

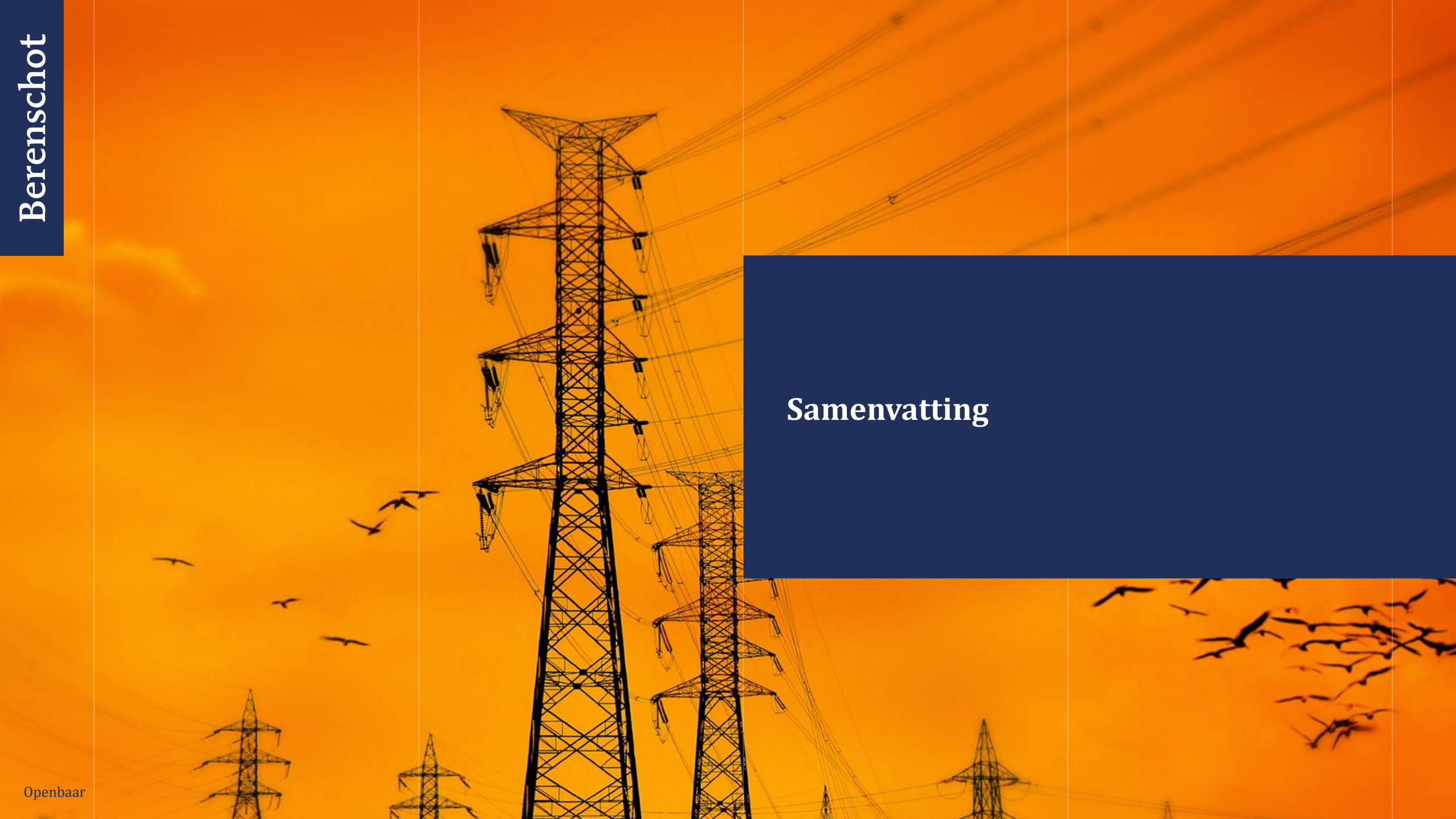
Provincie Limburg Energieopslag en -conversie

Casussen om schaarste in het
elektriciteitsnet (tijdelijk) op te lossen

20-05-2022

Inhoudsopgave

S.	Samenvatting	3
1.	Inleiding	5
2.	Praktijkcases	10
3.	Resultaten cases	18
4.	Conclusies	46
5.	Beleidsimplicaties en aanbevelingen	57
A.	Appendices	62



Samenvatting

Samenvatting (1/2)

Vraagstelling en aanpak

Er ontstaan steeds meer situaties waar problematiek rondom netschaarste optreedt. De inzet van een batterij of elektrolyse zou deze problematiek kunnen verminderen in bepaalde situaties. In deze studie zijn herkenbare situaties onderverdeeld in vijf generieke casussen. Andere casussen kunnen vaak worden gevormd door combinaties van en variaties op deze generieke casussen.

Resultaten

- Vanuit financieel oogpunt is de inzet van een batterij en elektrolyse niet rendabel. Financiering is nodig om de onrendabele top te dekken. Dit kan in de vorm van een subsidie, of een partij moet bereid zijn om een premium te betalen om de nadelige gevolgen van netschaarste het hoofd te bieden.
- Inzet van een batterij op de elektriciteitsmarkten, zoals de FCR-markt, is wel rendabel, en kan worden ingezet om de beschreven casussen economisch gunstiger te maken.
- Batterijen en elektrolyse kunnen worden ingezet om in geval van netschaarste het aandeel hernieuwbare energie toch te laten groeien, door uitgestelde levering of productie van groene waterstof waardoor (provinciale) ambities alsnog gerealiseerd kunnen worden.
- Het aandeel hernieuwbare energie kan ook worden vergroot door meer zonne- (en windenergie) op lagere percentages van de aansluitingscapaciteit te realiseren. Dat vraagt wel om extra ruimtebeslag en resulteert in het aftoppen van meer elektriciteit.



Samenvatting (2/2)

Aanbevelingen

- Vanuit maatschappelijk perspectief zijn er meer doelen dan alleen een positieve businesscase nastreven, zoals bijvoorbeeld vergroten van duurzaamheid, stimuleren van kennisdeling en het realiseren van een gunstig vestigingsklimaat. Bepaal als provincie welke doelen je wilt nastreven, voordat je naar concreet instrumentarium kijkt.
- Tussen de casussen zit een groot verschil in de onrendabele top en de extra duurzame energie die kan worden gerealiseerd tegen een bepaald bedrag, waardoor stimulering een ander effect heeft per casus. Houd daarom bij stimuleringsbeleid rekening met de doelmatigheid van de inzet van middelen.

Hoe nu verder?

- Verken de haalbaarheid van specifieke projecten: ga aan de slag met specifieke casussen, in eerste instantie door hiervan de businesscase door te rekenen.
- Inventariseer het probleem: welke partijen kampen met de gevolgen, kunnen er koppelingen worden gevonden tussen de problematiek van deze partijen zodat samenwerking ontstaat.
- Weeg de voorkeur binnen de provincie af betreffende het grondgebruik om zon en wind in combinatie met elektrolyse en daarop acteren richting het Rijk en de inrichting van de SDE++.
- Breng partijen samen en neem onzekerheid weg, eventueel door cofinanciering/subsidie, bij kansrijke opties voor batterijen. Dit geldt met name voor casus 1, 2 en 4 voor wat betreft elektrificatie.





1. Inleiding

Aanleiding en leeswijzer

Aanleiding

Netschaarste is een actueel probleem binnen de energietransitie. Het verkrijgen van een netaansluiting voor teruglevering van energie is maar beperkt of niet mogelijk in vele regio's. Bovendien vormt netschaarste in regio's waar snelle verduurzaming gepaard gaat met sterke economische groei inmiddels ook een probleem bij het verkrijgen van een netaansluiting voor levering van energie (afnameschaarste).

De beperkte aansluitingscapaciteit heeft een grote impact op de klimaatambities en de economische en maatschappelijke doelstellingen die de provincie Limburg heeft gesteld. Door netschaarste is verduurzaming door elektrificatie maar beperkt mogelijk, kunnen bedrijven hun uitbreidingsplannen niet realiseren en kunnen (regionale) overheden de enorme woningbouwopgave niet verwezenlijken. Dit zijn slechts enkele voorbeelden waarbij netschaarste een directe impact heeft, maar de indirecte impact voor de maatschappij groter kan zijn.

De provincie Limburg wil de nadelige effecten van netschaarste minimaliseren en onderzoekt daarom meerdere mogelijkheden. Dit onderzoek biedt handvatten voor de provincie over de inzet van batterijen en elektrolyzers betreffende deze netschaarste.

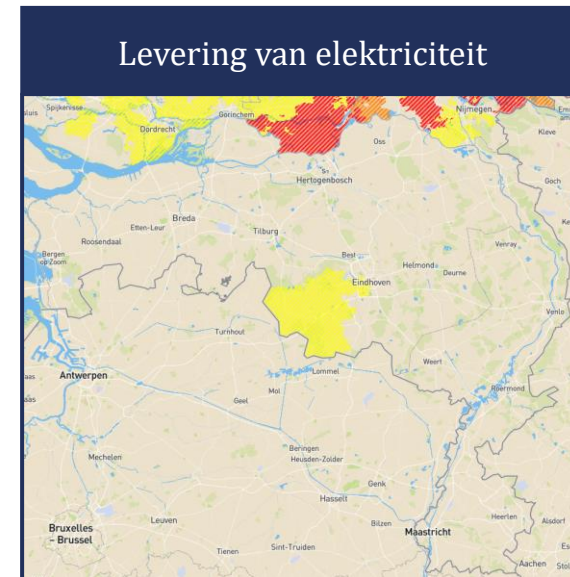
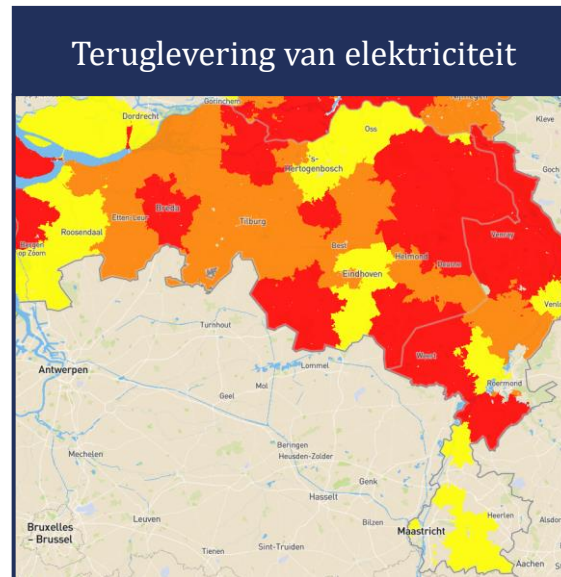
Leeswijzer

Dit rapport bevat vijf hoofdstukken waarin de keuzes voor de cases, de doorrekening van deze cases, de resultaten van de doorrekening en de beleidsimplicaties worden gegeven.

- Hoofdstuk 1 bevat de aanleiding van deze studie en geeft inzicht in welke kansen en uitdagingen de inzet van batterijen en elektrolyzers met zich meebrengen.
- Hoofdstuk 2 licht de keuze van elk van de praktijkcases toe en omvat casus-specifieke informatie.
- Hoofdstuk 3 vormt de kern van deze rapportage. Dit hoofdstuk bestaat uit de resultaten van de onderzochte praktijkcases en geeft inzicht in welke opties voor wie het meest kansrijk zijn.
- Hoofdstuk 4 bevat de belangrijkste conclusies die voortkomen uit de resultaten van de doorrekeningen.
- Hoofdstuk 5 bestaat uit de beleidsimplicaties en aanbevelingen voor de provincie Limburg om de inzet van batterijen en elektrolyzers aantrekkelijker te maken.
- De appendices geven de additionele informatie ter ondersteuning van de hoofdstukken weer.

Netschaarste remt energietransitie

- Netschaarste speelt in Limburg en Noord-Brabant met name rond teruglevering van elektriciteit aan het net. Dit wordt geïllustreerd door de afbeeldingen aan de rechterzijde van deze slide.
- De afbeeldingen geven alleen het beeld van netschaarste op het niveau van het onderstation weer. Op het lagere spanningsniveau kan de situatie afwijken in positieve en negatieve zin. Daarnaast geeft dit beeld alleen inzicht in de beschikbare transportcapaciteit. Spanningsproblematiek en onvoldoende ruimte om aansluitingen te creëren op (onder)stations zijn hier niet meegenomen.
- Netschaarste zorgt voor een rem op de groei van het hernieuwbare opwekvermogen. Projectontwikkelaars kunnen immers geproduceerde elektriciteit niet meer terugleveren aan het net.
- Lokaal speelt er ook netschaarste rondom de levering van elektriciteit. Een voorbeeld is de sterk groeiende High Tech Campus Eindhoven, waar tegelijkertijd ook verduurzaming plaatsvindt. Zowel groei als verduurzaming worden belemmerd door netschaarste. Ook bij laadpleinen is er soms sprake netschaarste vanwege de grote vermogens.



Bron: <https://capaciteitskaart.netbeheernederland.nl/>

- Netschaarste dreigt, er geldt een aangepast offerteregime
- Vooraankondiging structurele congestie bij ACM
- Structureel congestie, nieuwe aanvragen voor transport worden niet gehonoreerd

Doel van het onderzoek en daaraan gerelateerde onderzoeksvragen

Doel van het onderzoek

De provincie Limburg wil de nadelige effecten van netschaarste minimaliseren en onderzoekt daarom meerdere mogelijkheden. Een van deze mogelijkheden is de inzet van batterijen en elektrolyzers, waarmee de behoefte aan een netaansluiting vervalt of gereduceerd zou kunnen worden.

De provincie wil mogelijk een actieve rol gaan spelen in het stimuleren van batterijen en elektrolyzers om netschaarste te reduceren. In dit onderzoek staat daarom de volgende hoofdvraag centraal: 'Hoe kan de provincie Limburg effectief ondersteuning bieden bij de inzet van batterijen en elektrolyzers en daarmee netschaarste reduceren?'

Hiervoor wil de provincie inzicht creëren in welke praktijkcases netschaarste frequent optreedt en welke rol batterijen en elektrolyzers daarin kunnen spelen. De provincie kan op verschillende manieren de inzet van batterijen en elektrolyzers stimuleren:

- Financiële ondersteuning (in de vorm van een subsidie of afdekking van de risico's tijdens de aanloopfase).
- Vergunningsprocedure versnellen.
- Een informerende rol waarin kennis uit eerdere projecten gedeeld wordt.
- Een coördinerende/verbindende rol tussen projectontwikkelaars, leveranciers van batterijen/elektrolyzers en netbeheerders

Scoping van het onderzoek

Voor het vaststellen van generieke praktijkcases is gekeken naar frequent voorkomende cases in Limburg en Noord-Brabant waarin Enexis de regionale netbeheerder is. Met generieke cases worden situaties bedoeld die herkenbaar zijn voor projectontwikkelaars/markpartijen, zodat zowel zij als de provincie inzicht geboden wordt in de mogelijke inzet van batterijen en elektrolyzers. Het gaat in dit onderzoek niet om maatwerk van specifiek projecten. In geen geval kunnen daarom investeringsbeslissingen worden genomen over de in dit onderzoek gepresenteerde resultaten.

Aangezien batterijen en elektrolyzers op verschillende manieren kunnen worden geoperationaliseerd, wordt in dit onderzoek voornamelijk gefocust op de voortzetting van een project indien er geen netaansluiting kan worden gerealiseerd of de huidige netaansluiting niet kan worden vergroot. Batterijen en elektrolyzers moeten voorkomen dat de energietransitie geremd wordt door netschaarste, zodat maatschappelijke ontwikkelingen plaats kunnen vinden en de lokale economie kan groeien. Door de businesscase van een aantal generieke cases te bepalen wordt inzicht geboden in de (eventueel) aanwezige onrendabele top, waarop de provincie Limburg stimulerend beleid kan voeren.

Opzet van het onderzoek

1

1

Vaststellen generieke cases

Door middel van interviews met Enexis en Kieszon, afstemming met de provincie en de expertise van Berenschot zijn vijf generieke cases gedefinieerd.

2

2

Doorrekenen businesscases

Er is een modulaire businesscasestructuur ontworpen (Discounted cashflow), welke voor elke praktijkcasus is aangepast om de businesscasedoorrekening uit te voeren. Door eerst een business-as-usual (BAU)-scenario te definiëren, is vervolgens te zien wat de extra kosten en extra opbrengsten zijn, maar ook de extra benutte duurzame energie, die de casus oplevert.

3

3

Duiden resultaten

De doorrekening van de businesscase van elke praktijkcasus wordt vervolgens geduid. Belangrijk hierin was de afweging tussen de kosten en de mate waarin netschaarste kan worden gereduceerd en de waarde die geboden kan worden voor de maatschappij door bijvoorbeeld een betere benutting van duurzame energie.

4

5

A

4

Beleidsimplicaties en aanbeveling

De resultaten geven inzicht in het financiële en energetische situatie. Vervolgens is het de keuze van de provincie om hierop te acteren. Hierbij zijn het doel en de publieke waarden die de provincie nastreeft essentieel. In de laatste stap wordt uiteengezet wat voor rol de provincie kan innemen rondom de verschillende casussen.

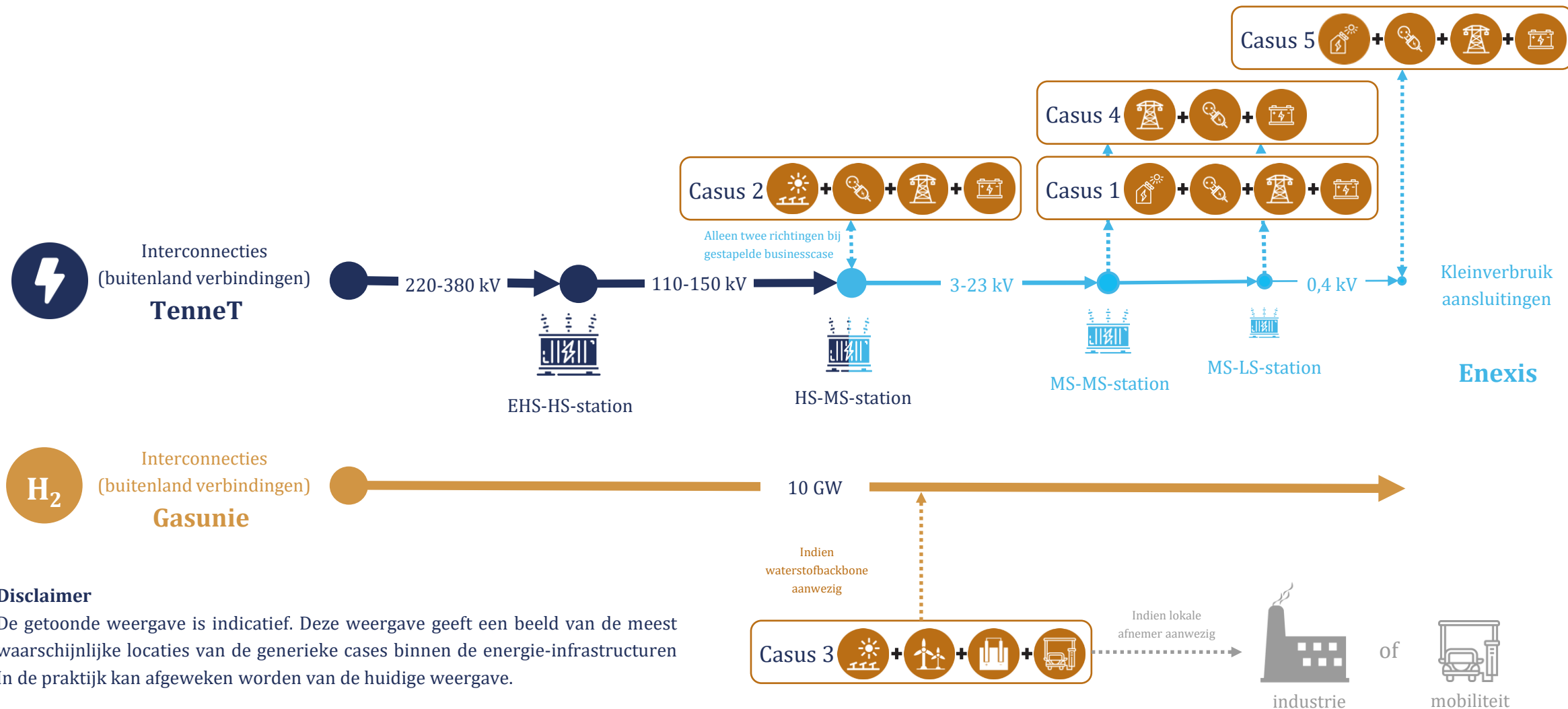


2. Praktijkcases

We zien vijf casussen waar de problematiek rondom netcongestie optreedt in Limburg en Noord-Brabant

Casus	Huidig probleem	Te onderzoeken oplossing	Voorwaarde
1. Grootschalige zon op dak met batterij, lokale afnemer en netaansluiting voor levering van elektriciteit 	Elektriciteitsafnemers in de regio hebben dakoppervlakte voor zon-PV beschikbaar, maar krijgen, wegens congestie, geen netaansluiting om elektriciteit terug te leveren (aansluiting achter de meter)	Door een batterij te plaatsen bij de opwek kan de afnemer een groter gedeelte van de opgewekte energie zelf benutten en wordt er geen elektriciteit teruggeleverd aan het net	Vraag van de afnemer staat in verhouding met de opwek van zon op dak
2. Zonneweide met batterij en te kleine netaansluiting voor teruglevering 	Projectontwikkelaar krijgt bij een nieuw zonnepark maar een gedeeltelijke aansluiting omdat de netbeheerder niet de gewenste netaansluiting kan realiseren	Door een batterij te plaatsen bij de zonneweide kan de producent energie die niet aan het net geleverd kan worden opslaan en op een later moment terugleveren	
3. Zonneweide + windpark met elektrolyse zonder netaansluiting 	Ontwikkelaar van zon en wind krijgt door netschaarste geen netaansluiting	Met behulp van elektrolyse kan elektriciteit in waterstof worden omgezet wanneer de netaansluiting niet toereikend is.	Keuze voor SDE++ op elektrolyse zon of wind Waterstof kan flexibel worden afgenomen
4. Afnemer met een te kleine netaansluiting voor levering (geen opwek) 	Elektriciteitsafnemer wil uitbreiden of elektrificeren, maar krijgt hier geen grotere netaansluiting voor.	Door een batterij toe te voegen kan de afnemer de (te kleine) netaansluiting die er ligt intensiever benutten.	Afnemer heeft geen baseload vraagprofiel
5. Zon op daken van woningen (particulieren) met batterij 	In het laag- en middenspanningsnet ontstaat spanningsproblematiek en/of netcongestie doordat er veel particulieren energie opwekken met zon-PV op daken	Door een batterij in het net of bij particulieren te plaatsen, wordt de piek verlaagd en/of spanningsproblematiek verminderd en kan er (meer) zon op dak gerealiseerd worden in woonwijken.	Geen andere flexopties mogelijk. Marktpartij wil de batterij gaan exploiteren.

Locatie van generieke cases binnen de energie-infrastructuur



Disclaimer

De getoonde weergave is indicatief. Deze weergave geeft een beeld van de meest waarschijnlijke locaties van de generieke cases binnen de energie-infrastructuur. In de praktijk kan afgeweken worden van de huidige weergave.

Casus 1. Grootschalige zon op dak met batterij, lokale afnemer en netaansluiting voor levering van elektriciteit

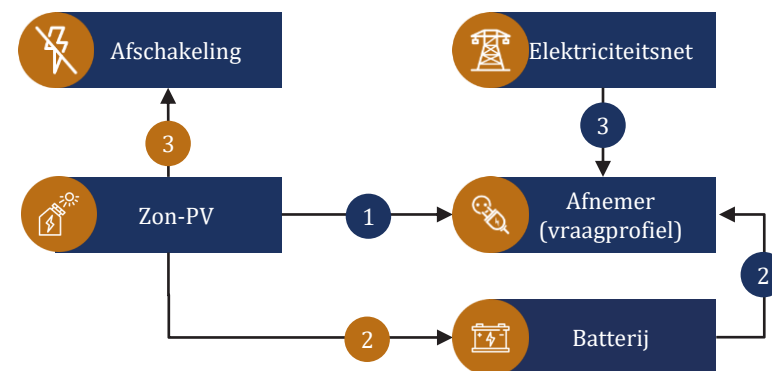
Uitleg case

Ondernemers in de regio hebben dakoppervlakte voor zon-PV beschikbaar, maar krijgen, wegens netschaarste, geen netaansluiting om de opgewekte elektriciteit terug te leveren. Zelf hebben de ondernemers een elektriciteitsvraag die ingevuld kan worden met zonne-energie, maar doordat het verbruiksprofiel niet synchroon loopt met het opwekprofiel kan niet alle energie benut worden. Door een batterij toe te voegen wordt het aandeel benutte duurzame energie vergroot in dit scenario. De prioriteit aan de opwekkant ligt bij de levering aan de afnemer (1). Dit is belangrijker dan het laden van de batterij (2) en het afschakelen van het zonnestelsel (3). Bij de afnemer ligt de prioriteit bij direct gebruik (1), en vervolgens bij de levering van de batterij (2). Wanneer er dan nog een elektriciteitsvraag over is, wordt die ingevuld vanuit het elektriciteitsnet (3).

Belangrijkste aannames

- Het elektriciteitsnet wordt niet gebruikt om de batterij op te laden, afnemersnetaansluiting.
- Het vraagprofiel is afgestemd op een laadplein.
- De kosten voor de huur van het dak zijn niet meegenomen.
- De batterijgrootte is geoptimaliseerd aan de hand van de kosten.
- Referentiecassus (BAU): laden zonder zon op dak en batterij.

Flowchart



Bestaande cases

- [Prologis - Tilburg](#)
- [Distributiehuis - Echt](#)

Casus 2. Zonneweide met batterij en te kleine netaansluiting voor teruglevering

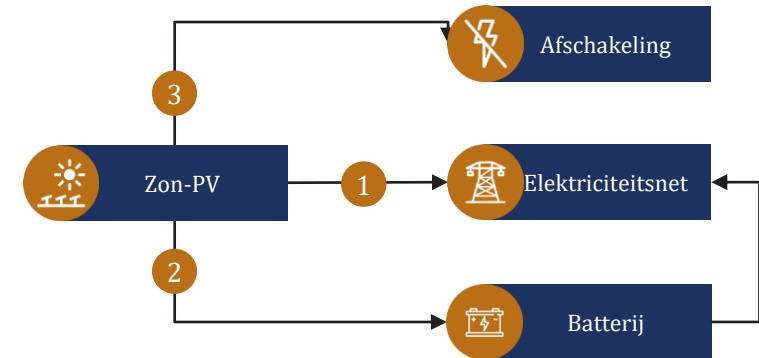
Uitleg case

Ontwikkelaars van grootschalige zonneweides zien dat zij, door congestieproblematiek geen netaansluiting krijgen. Wel is het soms mogelijk om een (te) kleine netaansluiting te realiseren. Hierbij heeft de netbeheerder de garantie dat de hoeveelheid elektriciteit op het net tijdens piekmomenten beperkt wordt. Dit betekent voor de ontwikkelaar dat niet alle elektriciteit wordt teruggeleverd wanneer het vermogen van de zonneweide piekt. Door een batterij toe te voegen aan het systeem gaat minder elektriciteit verloren door aftopping en wordt meer elektriciteit aan het net geleverd op een later moment. Directe levering aan het net (1) heeft de prioriteit. Daarna volgt het laden van de batterij (2). Wanneer de maximale capaciteit van de batterij wordt bereikt, wordt het zonnepark afgeschakeld (3).

Belangrijkste aannames

- De aansluitcapaciteit van het elektriciteitsnet is beperkt tot 40 % van het zon-PV-vermogen.
- De batterij is geoptimaliseerd op de NPV van de hele casus.
- De kosten voor de pacht worden meegenomen.
- SDE++ voor directe levering, geen SDE++ voor uitgestelde levering.
- Referentiecassus (BAU): Kleinere zonneweide met dezelfde aansluiting.

Flowchart



Bestaande cases

- [Scholt Weert](#)
- [Zonnepark De Grift](#)
- [Zonnepark Altweerderheide](#)
- [Zonnepark Heeten](#)

Casus 3. Zonneweide en windpark met elektrolyse zonder netaansluiting

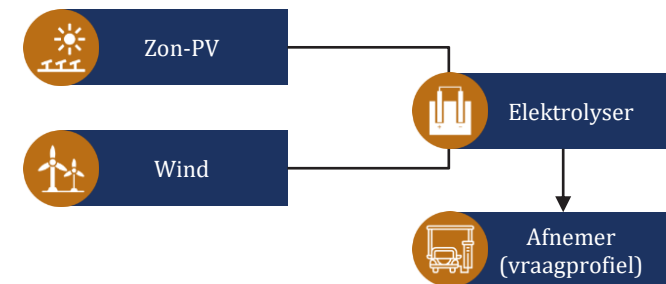
Uitleg case

Ontwikkelaars van zon en wind krijgen, door congestieproblematiek, geen netaansluiting gerealiseerd. Door een elektrolyser toe te voegen, kan er waterstof geproduceerd worden, welke verkocht wordt aan een lokale afnemer of mits aanwezig de toekomstige waterstofbackbone. Doordat er geen elektriciteit wordt teruggeleverd neemt het hernieuwbare opwekvermogen toe zonder dat netschaarste toeneemt. De productie van elektriciteit van zon-PV en wind is afhankelijk van de configuratie groter dan het vermogen van de elektrolyser. Een gedeelte van de opgewekte elektriciteit zal op momenten van piekproductie verloren gaan doordat aftopping wordt toegepast.

Belangrijkste aannames

- SDE++ voor elektrolyse in combinatie met zon (SDE++ voor combi elektrolyse bestaat niet):
 - 8,51 €/kg (0,216 €/kWh)¹.
- Afnameprijs waterstof € 2/kg.
- Afnemer van waterstof in de buurt.
- Geen buffering nodig voor de waterstof, waterstof kan je op ieder moment kwijt.
- Referentiecassus (BAU): geen duurzame opwek.

Flowchart



Vergelijkbare cases (nog niet in operatie)

- [Sinnewetterstof - Gemeente Ooststellingwerf](#)
- [CurtHyl - Gemeente Rotterdam](#)
- [GreenH2ub - Gemeente Bladel](#)

Casus 4. Afnemer met een te kleine netaansluiting voor levering (geen opwek)

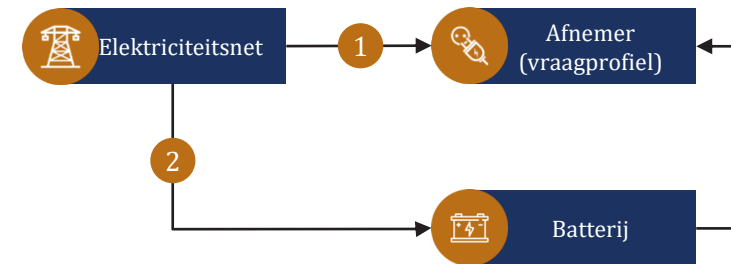
Uitleg case

Partijen in de regio hebben te maken met een groter wordende elektrische vraag. Dit kan komen door (1) groei van de productie of (2) elektrificatie van processen, het wagenpark, et cetera. Deze groeiende vraag kan niet altijd gefaciliteerd worden door de netbeheerder, omdat in sommige gebieden ook reeds netschaarste voor levering is afgekondigd of omdat een grotere netaansluiting niet op korte termijn gerealiseerd kan worden. In deze casus wordt de huidige aansluiting intensiever benut, door een batterij op te laden wanneer er geen elektriciteitsvraag is. De batterij kan ontladen worden wanneer er piekvraag is en de netaansluiting deze elektriciteitsvraag niet kan faciliteren. De baten van deze casus bestaan niet uit directe financiële baten, maar uit de mogelijkheid tot groei of elektrificatie (opportuniteitskosten).

Belangrijkste aannames

- Volatiel profiel van de gebruiker, bijvoorbeeld gebaseerd op een laadplein of dag/nachtprofiel
- Referentiecassus (BAU): geen verzwaarde netaansluiting, geen mogelijkheid tot elektrificatie/uitbreiding van bestaande productie.

Flowchart



Bestaande cases

- [Bedrijf X](#) (Voorbeeld afnemend vestigingsklimaat door tekort aan netcapaciteit)

Casus 5. Zon op daken van woningen met buurt- of thuisbatterij

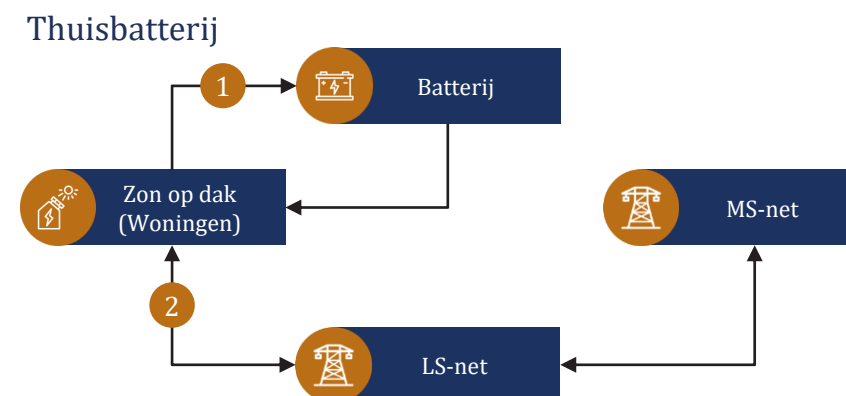
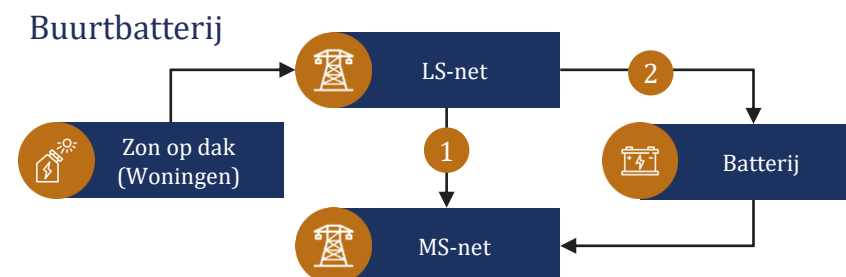
Uitleg case

In de gebouwde omgeving vindt congestie en spanningsproblematiek plaats door grote inpassing van zon op dak bij particulieren. Netbeheerders worden geacht deze problematiek te verhelpen. Het verdienmodel van deze casus is gebaseerd op de uitvraag van de netbeheerder om flexibiliteit in te zetten, aangezien de netbeheerder dit niet zelf mag doen. De vraag is of een buurt- of thuisbatterij in deze situatie de meest (kosten)effectieve manier is ten opzichte van andere flexibiliteitsopties (bijvoorbeeld het afregelen van zon-PV). Bij de buurtbatterij wordt elektriciteit direct aan het net geleverd (1) en wordt de buurtbatterij ingezet als het elektriciteitsnet te zwaar belast wordt (2) of als er spanningsproblematiek optreedt. Bij een thuisbatterij wordt in eerste instantie de batterij altijd als eerst gevuld (1), tenzij er slimme aansturing aanwezig is die voorspelt wanneer de piekproductie wordt verwacht, en daarna wordt pas geleverd aan het elektriciteitsnet (2). Zowel de buurt- als thuisbatterij kan ingezet worden als de vraag naar elektriciteit piekt.

Belangrijkste aannames

- De batterij wordt alleen ingezet voor het oplossen van problematiek netbeheerder (niet om te handelen)

Flowchart





3. Resultaten cases
Casus 1

Aannames casus 1



Parameter	Waarde	Eenheid
Zon op dak vermogen	1	MW
Batterijgrootte	0,5	MWh
Afnameprofiel	Laadplein	-
Capaciteit laadplein	55	(slow) laadpunten
Piekvraag	525	kW
Aansluiting	525	kW
Levensduur project	20	Jaar

- In [appendix A](#) is het laadprofiel van het laadplein weergegeven
- In [appendix C](#) zijn de gehanteerde kengetallen voor casus 1 te vinden



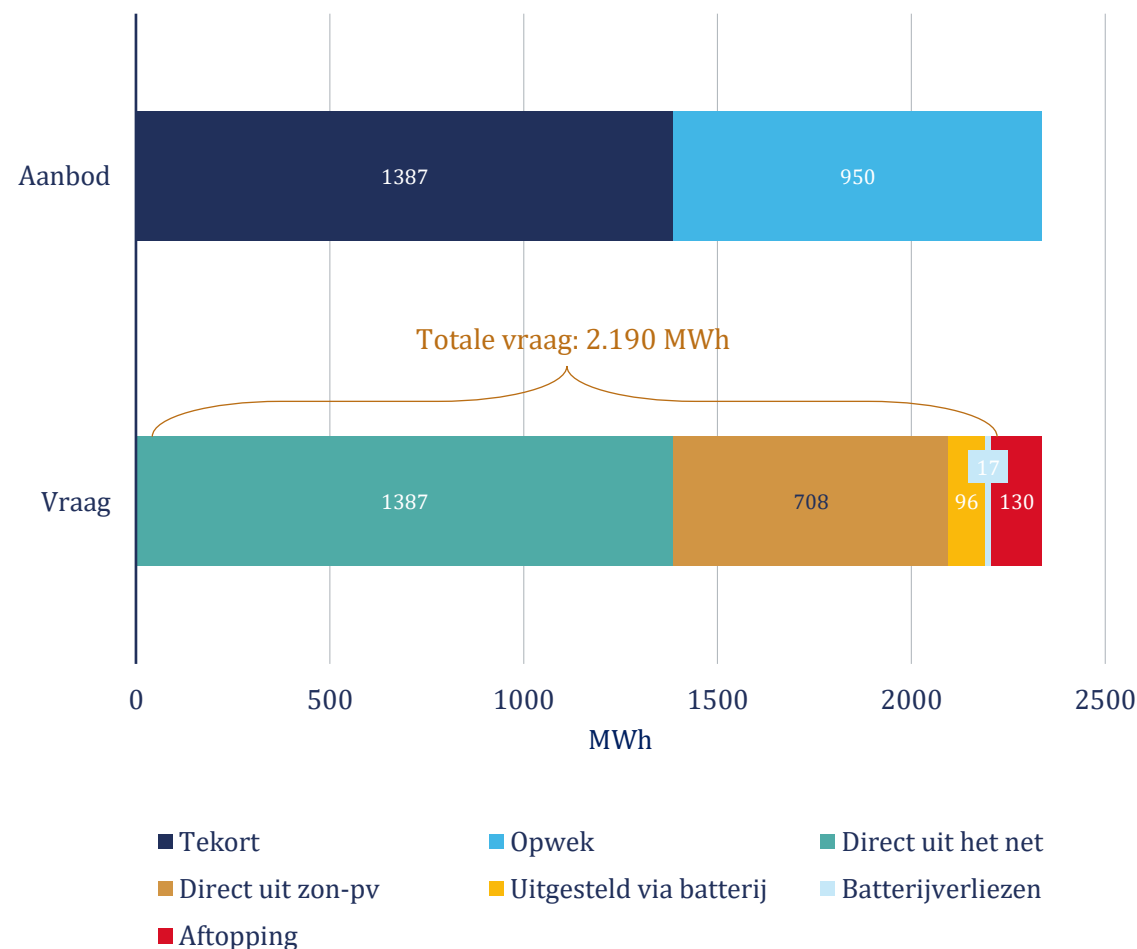
Casus 1. Een groot deel van de elektriciteit blijft door het net geleverd worden ondanks de batterij

37 % van de gebruikte elektriciteit wordt zelf opgewekt

- Er wordt in totaal 950 MWh opgewekt door de 1 MW zon op dak.
- Van de opgewekte energie wordt 130 MWh afgetopt op momenten dat er geen vraag is en de batterij vol zit.
- In totaal levert de batterij 96 MWh. Ongeveer 10 % van de duurzame elektriciteit wordt geleverd via de batterij; hierbij is er 17 MWh batterijverlies
- Dit betekent dat 37 % van de gebruikte elektriciteit zelf wordt opgewekt.
- 63 % van de elektriciteit komt in deze configuratie nog van het net, de impact van het zon op dak- en batterijsysteem is beperkt.

Parameter	Waarde
Zonnepark	1,0 MW
Batterij	0,5 MWh
NCW	0,03 M€
C-waarde batterij	1

Jaarlijkse energiebalans



Casus 1. Toevoeging van zon-PV heeft een positief effect op de businesscase, een batterij niet

Effect capaciteit van zon op dak en batterijgrootte op NCW in (miljoen €)

		Grootte zon op dak (kW)					
		0	1000	2000	3000	4000	5000
Grootte batterij (kWh)	0	0 ¹	0,27 ²	-0,23	-0,90	-1,63	-2,37
	500	-0,42	0,03 ³	-0,4	-1,05	-1,77	-2,51
	1000	-0,84	-0,26	-0,6	-1,23	-1,92	-2,65
	1500	-1,25	-0,61	-0,82	-1,41	-2,09	-2,81
	2000	-1,67	-1,01	-1,06	-1,62	-2,28	-2,99
	2500	-2,09	-1,42	-1,33	-1,85	-2,50	-3,20
	3000	-2,51	-1,84	-1,75	-2,27	-2,91	-3,61

Geen van de configuraties met een batterij geeft een positieve businesscase

- De BAU-casus: hier wordt uitgegaan dat het laadplein volledig vanaf het net wordt gevoed. Er is geen zon op dak of batterij beschikbaar (1).
- De twee configuraties die een positieve businesscase laten zien, zijn een casus met 1 MW zon op dak zonder batterij (2) en de casus 1 MW zon en 500 kWh batterij (3).
- Zon op dak verdient zich tot ongeveer 1 MW terug in deze casus, de businesscase is hier positiever dan de BAU-casus. De casus met batterij geeft ook een positief businesscase, maar ongunstiger dan de casus zonder batterij.
- Een grotere batterij leidt in deze casus **altijd** tot een slechtere businesscase. Door een batterij toe te voegen aan de configuratie gebruik je meer van je duurzame elektriciteit, maar hier verdient je niet aan.
- De meest voordelige configuratie mét batterij is een vermogen van zon op dak van 1 MW en een batterij van 0,5 MW. Dit is de casus die we gebruiken om door te rekenen (3).

Casus 1. 'Premium'-prijs voor duurzame elektriciteit neemt toe door grotere batterij of meer zon-PV

Kostenprijs voor duurzame energie (€/kWh duurzaam)

		Grootte zon op dak (kW)				
		0	1000	2000	3000	4000
Grootte batterij (kWh)	0	nvt	0,06 ¹	0,09	0,12	0,16
	500	nvt	0,08 ²	0,10	0,13	0,16
	1000	nvt	0,09	0,11	0,13	0,16
	1500	nvt	0,11	0,12	0,13	0,16
	2000	nvt	0,14	0,12	0,14	0,16
	2500	nvt	0,16	0,13	0,14	0,16

De hoeveelheid gebruikte duurzame elektriciteit kan verhoogd worden door meer zon op dak of een grotere batterij. De kosten per kWh duurzame elektriciteit worden hoger naarmate het vermogen zon-PV of de grootte van de batterij toeneemt.

- De casus met 1 MW zon zonder batterij is hier negatief. Dit betekent dat je in deze configuratie geld verdient met het verduurzamen van je elektriciteit (1).
- Bij de andere configuraties moet een premium worden voorzien om meer duurzame elektriciteit te gebruiken
- Naarmate er een groter vermogen zon-PV of batterijen in het systeem komen, wordt het duurder om de elektriciteit te verduurzamen. Dit komt omdat het extra vermogen niet volledig kan worden gebruikt voor verduurzaming.
- In de doorgerekende configuratie zijn de kosten voor duurzame energie 0,08 €/kWh (2).
- De elektriciteitsreeks die gebruikt wordt heeft een gemiddelde elektriciteitsprijs van 0,08 €/kWh (inclusief energiebelasting en ODE). De gekozen casus heeft (afgerond) dezelfde elektriciteitsprijs. Dit zorgt ervoor dat deze casus een positieve businesscase heeft.

Casus 1. Groter zonnepark en grotere batterij leiden tot een hoger percentage duurzame elektriciteit

Effect capaciteit van zon op dak en batterijgrootte op percentage duurzame elektriciteit (%)

		Grootte zon op dak (kW)					
		0	1000	2000	3000	4000	5000
Grootte batterij (kWh)	0	0 %	32 %	41 %	44 %	46 %	47 %
	500	0 %	37 %	46 %	50 %	53 %	54 %
	1000	0 %	40 %	52 %	56 %	59 %	61 %
	1500	0 %	41 %	57 %	62 %	66 %	67 %
	2000	0 %	42 %	61 %	67 %	71 %	73 %
	2500	0 %	42 %	65 %	72 %	76 %	79 %

Het gebruik van enkel zon-PV kan in hoge vermogens tot ongeveer 50 % van de verduurzaming leiden.

- Hoe groter het vermogen zon op dak hoe hoger het percentage van gebruikte eigen duurzame energie. Dit loopt op tot ongeveer 50 %.
- Bij ongeveer 5.000 kW wordt het punt bereikt dat extra vermogen geen extra gebruik van duurzame elektriciteit oplevert.

Een batterij kan het percentage duurzame energie verhogen, door te ontladen op momenten dat er geen zon is.

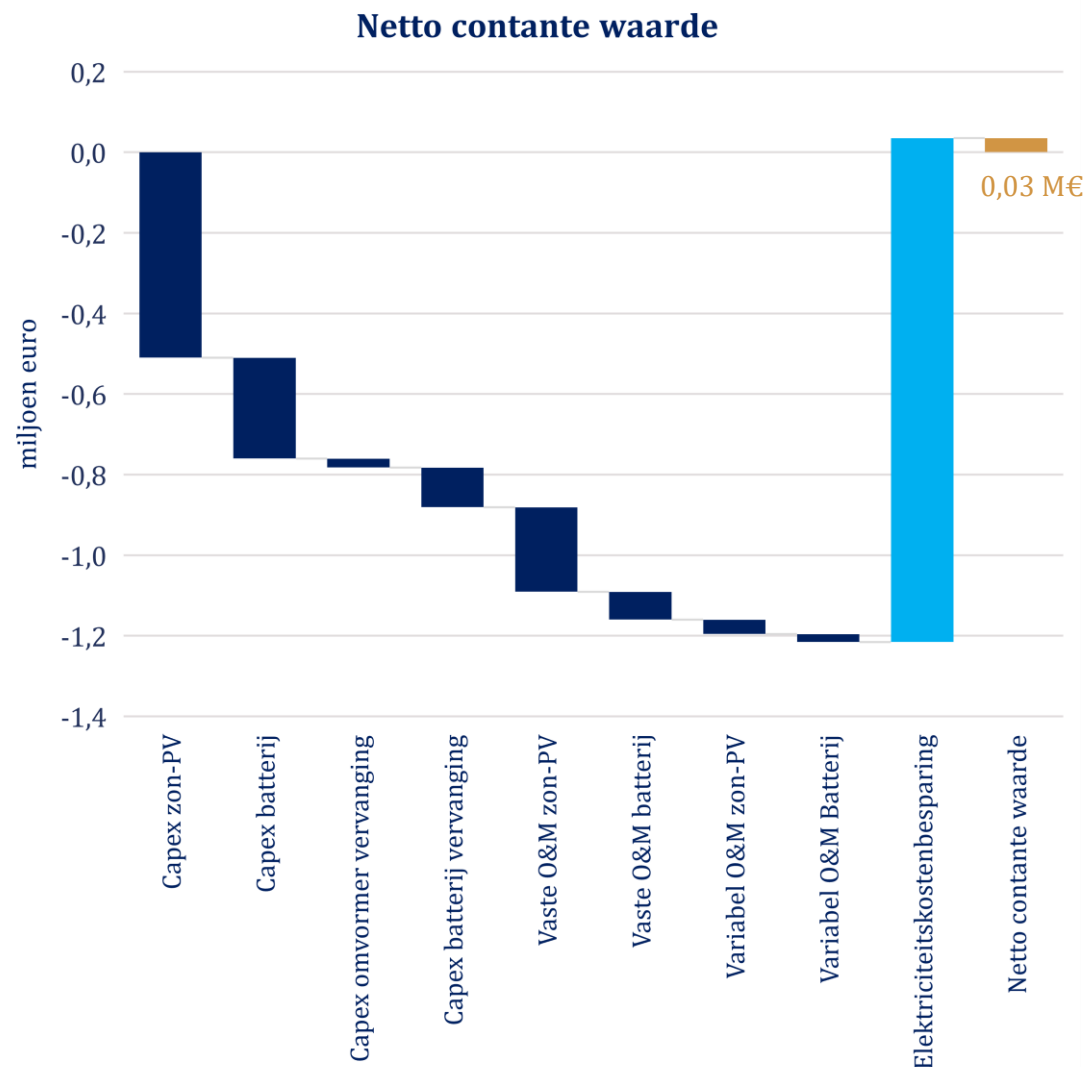
- De toevoeging van een batterij bij zon-PV levert vaak extra gebruik op van eigen duurzame elektriciteit.
- De schaling van de batterij is belangrijk, een te grote batterij levert een steeds marginalere bijdrage aan het percentage duurzame elektriciteit; de batterij wordt dan niet volledig benut.
- Wanneer je je als doel stelt om een groter percentage van je opgewekte duurzame elektriciteit te benutten, bieden batterijen een oplossing.

Casus 1. Netto contante waarde is 0,03 M€, de grootste kosten zijn de investeringskosten van de zonnepanelen

De casus met batterij komt net positief uit, en leidt tot een positieve netto contante waarde (NCW)

- De grootste kostenposten zijn de investeringskosten van zonnepanelen en de batterij. Ook de vervanging van de batterij heeft een grote invloed op de businesscase.
- De opbrengsten bestaan uit het vermijden van de kosten van elektriciteit door opgewekte elektriciteit te gebruiken. Hierin zijn ook de energiebelasting en Opslag Duurzame Energie- en Klimaattransitie (ODE) meegenomen.
- De batterij zorgt voor een toename van de opbrengsten, maar deze toename weegt niet op tegen de kosten van de batterij.

Parameter	Waarde
Zonnepark	1,0 MW
Batterij	0,5 MWh
NCW	0,03 M€
C-waarde batterij	1

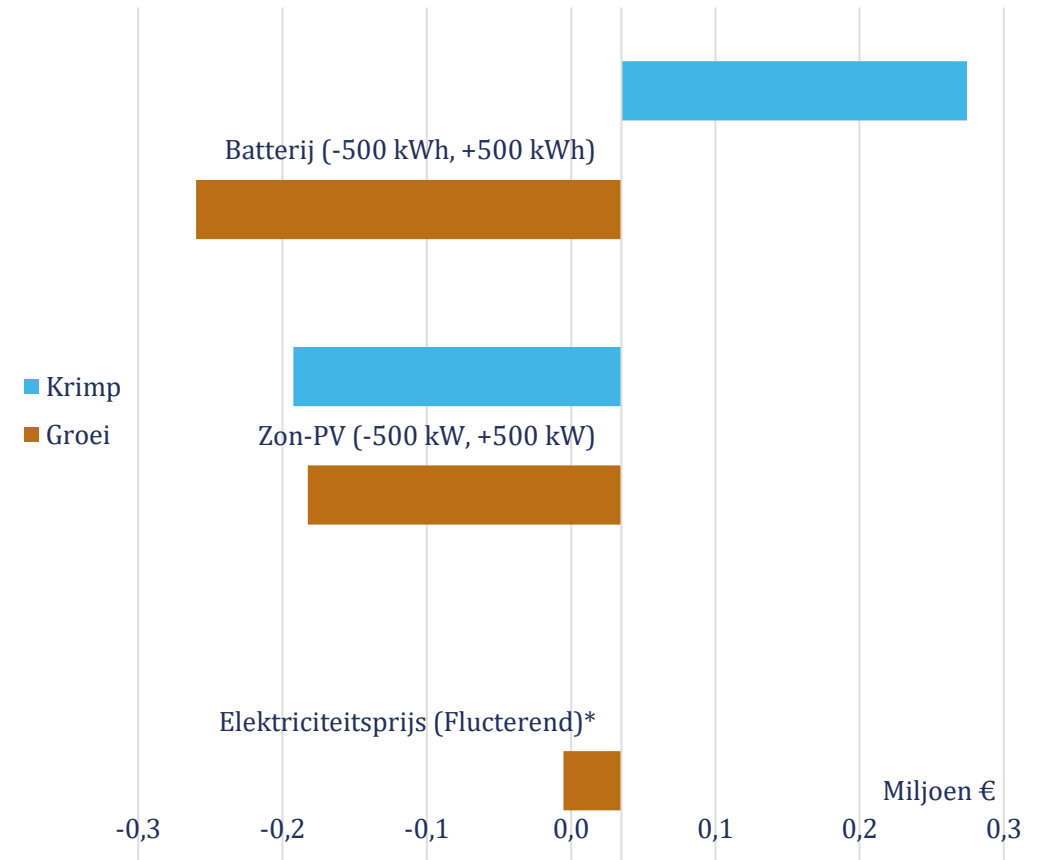


Casus 1. Gevoeligheidsanalyse van het zon-PV-vermogen en batterijgrootte op de netto contante waarde

Gevoeligheidsanalyse

De gevoeligheidsanalyse laat zien dat een kleinere batterij leidt tot een betere businesscase

- Hoe groter de batterij hoe slechter de businesscase.
- Het vergroten of verminderen van het vermogen zon op dak levert een slechtere businesscase op. De huidige configuratie voor zon-PV lijkt optimaal voor de gebruikte aannames.
- Een meer fluctuerende elektriciteitsprijs heeft een kleine negatieve impact op de businesscase, omdat er veel elektriciteit wordt geleverd wanneer de elektriciteitsprijs laag is. Dit komt ook omdat er veel elektriciteit direct uit zonne-energie geleverd wordt ten opzichte van een klein deel dat uit de batterij geleverd wordt.



*De standaarddeviatie van de prijscurve is verdubbeld, gemiddelde elektriciteitsprijs is gelijk gehouden



Casus 2

Aannames casus 2



- Een zonnepark van 10 MW kan slechts een netaansluiting krijgen welke gelijk is aan 25% van het piekvermogen van het zonnepark.
- Er is uitgegaan van een batterij met 2 MW vermogen, met een C-rate van 1. Dat wil zeggen dat de batterij 2 MWh capaciteit heeft. Hoe groter de batterij hoe groter het volume elektriciteit dat uitgesteld geleverd kan worden, maar hoe hoger de marginale kosten voor elke extra kWh die uitgesteld geleverd wordt.
- Over de uitgesteld geleverde elektriciteit wordt de day-aheadprijs betaald en geen SDE++ ontvangen.
- De eventuele inzet van de batterij voor netdiensten wordt apart meegenomen.
- In [appendix C](#) zijn de gehanteerde kengetallen voor casus 2 te vinden

Parameter	Waarde	Eenheid
Vermogen zon	10	MW
Vermogen batterij	2	MW
C-rate-batterij	1	-
Netaansluiting (25 %)	2,5	MW
Levensduur project	20	Jaar

Batterij (MWh)	NCW (M€)	Uitgestelde levering (MWh)
0	0	0
1	-0,4	4.300
2	-0,8	8.200
3	-1,2	11.900
4	-1,7	15.400
5	-2,1	18.600
6	-2,6	21.600

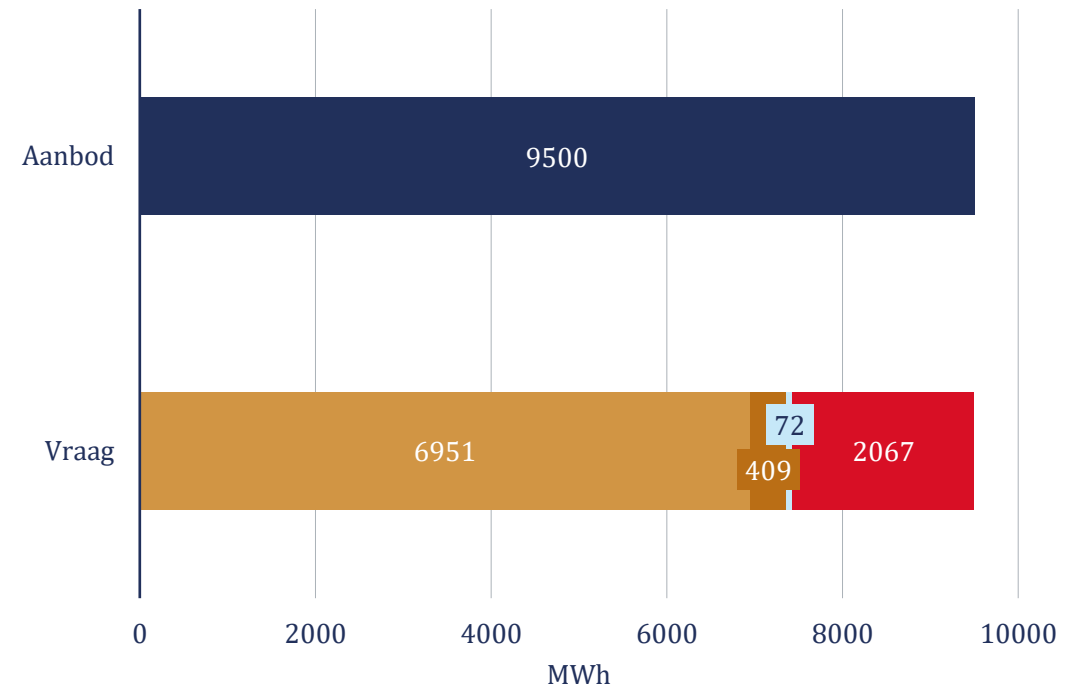
Casus 2. Energiebalans; een groot deel van de elektriciteit wordt direct geleverd

Met een netaansluiting van 25 % van het piekvermogen wordt nog 73 % van de elektriciteit teruggeleverd aan het elektriciteitsnet

- Een batterij van 2 MW met 2 MWh capaciteit zorgt ervoor dat er 4 %-punt extra elektriciteit wordt gebruik. Hierdoor wordt 77 % van de produceerde elektriciteit geleverd aan het elektriciteitsnet.
- Zonder batterij zou 27 % van de energie afgetopt worden; met batterij is dit 22 % (inclusief 1 % verlies).
- De batterij heeft ongeveer 240 *roundtrips* per jaar, maar wordt op een dag maar een paar uur gebruikt. De rest van de tijd zou je de batterij beschikbaar kunnen inzetten voor netdiensten.

Parameter	Waarde	Eenheid
Vermogen zon	10	MW
Vermogen batterij	2	MW
C-rate	1	
Netaansluiting (25 %)	2,5	MW
Levensduur	20	Jaar

Jaarlijkse energiebalans

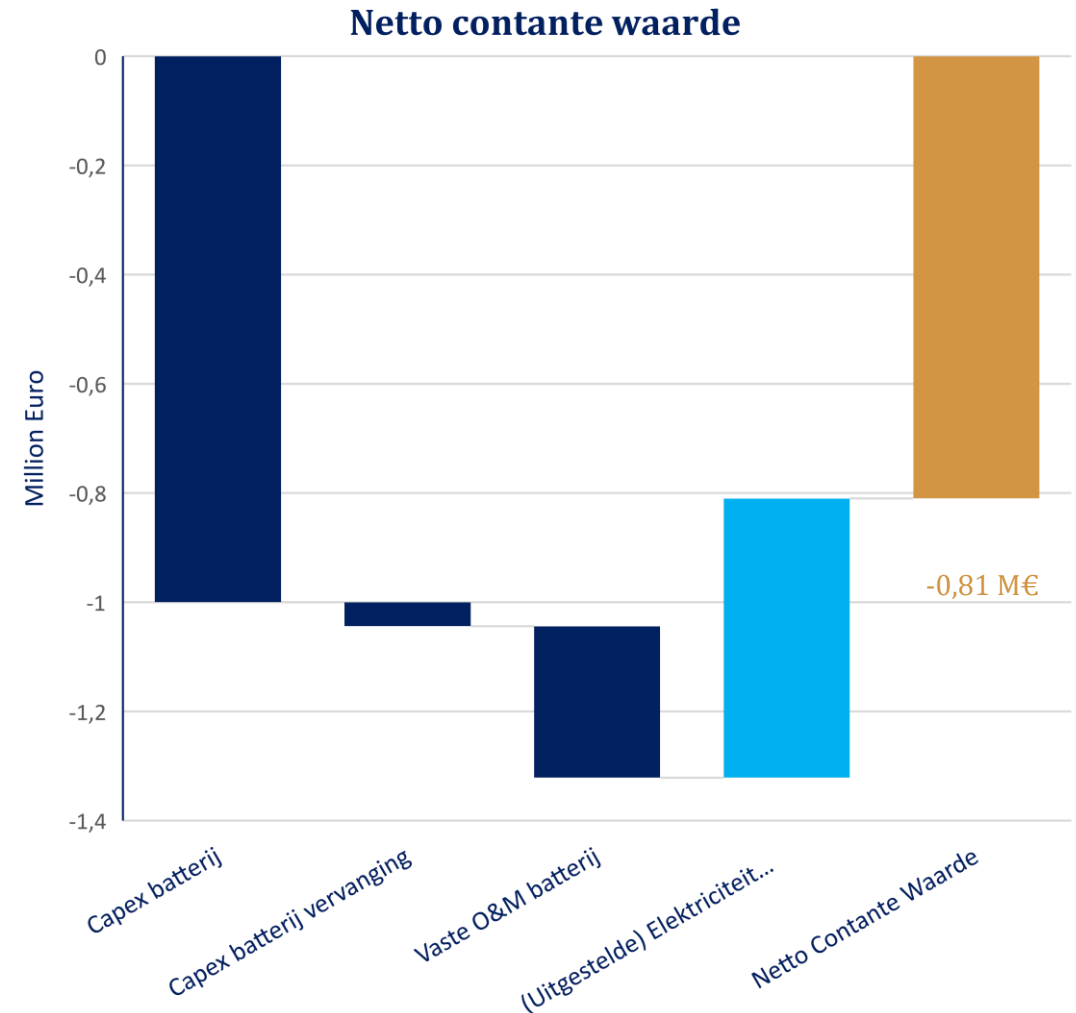


- Geproduceerde elektriciteit
- Direct geleverde elektriciteit
- Uitgesteld geleverde elektriciteit
- Batterijverliezen
- Aftopping

Casus 2. De NCW van de batterij is negatief, wanneer uit wordt gegaan van baten door alleen uitgestelde levering

De netto contante waarde van de businesscase van een zonneweide met batterij is 0,81 M€ negatief

- De investeringskosten vormen de grootste kostenpost.
- Inkomsten door uitgestelde levering wegen niet op tegen de kosten van de batterij.
- Er kan geen SDE++ ontvangen worden voor uitgestelde levering. Daarom is de verkoopprijs van elektriciteit lager dan wanneer het zonnepark direct kan leveren aan het net.
- Om deze casus rendabel te maken, kan gezocht worden naar andere vormen van inkomsten, zoals het aanbieden van capaciteit op de onbalansmarkten, het handelen op de energiemarkten en het oplossen van netcongestie.

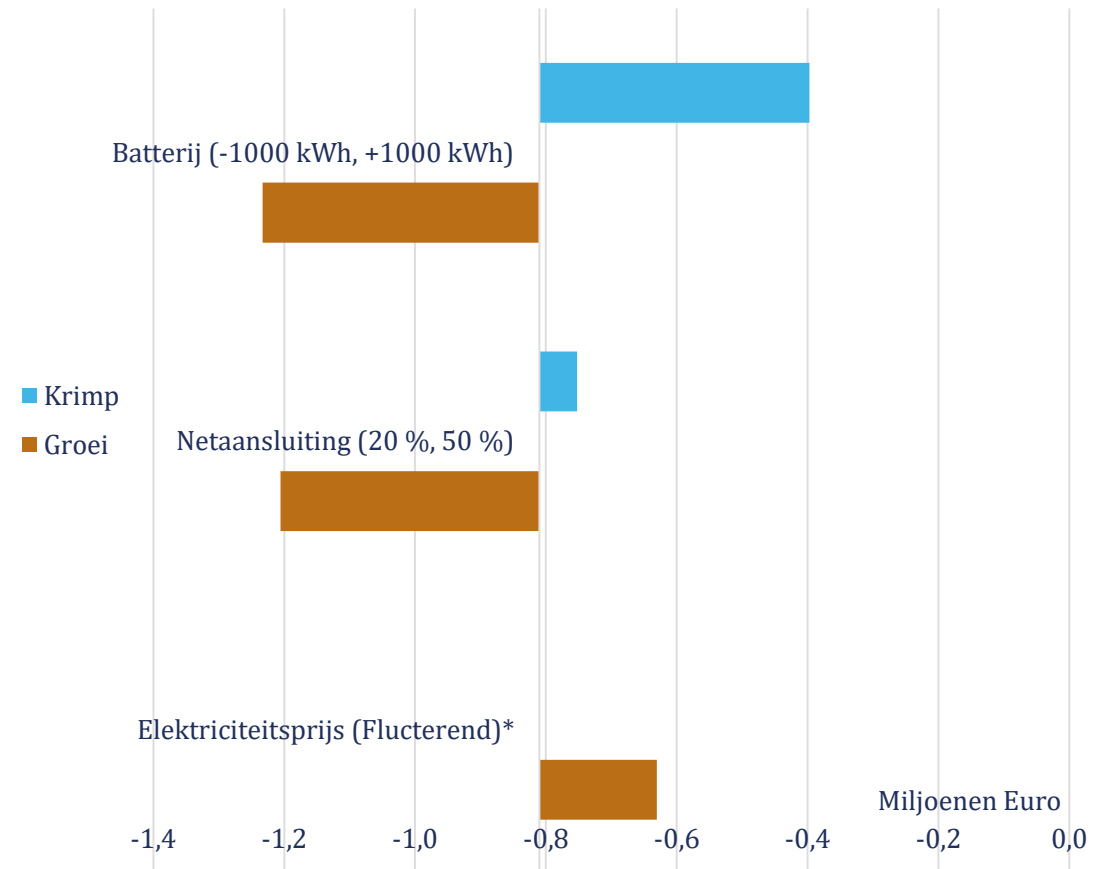


Casus 2. Een kleinere batterij en netaansluiting verbeteren de businesscase

Zowel een kleinere batterij als een kleinere netaansluiting verbeteren de businesscase

- Aangezien de grootste kosten in de batterij zitten en deze niet terug worden verdiend met uitgestelde levering levert een kleinere batterij een meer positieve businesscase op.
- Een kleinere netaansluiting leidt ook tot een betere businesscase. Dit komt met name omdat de batterij dan intensiever wordt gebruikt, waardoor er meer inkomsten uit uitgestelde levering zijn. Wanneer de grootte van de netaansluiting toeneemt, wordt de businesscase negatiever. De batterij wordt minder gebruikt en verdient zich dus minder terug.
- Een meer fluctuerende elektriciteitsprijs heeft een positief effect op de businesscase. Op momenten dat er uitgesteld geleverd wordt, ligt de prijs gemiddeld hoger met het fluctuerende profiel.

Gevoeligheidsanalyse



*De standaarddeviatie van prijscurve is verdubbeld, gemiddelde elektriciteitsprijs is gelijk gehouden

Stapelen van businesscases met het aanbieden van netdiensten en het handelen op de energiemarkten

Naast uitgestelde levering kan de batterij in casus 2 ook op andere manieren geëxploiteerd worden, namelijk door het aanbieden van capaciteit op de onbalansmarkten (1), arbitrage op de energiemarkten (2), oplossingen van netcongestie (3). Door een combinatie van inkomstenbronnen, ook wel het stapelen van businesscases genoemd, verbetert de totale businesscase aanzienlijk.

1	1	Balancingmarkt	FCR FRR	• Stabiele inkomsten, maar toekomstige inkomsten zijn onzeker • Verplichtingen reduceren de mogelijkheid stapelen van inkomstenbronnen • Vereist een netaansluiting voor levering en teruglevering
2	2	Energiemarkt	Intraday Day ahead	• Grote prijsschommeling maken deze inkomstenbron interessant • Groeiende markt • Vereist geavanceerde handelssystemen
3	3	Regionale netservices	Congestie management	• Verhogen inkomsten bestaande portfolio • Locatie is bepalend of deze inkomstenbron interessant is

Casus 2. Aanbieden van netdiensten levert extra inkomsten op, maar verlaagt de beschikbaarheid

Optie 1. Balanceringsmarkt

- Het aanbieden van capaciteit op onbalansmarkt (FCR en FRR) zijn op dit moment het meest rendabel. Dit is eerder naar voren gekomen uit het onderzoek van [CE Delft](#).
- In casus 2 kan het aanbieden van deze netdienst resulteren in een extra inkomstenbron van € 132.000 per jaar. Dit is gebaseerd op gemiddelde inkomsten van € 85.000/MW per jaar met 78 % beschikbaarheid. Met een kapitaallastfactor (WACC) van 8% wordt hiermee € 1,4 miljoen aan extra inkomsten gegenereerd.
- Er is een hoge onzekerheid over het bedrag dat op de FCR-markt verdient kan worden de komende jaren vanwege het groeiende aanbod van deze netdienst. Tegelijkertijd neemt de vraag ook toe.

Optie 2. Handelen op de energiemarkten

- De batterij wordt circa 120 dagen per jaar niet gebruikt voor uitgestelde levering. Gedurende deze dagen zou de batterij ingezet kunnen worden om elektriciteit goedkoop in te kopen en duur te verkopen. De opbrengsten hiervan zijn geheel afhankelijk van de day-ahead en intraday prijzen, welke de komende jaren volatieler worden.
- De mogelijk inkomsten zijn niet in kaart gebracht, maar de verwachting is dat deze markt aantrekkelijker wordt. Dit biedt kansen voor de businesscase.

Optie 3. Congestiemarkt

- Via het GOPACS-platform wordt flexibiliteit uitgevraagd door netbeheerders. Afhankelijk van het volume en de betalingsbereidheid van de netbeheerders er wordt verdiend aan het leveren van flexibiliteit.
- Voor batterijen bij zonneparken zal deze optie minder interessant zijn, omdat de locaties van de batterij niet gunstig zijn voor congestiemanagement als deze congestie niet veroorzaakt wordt door het zonnepark zelf (en er dus uitgestelde levering plaatsvindt).
- De verwachte inkomsten schatten we beperkt in.

Beschikbaarheid batterij

Batterij laadt en ontladst in ongeveer 1 à 2 uur, 240 keer per jaar. Overige dagen wordt de batterij niet gebruikt (120 dagen). Per cycle is de batterij twee blokken van 4 uur niet beschikbaar, en 16 uur per dag wel beschikbaar ($240 * 2/3 = 160$). Dit betekent dat de batterij 78 % (280/360) van het jaar beschikbaar is voor netdiensten.



Casus 3

Aannames casus 3



- De casus gebruikt als basis een 10 MW-zonnepark met één windturbine van 3 MW.
- Windpark schaling (zie tabel rechts); hoe kleiner het vermogen wind hoe voordeliger het energiepark. Dit komt met name omdat er geen SDE++ betaald wordt voor de waterstof die met wind geproduceerd wordt.
- Hierbij wordt een elektrolyser van 2 MW geplaatst. De verhouding elektrolyse zon-PV is 1:5 dit is relevant voor de SDE++ subsidie.
- In de SDE++ wordt het aantal vollasturen dat je vergoed krijgt en de prijs die betaald wordt voor de waterstof bepaald door de verhouding tussen de elektrolyse-capaciteit en de duurzame opwek. In dit geval:
 - maximaal 3000 vollasturen, 8,51 €/kg (0,216 €/kWh)¹ waterstof
 - en voor alle waterstof die geproduceerd wordt boven de 3000 uur wordt de marktprijs betaald.
- Voor de waterstof uit windenergie wordt geen SDE++, maar de marktprijs betaald.
- De marktprijs groene waterstof is € 2/kg (0,0505 €/kWh).
- De looptijd is twintig jaar, SDE++ looptijd is vijftien jaar.
- In [appendix C](#) zijn de gehanteerde kengetallen voor casus 3 te vinden.

Parameter	Waarde	Eenheid
Vermogen zon	10	MW
Vermogen wind	3	MW
Vermogen elektrolyse	2	MW
Looptijd	20	Jaar
Waterstofprijs (SDE)	8,5	€/kg
Waterstofprijs (markt)	2	€/kg

Windpark (MW)	NCW (M€)
0	0,45
1	0
2	-0,54
3	-1,39
4	-2,64
5	-4,07
6	-5,63

¹Energie-inhoud waterstof HHV 39,4 kWh/kg (142 MJ/kg), PBL 2021.

²In de huidige SDE++ regeling dient gekozen te worden tussen SDE++ voor zon icm elektrolyse of wind icm elektrolyse, een combinatie is niet mogelijk ondanks dat dit wenselijk is.

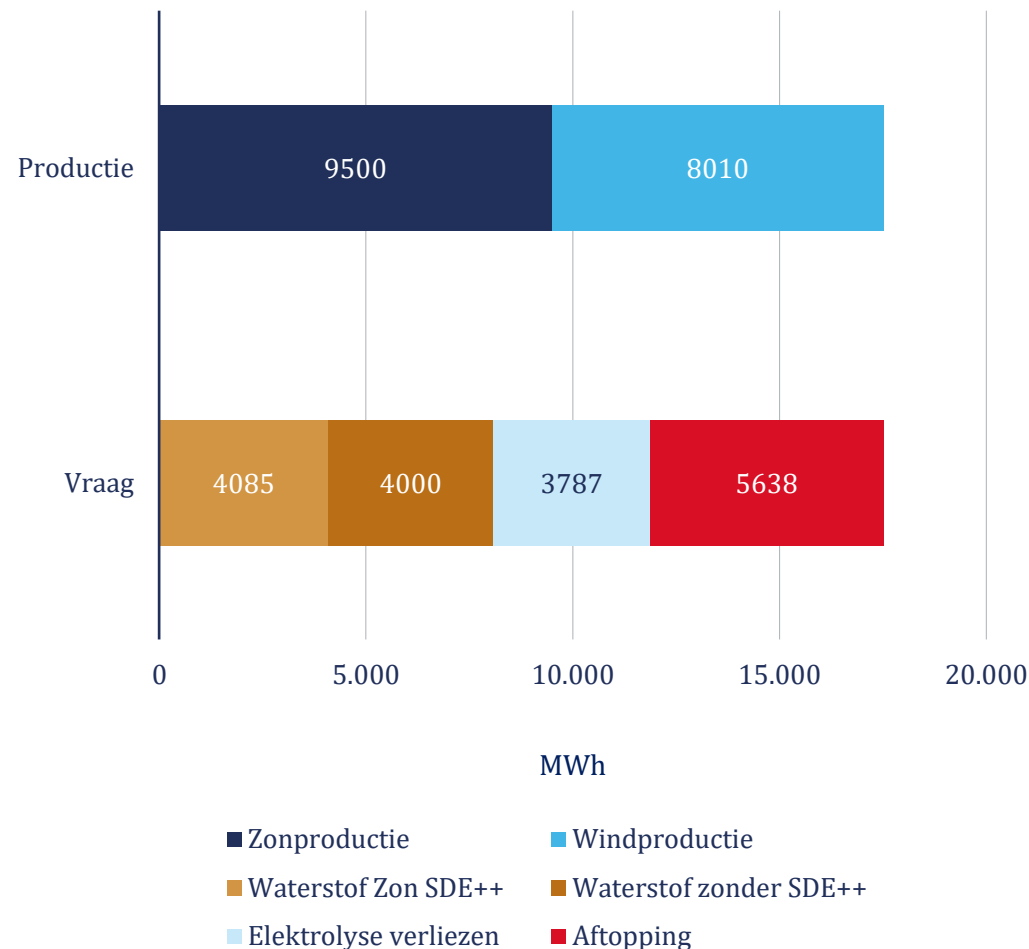
Casus 3. Energiebalans van een energiepark inclusief elektrolyse laat lage benutting elektriciteit zien

De energiebalans laat zien dat slechts de helft van de geproduceerde energie omgezet wordt naar waterstof

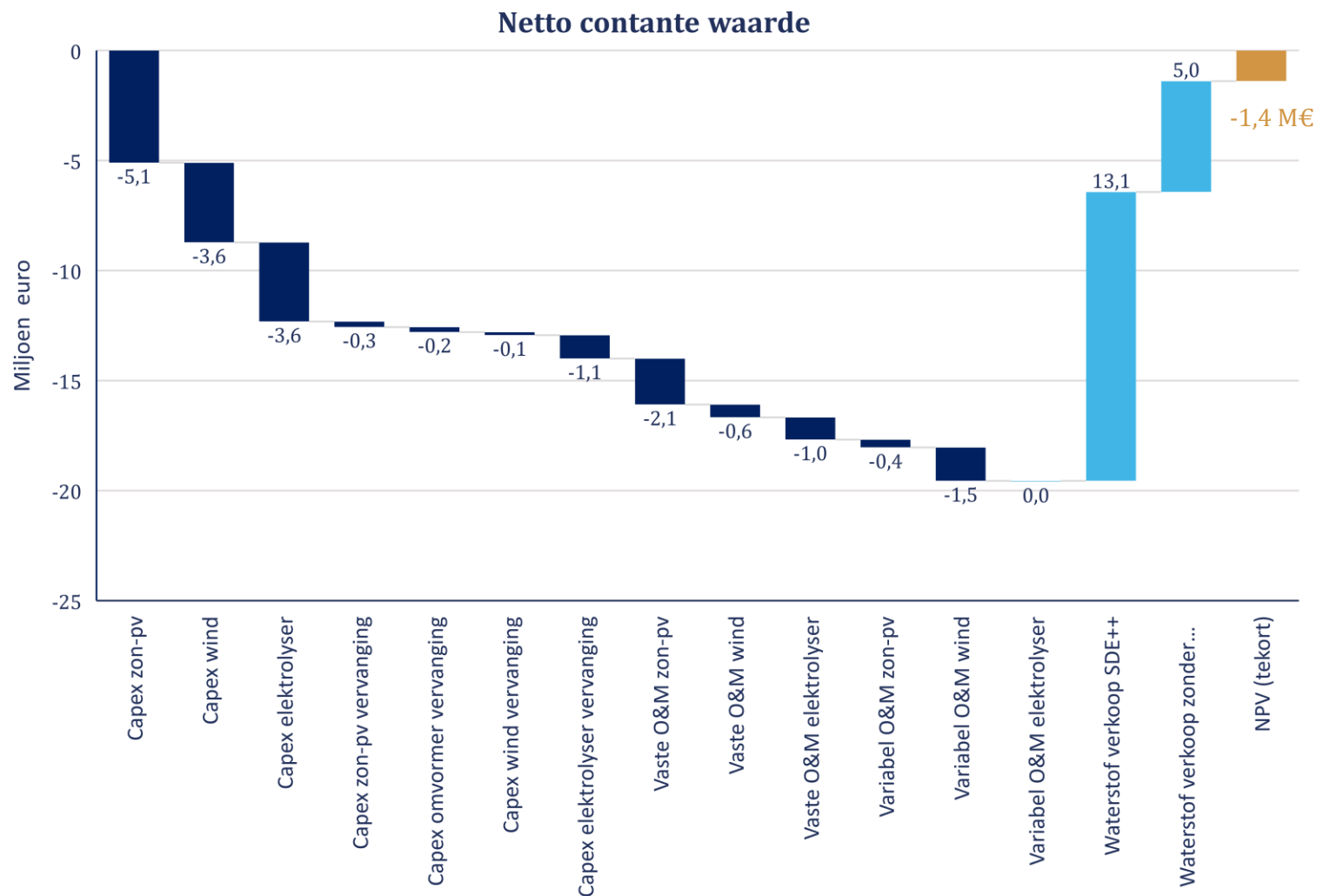
- De productie van waterstof door de elektrolyse met elektriciteit vanuit zon-PV en windenergie is ongeveer gelijk, omdat beide hernieuwbare bronnen ongeveer evenveel elektriciteit ongelijktijdig produceren.
- Ongeveer een kwart van de elektriciteit wordt afgetopt, de reden hiervoor is dat er op momenten meer elektriciteit geproduceerd wordt dan de elektrolyser kan omzetten.
- Een grotere elektrolyser zou een deel van de afgetopte elektriciteit kunnen omzetten in waterstof, maar hier is geen SDE++ voor beschikbaar wat resulteert in lagere opbrengsten.
- De gemiddelde kostprijs van waterstof over alle geproduceerde waterstof is 4,77 €/kg (zonder SDE++)

Parameter	Waarde
Zonnepark	10 MW
Windpark	3 MW
Elektrolyser	2 MW
NCW	-1,4 M€
Kostprijs waterstof (totaal)	€ 4,77 / kg

Jaarlijkse energiebalans



Casus 3. SDE++ zorgt voor de meeste inkomsten

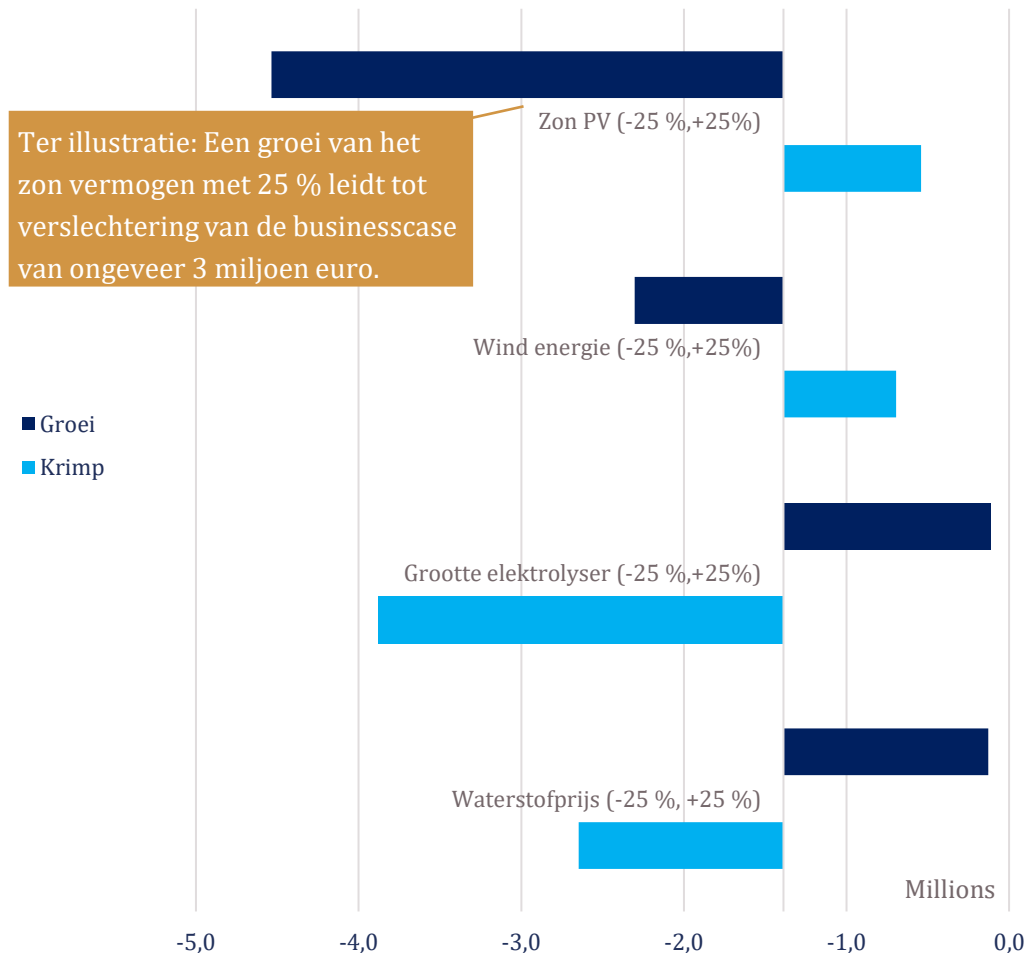


Een energiepark heeft een negatieve netto contante waarde (NCW) van 1,4M€

- Investeringskosten (Capex) hebben aan de kostenkant de grootste impact op de opbouw van de businesscase.
- Vaste Operation and Maintenance kosten (O&M) zon en variabel O&M wind zijn de grootste O&M-kosten.
- Grootste inkomstenbron is de verkoop van waterstof binnen de SDE++.
- Waterstof uit windenergie krijgt geen SDE++ subsidie, en verkoopt de waterstof tegen de marktwaarde van € 2/kg

Casus 3. Gevoeligheidsanalyse van het energiepark

Gevoeligheidsanalyse energiepark



De grootte van een zonneweide, windpark, elektrolyser en de waterstofprijs hebben invloed op de netto contante waarde

- Een kleinere zonneweide laat een positievere businesscase zien, dit komt omdat de investeringskosten van een zonnepark een groot aandeel hebben op de totale investeringskosten. Een groter zonnepark levert een slechtere businesscase op doordat de kosten toenemen maar de elektriciteit verloren gaat.
- Toename in windvermogen levert een slechtere businesscase op omdat de opbrengsten niet opwegen tegen de investeringskosten.
- Een grotere elektrolyser levert een positievere businesscase. Dit is te verklaren doordat de elektrolyser nu geschaald is op alleen het zonnepark en er geen rekening is gehouden met de windenergie.
- Een verhoging van de waterstofprijs heeft (logischerwijs) een positief effect op de businesscase.



Casus 4

Casus 4. Afnemer met de kleine netaansluiting voor elektrificatie



Deze casus kent twee verschillende richtingen: elektrificatie van processen die nu voornamelijk fossiel plaatsvinden, of uitbereiding van de huidige bedrijfsvoering die al elektrisch is. Wanneer de huidige processen geëlektrificeerd worden, kan dit gepaard gaan met CO₂-reductie, maar dit is niet automatisch het geval. Alleen wanneer de indirecte emissies van de gebruikte elektriciteit lager zijn dan de directe emissies van het oorspronkelijke proces vindt er emissiereductie plaats. Uitbreiding van de bedrijfsvoering leidt niet tot CO₂-reductie.

Aannames van casus 4

- Afneemprofiel van het laadplein vanwege het grillige karakter.
- Het piekvermogen van het laadplein is twee keer zo groot als de netaansluiting.
- De netaansluiting voorziet 24 laadpunten.
- Geen inkomsten door deze constructie gerealiseerd.
- Een laadplek vraag maximaal 11 kW (*slow charger*). Dit betekent dat het laadplein ongeveer 48 laadpunten heeft.
- De 'winst' is het kunnen realiseren van meer laadplekken, zonder toegang te hebben tot een grotere netaansluiting
- In [appendix C](#) zijn de gehanteerde kengetallen voor casus 4 te vinden

Parameter	Waarde
Aansluiting	262 kW
Batterij	500 kWh
C-batterij	1
Piekvraag	524 kW (48 laadpunten)
Percentage vraag voorzien	86 %

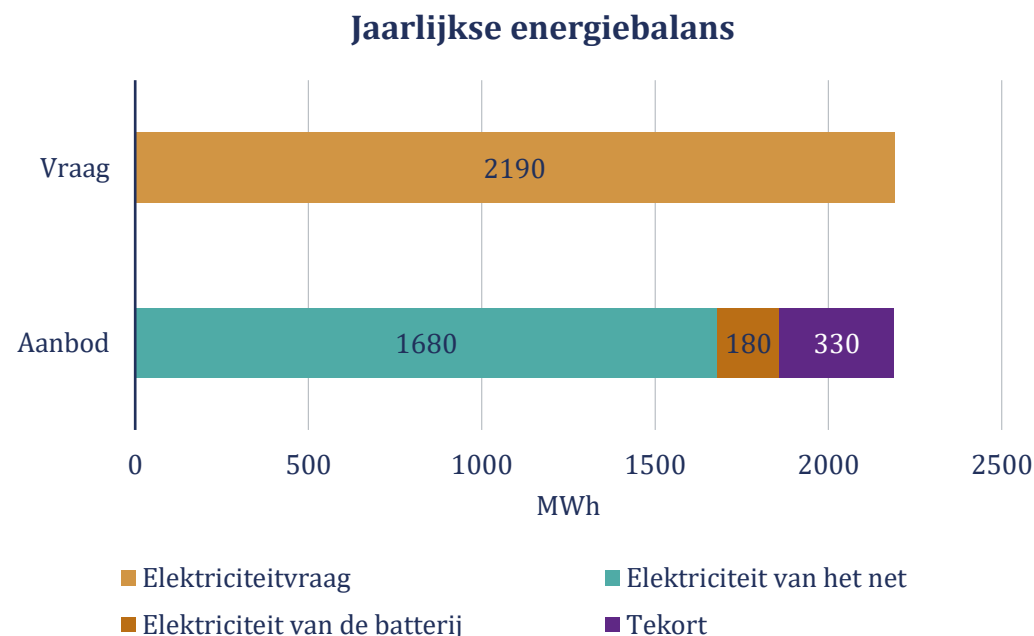
Capaciteit batterij (kWh)	Jaarlijkse energietekort laadplein (MWh)
0	510
500	330
1000	175
1500	51
2000	29
2500	7
3000	0

Casus 4. Energiebalans; een groot deel van de vraag kan al voorzien worden met de huidige netaansluiting

De jaarlijkse energiebalans van casus 4 laat zien dat een groot deel van de gevraagde elektriciteit met 50 % aansluiting gerealiseerd kan worden:

- Zonder batterij kan aan 77% van de stroomvraag voorzien worden, een groot gedeelte van de tijd wordt om minder dan de helft van de capaciteit gevraagd.
- Een batterij kan ervoor zorgen dat de dit percentage omhoog gaat.
- Voor de laatste percentages is een veel grotere batterij nodig.
- *Fast charging* zou een andere oplossing zijn voor deze casus, maar dit gebeurt nu in de praktijk nog niet.

Parameter	Waarde
Aansluiting	262 kW
Batterij	500 kWh
C-batterij	1
Piekvraag	524 kW
Percentage vraag voorzien	86 %



Casus 4. De NCW is altijd negatief aangezien er geen inkomsten zijn in deze casus.

1

De gekozen configuratie levert een negatieve businesscase van 0.36 M€

2

3

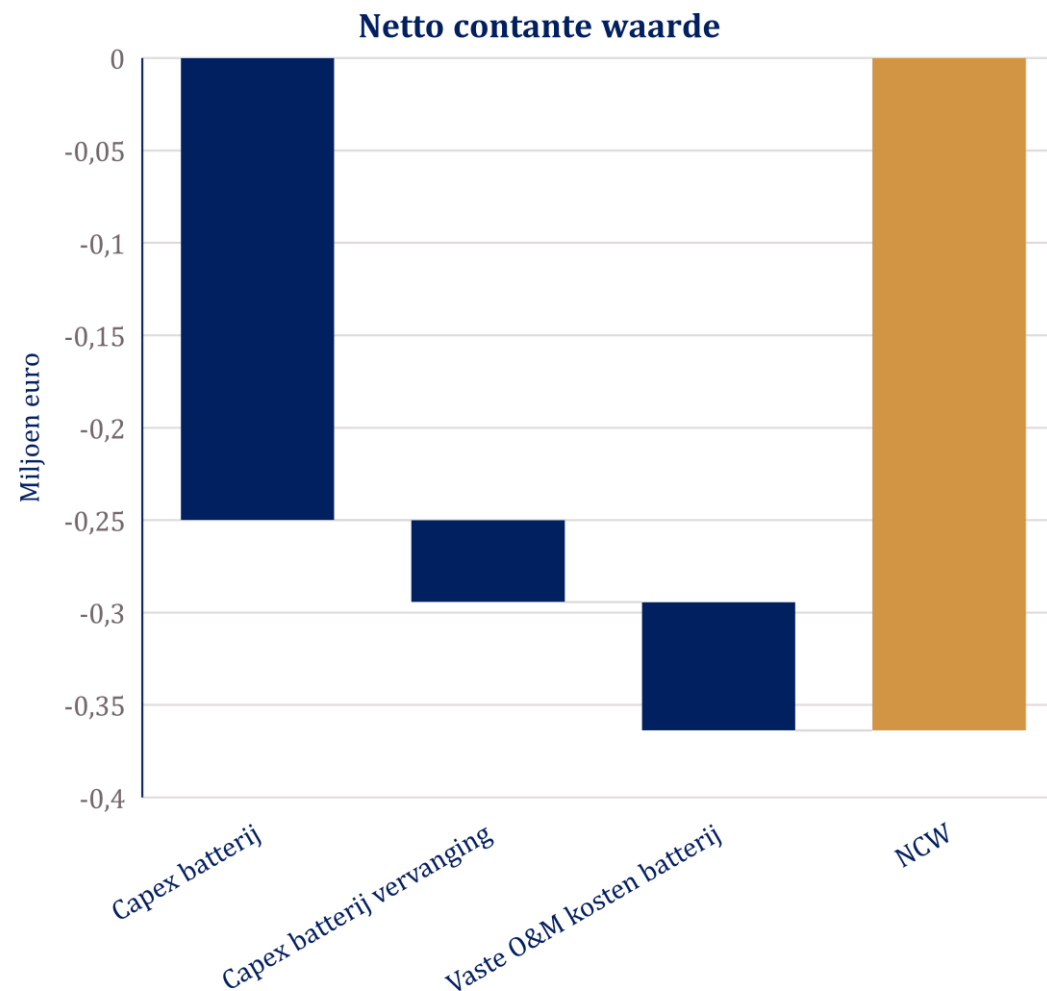
4

5

A

- De grootste kostenpost zijn de investeringen in de batterij.
- De vervanging van de batterij en de O&M-kosten drukken in kleine mate op de kosten.
- Met deze configuratie kan jaarlijks 180.000 kWh energie gebruikt worden,
- Piekvraag kan voor twee uur ingevuld worden, daarna is de batterij leeg en ontstaat er alsnog een tekort,

Parameter	Waarde
Aansluiting	262 kW
Batterij	500 kWh
C-rate batterij	1
Piekvraag	524 kW
Percentage vraag voorzien	86 %



Casus 4. Er is een zeer grote batterij nodig om in de volledige laadbehoefte te voorzien

1

De capaciteit van de batterij heeft in deze casus een grotere impact op de invulling van de laadbehoefte dan het vermogen van de batterij

2

- Het percentage geleverd door de batterij neemt niet toe als het vermogen van de batterij toeneemt. Dit betekent dat het vermogen van 500 kW kan voorzien in de laadpiek
- Wanneer de capaciteit van de batterij toeneemt, neemt het percentage ingevulde laadbehoefte wel sterk toe.
- Voor de laatste percentages is erg veel extra capaciteit nodig in de batterij; de marginale kosten stijgen sterk wanneer getracht wordt richting de 100% te komen.

3

4

5

A

C-waarde

De C-waarde geeft de verhouding weer tussen het vermogen en de capaciteit van de batterij (kW/kWh). Een C-waarde van 1 geeft aan dat een batterij 1 uur leeg is na maximaal gebruik. In deze casus is een batterij met lagere C-waarde gewenst, aangezien de piek verspreid is over een aantal uur. Een C-waarde van 0.2-0.3 is in dit geval optimaal.

Percentage laadbehoefte voorzien door directe levering en batterij

		Capaciteit batterij (kWh)					
		0	500	1000	1500	2000	2500
Vermogen batterij (kW)	0	77 %	77 %	77 %	77 %	77 %	77 %
	500	77 %	86 %	92 %	98 %	99 %	100 %
	1000	77 %	86 %	92 %	98 %	99 %	100 %
	1500	77 %	86 %	92 %	98 %	99 %	100 %
	2000	77 %	86 %	92 %	98 %	99 %	100 %
	2500	77 %	86 %	92 %	98 %	99 %	100 %



Casus 5

Casus 5. Thuisbatterij of buurtbatterij ter voorkoming van netcongestie (1/2)



De casus van een thuisbatterij of een buurtbatterij ter voorkoming van congestie is niet doorgerekend met een cashflowmodel. Dit komt omdat er met de huidige wetgeving nog veel onduidelijkheden zijn over het eigenaarschap en het verdienvermogen. Om een significante bijdrage voor de congestieproblematiek te leveren, zijn in beide gevallen grote batterijen nodig. Beide oplossingen worden in de volgende slides uiteengezet.



Thuisbatterij

Concept: Een thuisbatterij implementeren bij woningen waar ook zonnepanelen op het dak liggen. Dit **kan** netcongestie en spanningsproblematiek verhelpen in wijken waar veel zon op dak ligt. Hierbij zijn wel grote batterijen nodig die over meerdere uren kunnen opladen

Probleem: Op dit moment is de salderingsregeling van kracht. Dit betekent dat het altijd loont om terug te leveren wanneer dit fysiek mogelijk is. Daarnaast hebben de meeste huishoudens een vaste elektriciteitscontract waardoor het moment van terugleveren niet uitmaakt. Wanneer er een batterij in het systeem komt, loont het dus alleen om de batterij te gebruiken, wanneer teruglevering fysiek niet mogelijk is. Dit kan worden opgelost met het afbouwen of aanpassen van de salderingsregeling..

Een ander probleem is het eigenaarschap van de batterij; deze ligt in dit geval bij het huishouden. Het probleem van netcongestie en het spanningsverschil ligt bij de netbeheerder. De netbeheerder heeft beperkt de mogelijkheid *real-time* te communiceren met het huishouden. Daarnaast is het nu ook niet in het belang van het huishouden om de batterij te gaan laden. Dit kan worden opgelost met energy managementsystemen, die in ieder huishouden met batterij geplaatst worden en die sturen op de behoefte van de netbeheerder (en hier ook enige vorm van compensatie voor geven).

Casus 5. Thuisbatterij of buurtbatterij ter voorkoming van netcongestie (2/2)

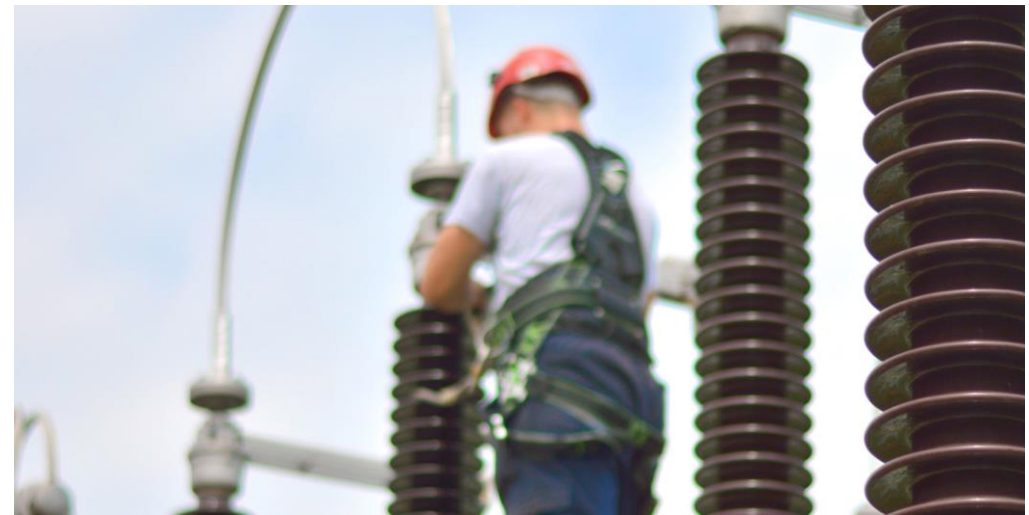


Buurtbatterij

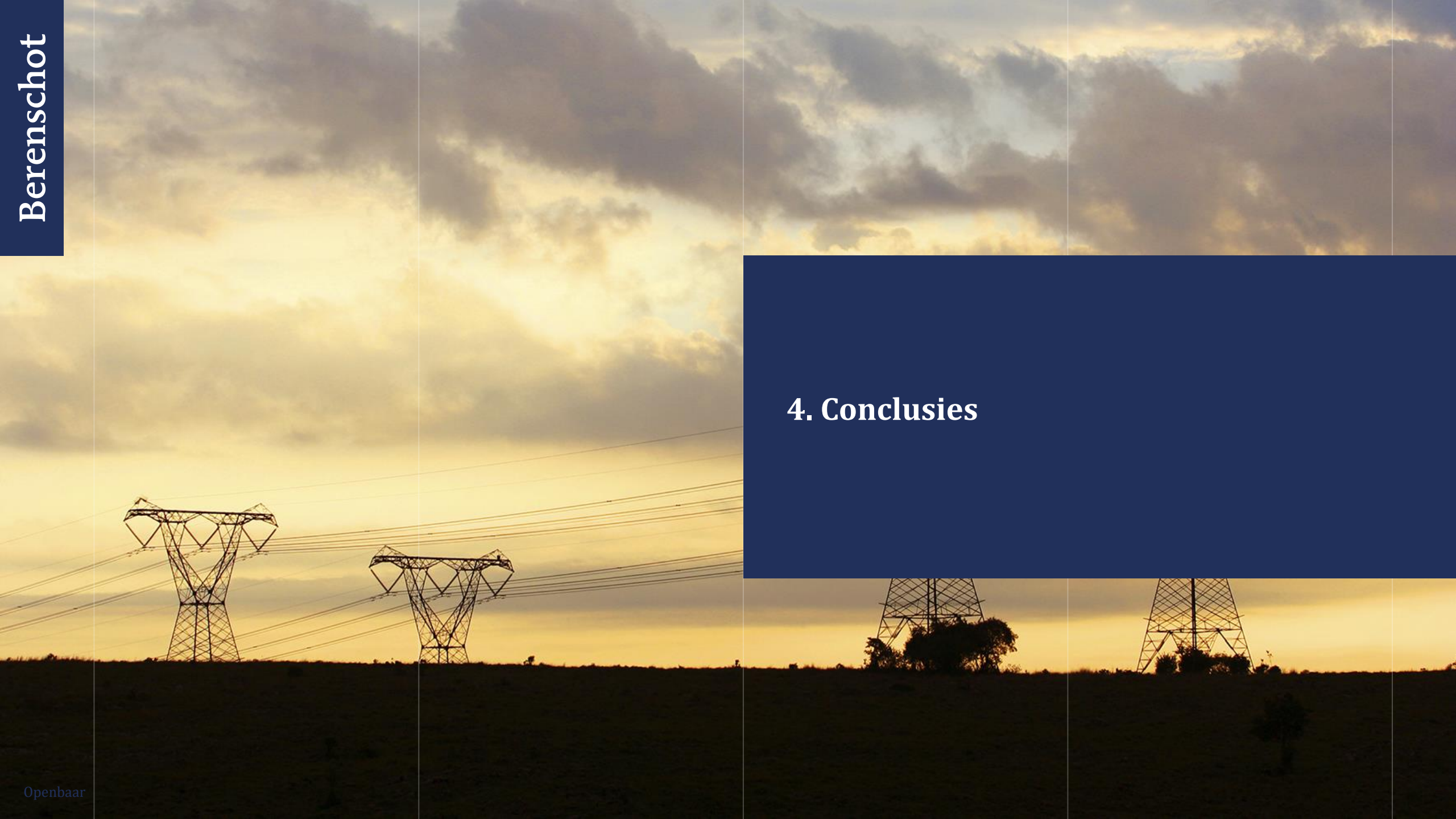
Concept: Een batterij midden in het net om de netcongestie op te lossen. Dit kan bij bijvoorbeeld een onderstation. Wanneer deze geëxploiteerd wordt op basis van activiteit op het net kan dit concept netcongestie voorkomen.

Probleem: De netbeheerder is niet bevoegd om een batterij te beheren en exploiteren. Op dit moment wordt flexibiliteit uitgevraagd aan de markt via het GOPACS-platform. In theorie zou een batterij in een dergelijke uitvraag mee kunnen bieden op de flexibiliteit. Echter blijkt in de praktijk dat er veel goedkopere opties zijn, zoals bijvoorbeeld het terugregelen van de productiecapaciteit. Dit zorgt ervoor dat er niet wordt gekozen voor batterijen in dit soort biedingen. Wanneer er wel een batterij staat is het voor de batterijoperator veel voordeliger om de batterij beschikbaar te stellen voor andere netdiensten, waardoor de batterij minder capaciteit beschikbaar houdt voor zijn oorspronkelijke doel: het oplossen van netcongestie.

Als netcongestie vaker gaat voorkomen en de netbeheerder meer bereid is te betalen (bijvoorbeeld omdat de goedkopere opties al benut zijn), kan een batterij wél uitkomst bieden.



Conclusie: Zowel concepten als een thuisbatterij of een buurtbatterij hebben nog te weinig voordelen voor de eigenaar van de batterij ten opzichte van de bestaande alternatieven. Om dit in de toekomst te veranderen moet bepaalde wetgeving, zoals de huidige salderingsregeling, worden aangepast, zodat de batterijgebruiker een prikkel krijgt om zijn of haar batterij in te zetten voor het net.



4. Conclusies

Conclusies casus 1:



De casus in een notendop:

- Grootschalig zon op dak.
 - Eigen verbruik van elektriciteit.
 - Netaansluiting alleen voor afname.
- Door een batterij neer te zetten kan de eigenaar de zonne-energie inzetten voor gebruik in de eigen bedrijfsvoering (laadplein).

Verbruik	Aansluiting	Zonnepark	Batterij
525 kWp 2,19 GWh/jr	525 kW	1 MWp 0,95 GWh/jr	0,5 MWh 0,1 GWh/jr

Wat zijn de belangrijkste conclusies?

- Aanleg zonnepark tot circa 2 MW is in dit geval financieel interessant voor de eigenaar, zelfs zonder volledige aansluiting. 1MWp levert het meest op.
- Een batterij zorgt voor gebruik van extra hernieuwbare energie (0,096 GWh/jr) die anders afgetopt wordt. Dat zorgt voor 8,6-50 ton CO₂/jr reductie door de batterij¹.

Wat is de businesscase?

NCW
0,03 M€

De combinatie batterij en zon levert een positieve businesscase op.

37% van het verbruik wordt zelf opgewekt. Tot ~2 MW is de b.c. positief. 0,13 GWh afgetopt.



Wat zijn de belangrijkste aannames?

- Kosten en prijzen zijn op basis van meest recente prognoses², maar alleen van vóór het conflict in de Oekraïne.
- Het afnameprofiel heeft invloed op het directe gebruik van zonne-energie, gelijktijdigheid van belang.

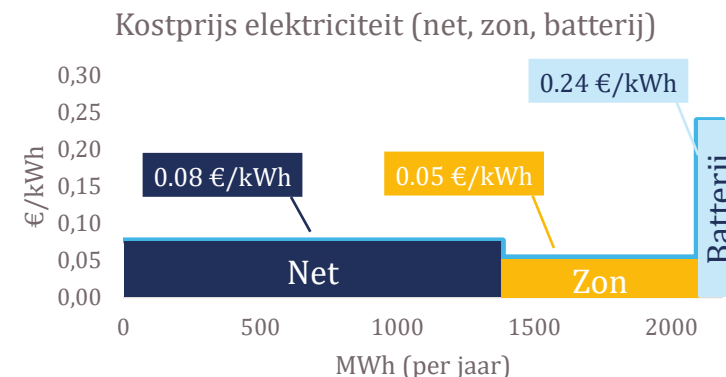
Wat zijn de belangrijkste kanttekeningen?

Er moet wel de mogelijkheid zijn om zon-op-dak te realiseren. Ook de dakconstructie en de beschikbaarheid van het oppervlak zijn van belang.

Wat betekent dit voor de provincie?

- De casus kan bijdragen aan de verhoging van het aandeel hernieuwbaar.
- De kosten per vermeden ton CO₂ liggen relatief hoog (€ 450/t CO₂). Daar staat tegenover dat het ruimtebeslag relatief beperkt is.
- Voor de ondernemer/eigenaar zelf is deze casus mogelijk niet interessant omdat het probleem tijdelijk is en de batterij geen corebusiness is.

Welke inzichten biedt deze casus?



¹Afhankelijk van welke stroom wordt verdrongen. Gemiddelde emissiefactor in 2030 van 0,09 kg/kWh (KEV 2021). Huidige emissiefactor grijze stroom ~ 0,52 kg/kWh.

²Zie ook slide over belangrijkste gevoeligheden van de businesscase

Conclusies casus 2:



De casus in een notendop:

- Grootschalige zonneweide
- Te kleine netaansluiting (25 %)
- Batterij

Door een batterij neer te zetten kan de projectontwikkelaar de zon inzetten voor uitgestelde levering

Aansluiting

2,5 MW

Zonnepark

10 MWp
9,5 GWh/jr

Batterij

2 MW
0,41 GWh/jr



Wat is de businesscase?

NCW
-0,8 M€

De batterij kost meer dan het oplevert.



73% van de opwek wordt direct geleverd. 4% wordt via de batterij geleverd. De rest is aftopping of batterijverlies

Wat zijn de belangrijkste aannames?

Belangrijkste aanname is de grootte van de netaansluiting. Daarnaast is elektriciteitsprijsreeks een belangrijke aanname, deze heeft invloed op de businesscase.

Wat zijn de belangrijkste kanttekeningen?

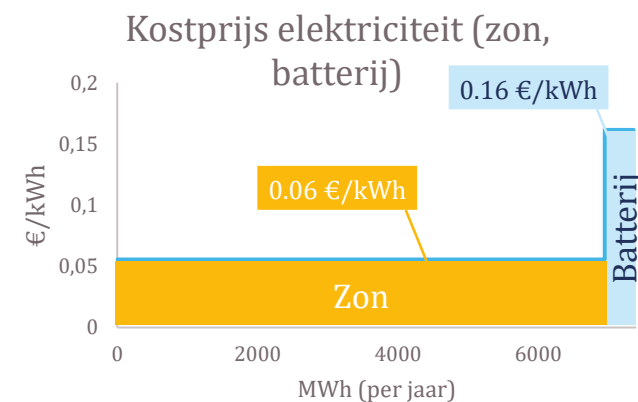
Problematisch van tijdelijke aard. Batterij kan ingezet worden voor andere doeleinden (bijvoorbeeld FCR-markt). Dit versterkt de businesscase, maar kan invloed hebben op de beschikbaarheid van de batterij.

Wat betekent dit voor de provincie?

Een batterij bij een zonneweide kan het aandeel benutte duurzame elektriciteit verhogen, maar zal zonder kader of regelgeving gebruikt worden voor andere doeleinden dan uitgestelde levering. Dit komt met name omdat andere doeleinden meer geld opleveren.

Welke inzichten biedt deze casus?

Wanneer een batterij ingezet dient te worden voor uitgestelde levering (verhogen van de invoeding van duurzame energie), moet hier actief op gestuurd worden.



Wat zijn de belangrijkste conclusies?

- Met een netaansluiting van 25 % van het piekvermogen van de zonneweide wordt 73 % van de opgewekte elektriciteit aan het net geleverd.
- Door een batterij toe te voegen wordt er 0,41 GWh meer duurzame elektriciteit benut. Dit leidt tot een CO₂-reductie van 37-213 ton per jaar¹.

Conclusies casus 3:



De casus in een notendop:

- Grootschalige zonneweide
- Windturbine
- Elektrolyse

Er kan geen netaansluiting worden gerealiseerd, de opgewekte elektriciteit wordt gebruikt voor elektrolyse van water.

Zonnepark

10 MW
9,5 GWh/jr

Windpark

3 MW
8,0 GWh/jr

Elektrolyse

2 MW
205 ton H₂

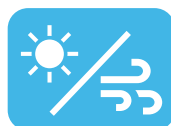
Wat zijn de belangrijkste conclusies?

- Businesscase rekt alleen rond voor zon, óf wind, vanwege huidige SDE++ -subsidie. Uitkoppeling van warmte kan mogelijk een *upside* betekenen.
- In de huidige configuratie wordt 205 ton waterstof geproduceerd, dit leidt tot 2,6 kiloton CO₂-reductie¹.

Wat is de businesscase?

NCW
-1,4 M€

De businesscase is negatief omdat SDE alleen H₂ uit zon óf wind subsidieert.



Van de elektriciteit gaat 46% gaat naar waterstof, 22% is verlies en 32% wordt afgetopt.

Wat zijn de belangrijkste aannames?

- Verhouding zon: elektrolyser is 5:1.
- SDE++ subsidie is dan € 8,51/kg H₂.
- Aangenomen marktprijs groene waterstof € 2,00/kg. Inzet vervangt grijze waterstof.
- Er zijn geen opslag/transportkosten meegenomen. Dit kan zeer belangrijk zijn.

Wat zijn de belangrijkste kanttekeningen?

Een belangrijke kanttekening bij deze casus is dat er een afnemer van de waterstof op locatie aanwezig is die akkoord gaat met het leveringsprofiel van het windpark.

Wat betekent dit voor de provincie?

Elektrolyse i.c.m. zon of wind behoeft geen ondersteuning, wanneer SDE++ subsidie is toegekend. Slechts voor de combinatie wind+zon en voor transport/opslag is er voor de provincie mogelijk een rol. Overwegingen betreffende ruimtebeslag kunnen daar een rol in spelen.

De lokale industrie is mogelijk gebaat bij beschikbaarheid groene waterstof. De EU-verordening zal vragen om ingroei van toegepaste groene waterstof, wat ook voor industrie in Limburg van belang is.

Welke inzichten biedt deze casus?

Elektrolyse zorgt voor een rendement uit zon en wind van 46% in deze casus, zonder dat daar een netaansluiting aan te pas komt. Zon in combinatie met wind levert goedkopere waterstof (€ 4,77/kg) dan alleen zon (€ 6,61/kg), Wind+elektrolyse is nog goedkoper (€ 4,39/kg), maar vraagt dan om meer energieopwek door windmolens.

Conclusies casus 4:



De casus in een notendop:

- Afnemer (laadplein)
- Te kleine netaansluiting (50 % van piekvraag)
- Batterij om te ondersteunen in de piekvraag

Laadplein
524 kWp
2,2 MWh/jr

Net-aansluiting
262 kW

Batterij
500 kW
180 MWh/jr

Wat zijn de belangrijkste conclusies?

- Het piekvermogen komt maar een aantal uur per dag voor. De batterij is in staat de piek te dekken en tussen de pieken op te laden.
- Deze batterij kan het aantal laadplekken op het laadplein verdubbelen.
- De piek duurt vaak een aantal uur, waardoor het type batterij meer energie dan vermogen moet hebben (lage C waarde). Deze batterijen zijn iets voordeliger.

Wat is de businesscase?

NCW
-0,4 M€

Een batterij toevoegen heeft netto kosten.



77% van de auto's wordt direct geladen, 9% via de batterij en er is nog een tekort van 14 %.

Wat zijn de belangrijkste aannames?

Het afnemersprofiel mag niet constant zijn. Dit zorgt ervoor dat de batterij niet geladen kan worden. De verhouding batterij/laadplein is arbitrair; een grotere batterij leidt tot een hoger percentage dekking, maar ook tot verhoogde kosten.

Wat zijn de belangrijkste kanttekeningen?

Deze casus heeft geen duidelijk verdienmodel. Een ondernemer kan extra omzet genereren door een hogere benuttingsgraad van de netaansluiting, maar dit zal heel bedrijfsspecifiek zijn.

Wat betekent dit voor de provincie?

Voor de provincie is het relevant om te kijken welke afnemers hier behoefte aan hebben (bijvoorbeeld supermarkten, laadpleinen, logistieke bedrijven). Door kennisdeling kunnen er meer batterijen voor dit soort functies worden ingezet. Het inzetten van batterijen levert geen directe CO₂-besparing op, maar dit kan verschillen per casus

Welke inzichten biedt deze casus?

Batterijen bij afnemers zonder opwek zijn alleen kansrijk wanneer extra omzet gegenereerd kan worden met de extra elektriciteit of een ondernemer intrinsiek wil elektrificeren. Inzet van een batterij is alleen zinvol wanneer het afnameprofiel fluctueert. De marginale kosten groeien exponentieel naar mate ingezet wordt op volledige onafhankelijkheid van het net indien piekvermogen geleverd moet worden voor een korte periode

Conclusies casus 5:



De casus in een notendop:

- Afnemer (huishoudens)
- Te kleine netaansluiting voor teruglevering
- Thuisbatterij of buurtbatterij voor uitgestelde levering van opgewekte zonne-energie aan net of bij afnemer zelf

**Verbruik
huishouden**
2,5 MWh/jr

**10 zonne-
panelen**
3,5 kWp
3 MWh/jr

Batterij
Grootte nader te
bepalen o.b.v.
businesscase

Wat zijn de belangrijkste conclusies?

- Conceptueel lijkt deze casus op casus 1: zon-PV wordt met uitgestelde levering beter benut voor eigen verbruik
- Voor netcongestie brengt dit relatief weinig verlichting: de batterij is op momenten dat het voor het net het hardst nodig is snel vol, mogelijk al vóór de piek.

Wat is de businesscase?

Niet doorgerekend. Op dit moment is er onvoldoende incentive voor een thuisbatterij/buurtbatterij.



Wanneer de batterij écht nodig is vanwege netcongestie, is deze snel vol: slimme aansturing is noodzakelijk.

Wat zijn de belangrijkste aannames?

De salderingsregeling is nog van kracht. Slimme aansturing in huis door energiemanagementsystemen is vrijwel nog niet beschikbaar.

Wat zijn de belangrijkste kanttekeningen?

Bij afschaffen van saldering, dynamische tarieven, en een capaciteitstarief, kan de businesscase (veel) gunstiger uitpakken.

Wat betekent dit voor de provincie?

Op dit moment zien we geen rol voor de provincie vanwege de lage incentive door de salderingsregeling en moeilijkheid tot goede aansturing.

Wanneer saldering verdwijnt wordt de businesscase voor een thuisbatterij snel aantrekkelijker, maar er is niet direct een rol voor de provincie te verwachten.

Welke inzichten biedt deze casus?

De inzet van een batterij kan zorgen voor beter verbruik van eigen opwek.

De inzet van een batterij kan zorgen voor verhoogd aandeel hernieuwbaar in de elektriciteitsmix, maar dan moet het wel op de juiste manier aangestuurd kunnen worden.

Belangrijkste gevoeligheden businesscase



Bepalende parameters en aannames

- Elektriciteitsprijzen.
- Basisbedragen SDE++ subsidie.
- Import- export met buitenland is een belangrijke factor in de elektriciteitsmarkt, daarmee is deze ook afhankelijk van wat er in de rest van Europa gebeurt.
- Levensduur batterij is mede afhankelijk van hoe deze gebruikt wordt, en kent een bandbreedte.

Mogelijke upsides

- Door de hoge gasprijzen kan de businesscase gunstiger uitpakken dan op dit moment is berekend. De doorwerking van de gasprijzen zit nog niet in de prognose van de elektriciteitsprijzen.
- Hogere variabiliteit in elektriciteitsprijzen kan in sommige gevallen de businesscase verbeteren. Dit kan van toepassing zijn door hogere prijzen voor fossiele energiedragers en hoge CO₂-prijzen. Door snellere toename van hernieuwbare opwek (zoals extra wind op zee) kan dit van toepassing worden.
- Levensduur batterij: wanneer deze meevalt zal de businesscase gunstiger uitpakken.

Mogelijke downsides

- Minder variabiliteit, door meer ingroei van flexibiliteit dan voorzien, kan mogelijk zorgen voor een lagere businesscase.
- Lagere gasprijzen zorgen voor betere businesscase voor een batterij
- Stijging van grondstoffen en energieprijzen en/of schaarste kan zorgen voor hogere kosten van projectontwikkeling.
- Lagere CO₂-prijzen verslechteren de businesscase voor batterijen
- Levensduur batterij: wanneer deze tegenvalt zal de businesscase ongunstiger uitpakken.

Conclusies betreffende de netschaarste

- 1) Capaciteit van de netten kan mogelijk veel beter benut worden wanneer pieken worden vermeden. Slim energiemanagement kan daar een rol spelen. Dat kan met of zonder batterijen, maar er is geen duidelijke partij die dat op zou moeten of kunnen pakken: netbeheerders hebben het inzicht, maar niet de taak/mogelijkheid/verantwoordelijkheid daarop in te spelen.
- 2) Door een 'non-firm' aansluit- en transportovereenkomst zou in gebieden waar momenteel netschaarste heerst wel extra vermogen aangesloten kunnen worden doordat in bepaalde periodes op een dag geen elektriciteit teruggeleverd mag worden.
- 3) Uitgestelde levering biedt voor exploitanten van zonne- en windparken momenteel geen extra waarde ten opzichte van reguliere levering. Groencertificaten met een 'timestamp' kunnen hier verandering in brengen en daardoor de businesscase voor energieopslag en conversie verbeteren.
- 4) Flowbatterijen zijn in deze casussen niet onderzocht, maar zouden in de toekomst mogelijk bij zeer grote zonneparken geplaatst kunnen worden en kunnen de businesscase van uitgestelde levering verbeteren omdat de investeringskosten beduidend lager liggen dan die van lithium-ion-batterijen.



Conclusies betreffende het verdienmodel van batterijen en elektrolyse

- 1) De toepassing van batterijen ten behoeve van uitgestelde (terug)levering is op dit moment in geen van de generieke praktijkcases rendabel. De batterij inzetten voor de FCR-markt is de enige direct positieve businesscase. Alle andere toepassingen hebben stapeling van businesscase nodig en/of een onrendabele top.
- 2) Elektrolyse is rendabel mits SDE++ subsidie van toepassing is. Dit betekent dat het op dit moment voor zon óf wind rendabel is.
- 3) Inzet van een batterij helpt het verminderen van de gevolgen van netcongestie. Marktpartijen moeten hierop inspelen want de netbeheerder mag dit nog niet. Echter, marktpartijen weten niet precies waar netcongestie zal voorkomen en wat de toekomstverwachtingen zijn ten aanzien van netcongestie in bepaalde gebieden. Bovendien is er onbekendheid met de inzet van batterijen hiervoor. Daarnaast heerst er onzekerheid over de toekomstige inkomsten, omdat door de toename van batterijcapaciteit (en andere flexibiliteit) het huidige verdienmodel (aanbieden van diensten op de balanceringsmarkt) onder druk komt te staan.



Conclusies betreffende de inzet van batterijen en elektrolyse voor ingroei van hernieuwbare energie

- 1) Een batterij laat zich nog niet rendabel inzetten om meer hernieuwbare energie in de elektriciteitsmix te krijgen: het is goedkoper om elektriciteit af te toppen dan om het via een batterij uitgesteld aan het net te leveren. Bij grotere fluctuatie van elektriciteitsprijzen wordt de businesscase gunstiger.
- 2) Elektrolyse levert gemiddeld duurdere waterstof dan de huidige grijze waterstofprijs. Partijen zijn tot op zekere hoogte bereid een premium te betalen voor groene waterstof. Met SDE++ kan de businesscase daarom uit voor zon, óf wind. De combinatie van zon en wind wordt op dit moment niet gestimuleerd door de SDE++. De provincie kan overwegen een aanvulling te doen op de SDE++ aan te voor bijvoorbeeld opslag en transport van waterstof, of voor de combinatie met zon én wind, zodat er meer groene waterstof beschikbaar komt voor lokale industrie en ambities ten aanzien van hernieuwbare opwek gerealiseerd kunnen worden ongeacht netschaarste.



Conclusies betreffende de elektrificatie en bedrijvigheid door inzet van een batterij

- 1) Een batterij kan worden ingezet om piekvermogen te leveren wanneer de netaansluiting niet kan worden vergroot. Dat kan grofweg twee redenen hebben: het vergroten van de bedrijfsvoering, of het elektrificeren van processen. Elektriciteit wordt gemiddeld duurder, want de batterij kost ook geld.
- 2) Voor bedrijven die door inzet van een batterij extra omzet kunnen genereren, kan dit de investering van de batterij waard zijn. Echter, batterijopslag en energiemanagement zijn geen 'corebusiness', maar randvoorwaarden voor bedrijven. Onbekendheid en gebrek aan een marktpartij die batterijopslag faciliteert zorgt ervoor dat dit in de praktijk nauwelijks gebeurt.
- 3) De inzet van een batterij voor elektrificatie van processen kan, afhankelijk van waarvan het in de plaats komt, zorgen voor verduurzaming van processen.
- 4) Bij beide redenen wordt de batterij gebruikt om het gebruiksprofiel af te vlakken en op dagbasis meer af te kunnen nemen van het net. Wanneer afname vooral geschiedt op momenten van veel opwek, kan dit zorgen voor vergroening van de Nederlandse elektriciteitsmix.
- 5) De provincie kan inspelen op kennisdeling door participatie/subsidie van dergelijke casus. Beter is het om dit te combineren met opwek van zon-PV.





5. Beleidsimplicaties en aanbevelingen

Vanuit een maatschappelijk perspectief zijn er meer doelen dan alleen een positieve businesscase

Overkoepelend doel:

Minimaliseren nadelige gevolgen netschaarste

Doel: duurzaamheid



- Verhogen aandeel hernieuwbare energie in de mix
- Verlagen CO₂-uitstoot
- Stimuleren elektrificatie als alternatief voor fossiele brandstoffen

Casus 1

Casus 2

Casus 3

Casus 5

Doel: innovatie/kennisdeling



- Ervaring opdoen met flexibiliteitsconcepten
- Markt 'klaar' maken van batterijen/elektrolyse
- Inspelen op expertise van bedrijven uit de provincie

Casus 3

Casus 4

Doel: vestigingsklimaat



- Wegnemen knelpunten voor grotere aansluitingen
- Verminderen vertraging voor grotere aansluitingen
- Inspelen op expertise van bedrijven uit de provincie

Casus 4

Voor de provincie is het minimaliseren van nadelige gevolgen door netschaarste van belang, maar ook doelmatige inzet van middelen

	Casus 1	Casus 2	Casus 3	Casus 4
1				
2				
3	<u>Verduurzaming:</u> toevoegen van batterij levert per GWh zon-PV circa 0,1 GWh extra hernieuwbare energie op, en 50 t vermeden CO ₂ op ten opzichte van huidige grijze stroom.	<u>Verduurzaming:</u> toevoegen van batterij levert 0,41 GWh extra hernieuwbare energie voor een zonnepark van 10 MW op 25% netaansluiting	<u>Verduurzaming:</u> levert mogelijkheid voor zon en wind op waar netschaarste een belemmerende factor vormt. Biedt afnemers kans op lokale groene waterstof.	<u>Verduurzaming:</u> toevoegen van batterij levert mogelijkheid voor extra elektrificatie/bedrijvigheid op. Verduurzaming afhankelijk van welke technologie verdrongen wordt.
4	<u>Advies:</u> Zeer geschikt voor de provincie om op in te zetten. Vanwege onbekendheid en tijdelijkheid van problemen lijkt dit bij uitstek een manier voor de provincie om bij te dragen aan realiseren extra hernieuwbaar of extra vermogen wanneer netschaarste de belemmerende factor is door tijdelijke beschikbaarstelling batterij en de onrendabele top te dekken.	<u>Advies:</u> Geschikt voor de provincie om op in te zetten. Kosten van de batterij zouden voor groot deel gedekt moeten/kunnen worden door inzet op FCR-markt. Beschikbaar houden van batterij om meer hernieuwbare energie gerealiseerd te krijgen, kan een waarde voor de provincie hebben. Goede afspraken maken bij subsidieverlening over inzet van batterij ten goede van het net!	<u>Advies:</u> Alleen doen wanneer lokale afnemers erbij gebaat zijn en/of invoeding lokaal kan in bijvoorbeeld de waterstofbackbone. Eventueel inspelen op kosten die niet gedekt worden door SDE++, zoals opslag en transport. Wanneer combinatie zon/wind rekent op meer draagvlak ook lobby bij rijksoverheid hier SDE++ voor in te richten.	<u>Advies:</u> Bij extra bedrijvigheid zou een bedrijf in de basis zelf tot meerkosten bereid moeten zijn. Onbekendheid kan voor drempel zorgen waar de provincie op in kan spelen door met demo's aan de slag te gaan, te ontzorgen, of door risico's weg te nemen. Opletten dat het gepaard zal gaan met verduurzaming.
5	<u>Kosten voor extra hernieuwbare elektriciteit door batterij:</u> € 0,24/kWh	<u>Kosten voor extra hernieuwbare elektriciteit door batterij:</u> € 0,16/kWh.	<u>Kosten groene waterstof door elektrolyse:</u> € 4,77/kg H ₂	<u>Kosten uitbreiding bedrijfsvoering door batterij:</u> € 2/kWh
A				

De slagingskans van de bekeken businesscase is ook afhankelijk van rijksbeleid; andere landen maken andere keuzes

Voorbeelden van bepalende rol en kaders vanuit de rijksoverheid

- De rijksoverheid verstrekt subsidies en tegemoetkomingen, zoals SDE++ en saldering, die bepalend zijn voor de businesscases van onder andere opwek van hernieuwbare elektriciteit en elektrolyse.
- De overheid zorgt voor vormgeving van wetten en regels, zoals de netcode die bepaalt wat de netbeheerder wel of niet mag en kan (zoals aansluiten op minder vermogen).
- Nederland heeft als EU-lidstaat een rol en verantwoordelijkheid om doelen op het gebied van hernieuwbare energie en CO₂-reductie te halen. Als dat onvoldoende tot stand komt via de markt moet er vanuit de overheid worden ingegrepen.

Voorbeelden van beleidskeuzes en impact ervan uit omringende landen

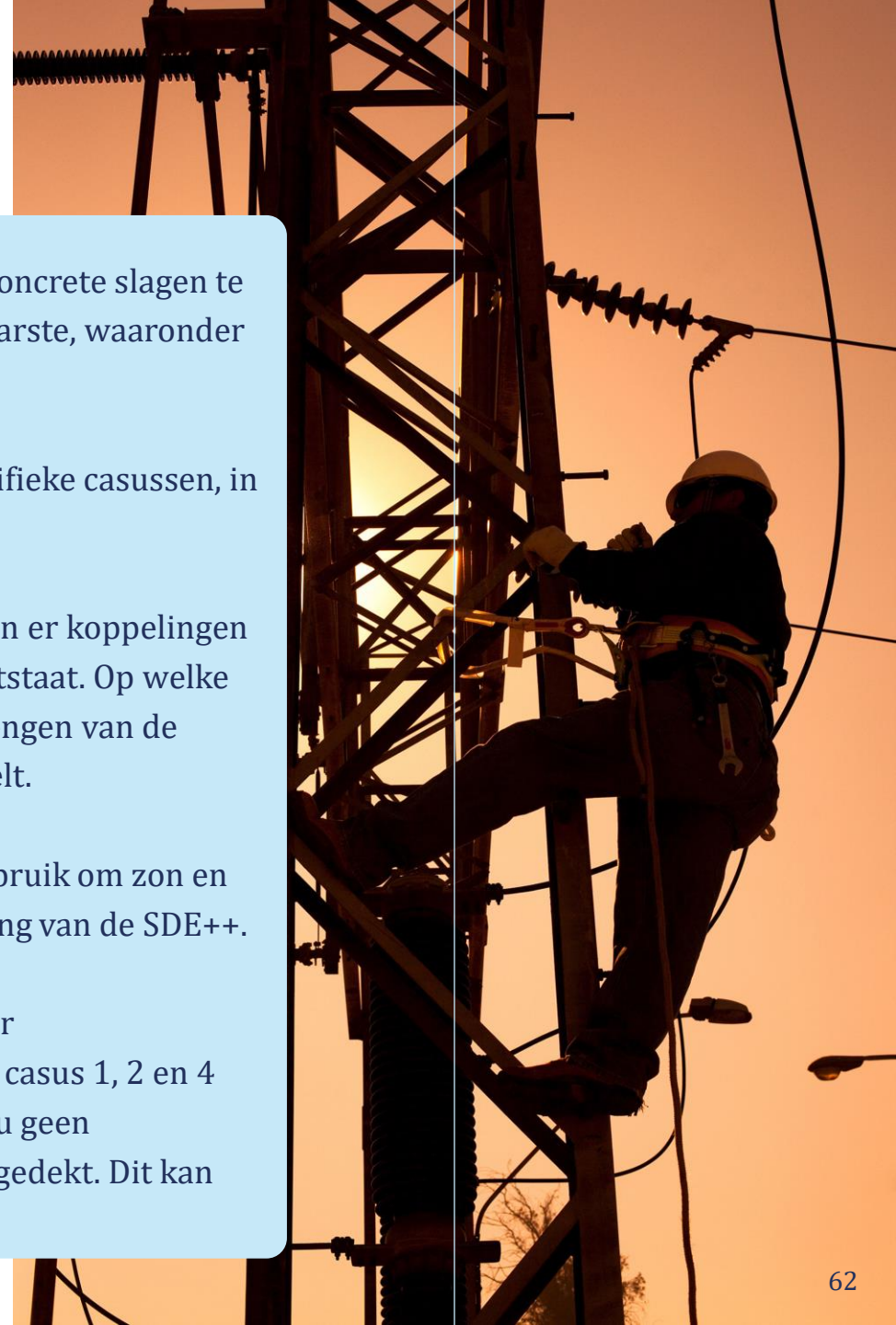
- Beleid ten opzichte van en beleid in omringende landen is mede bepalend voor de wisselwerking van productie en in- en export van elektriciteit.
- Bij buurlanden worden andere beleidskeuzes gemaakt, waardoor de businesscase ook anders kan uitpakken.
- Ter illustratie: In België wordt vanaf midden 2022 een andere tarifiering gehanteerd, waarbij ook capaciteit onderdeel vormt van de nettarieven. Daardoor betaalt een consument meer wanneer de consument grotere pieken in levering/teruglevering heeft. Dit, in combinatie met geen salderingsmogelijkheid, en uurtarieven, geeft voor een huishouden met zón-PV meer reden om te investeren in een thuisbatterijen.



Hoe nu verder?

In deze studie zijn enkele stappen niet aan bod gekomen, die wel nuttig zijn om verdere concrete slagen te maken in het vraagstuk omtrent het minimaliseren van de nadelige gevolgen van netschaarste, waaronder (maar niet gelimiteerd tot):

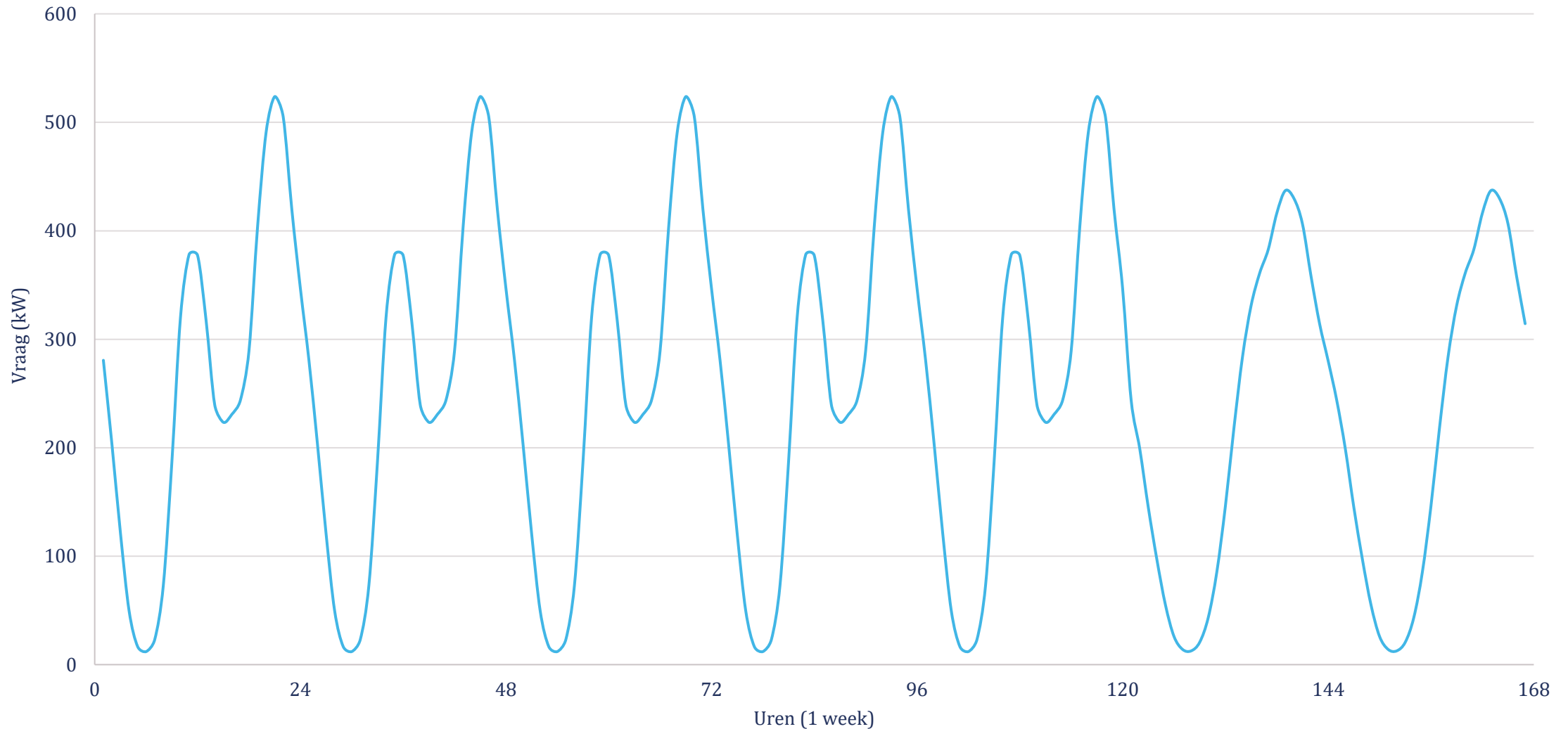
1. het verkennen van de haalbaarheid van specifieke projecten: ga aan de slag met specifieke casussen, in eerste instantie door daarvan de businesscase door te rekenen.
2. het inventariseren van het probleem: welke partijen kampen met de gevolgen, kunnen er koppelingen worden gevonden tussen de problematiek van deze partijen zodat samenwerking ontstaat. Op welke manier kan de provincie een verbindende rol vervullen in bijvoorbeeld het samenbrengen van de lokale vraag en het aanbod en oplossingen bieden bij locaties waar netcongestie speelt.
3. het afwegen van wat de voorkeur heeft binnen de provincie betreffende het grondgebruik om zon en wind in combinatie met elektrolyse en daarop acteren richting het Rijk en de inrichting van de SDE++.
4. het samenbrengen van partijen en het wegnemen van de onzekerheid, eventueel door cofinanciering/subsidie, bij kansrijke opties voor batterijen. Dit geldt met name voor casus 1, 2 en 4 voor wat betreft elektrificatie. Casus 4, over de uitbreiding van de bedrijfsvoering, zou geen overheidssubsidie nodig moeten hebben. Van casus 3 wordt de onrendabele top al afgedekt. Dit kan kansen bieden voor de Limburgse industrie in combinatie met de infrastructuur.



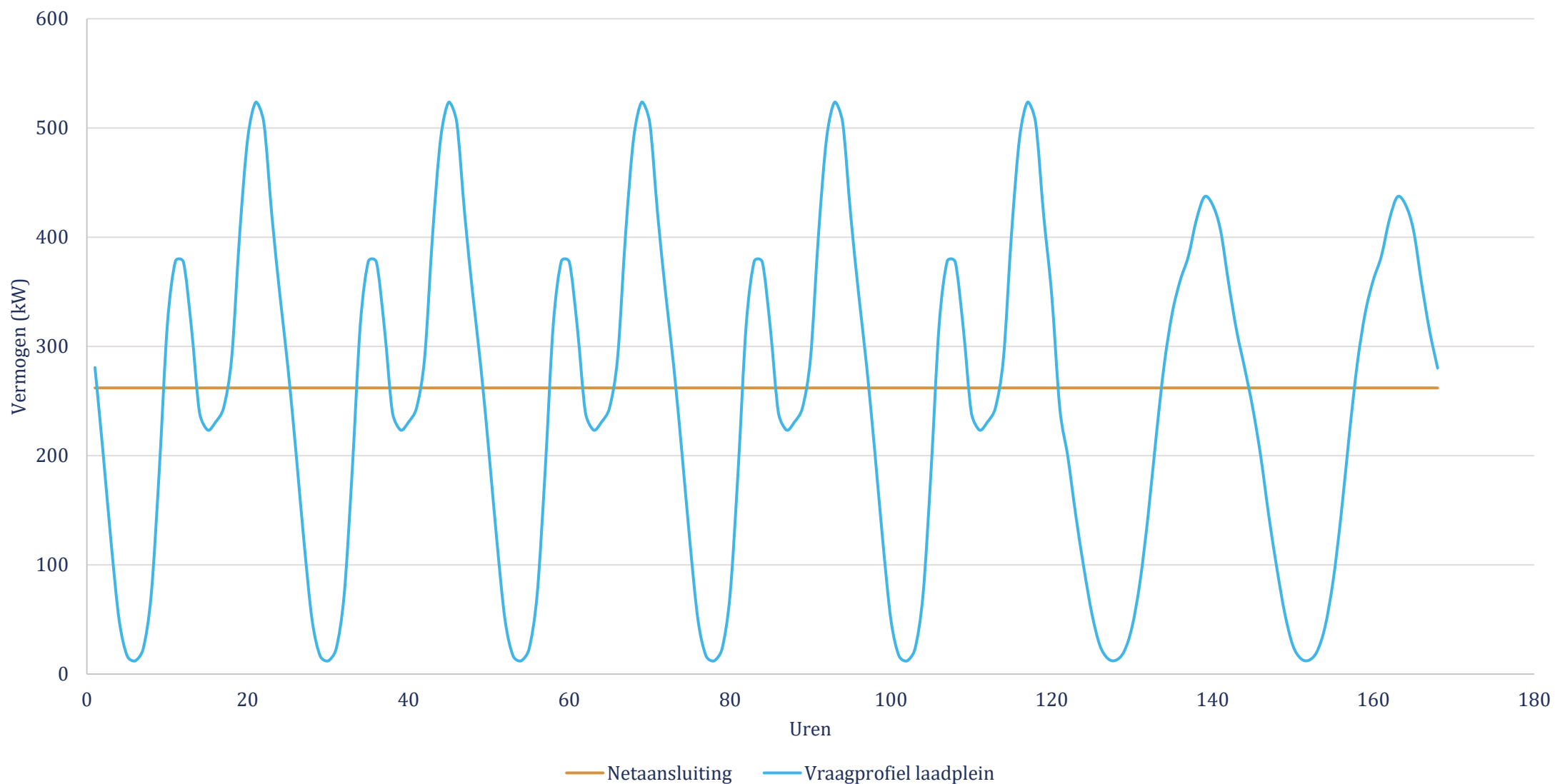


Appendices

Appendix A. Vraagprofiel afnemer (laadplein) casus 1



Appendix B. Laadprofiel en netaansluiting casus 4



Appendix C. Kengetallen en aannames casus 1

	Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
Zon-PV op dak	Vermogen zon-PV op dak	kW	1.000	PBL, SDE++ advies 2022
	Vollasturen zon-PV op dak	Uur	950	PBL, SDE++ advies 2022
	Investeringskosten	€/kW	510	PBL, SDE++ advies 2022
	Vaste operationele kosten O&M	€/kW/jaar	10,6	PBL, SDE++ advies 2022
	Variabele operationele kosten O&M	€/kWh	0,0019	PBL, SDE++ advies 2022
	Levensduur	Jaar	20	PBL, SDE++ advies 2022
	Vervangingskosten omvormer	€/kWp	30	PBL, SDE++ advies 2022
	Levensduur omvormer	Jaar	12	PBL, SDE++ advies 2022
Batterij	Capaciteit batterij	kWh	500	Optimalisatie
	(ont)laadsnelheid	C-rate	1C	Aanname
	Efficiëntie	%	85	CE Delft , 2021
	Investeringskosten	€/kWh	500	Energietransitie Nederland
	Vaste operationele kosten O&M	% van investeringskosten	2,5	Cole et al. 2021
	Variabele operationele kosten O&M	% van investeringskosten	0	Cole et al. 2021
	Levensduur	Jaar	15	Cole et al. 2021
Net	Connectie	kVA	800	Aanname
	Powerfactor		1	Aanname
Financieel	Financieringskosten zon-PV op dak (WACC)	%	1,6	PBL, SDE++ advies 2022
	Financieringskosten batterij (WACC)	%	8,0	CE Delft , 2021
	Inflatie	%/jaar	1,5	PBL, SDE++ advies 2022
	Gemiddelde prijs elektriciteit geleverd aan afnemer 2022-2042	€/kWh	0,04	PBL KEV 2021
	Energiebelasting en ODE	€/kWh	0,03	Belastingdienst

Appendix C. Kengetallen en aannames casus 2

	Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
Zon-PV op dak	Vermogen zonneweide	kW	10.000	Aanname
	Vollasturen zonneweide	Uur	950	PBL, SDE++ advies 2022
	Investeringskosten	€/kW	510	PBL, SDE++ advies 2022
	Vaste operationele kosten O&M	€/kW/jaar	10,6	PBL, SDE++ advies 2022
	Variabele operationele kosten O&M	€/kWh	0,0019	PBL, SDE++ advies 2022
	Levensduur	Jaar	20	PBL, SDE++ advies 2022
	Vervangingskosten omvormer	€/kWp	30	PBL, SDE++ advies 2022
	Levensduur omvormer	Jaar	12	PBL, SDE++ advies 2022
Batterij	Capaciteit batterij	kWh	2.000	Optimalisatie
	(ont)laadsnelheid	C-rate	1C	Aanname
	Efficiëntie	%	85	CE Delft , 2021
	Investeringskosten	€/kWh	500	Energietransitie Nederland
	Vaste operationele kosten O&M	% van investeringskosten	2,5	Cole et al. 2021
	Variabele operationele kosten O&M	% van investeringskosten	0	Cole et al. 2021
	Levensduur	Jaar	15	Cole et al. 2021
Net	Connectie (teruglevering)	kVA	2.500	Aanname
	Power factor		1	Aanname
Financieel	Financieringskosten zonneweide (WACC)	%	1,6	PBL, SDE++ advies 2022
	Financieringskosten batterij (WACC)	%	8,0	CE Delft , 2021
	Inflatie	%/jaar	1,5	PBL, SDE++ advies 2022
	SDE++ directe teruglevering aan net	€/kWh	0,062	PBL KEV 2021
	Gemiddelde elektriciteitsprijs 2022-2042	€/kWh	0,04	PBL KEV 2021
	Energiebelasting en ODE	€/kWh	0,03	Belastingdienst

Appendix C. Kengetallen en aannames casus 3

	Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
Zonneweide	Vermogen zonneweide	kW	10.000	Aanname
	Vollasturen zonneweide	Uur	950	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
	Investeringskosten	€/kW	510	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
	Vaste operationele kosten O&M	€/kW/jaar	10,6	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
	Variabele operationele kosten O&M	€/kWh	0,0019	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
	Levensduur	Jaar	20	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
	Vervangingskosten omvormer	€/kWp	30	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
	Levensduur omvormer	Jaar	12	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
Wind op land	Vermogen wind op land	kW	3.000	Aanname
	Vollasturen wind op land	Uur	2.680	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
	Investeringskosten	€/kW	1.205	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
	Vaste operationele kosten O&M	€/kW/jaar	11,0	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
	Variabele operationele kosten O&M	€/kWh	0,0108	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
	Levensduur	Jaar	20	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
Elektrolyser	Vermogen elektrolyser	kW	2.000	Aanname
	Efficiëntie	%	68,1	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
	Investeringskosten	€/kWh	1.800	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
	Vaste operationele kosten O&M	€/kW/year	38	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
	Variabele operationele kosten O&M	€/kW/year	0	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
	Levensduur	Jaar	15	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
Financieel	Financieringskosten zonneweide (WACC)	%	1,6	PBL, SDE++ advies 2022
	Financieringskosten wind op land (WACC)	%	2,8	PBL, SDE++ advies 2022
	Financieringskosten elektrolyser (WACC)	%	5,8	PBL, SDE++ advies 2022
	SDE++ waterstof (o.b.v. 3000 vollasturen zon-PV)	€/kWh (HHV)	0,2160	PBL, SDE++ advies 2022
	Gemiddelde marktprijs waterstof 2022-2042	€/kWh (HHV)	0,0508	PBL, SDE++ advies 2022
	Inflatie	%/jaar	1,5	PBL, SDE++ advies 2022

Appendix C. Kengetallen en aannames casus 4

	Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
Batterij	Capaciteit batterij	kWh	500	Aanname
	(ont)laadsnelheid	C-rate	1	Aanname
	Efficiëntie	%	85	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
	Investeringskosten	€/kWh	500	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
	Vaste operationele kosten O&M	% van investeringskosten	2,5	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
	Variabele operationele kosten O&M	% van investeringskosten	0	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
Net	Levensduur	Jaar	15	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
	Connectie	kVA	262	Aanname
Financieel	Power factor		1	Aanname
	Financieringskosten batterij (WACC)	%	8,0	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
	Inflatie	%/jaar	1,5	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
	Vennootschapsbelasting	%	25	PBL, SDE++ conceptadvies 2022
	Elektriciteitsprijs	€/kWh	0.04	PBL KEV 2021

Appendix D. Netschaarste is een actueel thema, ook bij de rijksoverheid

1

2

3

4

5

A

Kamerstuk (31209, Nr. 236) vanuit
werkprogramma schoon&zuinig

Kamerbrief met periodieke update
over schaarste transportcapaciteit

Thema:

Batterijenstrategie met als nieuwe
acties oa.:

- Inzetten flexibiliteit in het
energiesysteem

Eén van de thema's:

Inzet op zo efficiënt mogelijk gebruik
van beschikbare capaciteit, oa. door:

- Code wijziging
congestiemanagement voorzien
Q2 2022
- Flexibiliteit waaronder opslag

16 december 2021

Ministeries I&W, BHOS, EZK

8 februari 2022

Minister voor Klimaat & Energie



Appendix E. Wat is handig om te weten over batterijen?

Vermogen [MW]

Vermogen van een batterij wordt uitgedrukt in Watt (MW is een megawatt, dat is 1 miljoen Watt)

Een Watt is een joule per seconde. Het geeft aan hoe 'groot de flow' kan zijn. Vergelijk het met de grootte van de tuit van een gieter: met een grote tuit kan water er sneller uit.



Capaciteit [MWh]

Capaciteit wordt uitgedrukt in Watt*uur (MWh is megawatt maal uur) en is een maat voor hoeveel tijd je een megawatt kunt toevoegen of onttrekken voordat de batterij vol is).

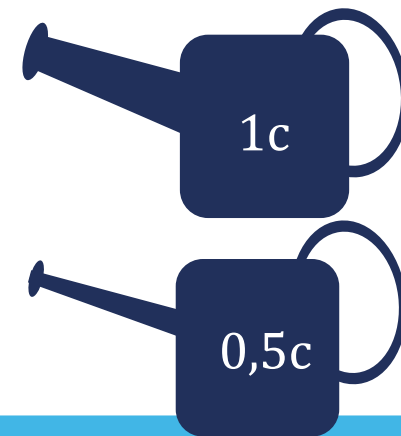
Vergelijk het met de grootte van een gieter, een grote gieter kan meer water bevatten dan een kleine.



C-waarde:

De C-waarde geeft de verhouding tussen vermogen en capaciteit. Bij een 1C batterij is de batterij in 1 uur vol, dus een batterij met 1 MW vermogen heeft dan 1 MWh capaciteit.

0,5c betekent dat het vermogen de helft is, dat betekent dat je 2 uur nodig hebt om de batterij te vullen of te legen.



Type batterijen

In deze studie zijn we uitgegaan van Li-ion batterijen. Die zijn modulair beschikbaar van ~500 kWh.

Er bestaan ook 'flow' batterijen, die werken met een vloeibaar elektrolyt en zijn een stuk groter. Ze zijn daarmee geschikter voor grootschaliger toepassing dan in deze casussen onderzocht. Per saldo zijn ze dan wel goedkoper.

Appendix F. Lijst geïnterviewde partijen

1

Partij

2

Kieszon/Greenchoice

3

Maastricht Aachen Airport

4

Duration Energy

5

VDL

A

Hines

Gemeente Bergen

Enexis

