheden om duurzame energie op te wekken. In dit onderzoek worden kosten en opbrengsten tegen elkaar uitgezet, om het rendement te berekenen. Voor de investerings- en operationele kosten worden aannames gedaan gebaseerd op de

grootte van de installaties. De opbrengsten worden berekend aan de hand van de opgewekte energie en de gesubsidieerde energieprijs. Theoretisch kan er oneindig veel duurzame energie opwek worden bijgeplaatst, echter door capaciteitsbeperkingen zal deze opwek direct verbruikt, opgeslagen, geconverteerd of afgetopt/weggegooid moeten worden. Aangezien de investering voor flexibel vermogen meegewogen moet worden in de businesscase, zal de totale installatie hoogstwaarschijnlijk niet optimaal renderen wanneer alle nieuw opgewekte energie moet worden afgevangen met flexibel vermogen. Daarom zal er altijd een gedeelte van de opwek afgetopt worden. De samenhang van deze parameters bepalen het rendement. Andersom gezien bepaalt het acceptabele rendement de hoeveelheid aan extra duurzame opwek. In de berekening wordt uitgegaan van een minimaal rendement van 5%.

In dit onderzoek wordt gekeken naar flexibiliteitsoplossingen en het financieel rendement hiervan als oplossing voor netcongestie. Op het moment dat er niet gekozen wordt voor een flexibiliteitsoplossing verdwijnt het congestieprobleem niet vanzelf. Investerings in het vergroten van de transportcapaciteit blijven noodzakelijk. Indien er geen flexibiliteitsoplossing komt, zal het net verzaamd moeten worden. Ook dit vergt investeringen en brengt maatschappelijke kosten met zich mee. Om een eerlijke vergelijking te maken zullen de investeringen van de flexibiliteitsoplossing afgezet moeten worden tegen de kosten voor netverzwaring. De vraag hierbij is wie de kosten voor de flexibiliteitsoplossing moet dragen. Indien blijkt dat de flexibiliteitsoplossingen financieel aantrekkelijker zijn dan netverzwaring, is het wellicht mogelijk om de gereserveerde middelen voor netverzwaring in te zetten om de flexibiliteitsoplossing te realiseren. Hierbij speelt mee dat de netbeheerders de aanvragen voor de netverzwaringen niet binnen de wettelijke termijn kunnen realiseren, vanwege capaciteitsproblemen waardoor de energietransitie vertraging oploopt. De resultaten uit dit onderzoek leveren inzicht in de technische en financiële consequenties van de flexibiliteitsoplossing, die vergeleken zou moeten worden met de consequenties van netverzwaring, zodat er een inhoudelijke discussie gevoerd kan worden over de meest gunstige oplossing vanuit maatschappelijk oogpunt.

Business cases

Uit het simulatiemodel komen resultaten op technisch gebied zoals: hoeveel elektriciteit wordt er opgewekt, wat zijn de aftoppingsverliezen, hoeveel laadcycli kent de flexibiliteitsoplossing etc. Deze resultaten vormen de input voor de financiële berekening die los van het simulatiemodel wordt uitgevoerd. Voor het bepalen van de businesscases worden kostenkengetallen gebruikt. Onderstaande tabel toont een overzicht van de gebruikte data om de businesscase te bepalen.

Onderdeel	Capex (turn-key)	Opex (jaarlijks)	Bron
PV dak of veld	0,55 M€/MWp	6.250 €/MWp	Ervaringsgetallen Encon
Wind ≥ 3 MW	1,14 M€/MW	11.500 €/MW	SDE++ 2020
Batterijsysteem (≥ 1 MWh/0,5 MW)	0,3 M€/MWh	25.000 €/MWh	Prijsindicaties fabrikanten
Batterijsysteem (≥ 1 MWh/1 MW)	0,5 M€/MWh	25.000 €/MWh	Prijsindicaties fabrikanten
Waterstofelektrolyse (≥ 10 MW) [$\eta=65\%$]	0,94 M€/MWe	34.000 €/MWe	TNO
Thermisch oliesysteem (5000L = optimistisch)	0,1 M€ (optimistisch)	onbekend	Raming Mekufa

Tabel 4 Kosten voor berekenen rendement flexibiliteitsoplossingen

Product	Opbrengsten (incl. SDE++)	Bron
Elektriciteit uit PV	68 €/MWh	SDE++ 2020
Elektriciteit uit Wind	48 €/MWh	SDE++ 2020
Groene waterstof	4 €/kg	TNO
Waterstof voor mobiliteit	10 €/kg	NEO

Tabel 5 Opbrengsten voor berekenen rendement flexibiliteitsoplossingen

In deze business case wordt uitgegaan van een looptijd van 15 jaar voor PV en van 30 jaar voor windenergie. Indien het rendement lager is dan 5% wordt de business case onhaalbaar geacht. Indien het rendement hoger is dan 5% wordt de businesscase wel als haalbaar beschouwd, en is er nog ruimte om meer duurzame opwek te creëren. Door het vermogen aan te passen, het simulatiemodel opnieuw te draaien, de businesscase opnieuw te berekenen en de uitkomsten te vergelijken, is onderzocht of er juist meer of minder vermogen geplaatst moet worden om het rendement zo dicht mogelijk naar de 5% te brengen. Dit is een iteratief proces met als uitgangspunt om zoveel mogelijk duurzame energie op te wekken.

In het geval van energieopslag is het mogelijk om bijvoorbeeld het ontladen van de batterijen afhankelijk te maken van de energieprij. Zo levert het meer op om elektriciteit te verkopen als de prijzen op de markt hoger zijn. Het effect hiervan is nu niet meegenomen in de businesscase, omdat dit in conflict is met het primaire doel van de batterij. Batterij capaciteit is erg kostbaar en wordt zo klein mogelijk gehouden om alleen de hoogste pieken van de opwekking af te vangen. Deze pieken kunnen meerdere malen per dag voorkomen. Tussen deze pieken door kan de batterij ontladen, wanneer er bijvoorbeeld een grote wolk voor de zon zit. Wanneer het ontladen van de batterij gekoppeld is aan de energieprij, zou het kunnen gebeuren dat de batterij vol zit in afwachting van een hogere prijs, terwijl er wel vraag was. Alleen sturen op de prijs van de energie, belast de batterij en daarmee de levensduur. Het is slim om dit mee te nemen in het sturingsprincipe. Dit vraagt om een intelligente regelsystematiek om het financieel optimum te bepalen.

5 Financiële haalbaarheid

5.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de financiële haalbaarheid van de flexibiliteitsoplossingen conversie naar waterstof en opslag in batterijen voor de locatie Hessenpoort (paragraaf 5.2). Voor de opwek van energie is zowel gekeken naar zonne-energie als opwek met windmolens. Voor de casus Twenterand is de financiële haalbaarheid onderzocht aan de hand van de gegevens van het bedrijf Mekufa (paragraaf 5.3).

5.2 Hessenpoort

Zon en/of wind zonder flexvermogen

Voor Hessenpoort is eerst gekeken naar scenario's zonder de inzet van flexibiliteitsoplossingen. Hierbij is gevarieerd in het vermogen van zon, wind en een combinatie van zon met wind bovenop de huidige situatie. Om de effecten van de drie opweksystemen inzichtelijk te maken, zijn scenario's met oplopende vermogens doorgerekend. De tabellen hieronder tonen een overzicht van de verschillende scenario's. De bovenste rij in de tabellen geeft het nummer van de scenario's aan. In de eerste vier scenario's is gerekend met de opwek van zonne-energie. In de scenario's 5,6 en 7 is er gerekend met wind en in scenario 8 met een combinatie van zon en wind.

Het uitgangspunt bij deze berekeningen is dat er wordt gestreefd naar een scenario met 5% projectrendement op de opwekinstallaties van de duurzame energie. Voor zon is ook gekeken naar een scenario op basis van een ingeschat potentieel op daken op percelen die momenteel nog niet ontwikkeld zijn (43 MWp scenario).

Scenario	1	2	3	4
Extra zon (kWp) [15 jaar]	100	7.500	20.750	43.000
Opwekking Zon (kWh/jaar)	97.820	6.810.000	13.860.000	18.940.000
Netto opwekking (€/jaar)	€6.652	€463.080	€942.480	€1.287.920
Investering(€)	€55.000	€4.125.000	€11.412.500	€23.650.000
Onderhoudskosten(€/jaar)	€650	€48.750	€134.875	€279.500
Financieel project rendement (%)	6,3%	5,0%	0,0%	-5,8%
Aftoppingsverliezen (kWh)	70	532.000	6.530.000	23.100.000
Aftoppingsverliezen (%)	0,07%	7,25%	32,03%	54,95%

Tabel 6 Scenario's Hessenpoort zon

Scenario	5	6	7	8
Extra zon (kWp) [15 jaar]				5.500
Extra wind (kW) [30 jaar]	3.500	8.000	27.500	5.500
Netto opwekking Zon (kWh/jaar)				4.829.000
Netto opwekking Wind (kWh/jaar)	6.852.000	14.700.000	29.740.000	10.305.000
Netto opwekking (€/jaar)	€328.896	€705.600	€1.427.520	€808.525
Investering(€)	€3.500.000	€8.000.000	€27.500.000	€8.525.000
Onderhoudskosten(€/jaar)	€40.250	€92.000	€316.250	€99.000
Financieel project rendement (%)	5,7%	5,0%	0,0%	5,0%
Aftoppingsverliezen (kWh)	57.600	1.090.000	24.600.000	1.110.000
Aftoppingsverliezen (%)	0,83%	6,90%	45,27%	6,83%

Tabel 7 Scenario's Hessenpoort zon en wind

De tabel toont dat de aftoppingsverliezen toenemen naarmate er meer zon- of windvermogen wordt bijgeplaatst. De toenemende aftoppingsverliezen leiden tot steeds meer verlies van elektriciteit, waardoor het financiële project rendement steeds verder afneemt. Op basis van de geëxtrapoleerde huidige verbruiken kan er in de huidige situatie ongeveer 7.500 kWp zon of 8.000 kW wind extra bijgeplaatst worden, met een projectrendement van minimaal 5%.

Zon of wind met batterijen

Aan de scenario's met een rendement lager dan 5% (scenario 3, 4 en 7) is een flexibiliteitsoplossing toegevoegd, omdat alleen in die scenario's voldoende aftoppingsverliezen voorkomen om een investering in een flexibiliteitsoplossing rendabel te maken. Het vermogen van de flexibiliteitsoplossing is zo gekozen dat het projectrendement op 5% uitkomt. Belangrijk hierbij is om op te merken dat de kosten voor de flexibiliteitsoplossing *niet* zijn meegenomen in het berekenen van het projectrendement. Om de vraag te beantwoorden hoeveel extra duurzame opwek gerealiseerd kan worden door de toepassing van flexibel vermogen, worden de scenario's met flexibiliteitsoplossing vergeleken met de scenario's zonder flexibiliteitsoplossing, met een rendement van 5%.

Scenario	3	4	7
Extra zon (kWp) [15 jaar]	20.750	43.000	
Extra wind (kW) [30 jaar]			27.500
Batterij ≥ 1 MWh/0,5 MW (kWh)	49.385	3.612.000	1.650.000
Netto opwekking Zon (kWh/jaar)	18.840.000	39.140.000	
Netto opwekking Wind (kWh/jaar)			49.700.000
Netto opwekking (€/jaar)	€1.281.120	€2.661.520	€ 2.385.600
Investering duurzame opwek (€)	€11.412.500	€23.650.000	€31.350.000
Onderhoudskosten (€/jaar)	€129.688	€268.750	€316.250
Financieel projectrendement (%)	5,0%	5,0%	4,2%
Aftappingsverliezen (kWh)	1.480.000	2.950.000	4.590.000
Batterijverliezen (kWh)	201.000	829.000	798.000
Totale verliezen (%)	8,2%	8,8%	9,8%
Investering flexibiliteitsoplossing (€)	€14.815.500	€1.083.600.000	€495.000.000
Onderhoud flexibiliteitsoplossing (€/jaar)	€1.234.625	€90.300.000	€41.250.000
SDE++ subsidie intensiteit over 15 jaar	€6.499.800	€13.503.300	€2.236.500

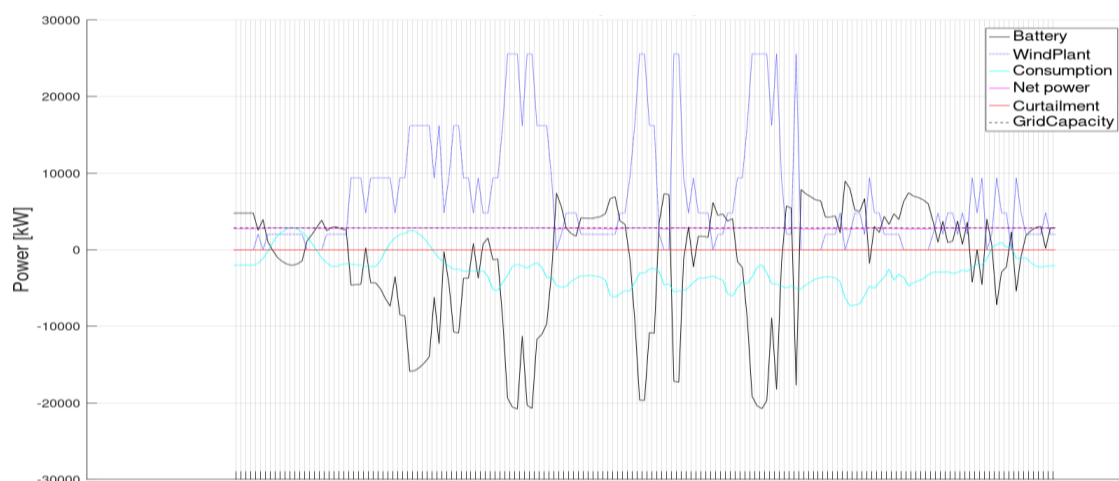
Tabel 8 Scenario's Hessenpoort zon of wind met batterijen

Door het toevoegen van batterijen dalen de aftappingsverliezen waardoor het rendement op het PV-systeem toeneemt. Onderzocht is hoeveel batterijcapaciteit er aan 'scenario drie zonder flexibiliteitsvermogen' toegevoegd moet worden om het rendement op het PV-systeem op 5% te krijgen. Deze tabel toont dat door het toevoegen van een batterijsysteem met een capaciteit 49.385 kWh het zon PV-vermogen verhoogd kan worden van 7.500 kWp (scenario 2) naar 20.750 kWp (scenario 3) met een vergelijkbaar rendement van 5% op het PV-systeem. Met andere woorden, zonder batterij wordt er met 7.500 kWp 5% rendement behaald en met batterij wordt er met 20.750 kWp 5% rendement behaald. Hiermee neemt de geproduceerde energie toe van 6.810.000 kWh naar 18.840.000 kWh.

De investering die hiervoor nodig is in de flexibiliteitsoplossing met batterijen bedraagt ongeveer € 15 miljoen. Dit is de onrendabele top in dit scenario. Deze investering zou vergeleken kunnen worden met de investering die nodig is voor netverzwaring. Daarnaast kan de batterij ingezet worden in de Frequency Containment Reserves (FCR) of verschillende energieplatforms voor extra rendement. Hierbij moet rekening worden gehouden dat het inzetten van de batterij voor deze doeleinden de businesscase van de duurzame opwek negatief kan beïnvloeden. Het vasthouden van energie door batterijen in afwachting van gunstigere energieprijzen zorgt ervoor dat de batterij niet kan ontladen en ook geen nieuwe opgewekte energie kan opnemen.

Naarmate het vermogen van het PV-systeem toeneemt of een vergelijkbare grootte van windmolens wordt gebruikt, neemt de benodigde investering voor het batterijsysteem disproportioneel toe. Dit is te verklaren doordat het batterijsysteem door de beperking in netcapaciteit niet genoeg kan ontladen tussen momenten van opwek in. Hierdoor moet er voor langere tijd energie worden opgeslagen, waardoor er veel meer opslag nodig is per geïnstalleerd opwekvermogen. Dit is het beste visueel te zien in onderstaande

grafiek waar een week aan productie van windenergie te zien is. De batterij (zwarte lijn) wordt bijna alleen maar opgeladen. Belangrijke kanttekening bij deze bevinding is dat dit effect optreedt bij het scenario met 43 MW zon (of vergelijkbare hoeveelheid wind). In dit scenario is rekening gehouden met het plaatsen van PV-systemen op daken van gebouwen die moeten komen op nog niet uitgegeven gronden. Zodra deze gebouwen er zijn, zal ook de energiebehoefte (Consumption lijn in onderstaande grafiek) toenemen. Een nieuwe doorrekening met andere uitgangspunten zal gemaakt moeten worden om inzicht te creëren in dit scenario.



Figuur 15 Weekproductie windenergie met batterij

In de praktijk wordt de grootte van het batterijsysteem ook beperkt door de netaansluiting en over het algemeen is er voor wind een groter batterijsysteem nodig dan voor zonne-energie door het dag/nacht ritme van zon tegenover de meer stabiele productie van windenergie.

Zon of wind met conversie naar waterstof

Een groot verschil tussen batterijsystemen en conversie naar waterstof is dat bij het batterijsysteem de kosten worden bepaald door de opslagcapaciteit en bij waterstof de kosten afhankelijk zijn van het vermogen van de elektrolyser. Bij conversie naar waterstof wordt er immers vanuit gegaan dat er voldoende afname is van waterstof.

Scenario	3	4	7
Extra zon (kWp) [15 jaar]	20.750	43.000	
Extra wind (kW) [30 jaar]			27.500
Waterstofelektrolyse (kWe)	7.500	20.000	20.000
Netto opwekking Zon (kWh/jaar)	19.580.000	40.700.000	
Netto opwekking Wind (kWh/jaar)			54.070.000
Netto opwekking (€/jaar)	€1.331.440	€2.767.600	€2.595.360
Investering duurzame opwek (€)	€11.412.500	€23.650.000	€31.350.000
Onderhoudskosten(€/jaar)	€129.688	€268.750	€316.250
Financieel project rendement (%)	5,7%	5,7%	5,1%
Geconverteerd (kWh)	5.807.000	21.750.000	24.330.000
Productie waterstof (kg)	95.801	358.820	401.383
Energiekosten excl. belasting (€)	€261.315	€978.750	€1.094.850
Winst (€) [verkoop voor industrie - kosten]	€121.888	€456.529	€510.683
Winst (€) [verkoop voor mobiliteit - kosten]	€696.693	€2.609.448	€2.918.982
Aftoppingsverliezen (kWh)	727.000	1.390.000	225.000
Totale verliezen (%)	3,6%	3,3%	0,4%
Investering flexibiliteitsoplossing (€)	€7.050.000	€18.800.000	€18.800.000
Onderhoud flexibiliteitsoplossing(€/jaar)	€255.000	€680.000	€680.000
SDE++ subsidie intensiteit over 15 jaar	€6.755.100	€14.041.500	€2.433.150

Figuur 16 Scenario Hessenpoort zon of wind met conversie naar waterstof

Voor waterstof zijn dezelfde scenario's qua opwekvermogen van zon en wind uitgewerkt als voor batterijopslag. Te zien is dat de projectrendementen voor de scenario's met waterstof beter zijn dan de scenario's voor batterijen. Voor zon is het rendement 0,7% hoger en voor wind 0,9%. Dit komt doordat er in het geval van waterstof minder verliezen optreden. Daarnaast is de investering, de onrendabele top in dit scenario, in waterstof lager dan de investering in batterijen. De investering voor batterijen in scenario 3 bedraagt € 14,8 miljoen en in waterstof € 7 miljoen. Bij het verhogen van de vermogens van zon en wind nemen deze verschillen verder toe.

De secundaire businesscase van de elektrolyser hangt af van de toepassing. Volgens TNO heeft groene waterstof een industriële marktwaarde van circa 4 €/kg en volgens NEO 10 €/kg indien dit ingezet wordt voor mobiliteitsdoeleinden. Naast het afvangen van het overschot aan duurzaam vermogen kan er ook (groene) energie worden ingekocht om meer waterstof te produceren op de momenten dat er geen of beperkt lokaal overschot is.

Vervolgstappen berekeningen Hessenpoort

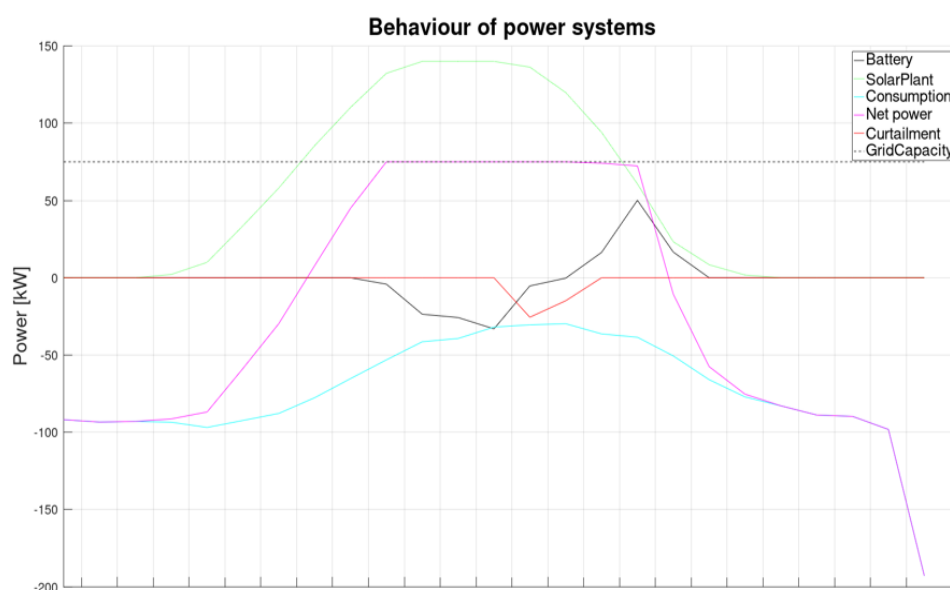
De doorrekeningen zijn gemaakt op basis van de huidige geëxtrapoleerde verbruiksprofielen en een statisch transportvermogen in het geval van Hessenpoort. Door beter inzicht in het verbruiksprofiel op het onderstation Hessenpoort en een dynamisch transportvermogen kan met meer zekerheid een scenarioberekening worden

uitgevoerd. De investering voor de flexibiliteitsoplossing ligt mogelijk bij een andere partij dan de opbrengsten van de hernieuwbare energie. Hier zullen onderling goede afspraken over gemaakt moeten worden.

Het combineren van conversie naar waterstof en batterijen met zon en/of wind zou kunnen leiden tot een extra gunstige businesscase. Een batterij met een beperkter vermogen met veel laadcycli kan gecombineerd worden met een iets kleinere elektrolyser met meer draaiuren. Dit kan worden onderzocht in een vervolgonderzoek waarbij meer gedetailleerdere informatie over het energieprofiel en dynamische transportvermogens beschikbaar zijn.

5.3 Financiële haalbaarheid Twenterand

Voor de casus Twenterand is de financiële haalbaarheid onderzocht aan de hand van de gegevens van het bedrijf Mekufa. In het model zijn het huidige energieprofiel (Consumption in onderstaande grafiek) en het maximale transportvermogen (GridCapacity in onderstaande grafiek) van dit bedrijf ingevoerd. Ook is het flexibiliteitsvermogen (Battery in onderstaande grafiek) aan het model toegevoegd. Door deze gegevens in het model op te nemen, is het mogelijk om scenarioberekeningen uit te voeren. In deze scenario's worden PV-installaties (Solar Plant in onderstaande grafiek) met verschillende vermogens toegevoegd, zodat inzicht wordt gegeven in de ruimte aan duurzame energie opwek die de flexibiliteitsoplossing levert met de rentabiliteit van de investering. De scenario's worden door het model doorgerekend.



Figuur 17 Effecten van energiestromen uitgezet in de tijd op één zonnige dag

In bovenstaande grafiek is te zien dat wanneer de PV-installatie vermogen gaat leveren, de Net power lijn omhoog gaat. Dit betekent dat de opgewekte elektriciteit het net opgaat totdat het maximale transportvermogen wordt bereikt. Op dit moment gaat het overschot van elektriciteit naar de flexibiliteitsoplossing, in het geval van Mekufa een buffervat met thermische olie. Op het moment dat de flexibiliteitsoplossing zijn maximum heeft bereikt volgt Curtailment. De PV-installatie gaat op dit moment minder elektriciteit produceren, waardoor elektriciteit verloren gaat die theoretisch gezien opgewekt zou kunnen worden.

Zon-opwek zonder flexvermogen

Voor Twenterand zijn een aantal scenario's met PV-opwek doorerekend. Hierbij is eerst een doorrekening gemaakt van een 3-tal situaties zonder het gebruik van de flexibiliteitsoplossing.

Scenario	1	2	3
Zon (kWp)	100	400	1000
Max. terugleveringsvermogen (kW)	75	75	75
Netto opwekking (kWh/jaar)	96.978	357.000	616.900
Netto opwekking (€/jaar)	€6.595	€24.276	€41.949
Investering (€)	€55.000	€220.000	€550.000
Onderhoudskosten (€/jaar)	€625	€2.500	€6.250
Financieel project rendement (%)	6,1%	4,70%	-1,10%
Aftoppingsverliezen (kWh)	912	34.500	362.000
Totale verliezen (%)	1%	9%	37%

Tabel 9 Scenario's Mekufa zonder flexibiliteitsoplossing

Door een grotere PV-installatie met meer vermogen (kWp) toe te voegen stijgen de aftoppingsverliezen. Dit is de belangrijkste oorzaak van het dalende financiële projectrendement. Het projectrendement is negatief bij een PV-installatie van 1 MWp. Uit de berekening blijkt dat er een rendabele businesscase bestaat tussen de 100 en 400 kWp, zonder flexibel vermogen of extra transportcapaciteit van de netbeheerder.

Zon opwek met flexvermogen

Met het model is onderzocht wat het effect is van het toevoegen van de flexibiliteitsoplossing. De flexibiliteitsoplossing maakt gebruik van een deel van de energie die anders verloren zou gaan door af te toppen. Er wordt om die reden alleen gekeken naar scenario's met significante aftoppingsverliezen: de 400 en 1.000 kWp PV-installaties. De resultaten staan in onderstaande tabel.

Scenario	2	3
Zon (kWp)	400	1.000
Olievat (L)	5.000	5.000
Flexibel vermogen (kWh)	288	288
Max. terugleveringsvermogen (kW)	75	75
Netto opwekking (kWh/jaar)	374.300	691.700
Netto opwekking (€/jaar)	€25.452	€47.036
Investering exclusief flexpower(€)	€220.000	€550.000
Investering inclusief flexpower(€)	€320.000	€650.000
Onderhoudskosten (€/jaar)	€2.500	€6.250
Rendement exclusief investering flexpower (%)	5,5%	0,6%
Rendement inclusief investering flexpower (%)	0,3%	-1,5%
Gebruik flexibel vermogen (cycli)	47,2	204
Flexibel vermogensverliezen (kWh)	1.880	8.100
Aftoppingsverliezen (kWh)	15.400	279.000
Totale verliezen (kWh)	17.280	287.100
Totale verliezen (%)	4,4%	29,3%

Tabel 10 Scenario's Mekufa met flexibiliteitsoplossing

Door het toevoegen van een olievat van 5.000 liter wordt een flexibiliteitsoplossing gecreëerd van 288 kWh. De aftoppingsverliezen bij 400 kWp (scenario 2) dalen van 9% naar 4,4%. Indien de investering in de flexibiliteitsoplossing niet wordt meegerekend of de oplossing al beschikbaar is, stijgt het rendement van 4,7% naar 5,5%. Op het moment dat de investering van de flexibiliteitsoplossing van € 100.000,- wel wordt meegewogen, daalt het totale rendement naar 0,3%. Ook scenario 3 met 1 MWp laat soortgelijke resultaten zien. De inpassing van het flexibel vermogen lijkt in deze scenario's niet toereikend voor een significante verbetering van de businesscase.

5.4 Conclusies financiële haalbaarheid

Opslag in batterijen en door conversie naar waterstof

Gegeven de situatie in Hessenpoort lijkt de investering voor de flexibiliteitsoplossing conversie naar waterstof het meest interessant te zijn, in combinatie met keuze voor een van de hernieuwbare bronnen.

De businesscases met zon en wind zijn niet in detail bekeken. De scenarioberekeningen geven wel een doorkijk naar deze combinatie. Voor opslag in batterijen kan geconcludeerd worden dat het probleem met aanhoudende wind en het niet kunnen ontladen van de batterij toe neemt als hier ook PV vermogen aan wordt toegevoegd. De combinatie zon en wind kan voor batterijen negatiever uitpakken. Voor de businesscase met waterstof kan de combinatie zon en wind interessant zijn, omdat wind en zon elkaar vaak afwisselen. De elektrolyser kan meer draaiuren maken met ingekochte elektriciteit waardoor het rendement voor de elektrolyser verbetert. Hoge draaiuren van een elektrolyser leiden tot een hoger rendement voor de secundaire businesscase van de elektrolyser. Het ligt voor de hand om bij een combinatie van zon en wind te kiezen voor een lager opgesteld vermogen per systeem.

Vraagsturing

Uit de berekeningen voor Mekufa blijkt dat de opslagcapaciteit van de thermische olie een zeer beperkte bijdrage levert aan het voorkomen van aftoppingsverliezen en dus ook zeer beperkt bijdraagt als flexibiliteitsoplossing. Zelfs zonder investeringskosten is het effect op het projectrendement beperkt. Aangezien de mogelijkheden voor vraagsturing er bij Mekufa op dit moment niet zijn, is het niet rendabel om hierin te investeren.

Samenvattend lijkt vraagsturing alleen bij specifieke bedrijven substantieel inzetbaar te zijn om extra opwekcapaciteit voor hernieuwbare energie te realiseren. Daarbij geldt dat de kansen die er liggen bij overige bedrijven om vraagsturing toe te passen wel benut kunnen worden, maar deze zullen alleen een significante bijdrage leveren aan het realiseren van extra opwekcapaciteit indien het veelvuldig toegepast kan worden. Denk bijvoorbeeld aan elektrische auto's. De beslissende factor die aangeeft of vraagsturing inzetbaar is, is of er veel energie kan worden opgeslagen of verbruikt met de vraagsturing en of de kosten hiervoor beperkt zijn.

Gevoeligheid

De getallen die uit het model voortkomen, bevatten gevoeligheden. Voor vraagsturing zijn de mogelijkheden voor maar één bedrijf onderzocht. Bij andere bedrijven met meer vermogen en capaciteit bij lagere kosten, zal het resultaat positiever zijn. Voor bedrijventerrein Hessenpoort is data van een aantal bedrijven geëxtrapoleerd naar het hele terrein. Indien data van de netbeheerder wordt vrijgegeven, kan een exactere inschatting gemaakt worden voor het vermogen dat zonder opslag en conversie toegevoegd kan worden. De bevindingen met opslag en conversie zijn minder gevoelig, omdat de prijzen hiervoor redelijk stabiel zijn en met een verwachte daling in de toekomst steeds interessanter worden.

6 Sociale haalbaarheid

6.1 Sociale haalbaarheid Hessenpoort

Onder de sociale haalbaarheid wordt in dit onderzoek de kans verstaan dat de flexibiliteitsoplossingen worden geaccepteerd en geïmplementeerd door ondernemers. Conversie naar waterstof en de opslag van energie in batterijen vragen immers om een significante investering. Daarnaast vereist met name een elektrolyser ook een operationele organisatie die deze installatie bedrijfsvoert. Zonder sociaal en maatschappelijk draagvlak zullen de flexibiliteitsoplossingen ondanks een technische en financiële haalbaarheid niet worden geïmplementeerd.

In 2019 is er op bedrijventerrein Hessenpoort onderzoek gedaan naar de houding van ondernemers ten aanzien van duurzame energie oplossingen (Robert Colijn). 16 bedrijven hebben aan dit onderzoek meegedaan. 86% van de bedrijven heeft aangegeven te verwachten dat hun bedrijf uiterlijk in 2030 emissieloos is, wat aangeeft dat deze bedrijven sneller willen gaan dan het Klimaatakkoord voorschrijft. Van de ondernemers die zelf nog geen energie opwekken, willen vier ondernemers graag zelf gaan opwekken en vier ondernemers overwegen het nog. 38% van de bedrijven is hier ook al voorbereidend mee bezig.

Aan de ondernemers is verder gevraagd of zij behoefte hebben aan zonne-energie in hun directe omgeving, op het moment dat ze zelf de energie niet gebruiken. 31% van de bedrijven gaf aan hier geen behoefte aan te hebben. 19% van de bedrijven heeft hier wel behoefte aan en de helft van de respondenten weet het nog niet.

Verder is aan ondernemers gevraagd of zij, indien zij niet het volledige dak potentieel zelf benutten, bereid zijn om hun dak te verhuren. 13% van de ondernemers is hiertoe bereid. 40% van de ondernemers is niet hiertoe bereid en de overige ondernemers twifelen of zijn zelf geen eigenaar van het bedrijfspand. Geen van de ondernemers kan overtollige energie opslaan. Uit deze cijfers kan geconcludeerd worden dat de ambities richting emissieloos hoog zijn, maar nog maar een beperkt aantal bedrijven stappen heeft genomen om deze ambitie te behalen. Er kunnen uit dit onderzoek geen duidelijke conclusies worden getrokken over de welwillendheid van ondernemers om energie op te slaan middels waterstof. Vanwege het bestaande initiatief op dit bedrijventerrein, was het voor dit onderzoek niet mogelijk om de ondernemers hier naar te vragen.

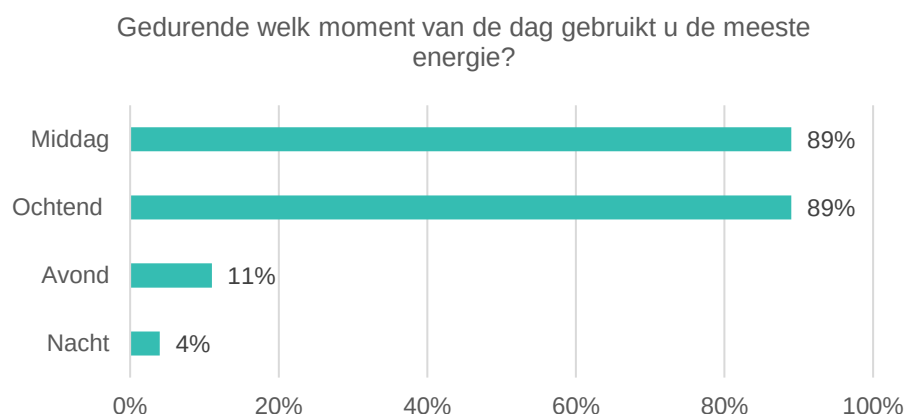
6.2 Sociale haalbaarheid Twenterand

Inleiding

Om inzicht te krijgen in de mogelijkheden voor vraagsturing bij bedrijven in Twenterand en hun argumenten om wel of niet hierin te investeren, is onder ondernemers in de gemeente een enquête afgenomen. De vragen van de enquête zijn tot stand gekomen in samenwerking met Nieuwe Energie Overijssel en de gemeente Twenterand. De enquête is digitaal vormgegeven en verspreid via de lokale ondernemersverenigingen IKVO en BBV en heeft online gestaan van 25 september 2020 tot 14 oktober 2020. De enquête is ingevuld door 28 ondernemers in Twenterand. In de beschrijving van de resultaten hieronder staan regelmatig percentages benoemd. Bij de berekening van deze percentages is het getal 28 als 100% genomen. Ook na een foutanalyse bleven er immers 28 juist ingevulde enquêtes over. Hieronder staan per vraag de resultaten weergegeven.

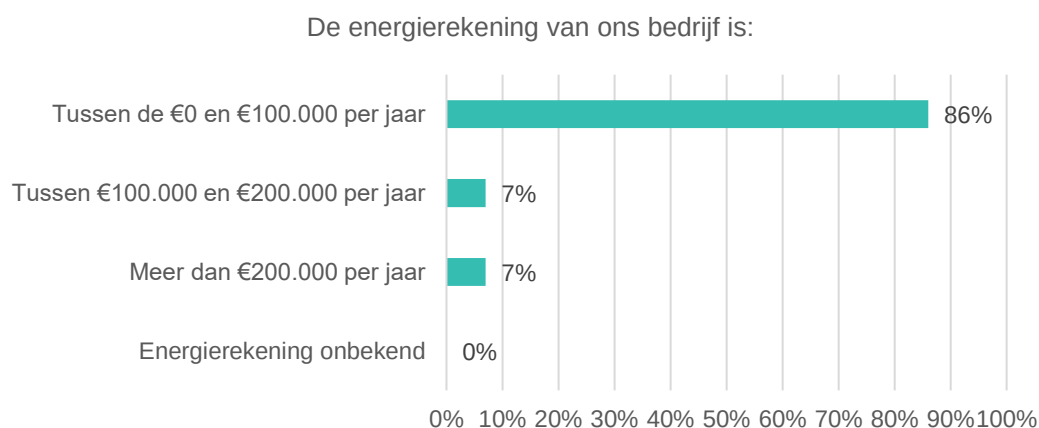
Energie verbruikgegevens

Aan de ondernemers is gevraagd op welk moment van de dag zij de meeste energie gebruiken. Inzicht hierin geeft aan of de momenten van energieverbruik aansluiten bij de momenten van energie opwek. Verreweg het grootste gedeelte van de ondernemers gebruikt de meeste energie in de ochtend en/of middag (89%). Daarnaast zijn er drie ondernemers (11%) bij wie hun piek in het energieverbruik 's avonds is. Bij één ondernemer is deze piek in het energieverbruik 's nachts.



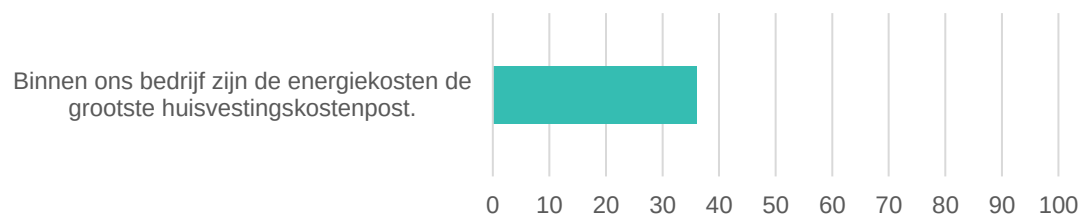
Figuur 18 Resultaten enquête: Gedurende welk moment van de dag gebruikt u de meeste energie?

Daarnaast is bij de ondernemers inzicht verkregen in de hoogte van hun energierekening. 86% van de respondenten geeft aan dat hun energierekening tussen de €0 en €100.000 bedraagt. 7% heeft een energierekening tussen de €100.000 en €200.000 euro en 7% van de bedrijven heeft een energierekening van meer dan €200.000. Voor geen van de ondernemers is de energierekening onbekend.



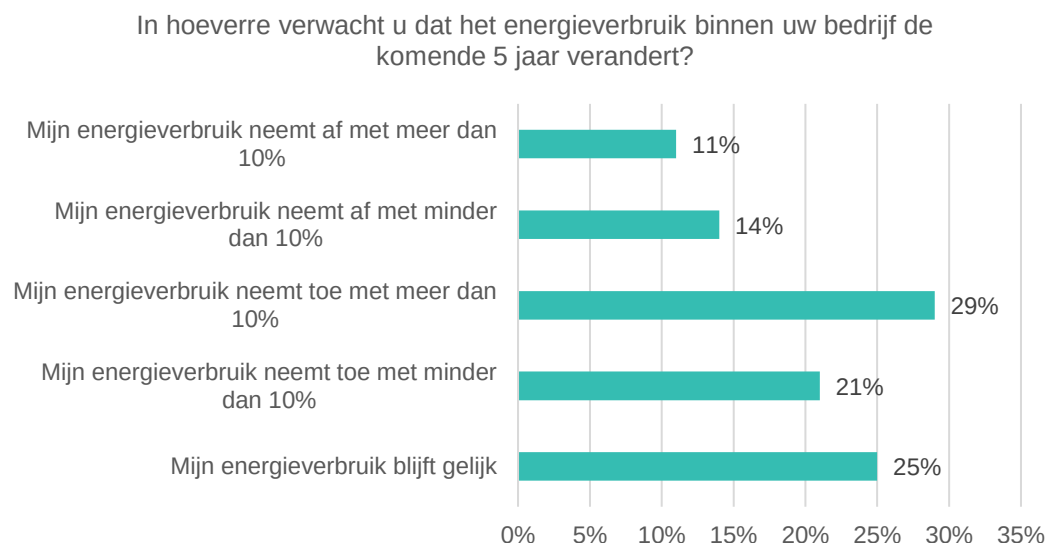
Figuur 19 Resultaten enquête: De energierekening van ons bedrijf is:

Aan de ondernemers is gevraagd in hoeverre de energiekosten de grootste kostenpost zijn binnen de huisvestingskosten. Op een schaal van 1 tot 100, is het gemiddelde van alle bedrijven 36, wat betekent dat de energiekosten gemiddeld gezien niet de hoogste huisvestingskosten voor de bedrijven zijn. De antwoorden variëren tussen de 0 en 100.



Figuur 20 Resultaten enquête: Binnen ons bedrijf zijn de energiekosten de grootste huisvestingskostenpost

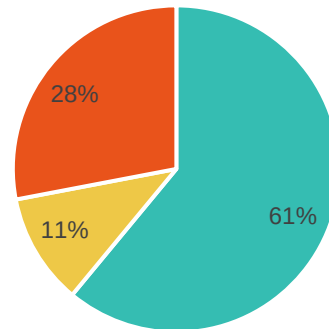
Om inzicht te krijgen in de toekomstige energieverbruikgegevens van de bedrijven, is gevraagd in hoeverre zij denken dat hun energieverbruik in de komende 5 jaar verandert. De resultaten tonen dat er veel spreiding zit tussen de gegeven antwoorden. 25% van de bedrijven denkt dat zijn energieverbruik in de komende 5 jaar afneemt. De reden die hiervoor genoemd is, is het investeren in energiebesparende maatregelen, zoals LED-verlichting. De helft van de bedrijven denkt dat zijn energierekening de komende 5 jaar toeneemt. Reden voor deze toename is met name groei van bedrijven dat leidt tot bijvoorbeeld de aanschaf van meer machines. Ook het terughalen van productie uit het buitenland naar Nederland wordt genoemd als reden voor een verwachte stijging van de energierekening. Verder wordt ook het aansluiten van snelladers genoemd als oorzaak voor een stijgende energierekening. Tot slot geeft 25% van de bedrijven aan dat de energierekening de komende jaren gelijk blijft.



Figuur 21 Resultaten enquête: In hoeverre verwacht u dat het energieverbruik binnen uw bedrijf de komende 5 jaar verandert?

Aan de ondernemers is gevraagd of zij maatregelen hebben genomen om van het aardgas af te gaan en of zij maatregelen op de planning hebben staan. Een ruime meerderheid van de bedrijven, 61%, geeft aan dat zij nog geen maatregelen heeft genomen en dit ook niet op de planning heeft staan. 11% van de bedrijven heeft wel maatregelen op de planning staan, maar deze nog niet uitgevoerd. 28% van de ondernemers heeft al wel maatregelen genomen om in de toekomst van het aardgas te kunnen gaan. De genoemde maatregelen zijn onder meer: elektrische verwarming, isolatie, biomassa, warmtepompen en zonnepanelen.

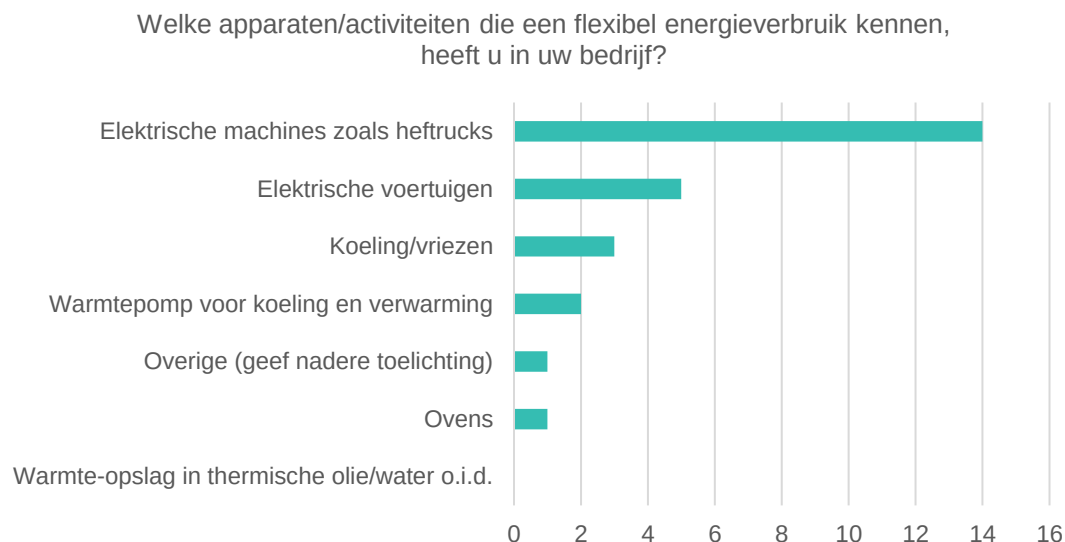
Neemt uw bedrijf maatregelen om van het aardgas af te gaan?



- Nee, ons bedrijf heeft nog geen maatregelen genomen en dit ook niet op de planning staan
- Ons bedrijf heeft nog geen maatregelen genomen, maar deze al wel op de planning staan
- Ja, ons bedrijf heeft hiervoor al maatregelen genomen

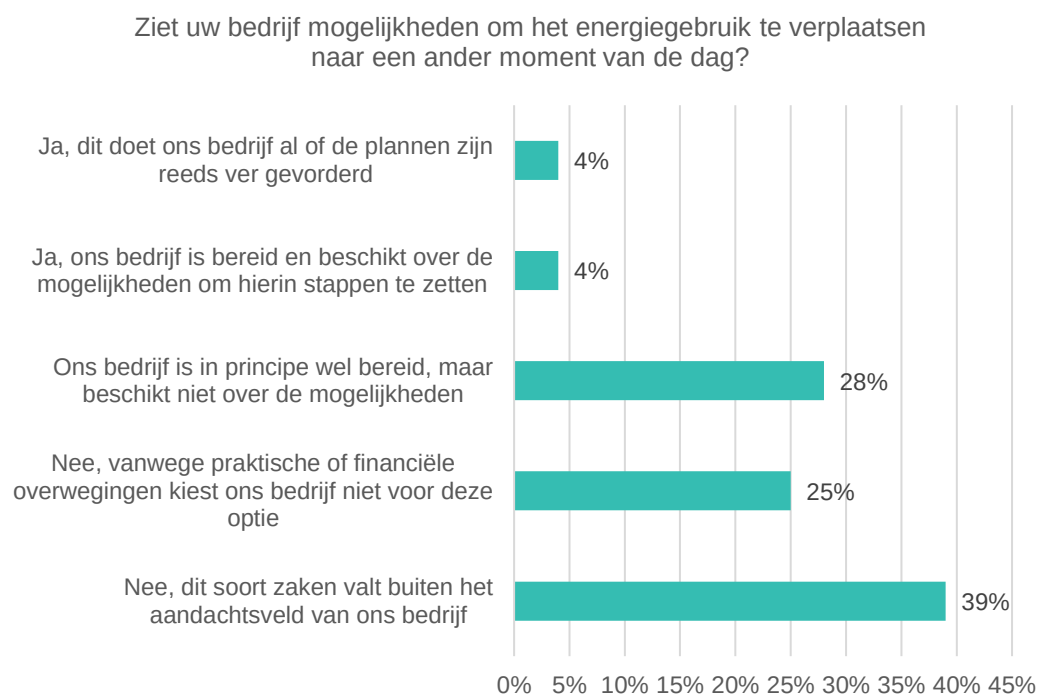
Figuur 22 Resultaten enquête: Neemt uw bedrijf maatregelen om van het aardgas af te gaan?

Aan de ondernemers is gevraagd voor welke activiteiten en processen zij de meeste elektriciteit gebruiken. Een aantal van de genoemde activiteiten zijn: houtbewerking, zaagmachines, metaalbewerking, laswerkzaamheden, ventilatie, verkoeling en verwarming, verlichting, het opladen van elektrische voertuigen en computers. Dit zijn zowel productieprocessen als zaken die de werkruimte comfortabel maken. Het elektriciteitsverbruik van deze activiteiten verschilt van 6000 kWh/per jaar tot meer dan een miljoen kWh/per jaar. Vervolgens is aan de ondernemers gevraagd of zij apparaten/activiteiten hebben die een flexibel energieverbruik kennen. Veertien ondernemers gaven aan dat zij elektrische machines zoals heftrucks hebben, die een flexibel energieverbruik kennen. Daarnaast gaven er bijvoorbeeld vijf ondernemers aan elektrische voertuigen te hebben. Het elektriciteitsverbruik van deze apparaten/activiteiten varieert van 1000 kWh/per jaar tot 5.000.000 kWh/per jaar. Ook is er een groot aantal bedrijven dat niet precies weet hoeveel het elektriciteitsverbruik is. Uit de enquête komt naar voren dat er beperkte mogelijkheden zijn voor vraagsturing. De meest genoemde optie door bedrijven voor het inzetten van vraagsturing is elektrische machines zoals heftrucks. De opslagcapaciteit van accu's voor heftrucks is echter zeer beperkt. Daarnaast moet de accu aan de lader gekoppeld zijn om te kunnen dienen als opslagmedium. Aangezien heftrucks tijdens bedrijfstijden in gebruik zijn, zullen er daarnaast reserve accu's aanwezig moeten zijn voor het toepassen van vraagsturing.



Figuur 23: Resultaten enquête: Welke apparaten/activiteiten die een flexibel energieverbruik kennen, heeft u in uw bedrijf?

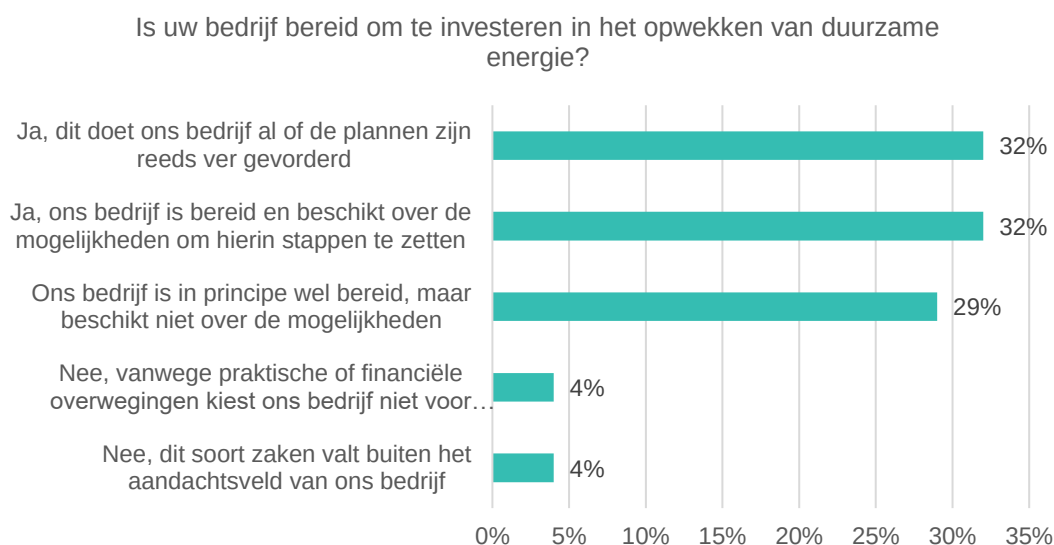
Een belangrijk onderdeel van vraagsturing is de mogelijkheid van ondernemers om hun energieverbruik te verplaatsen naar een ander moment van de dag. 39% van de respondenten geeft aan dat dit buiten het aandachtsveld van het bedrijf valt. 25% van de ondernemers geeft aan dat zij geen mogelijkheden zien voor het verplaatsen van energiegebruik vanwege praktische of financiële overwegingen. 28% van de bedrijven is wel bereid, maar beschikt niet over de mogelijkheden. Tot slot is er 1 bedrijf dat al plannen heeft gemaakt en 1 bedrijf dat bereid is en mogelijkheden heeft om stappen te gaan zetten.



Figuur 24 Resultaten enquête: Ziet uw bedrijf mogelijkheden om het energiegebruik te verplaatsen naar een ander moment van de dag?

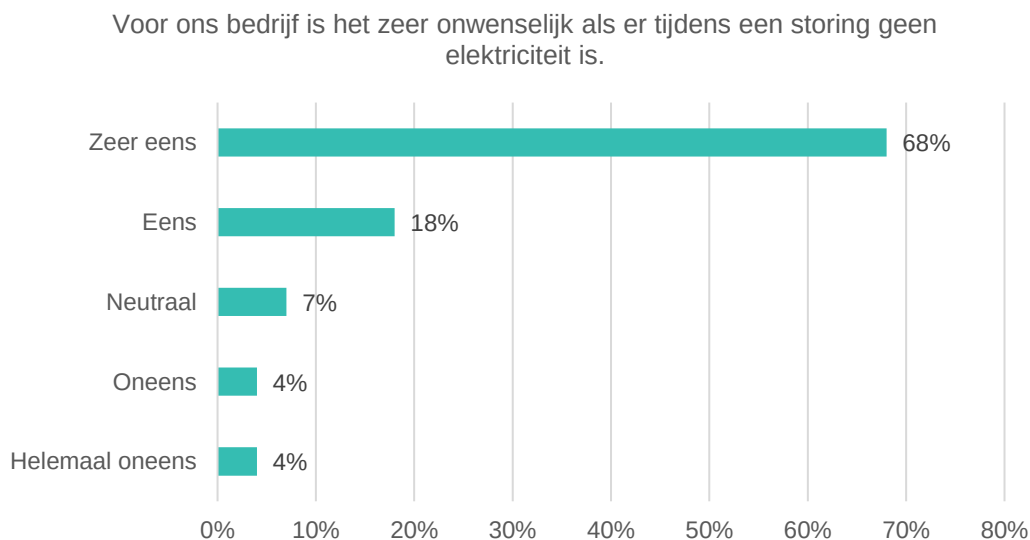
Daarnaast is 92% van de bedrijven bereid om te investeren in het opwekken van duurzame energie. 64% van deze bedrijven beschikt ook over de mogelijkheden om dit te doen, of heeft hierin al geïnvesteerd. De overige 29% is in principe wel bereid om te

investeren in duurzame energie, maar beschikt niet over de mogelijkheden. 8% is niet bereid om te investeren in duurzame energie.



Figuur 25 Resultaten enquête: Is uw bedrijf bereid om te investeren in het opwekken van duurzame energie?

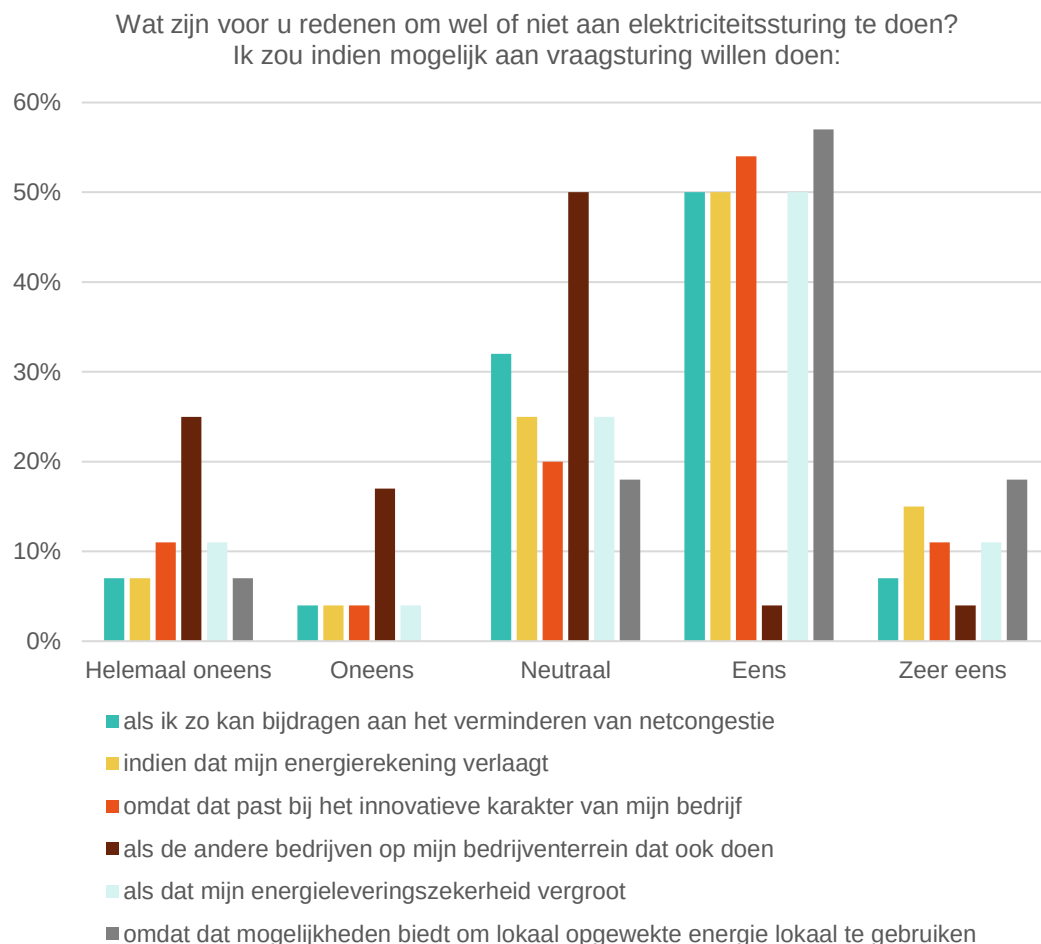
Aan de bedrijven is gevraagd in hoeverre het voor hen onwenselijk is als er tijdens een storing geen elektriciteit is. Voor 68% van de bedrijven is dit zeer onwenselijk. Hieruit volgt dat voor het merendeel van de bedrijven zekerheid in de energievoorziening zeer belangrijk is.



Figuur 26 Resultaten enquête: Voor ons bedrijf is het zeer onwenselijk als er tijdens een storing geen elektriciteit is.

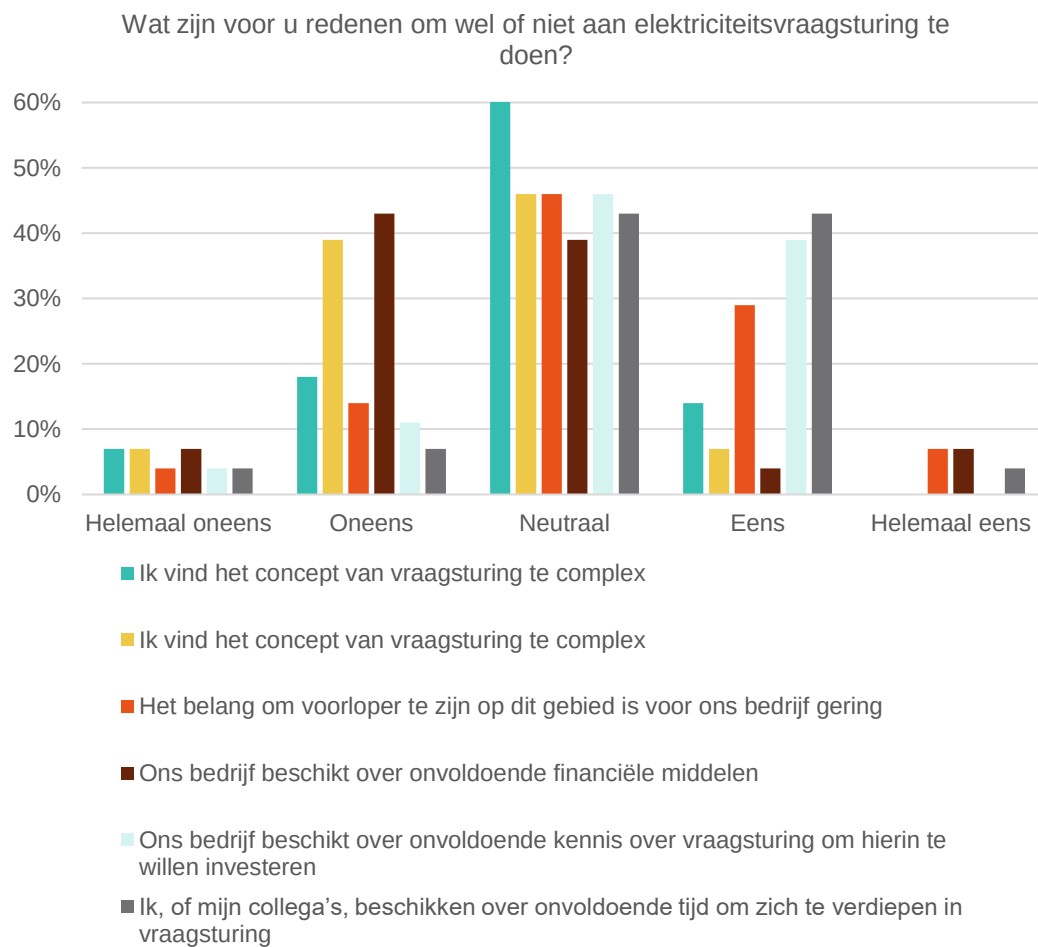
Beweegredenen bedrijven elektriciteitssturing

Onderstaand figuur toont aan dat de belangrijke reden voor ondernemers om aan vraagsturing te doen, is dat het mogelijkheden biedt om lokaal opgewekte energie lokaal te gebruiken. Een andere belangrijke reden is dat het de energieleveringszekerheid vergroot. De beweegredenen die voor ondernemers het minst belangrijk is, is de keuze van andere bedrijven op het bedrijventerrein.



Figuur 27 Resultaten enquête: Wat zijn voor u redenen om wel of niet aan elektriciteitssturing te doen? Ik zou indien mogelijk aan vraagsturing willen doen:

Daarnaast is aan de ondernemers gevraagd wat voor hun redenen zijn om niet aan elektriciteitsvraagsturing te doen. De belangrijkste reden is dat er binnen het bedrijf geen collega's zijn die voldoende tijd hebben om zich te verdiepen in elektriciteitsvraagsturing. Andere belangrijke beweegredenen zijn dat het belang om voorloper te zijn op dit gebied gering is en dat bedrijven het concept van vraagsturing te complex vinden.



Figuur 28 Resultaten enquête: Wat zijn voor u redenen om wel of niet aan elektriciteitsvraagsturing te doen?

7 Conclusies en vervolg

7.1 Conclusies haalbaarheidsonderzoek

Opslag in batterijen en waterstof

In dit onderzoek is onderzocht in hoeverre de flexibiliteitsoplossingen opslag in batterijen en conversie naar waterstof financieel en sociaal haalbaar zijn. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste conclusies uit het onderzoek benoemd. Uit het onderzoek blijkt dat er op basis van de huidige geëxtrapoleerde energieverbruiken van Hessenpoort ongeveer 7,5 MWp aan zon of 8 MW aan wind extra gerealiseerd kan worden met een verwacht projectrendement van 5%. In beide gevallen bedragen de aftoppingsverliezen ongeveer 7%. Hierbij wordt er uitgegaan van het huidige maximale terugleververmogen. Indien er meer dan deze 7,5 MWp aan zon of 8 MW aan wind extra gerealiseerd wordt, nemen de aftoppingsverliezen toe, waardoor het projectrendement op de zon- of windinstallaties daalt. Zo stijgen de aftoppingsverliezen bij 20,75 MWp aan zon en 27,5 MW aan wind naar respectievelijk 32% en 45%. Door het inzetten van een flexibiliteitsoplossing is het mogelijk om deze aftoppingsverliezen te benutten en meer ruimte voor hernieuwbare energie opwek te creëren.

Door het plaatsen van een batterijsysteem met een capaciteit van 49.385 kWh, is het mogelijk om binnen de grenzen van het huidige elektriciteitsnet met een projectrendement van 5%, het zon PV-vermogen te verhogen van 7.500 kWp (scenario 2) naar 20.750 kWp (scenario 3). Hiermee neemt de geproduceerde energie toe van 6.810.000 kWh naar 18.840.000 kWh en dalen de aftoppingsverliezen van 32% naar 8,2%. Een batterijsysteem van 49.386 kWh, kost ongeveer €15 miljoen. Dit betekent dat er een investering van €15 miljoen nodig is om ongeveer 12 miljoen kWh (18.840.000-6.810.000) extra duurzame energie te kunnen opwekken. Deze investering is niet financieel aantrekkelijk ten opzichte van de investering in duurzame opwek van ongeveer €11 miljoen, tenzij de secundaire businesscase van de batterijen zelf rendabel is.

Ook is onderzocht hoeveel extra duurzame energie er kan worden opgewekt met een investering in waterstof. Hierbij is wederom gekeken naar het plaatsen van 20.750 kWp aan zonne-energie, in combinatie met een elektrolyser van 7,5 MWe. Het financieel projectrendement van de zonne-installatie is 5,7%. Dit rendement ligt 0,7% hoger dan het rendement in het scenario met batterijen. Dit komt hoofdzakelijk doordat de aftoppingsverliezen dalen naar 3,6% in vergelijking met de 8,2% in het scenario met batterijen. Daarnaast is de investering in elektrolyse ongeveer €7 miljoen in vergelijking met €15 miljoen voor batterijen. Dat betekent dat er een investering van ongeveer €7 miljoen nodig is, om ongeveer 12 miljoen kWh (18.840.000-6.810.000) extra duurzame energie te kunnen opwekken. Deze investering zou financieel aantrekkelijk kunnen zijn. Voor een goed inzicht in de flexibiliteitsoplossing waterstof, dient echter de secundaire businesscase nog inzichtelijk te worden gemaakt. Hierin moet de marktwaaarde van waterstof worden meegenomen.

Als de secundaire businesscase niet is meegenomen, is opslag in batterijen niet financieel haalbaar, om extra ruimte te creëren voor de opwek van duurzame energie op bedrijventerrein Hessenpoort. Voor conversie naar waterstof ziet de investering er interessanter uit. Het advies is dan ook om verder te onderzoeken wat de mogelijkheden zijn voor conversie naar waterstof.

Vraagsturing

De haalbaarheid van de flexibiliteitsoplossing vraagsturing hangt sterk af van het vermogen, opslagcapaciteit en kosten van de flexibiliteitsoplossing. Voor het bedrijf dat in deze studie onderzocht is, Mekufa, kan vraagsturing slechts in zeer beperkte mate een rol spelen als flexibiliteitsoplossing. In de studie is gekozen voor een opslagvat van 5.000 liter, wat resulteert in een flexibel vermogen van 288 kWh, om het effect van vraagsturing inzichtelijk te maken. Uit de berekeningen blijkt dat er ruimte is om tussen de 100 kWp en 400 kWp aan PV-panelen bij te plaatsen zonder dat hier extra transportcapaciteit voor nodig is. Het rendement van de PV-panelen is respectievelijk 6,1% en 4,7%. Bij een PV-systeem van 1.000 kWp daalt het rendement naar -1,1%. Dit komt doordat de aftoppingsverliezen in dat scenario oplopen tot 37%.

Door het toevoegen van het buffervat met 5.000 liter thermische olie stijgt het rendement als er geen kosten voor het toevoegen van het buffervat aan het energiesysteem worden toegekend. In het geval van een PV systeem van 400 kWp neemt het rendement toe van 4,7% naar 5,5% en bij een PV systeem van 1.000 kWp neemt het rendement toe van -1,1% naar 0,6%. Deze rendementsstijging is gering. Het geringe effect van de flexibiliteitsoplossing komt ook tot uiting in de aftoppingsverliezen. Daar waar de aftoppingsverliezen zonder flexibiliteitsoplossing in het scenario met 1.000 kWp aan zon 37% bedragen, komen de aftoppingsverliezen met flexibiliteitsoplossing uit op 29,3%. Daarnaast zal er geïnvesteerd moeten worden in een buffervat. Op basis van een grove eerste inschatting van €100.000,- voor het buffervat dalen de rendementen voor het 400 kWp en 1.000 kWp PV-systeem naar respectievelijk 0,3% en -1,5%. Hieruit volgt dat het toepassen van een buffervat bij Mekufa niet leidt tot een (significante) verbetering van de businesscase van zonne-installaties, ten opzichte van het plaatsen van zonne-installaties zonder buffervat.

E zijn wel ondernemers die bereid zijn om vraagsturing toe te passen in hun bedrijf. 36% van de bedrijven geeft aan in principe bereid te zijn in het verschuiven van het moment van energiegebruik naar een ander moment van de dag. Daarnaast 92% van de bedrijven bereid om te investeren in de opwek van duurzame energie.

7.2 Vervolgstappen

In dit hoofdstuk wordt advies gegeven voor de vervolgstappen van dit haalbaarheidsonderzoek.

Verdieping financiële haalbaarheid

Uit het onderzoek naar de sociale haalbaarheid blijkt dat ondernemers over het algemeen welwillend staan tegenover flexibiliteitsoplossingen. 36% van de ondernemers is in principe bereid om specifiek aan de flexibiliteitsoplossing vraagsturing te doen. Dat maakt dat het vanuit sociaal perspectief interessant kan zijn om de technische en financiële mogelijkheden voor flexibiliteitsoplossingen verder te onderzoeken. Tijdens dit haalbaarheidsonderzoek is voor één bedrijf onderzocht wat de technische en financiële mogelijkheden zijn voor het implementeren van een flexibiliteitsoplossing gericht op vraagsturing. In een vervolgonderzoek kan voor meer bedrijven worden onderzocht of er een haalbare businesscase mogelijk is. Voor bedrijventerrein Hessenpoort zijn voor dit onderzoek de gegevens van vijf bedrijven geëxtrapoleerd naar het gehele bedrijventerrein. In vervolgonderzoek kunnen de gegevens van meer bedrijven (of de data van het onderstation) worden ingevoerd in het model, om de representativiteit van het onderzoek te vergroten.

Daarbij kunnen de volgende uitgangspunten gehanteerd worden:

- Een businesscase is haalbaar vanaf een projectrendement van 5%.
- Vraagsturing betreft het verschuiven van het gebruik van elektriciteit in de tijd, naar een moment dat er te veel duurzame productie is. Dat kan door het slim

afstellen van apparatuur, maar ook door het tijdelijk opslaan van thermische, elektrische of kinetische energie.

- Voor een verdiepingsslag van het model is het noodzakelijk dat data voorhanden is. Dit betekent dat Enexis gegevens zou moeten delen. Het advies is dat Enexis deelneemt aan het projectteam om deze data te verschaffen.

Verdieping technische haalbaarheid

De data die specifiek van de netbeheerder gevraagd wordt, betreft het volgende:

- De energiestromen (levering en teruglevering) van het onderstation, in kwartierwaardes, gedurende een jaar.
- Beschikbare transportcapaciteit op stationsniveau (maximale langdurige belasting en maximaal piekvermogen gedurende twee uur en vier uur), afzonderlijk voor afname en invoeding.
- Totaal voorziene extra benodigde transportcapaciteit voor afzonderlijk levering en opwek, op jaarbasis tot 2025.
- Totaal voorzien extra klantvermogen, onderscheiden naar afname (verbruiksgroei), productie op basis van PV, productie op basis van windvermogen en overig productievermogen, op jaarbasis tot 2025.
- De gehanteerde gelijktijdigheidsberekening voor het bepalen van de nog beschikbare/tekorten aan capaciteit m.a.w. wat is het verwacht netto transport op elk afzonderlijk station waarin alle afname en productie is gesaldeerd.
- Een indicatie van de huidige knelpunten en informatie over wanneer extra transportcapaciteit beschikbaar komt.

7.3 Algemene aanbevelingen

Naast aanbevelingen voor vervolgonderzoek, zijn de volgende vier punten van belang voor de verdere inzet van flexibiliteitsoplossingen.

- Duurzaam opgewekte energie wordt via het bestaande elektriciteitsnet getransporteerd van de plek van het aanbod naar de plek van de vraag naar energie. Op veel plaatsen raakt hierdoor het elektriciteitsnet op sommige momenten in de dag / in het jaar overbelast. Netbeheerders hebben de taak om het elektriciteitsnet op een goede manier in balans te houden en het mogelijk te maken dat de duurzaam opgewekte energie kan worden ingevoerd en getransporteerd ten behoeve van verbruik. Dit vraagt vanuit de huidige structuur / het huidige systeem om investeringen in het elektriciteitsnet. Deze investeringen moeten worden gedragen door de maatschappij. Er moet een afweging worden gemaakt om dit te blijven doen of om (daarnaast) ook te investeren in flexibiliteitsoplossingen. Met andere woorden: netbeheerders kunnen flexibiliteit inkopen als alternatief voor verzwaren en deze op andere locaties (decentraler) toe te passen. Flexibiliteitsoplossingen zorgen voor (tijdelijke) ontlasting en het beter benutten van het bestaande elektriciteitsnet. Met het goed toepassen van flexibiliteitsoplossingen hoeft er niet oneindig worden geïnvesteerd in de uitbreiding van het net. Dit zorgt voor een beter maatschappelijk rendement, bewustere keuzes en mogelijkheden om meer duurzame energie op te wekken, ook in decentralere gebieden. Wel moet er geïnvesteerd worden in de flexibiliteitsoplossingen en moet bepaald worden wie hierin investeert danwel stimuleert op basis van bijvoorbeeld investeringssubsidies. Daarover moeten overheden, netbeheerders en initiatiefnemers met elkaar in gesprek gaan en keuzes maken. Alle partijen kunnen vanuit hun eigen belang en kracht bijdragen.
- Om netcongestie te verminderen kunnen verschillende middelen ingezet worden. Naast technische oplossingen kunnen er ook campagnes worden

opgezet om inwoners en bedrijven te attenderen op het verschuiven van hun energieverbruik om netcongestie te voorkomen. De campagnes kunnen worden opgezet om mensen bewuster om te laten gaan met moment waarop zij elektriciteit verbruiken. Dit vraagt om duidelijke communicatie van de piekmomenten, zodat mensen hun energieverbruik op kunnen aanpassen.

- Daarnaast is het advies dat volgt uit de resultaten van dit onderzoek om conversie naar waterstof verder te stimuleren. De flexibiliteitsoplossing conversie naar waterstof zou doelmatig kunnen worden ingezet, om het netwerk te ontlasten, waarbij de geproduceerde waterstof een bijdrage kan leveren aan bijvoorbeeld het verder verduurzamen van de zware mobiliteit.
- Als er gezocht wordt naar vraagsturing als flexibiliteitsoplossingen om het net te ontzien en meer duurzame energie te produceren, moet er vooral gekeken worden naar bestaande mogelijkheden, die in gebruik zijn en waar kosten efficiënt kunnen worden gecreëerd zoals bestaande batterijen (bijvoorbeeld auto's) en grote thermische massa's welke dagelijks kunnen worden opgewarmd of afgekoeld (bijvoorbeeld water, beton). Bestaande batterijen zijn (in de toekomst) bijvoorbeeld te vinden op grote parkeerpleinen met laadvoorzieningen voor elektrische auto's. Grote thermische massa's waarin warmte kan worden opgeslagen, zijn bijvoorbeeld grote meren.
- Als alternatief op vraagsturing, kan waterstofelektrolyse een rendabele oplossing zijn om te veel geproduceerde energie te verbruiken.
- Tot slot is het advies om samen met de markt actief op zoek te gaan naar opweklocaties die aansluiten bij de afname van de energie. In de RES (Regionale Energiestrategie) wordt het op elkaar aan laten sluiten van de opwek en de afname van energie ook steeds belangrijker gevonden