

2022 NATIONAAL SMART STORAGE TRENDRAPPORT

DOOR **DNERESEARCH** 



Jouw partner voor energieopslag

Libra[®]
ENERGY

- Technisch advies van onze support medewerkers
- Assistentie bij inbedrijfstelling van jouw eerste storagestelsel
- Gebruiksvriendelijke accupakketten
- Gratis trainingen en webinars



Goodwe Lynx Home U

- 5.4 kWh, laag voltage, 48V en 50A
- Veilige batterijtechnologie (LFP)
- Speciaal ontworpen voor residentiële toepassingen
- Compatibel met EM- en SBP-serie



Ontdek al onze oplossingen voor energieopslag via www.libra.energy/storage-oplossingen of bel naar **088 888 0300**

Balance in Power



2022 NATIONAAL SMART STORAGE TRENDRAPPORT

Het Smart Storage Trendrapport 2022 is een publicatie van Dutch New Energy Research.

DNERESEARCH

Alle rechten voorbehouden. Dit trendrapport en niets uit deze uitgave mag worden veeleevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of enige wijze, hetzij elektronisch mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Dutch New Energy Research (Good! BV). De uitgever kan op generlei wijze aansprakelijk worden gesteld voor enige eventueel geleden schade door foutieve vermelding in dit rapport. De organisatie van het Smart Storage Trendrapport 2022 is niet verantwoordelijk voor de inhoud van externe bijdragen.

Dit rapport is gedrukt op FSC-papier waarbij er gebruik is gemaakt van inkten waarin bij de fabricage plantaardige olie is verwerkt. Daarnaast is er bij het drukken geen schadelijke IPA (isopropyl alcohol) gebruikt.

COLOFON

PUBLICATIE

DNERESEARCH 

INITIATIEFNERMER

 SOLARSOLUTIONS
INTERNATIONAL

PARTNERS

 Techniek
Nederland

 TKI URBAN ENERGY
Topsector Energie

 Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Energy Storage NL  POWERED
BY DUTCH
TECHNOLOGY

MEDIAPARTNERS

SOLAR365
DE BESTE ANALYSES & NIEUWSTE PRODUCTEN

E&W
INSTALLATIETECHNIEK

STORAGE  MAGAZINE

DIAMOND SPONSORS

Libra
ENERGY

GOLD SPONSORS

 BayWa re.

 ENPHASE.

 OTG.energy
Innovatie in duurzame energie

straight
forward 



Over richtlijnen, normen, praktische toepassingen, de nieuwste producten en trends in installatietechniek. Of het nu gaat om laagspanningsinstallaties of sanitaire technieken, ventilatie of verlichtingsinstallaties, zonne-energiesystemen of duurzame klimaattechniek: **E&W Installatietechniek** behandelt het hele vakgebied. Tien keer per jaar.

Onmisbaar voor elke vakman!



www.ew-installatietechniek.nl

Op www.ew-installatietechniek.nl vindt u dagelijks nieuws en honderden verhelderende artikelen, handig verdeeld over de vijftien belangrijkste thema's in installatietechniek. Voor u toegankelijk gemaakt via de PC, smartphone en tablet.

Via de site kunt u zich ook aanmelden voor de nieuwsbrief. Gratis!

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord	8
Samenvatting	9
Branchecijfers	13
Businesscase	19
Businesscase: Prijsontwikkeling	21
Businesscase: Residentieel	27
Businesscase: Elektriciteitsmarkten	33
Marktontwikkelingen	49
Expert visie: Politiek en beleidskader bij toekomstige ontwikkeling	53
Elektrisch vervoer (EV)	57
Expert visie: Politiek en beleidskader bij toekomstige ontwikkeling	65
Expert visie: Batterijopslag in de (nabije) toekomst	73
Interview Job Schouten (Libra Energy)	79

Voorwoord

Flexibiliteit in de volgende versnelling.

Nederland is bezig aan een inhaalslag van formaat op het gebied van de opwek van hernieuwbare energie. Windenergie groeit gestaag en gaat met de recent opgehoogde ambities voor opwek op zee de komende jaren met een veelvoud toenemen. Ondertussen groeide zonnestroom de laatste jaren exponentieel en biedt grootschalige opwek de mogelijkheid om op korte termijn CO₂-uitstoot te reduceren. Aan de keerzijde van het succes ontstaan nieuwe uitdagingen voor het energiesysteem in transitie.

Om te zorgen dat het opschalen van hernieuwbare opwek de komende jaren blijft bijdragen aan een duurzaam en stabiel energiesysteem, moet er niet alleen slimmer worden omgesprongen met opwek en verbruik van energie, maar neemt ook het belang van energieopslag toe.

In deze eerste editie van het Nationaal Smart Storage-trendrapport staat de markt voor batterijopslag centraal. Een prijsdaling van ruim 87% in de laatste 10 jaar maakt dat het steeds vaker logisch is om deze vorm van opslag in te zetten. Bij elkaar kwam de opslagcapaciteit in 2021 op 185 MWh, waarbij de meeste systemen worden gebruikt om duurzame opwek te spreiden over tijd en het elektriciteitsnet te ondersteunen.

De meervoudige inzet onderstreept de kracht van flexibele capaciteit uit batterijen, zoals uit batterijen. De hogere en vooral steeds volatielere elektriciteitsprijs zorgde er voor dat een opslagsysteem het afgelopen jaar al rendabel was in te zetten op één toepassingsgebied. Bovendien biedt het de uitgelezen kans om op korte termijn het gebrek aan netcapaciteit te verminderen. Voor de langere termijn zal optimalisatie van inzet voor verschillende toepassingen en de bijbehorend elektriciteitsmarkten de hoogste rendabiliteit bieden.

Het optimaal benutten van flexibiliteit uit opslag vraagt om een minstens zo flexibel kader vanuit de wet- en regelgeving. Het onderscheid op basis van de opwek en verbruik van energie is niet langer toereikend wanneer het aankomt op het aansluiten van batterijen op het net. Daarnaast moeten wijzigingen in stimuleringsmaatregelen en tariefstructuur ruimte bieden om op basis van prijsprikkels de toename in flexibele vermogen te sturen en inzet voor balanceren van het elektriciteitsnet te ondersteunen.

Aangepaste regelgeving zal op haar beurt helpen om de flexibele capaciteit binnen elektrische voertuigen te ontsluiten en de transitie in de mobiliteit sector te versnellen. Naast de opslag van duurzaam opgewekte elektronen kan met opslag na conversie in warmte, beweging, of groene moleculen een groot deel van de resterende energievraag in andere sectoren worden verduurzaamd. Wat ontstaat zijn de contouren van een nieuw energiesysteem dat draait op 100% duurzame bronnen.

Steven Heshusius, Hoofdonderzoeker Dutch New Energy Research
Jeroen Neefs, Branchemanager Energie Storage NL

Samenvatting

De belangrijkste feiten in één overzicht:

- In totaal zijn er eind 2021 zo'n **2.117** batterijsystemen aangesloten en is de capaciteit van deze systemen **185 MWh**.
- **64%** van het aantal geïnstalleerde systemen wordt ingezet in het residentiële segment van de markt.
- Aanpassing van het afbouwpad voor de salderingsregeling kan de opkomst van thuisbatterijen komende jaren ondersteunen.
- Naast residentiële opslag, worden batterijen ingezet in de volgende segmenten: mobiele opslag, peakshaving, handel / netdiensten of een combinatie daarvan.
- Van de totale opslagcapaciteit wordt **65%** ingezet voor het leveren van handel en netdiensten in combinatie met ontlasten van de aansluitcapaciteit.
- Stijgende volatiliteit van elektriciteitsprijs wordt gedreven door verschil in hernieuwbare opwek tussen middag en avond.
- In totaal zijn er nu ruim **200 duizend** elektrische auto's in Nederland. Uitgedrukt in capaciteit is deze markt nog zo'n **38** keer groter dan de rest van de markt voor elektrische opslag.

Nationaal Smart Storage Trendrapport 2022

In januari 2018 stelde Bloomberg New Energy Finance: "De markt voor energieopslag zit in een stroomversnelling en kan in 2030 ongeveer 100 miljard dollar bedragen." Richting 2030 zullen energieopslag en -conversie een cruciale rol hebben in de energietransitie. Deze boodschap is ook terug te vinden in ons Nationaal Solar Trendrapport 2020 waarin DNE Research nog verklaart: "De komende tien jaar zal de energietransitie over drie fasen plaatsvinden, de 3-S'en: 'scale', 'smart' en 'storage'."

De eerste fase betreft het opschalen van hernieuwbare energieproductie uit onder andere zon en wind. Deze fase is de afgelopen tien jaar goed gedocumenteerd, maar dit geldt nog niet voor de 'smart'- en 'storage'-fasen. De toenemende elektrificatie van de energievraag en het groeiende aanbod van hernieuwbare energiebronnen maakt dat het afstemmen tussen vraag en aanbod van elektriciteit steeds belangrijker wordt. De urgentie van deze verandering wordt onderstreept door de berichtgeving rondom netcongestie en negatieve elektriciteitsprijzen.

Een toename van flexibel inzetbaar vermogen is een belangrijke oplossing om dit type problematiek tegen te gaan. Wanneer lokale flexibiliteitsoplossingen zoals direct eigen verbruik, vraagsturing of aanbodregulatie ontoereikend zijn, biedt batterijopslag uitkomst. Met de inzet van opslag kunnen vraag en aanbod over tijd op elkaar worden afgestemd.

Het Nationaal Smart Storage Trendrapport brengt de de markt voor elektrische opslag in kaart. Het definieert 5 toepassingsgebieden waarvoor elektrische opslag in 2021 al ingezet wordt. Naast de huidige marktomvang worden de belangrijkste kansen en barrières voor toekomstige groei besproken.

1. Residentiële opslag: Bij deze toepassing worden batterijen hoofdzakelijk ingezet om opwek uit zonnepanelen af te stemmen met verbruik van de woning. Binnen dit segment kan onderscheid worden gemaakt tussen een centrale toepassing in de vorm van een buurtbatterij en een individuele toepassing de thuisbatterij.
2. Peakshaving: Door opslag in te zetten kunnen hoge pieken in het elektriciteitsverbruik of opwek worden opgevangen, denk bijvoorbeeld aan zonneparken en afneemlocaties met grillige verbruikspatronen, en combinaties hiervan. Hierdoor kan een kleinere netaansluiting voldoende zijn. Dit maakt het mogelijk om extra aansluit en transport capaciteit te creëren wat kosten reduceert en het net ontlast.
3. Mobiele opslag: Energieopslag van tijdelijke aard voor evenementen en in de bouw kunnen ook als één segment op zich worden beschouwd. Op deze locaties geldt vaak strenge regelgeving omtrent uitstoot of geluidsoverlast en kan de energiebehoefte van te voren goed kan worden ingeschat.
4. Handel/netdiensten: Bij toepassing voor handel en netdiensten wordt de flexibele capaciteit uit opslag ingezet op groothandelsmarkten, balanceringsmarkten en congestiemarkten of om bij te dragen aan portfolio-optimalisatie.
5. Elektrisch vervoer (EV): In toenemende mate zijn auto's en andere voertuigen volledig elektrisch of in hybride vorm uitgerust met een batterij. De opslagcapaciteit van deze batterijen dient hoofdzakelijk om de mobiliteitssector te verduurzamen. De grootte van de capaciteit en inzet van de voertuigen maken echter dat er een groot potentieel voor flexibiliteit valt te ontsluiten met de opslagcapaciteit in dit segment.



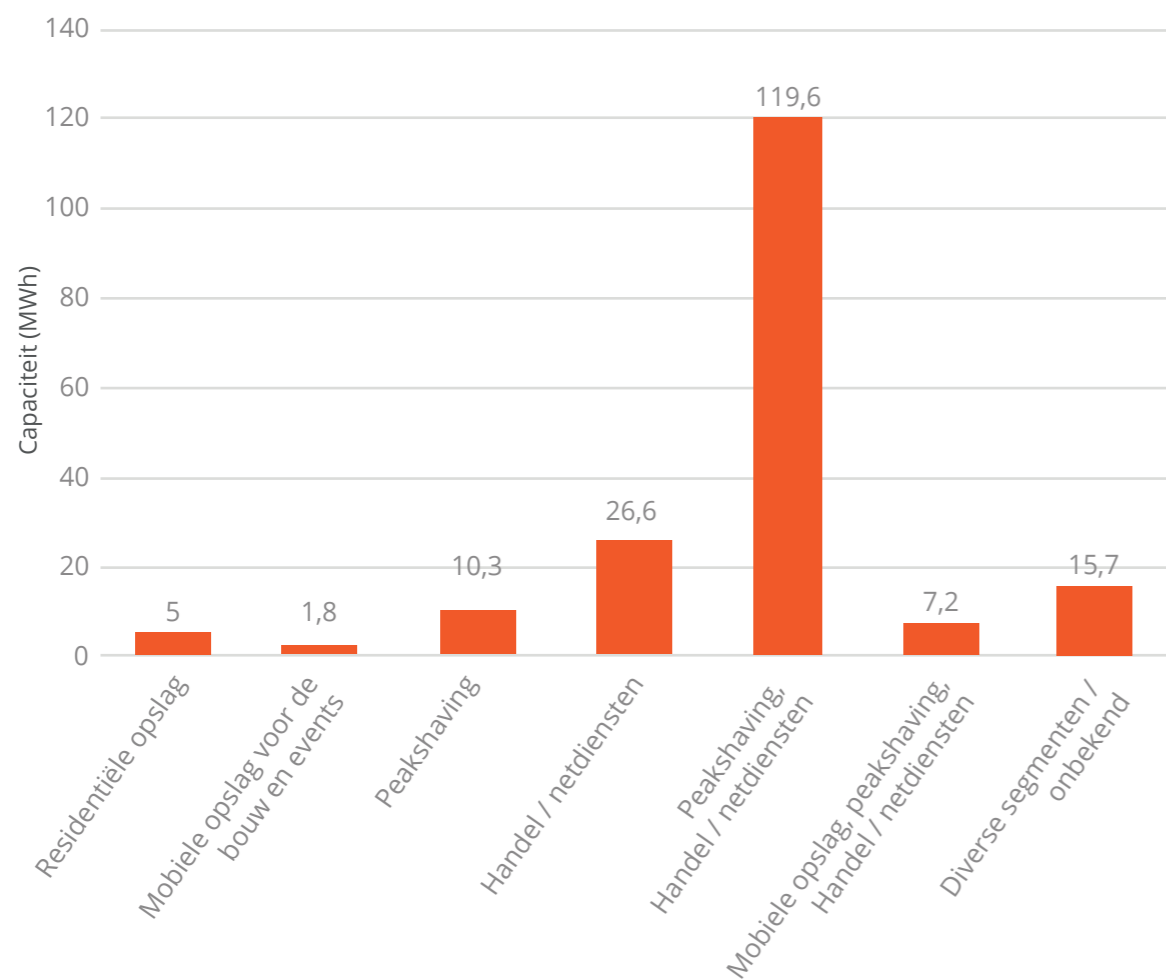
Branchecijfers

Wij zijn ook uw beste partner voor alle opslag- en eMobility-oplossingen

- Uw specialist in zonnepanelen, omvormers maar ook batterijen en laadpalen
- Efficiënt, snel en energiezuinig
Onze magazijnen beschikken over de nieuwste technologieën voor een efficiënte en snelle levering!
 - › Nieuw magazijn 14.000m² Bergen op Zoom
 - › 80 MW totale opslagcapaciteit



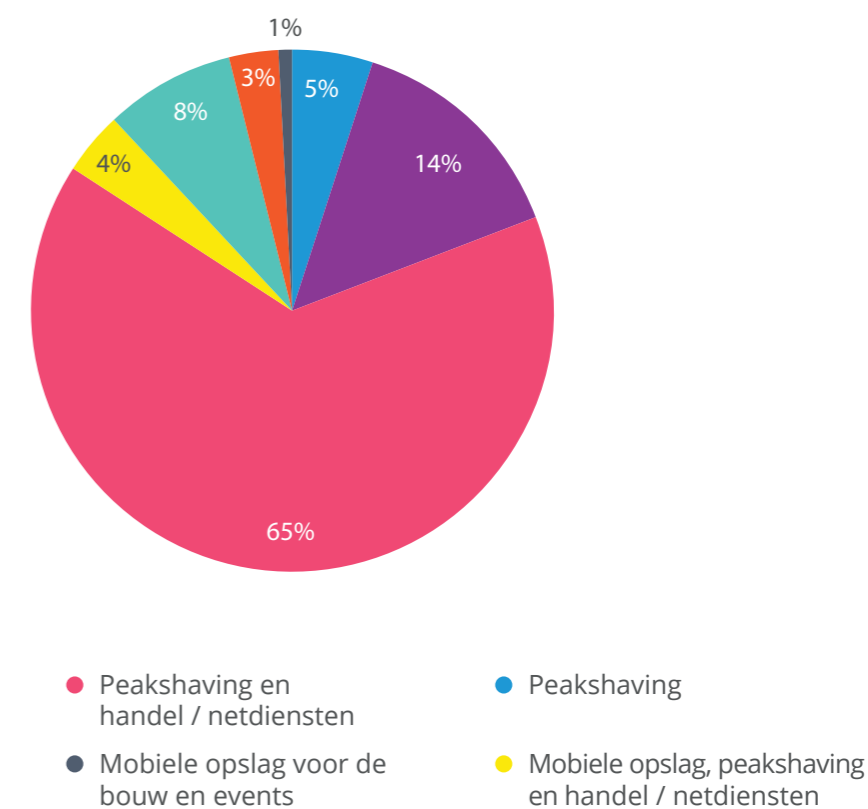
Branchecijfers in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op een uitvraag onder fabrikanten, groothandels, energieleveranciers en projectontwikkelaars. Dit hoofdstuk geeft de omvang van de eerder besproken segmenten binnen de elektrische opslagmarkt.



Figuur 1 Capaciteit per segment van de totaal geïnstalleerde systemen in Nederland (2021).^{1,2,3}

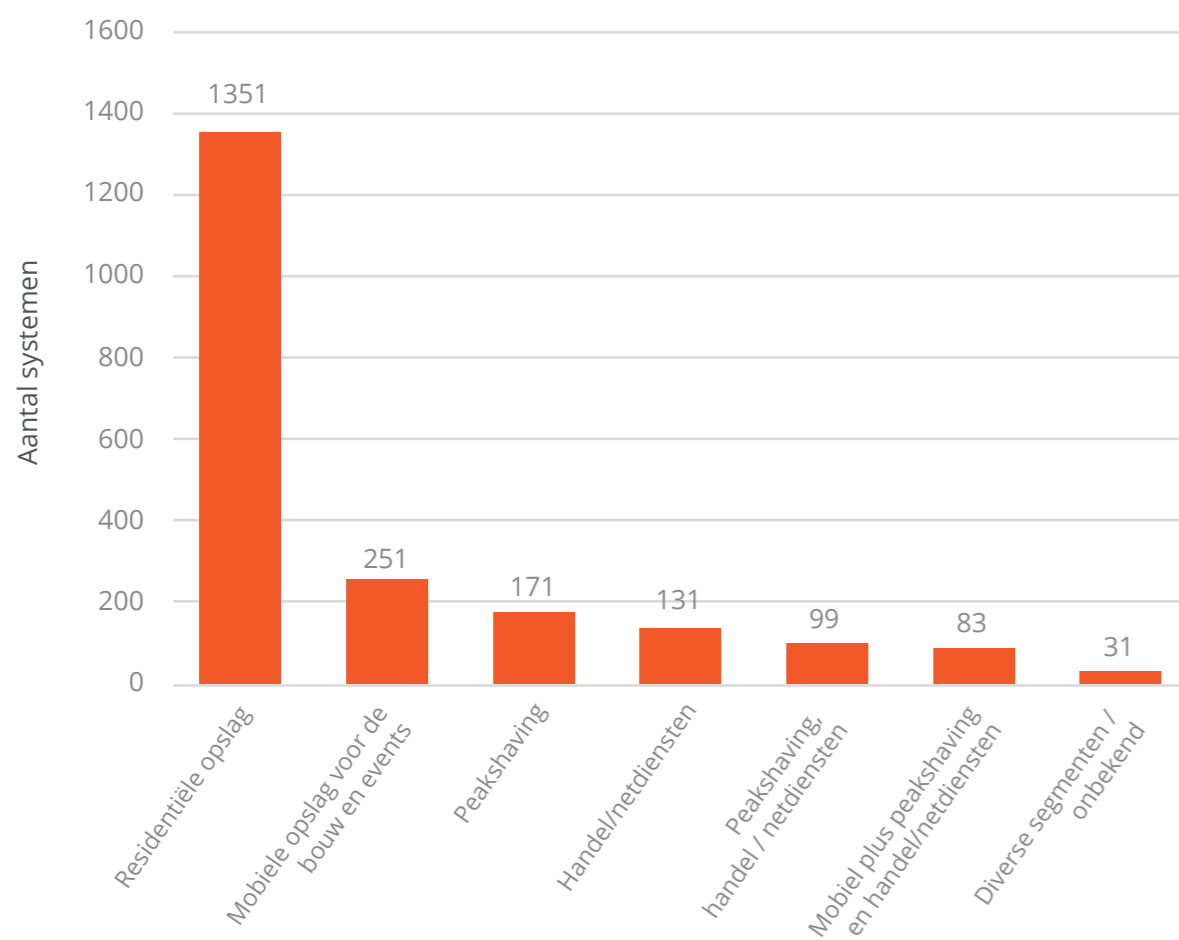
Eind 2021 kwam de totale elektrische opslagcapaciteit uit op 185 MWh.^{1,3} Tenminste 70% van deze capaciteit werd dit jaar nieuw geplaatst. De ruime meerderheid van deze capaciteit wordt ingezet voor netgekoppelde systemen al dan niet in combinatie met peak-shaving. De totale capaciteit voor de residentiële en mobiele opslag weerspiegelt de grote aantallen kleinere batterijen in deze segmenten, met een gemiddelde opslagcapaciteit van respectievelijk 4 en 80 kWh.

¹ Om inzicht te verschaffen in het aantal batterij systemen dat als primaire toepassing peakshaving heeft is er gekozen om peakshaven als los toepassingsgebied te nemen.
² Op basis van respons van 30 bedrijven, tot stand gekomen uit expert interviews. Een deel van de bedrijven heeft aangegeven voor nu nog niets te doen. Tenzij anders gespecificeerd is er bij bepalen van de totale opslagcapaciteit uitgegaan van 1 MWh per MW.
³ Flexibiliteit in de gebouwde omgeving: wegwijzer voor ondernemers, februari 2021, TKI Urban Energy.



Figuur 2 Verdeling capaciteit van de systemen per segment (2021).^{1,3}

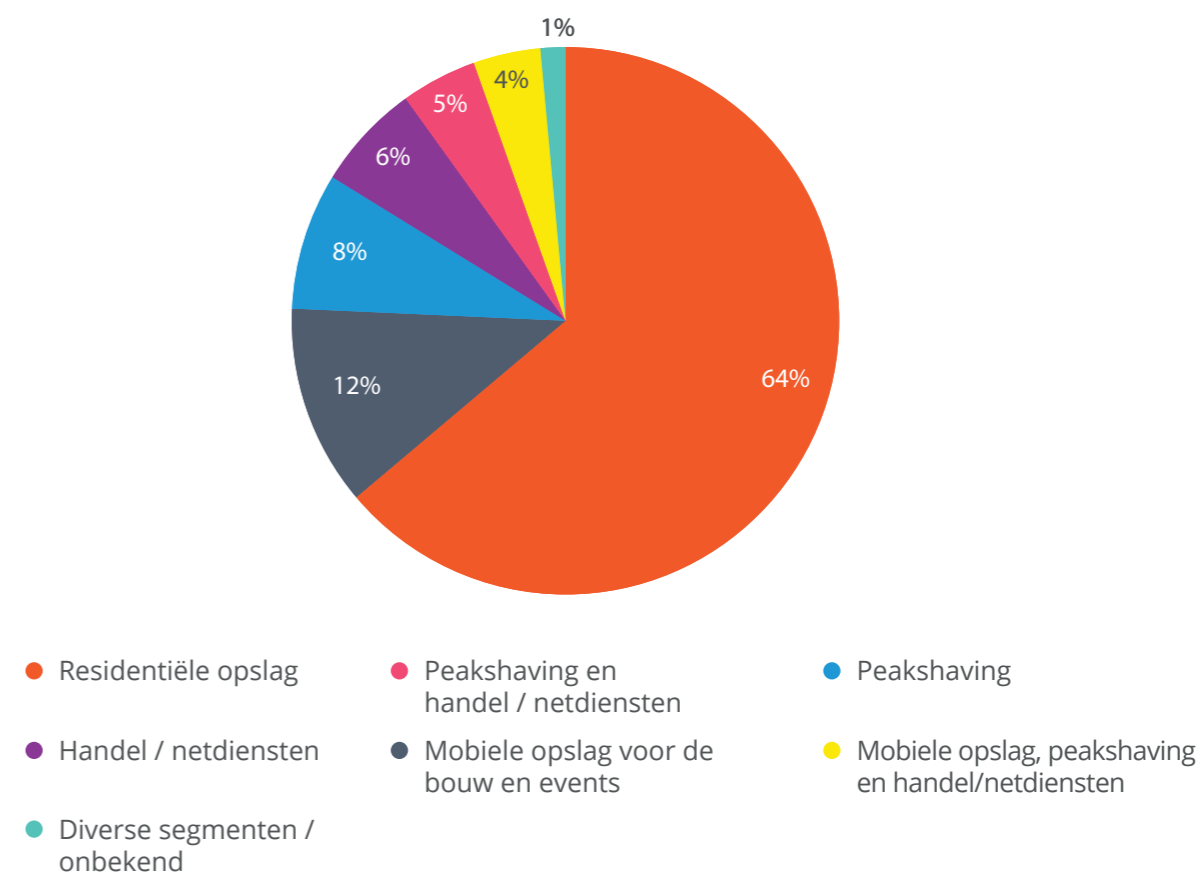
Het aandeel batterijen dat wordt ingezet in het segment netgekoppelde systemen en peakshaving neemt daarmee 65% oftewel bijna 120 MWh voor zijn rekening.



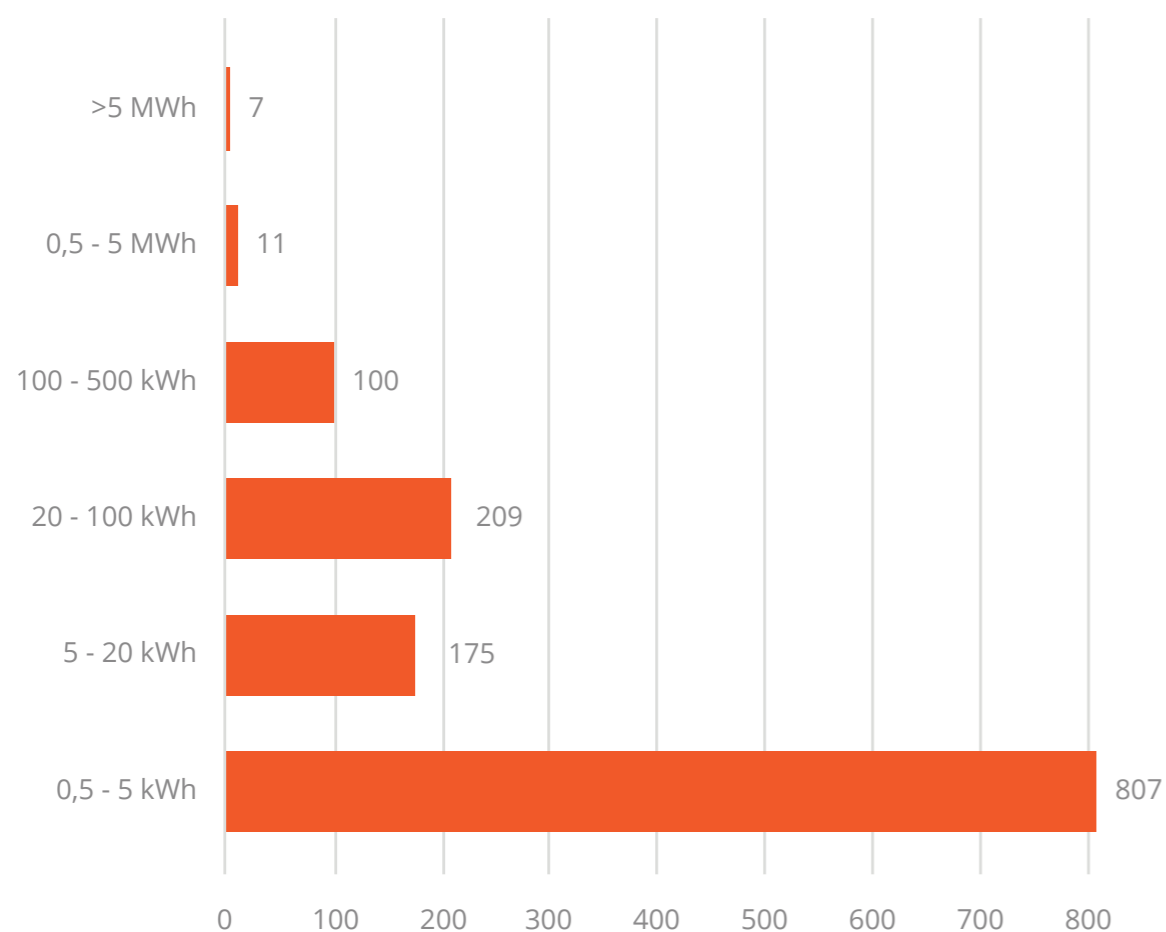
Figuur 3 Totaal aantal geïnstalleerde elektrische opslagsystemen per segment in Nederland (2021).²

In 2021 kwam het totaal aantal elektrische opslagsystemen in Nederland uit op zo'n 2.117.¹ Een strikt onderscheid tussen de verschillende marktsegmenten is lastig te bepalen, één op de drie respondenten geeft aan de batterij in te zetten voor meerdere toepassingsgebieden (figuur 1). Een belangrijke reden ligt in de noodzaak om verschillende inkomstenstromen van een batterij te combineren om deze rendabel te exploiteren, dit wordt ook wel "value stacking" of "benefit stacking" genoemd.³

Zo'n 10 % van de in totaal 2.117 systemen worden in meerdere toepassingsgebieden ingezet (figuur 1). Het residentiële opslag segment vertegenwoordigt met 64% de ruime meerderheid van het totaal aantal batterijsystemen dat er in Nederland is geïnstalleerd. Het aandeel mobiele systemen voor opslag in de bouw en bij evenementen staat op de tweede plek met 12% gevolgd door batterijsystemen ingezet voor peakshaven met 8%.



Figuur 4 Verdeling aantal geïnstalleerde elektrische opslagsystemen per segment in Nederland (2021).¹



Figuur 5 Aantal batterijen per capaciteitssegment (2021).^{2,3}

Businesscase

De businesscase wordt op dit moment vaak genoemd als barrière voor grootschalige adoptie van batterijopslag. Sterke prijsdalingen in de afgelopen jaren maken dat elektriciteitsopslag een mogelijkheid vormt om flexibiliteit in het energiesysteem te vergroten. Voor netgekoppelde systemen liggen de grootste kansen in het combineren van inkomstenstromen uit verschillende elektriciteitsmarkten (expliciete waarde) met, waar mogelijk, optimalisatie achter de meter (impliciete waarde).⁴

Dit hoofdstuk beschrijft eerst de prijsontwikkeling van batterijen, gevolgd door de belangrijkste trends voor het residentiële segment en elektriciteitsmarkten voor netgekoppelde systemen.

Tot slot wordt beschreven hoe inkomstenstromen kunnen worden gebundeld tot een gestapelde businesscase, aan de hand van voorbeelden.

⁴ Flexibiliteit in de gebouwde omgeving: wegwijzer voor ondernemers, Februari 2020, TKI Urban Energy.

² Op basis van respons van 30 bedrijven, tot stand gekomen uit expert interviews. Een deel van de bedrijven heeft aangegeven voor nu nog niets te doen. Tenzij anders gespecificeerd is er bij bepalen van de totale opslagcapaciteit uitgegaan van 1 MWh per MW.

³ Systemen waar respondenten capaciteit vermeldden.

betrokken - onafhankelijk - deskundig - pragmatisch

straight
forward

Technisch adviesbureau voor PV-projecten
Ook voor projecten met energie-opslag



Technische due diligence
Opbrengstprognose & -analyse
Kwaliteitsbewaking
Inspectie & Oplevering
Expertise onderzoek

www.straightforward.nl
info@straightforward.nl

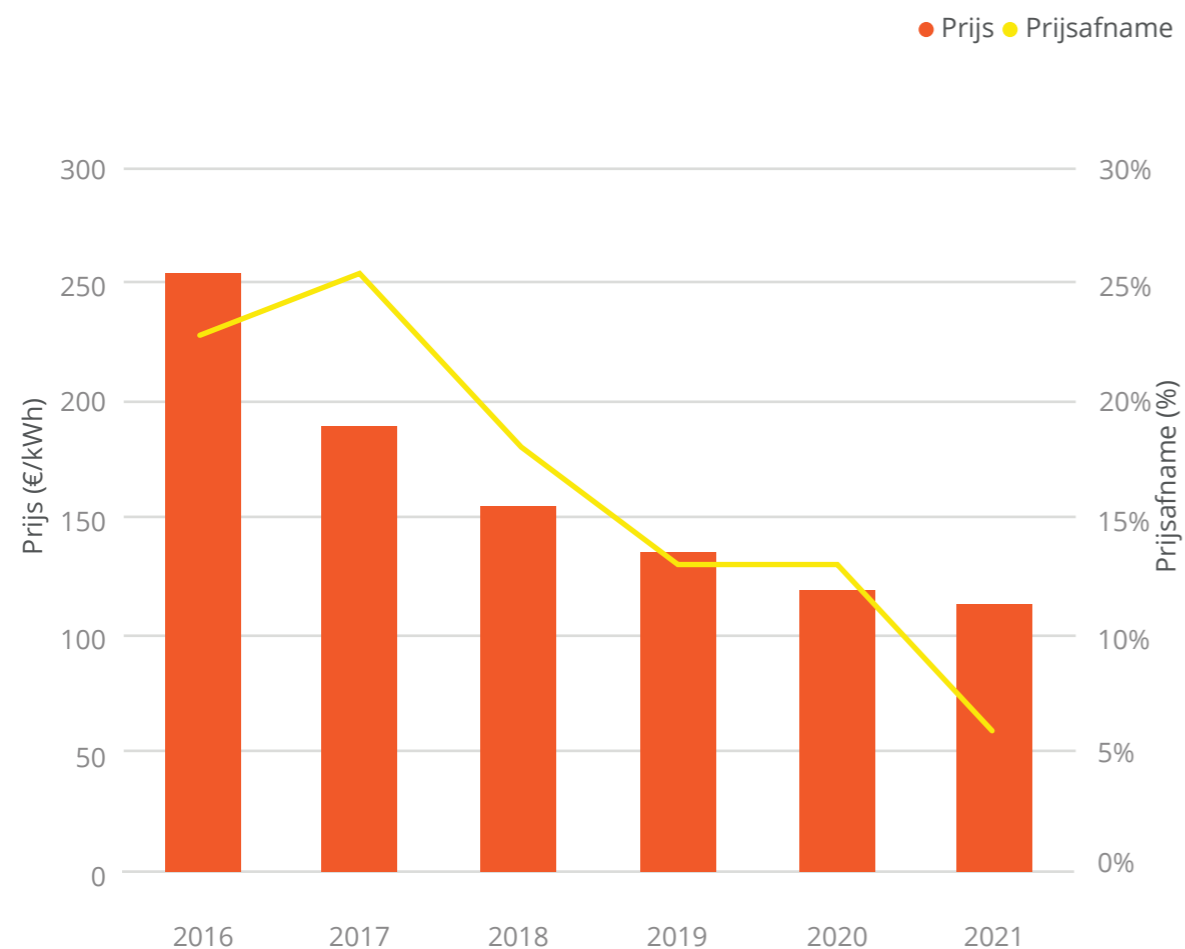
088 1662700

Mauritslaan 49
6129 EL Urmond

**Businesscase:
Prijsontwikkeling**



Prijsontwikkeling



Figuur 6 Prijs en prijsafname van lithium-ion battery packs wereldwijd.⁵

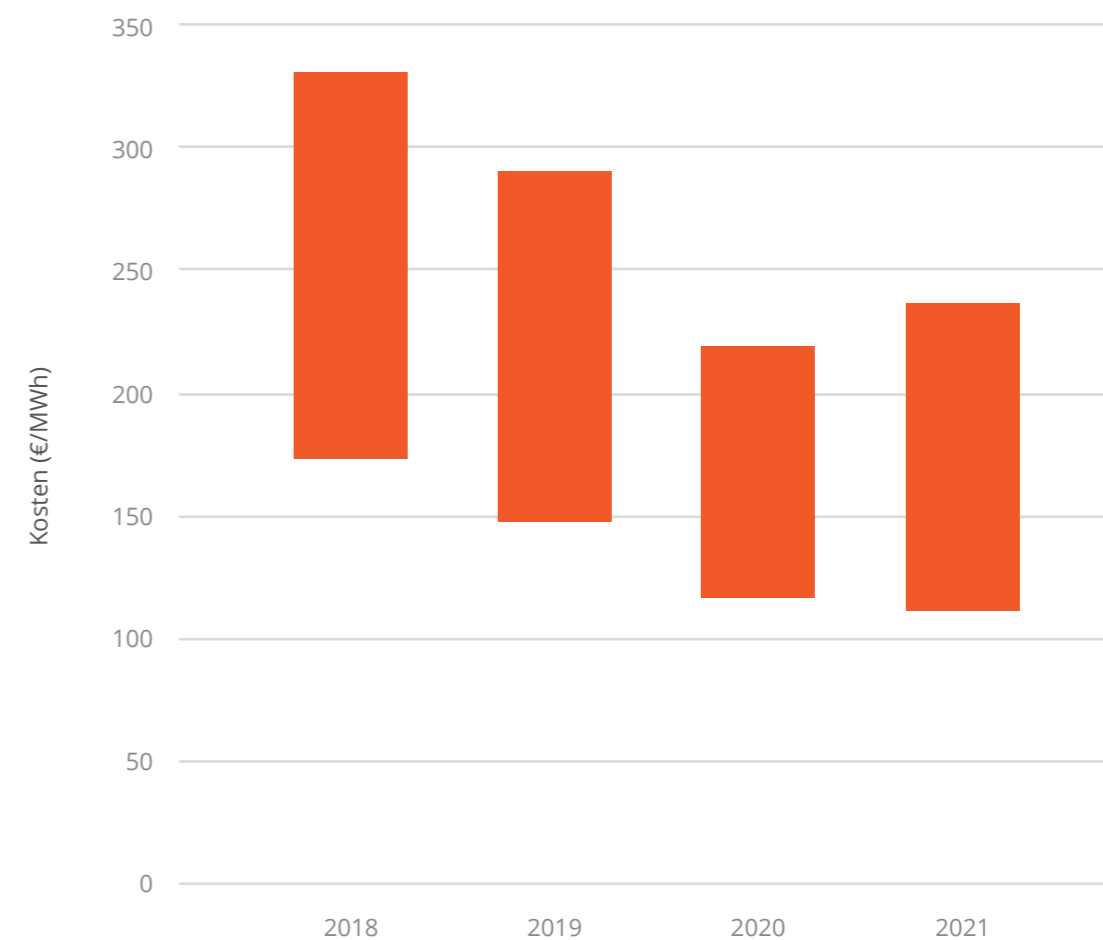
Technologische ontwikkeling en schaalvergroting maken dat de prijs voor lithium-ion packs bijna gehalveerd is in de laatste vier jaar. In 2021 lag de gemiddelde prijs wereldwijd rond €110/kWh. De prijsdaling ten opzichte van 2020 was slechts 6%. Net als in veel andere sectoren ligt de primaire oorzaak in hogere grondstofprijzen en productiebeperkingen door verstoring in toeleveringsketens geïnitieerd door de coronacrisis.⁶ Naar verwachting zullen verdere voordelen van innovatie en schaalvergroting zich vertalen naar doorzettende prijsdaling op de lange termijn, maar leiden grondstofbeperkingen tot periodes met meer opwaartse prijsdruk.^{7,8}

⁵ Annual Battery Price Survey, December 2021, BloombergNEF.

⁶ Lithium index, benchmarkminerals.com, verkregen 1-12-2021.

⁷ Electric Vehicle Outlook 2021, Juni 2021, BloombergNEF.

⁸ Cost Projections for Utility-Scale Battery Storage: 2021 Update, Juni 2021, National Renewable Energy Laboratory.

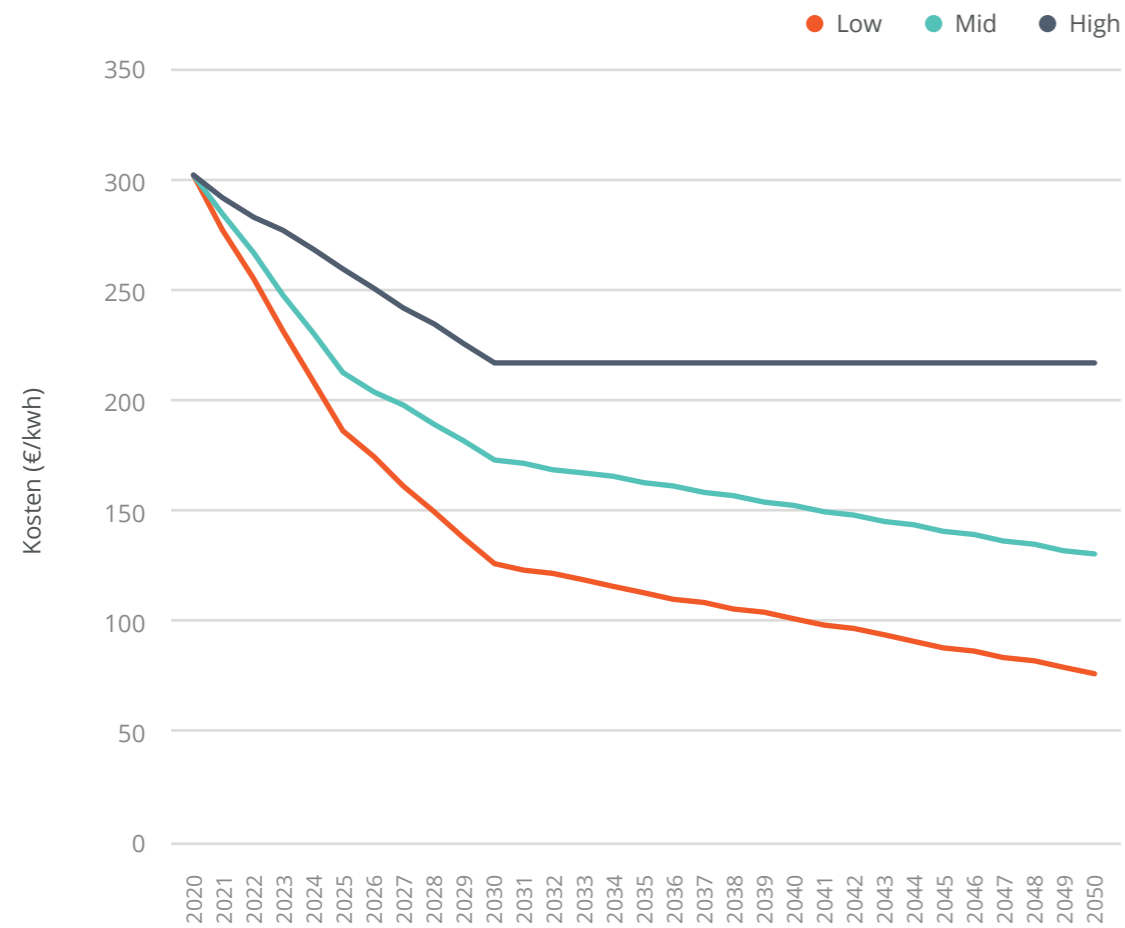


Figuur 7 Levelized cost of storage (LCOS) van een ongesubsidieerde batterij.⁹

De Levelized cost of storage (LCOS) is in 2021 blijven steken op een vergelijkbaar niveau met een jaar eerder. De primaire oorzaak hiervoor is een lager dan verwachte prijsdaling van batterijen.

⁹ Lazard's Levelized Cost of Storage Analysis Version 4.0-7.0, November 2018-2021, Lazard.

Businesscase: Prijswontwikkeling



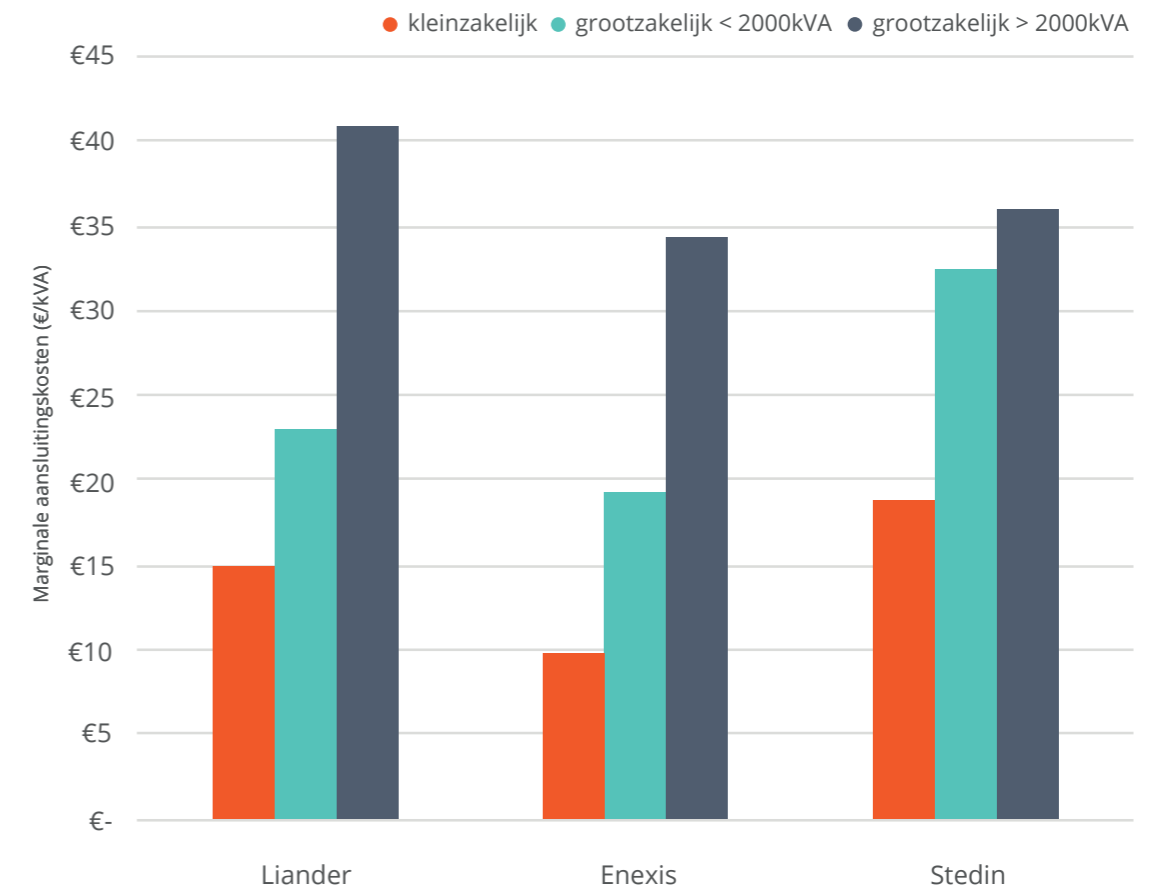
Figuur 8 *Initiële kosten van een volledig 4-uur-batterijsysteem.¹⁰*

In 2021 waren de kapitaaluitgaven van een 4-uur-batterijsysteem (kW tot kWh is 1:4) wereldwijd €290 per kWh. In 2030 wordt verwacht dat die kosten 25% tot 57% verder zijn gedaald.

Businesscase: Prijswontwikkeling

Wanneer opslag wordt ingezet om hoge pieken in elektriciteitsverbruik of opwek op een locatie af te vlakken (peakshaving), zodat er meer elektriciteit door een aansluiting kan, dan is de besparing op de kosten van een zwaardere netaansluiting en de transportkosten tevens een belangrijke impliciete waarde voor een project.

Inzet van een batterij betekent dan namelijk directe besparing op eenmalige aansluitingskosten, periodieke aansluittarieven, en vooral in gevallen met grillige verbruikspatronen, ook een lagere piek-belastingscomponent in de transportkosten.



Figuur 9 *De marginale aansluitingskosten weergeven de kosten per extra kVA aansluitingscapaciteit. Dit bestaat uit eenmalige (80%) en periodieke kosten (20%).^{11,12}*

¹⁰ Cost Projections for Utility-Scale Battery Storage: 2021 Update, Juni 2021, National Renewable Energy Laboratory.

¹¹ Net present value (NPV) van toekomstige periodieke aansluitingskosten (8% discount rate).

¹² Dit betreft een schematisch overzicht, in werkelijkheid hanteren netbeheerders verschillende aansluitingscategorieën en dus geen continue schaal.

Businesscase: Prijswontwikkeling

De bespaarde uitgaven kunnen verrekend worden met de investeringskosten van de opslagfaciliteit. Zowel kleinverbruik als grootverbruik kan op deze manier kosten besparen. Ook kan in bepaalde situaties een grootverbruiks aansluiting teruggedrongen worden door opslag in te zetten in combinatie met een 3 * 80A aansluiting.

Omdat netbeheerders slechts een aantal aansluitingscategorieën hanteren, is het niet vanzelfsprekend dat een kleinere netaansluiting altijd haalbaar is.

Tot slot kan in gebieden met structurele netcongestie, waar vergroten van aansluiting geen korte termijn optie is, opslag additionele economische activiteiten faciliteren die anders niet mogelijk zouden zijn op de korte termijn.

Businesscase: Residentieel



STORAGE  **MAGAZINE**

STORAGEMAGAZINE.NL



**...ONMISBAAR VOOR DE
STORAGE PROFESSIONAL**

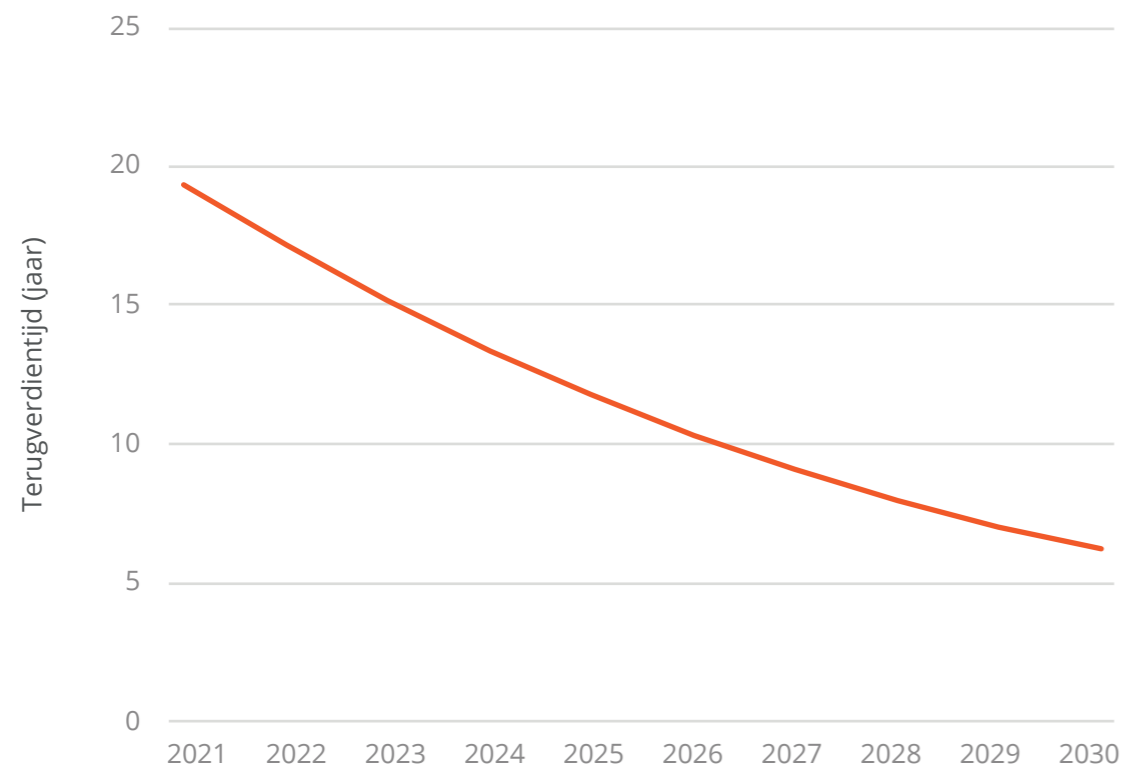
Businesscase: Residentieel

Residentiële opslag maakt het mogelijk om meer lokaal opgewekte elektriciteit ook daadwerkelijk lokaal te gebruiken. Bovendien kan opslag waarde creëren bij flexibele elektriciteitsprijzen door alleen af te nemen of in te voeden op de meest voordelige momenten. Dat kan individueel gedaan worden met behulp van een thuisbatterij, maar ook collectief met een buurtbatterij. Buurtbatterijen hebben schaalvoordelen maar zijn moeilijker te realiseren omdat er meer stakeholders bij betrokken zijn.

Thuisbatterij

De zelfconsumptie van PV zonder thuisbatterij ligt rond de 30%, maar afhankelijk van batterijgrootte en verbruikspatroom kan dat verhoogd worden naar 60% tot 80%. Dit is in theorie aantrekkelijk omdat er geen belastingen en opslagen betaald worden over zelf gegenereerde en gebruikte elektriciteit.

In praktijk kan er in Nederland echter nog volledig gesaldeerd worden, waardoor de financiële prikkel om zelfconsumptie te verhogen beperkt is. De plannen voor afbouw van de salderingsregeling bieden daarom toekomstperspectief voor thuisbatterijen. Door de nieuwe regering is dit niet meer controversieel. In de inwerknotities van de nieuwe minister Jetten blijkt dat de afbouw van de salderingsregeling nog eens extra met één jaar wordt uitgesteld. De berekeningen in dit rapport omtrent terugverdientijd met salderen zijn echter nog uitgegaan van afbouw vanaf 2023.



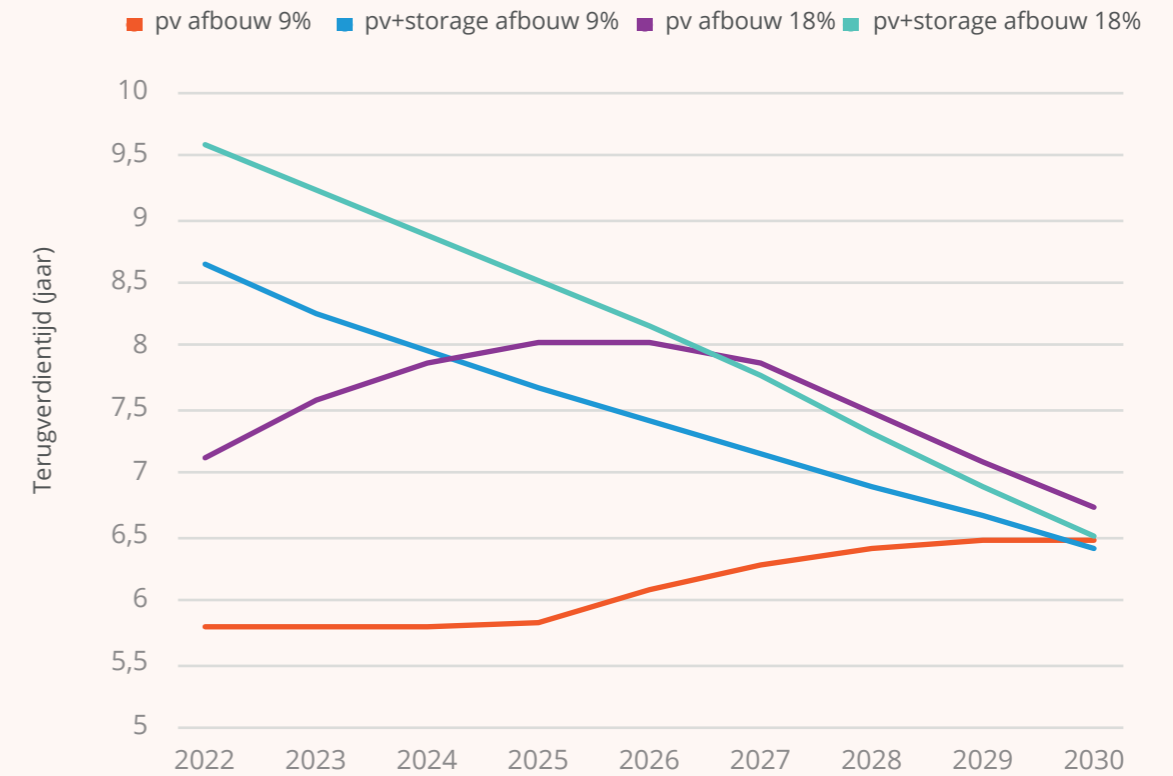
Figuur 10 Terugverdientijd thuisbatterij bij afbouw van de salderingsregeling.¹³

De grafiek laat zien dat een thuisbatterij met een levensduur van 12,5 jaar pas vanaf 2025 wordt terugverdiend. Omdat er meer nodig is dan alleen break-even spelen, zullen met het huidige voorgestelde afbouwplan voor salderen en geen subsidie, thuisbatterijen pas rond 2027 aantrekkelijk worden voor consumenten.

¹³ Data-uitvraag Battery Simulator Q3 2021 Dutch Solar Quarterly, Dutch New Energy Research.

Businesscase: Residentieel

De ontwikkeling van de businesscase voor thuisbatterijen is sterk afhankelijk van beleid en de ontwikkeling van elektriciteitsprijzen. Tegelijkertijd wordt er door netbeheerders gevraagd om versnelde afbouw en zelfs subsidie op batterijen. Hieronder volgen een aantal doorgerekende voorbeelden die de terugverdientijd van PV met of zonder batterij laten zien.¹⁴



Figuur 11 Terugverdientijd PV met en zonder thuisbatterij, bij afbouw (9%) en versnelde afbouw (18%) van de salderingsregeling.^{14,15}

In het oorspronkelijke afbouwplan voor salderen (vanaf 2023) zou het tot 2027 duren voordat een thuisbatterij een interessante optie wordt (<1 jaar extra terugverdientijd t.o.v. alleen PV).

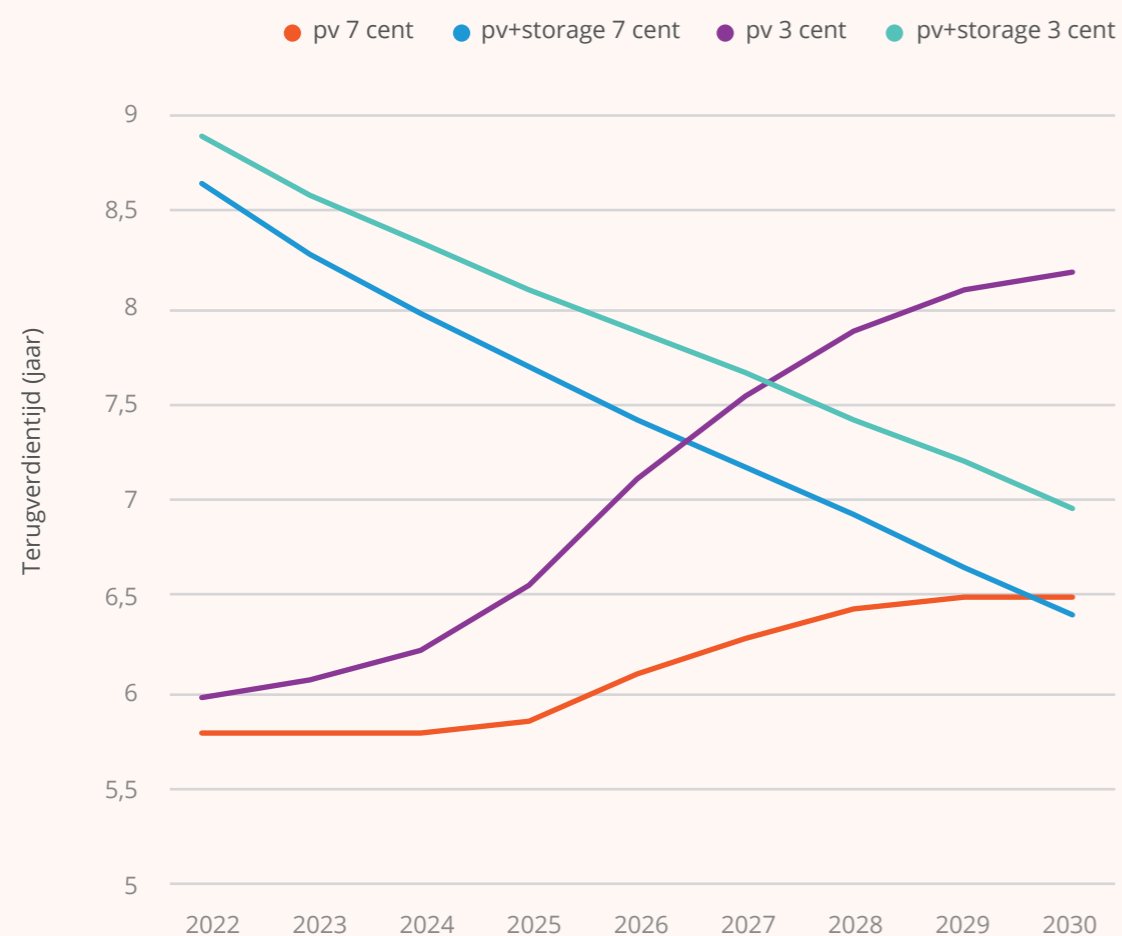
Wanneer het afbouwpad zou worden versneld naar 18% per jaar, kan dat omslagpunt 3 jaar naar voren worden gehaald. De terugverdientijd van PV in de afbouwperiode zou echter ook oplopen tot 8 jaar omdat prijsdaling van PV de verliezen van minder salderen niet kan goedmaken. Om sterke negatieve effecten op de PV (en extensie thuisbatterij) markt te voorkomen, zou er dan gekozen kunnen worden voor tijdelijke andere subsidie op PV.

¹⁴ Uitgegaan van een prijs van 26 ct/kWh. Afhankelijk van het contract kan terugverdientijd sterk verschillen.

De prijsrange voor consumenten (22-50 cent).

¹⁵ 5kWp PV systeem, met 5kWh batterij, Battery Simulator Q3 2021 Dutch Solar Quarterly, Dutch New Energy Research

Businesscase: Residentieel



Figuur 12 Het effect van de terugleververgoeding op de terugverdiëntijd van PV met en zonder thuisbatterij, uitgaande van het voorgestelde afbouwplan van salderen.¹⁴

Naast subsidie spelen ook elektriciteitsprijzen een erg grote rol. Bovendien daalt de waarde van elektriciteit op momenten met veel PV-opwek. Als die waardedaling ooit doorberekend zou worden via de terugleververgoeding, kan dat een groot effect hebben op de terugverdiëntijd van PV in het residentiële segment. Met name wanneer er niet of minder gesaldeerd kan worden. Bij een terugleververgoeding van 0,03/kWh schiet de terugverdiëntijd van PV snel omhoog, terwijl een batterij daar tot op zekere hoogte bescherming tegen biedt.

In bepaalde scenario's kan een batterij al snel waarde toevoegen aan een PV installatie, maar in de meeste scenario's duurt dat langer. Een steeds terugkomende additionele waarde van een thuisbatterij is de zekerheid die het geeft doordat huishoudens minder afhankelijk worden van de groeiende onvoorspelbaarheid van beleid en elektriciteitsmarkten.

Businesscase: Residentieel

Buurtbatterij

Waar thuisbatterijen gebruikt worden voor één huishouden en altijd achter de meter staan, staat een buurtbatterij voor de meter. Het eigen verbruik kan dan verhoogd worden door virtueel de elektriciteit buiten de woning op te slaan.

Een buurtbatterij kan daarnaast een oplossing bieden voor netcongestie. In bepaalde gevallen kan een buurtbatterij goedkoper zijn dan netverzwaring. Dat is waarschijnlijker in gebieden waar congestie alleen voor korte periodes voorkomt. De eigenaren en/of beheerders van buurtbatterijen kunnen contracten afsluiten met netbeheerders om congestiemanagementdiensten te verlenen. Op momenten dat er geen congestiemanagementdiensten nodig zijn, kan vermogen worden ingezet op elektriciteitsmarkten, en zo bijdragen aan de rendabiliteit van de buurtbatterij.

Zelfs wanneer consumenten geen eigenaar zijn van de buurtbatterij, zou een commerciële buurtbatterij kunnen leiden tot lagere tarieven, mits het bijdraagt aan het beperken van de maatschappelijke netkosten. Daarnaast kan een gedeelte van de opbrengst worden afgedragen aan omwonenden.

Inzet van de buurtbatterij kwam niet naar voren onder de responderende partijen. Buurtbatterijen lijken op dit moment beperkt tot een aantal pilotprojecten in samenwerking tussen energiecoöperaties en regionale netbeheerders, denk aan het project Gridflex te Heeten en de buurtbatterij te Rijsenhout. De regels rondom het huidige energiesysteem maken onderscheid tussen producenten en verbruikers. Doordat een buurtbatterij in beide categorieën past, is er tot op heden dubbel energiebelasting betaald. Sinds januari 2022 is de dubbele belasting weggefallen, waardoor een belangrijk obstakel voor buurtbatterijen is weggenomen. De expertvisie van Jeroen Neeft (pagina 56) gaat dieper in op de wettelijke kaders rondom opslag en behandelt daarin onder ander belangrijke belemmering: het piekbelastingscomponent van de transport-afhankelijke verbruikstarief (TAVT). Berekeningen van CE Delft laten zien dat buurtbatterijen vanaf 2023 rendabel kunnen zijn met huidig beleid, maar enkel via een complexe en gestapelde businesscase.¹⁶

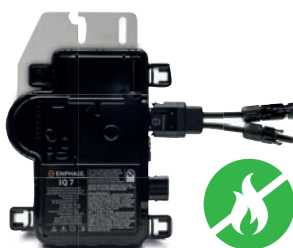
¹⁶ Omslagpunt grootschalige batterijopslag, December 2021, CE Delft.

Businesscase: Elektriciteitsmarkten



Maak van een PV systeem geen brandhaard,
kies voor de brandveiligheid van Enphase

Enphase, het meest veilige systeem zonder compromis!



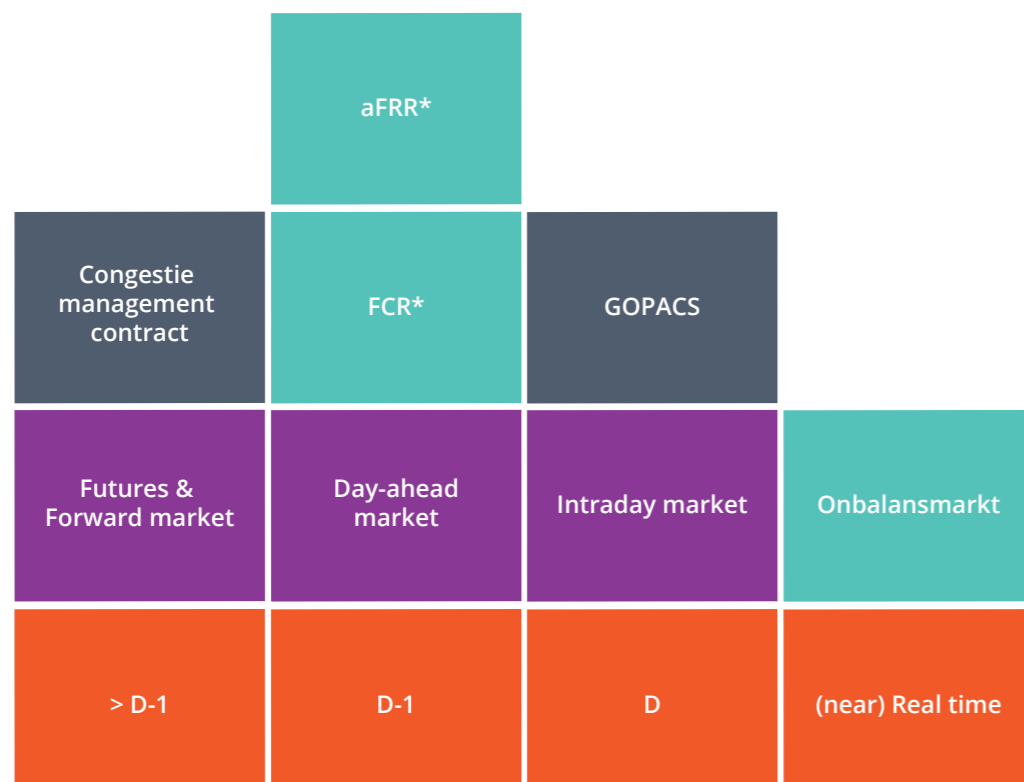
Traditionele omvormers werken met gelijkstroom en zeer hoge spanning. Bij storing of een defect kan gelijkstroom een gevaarlijke vlamboog geven die lastig te stoppen is. Micro-omvormers van Enphase lossen dit probleem op: ze zetten gelijkstroom direct om naar een veilige 230 Volt wisselspanning en zijn standaard voorzien van een 'Rapid Shutdown' functie. Bij een storing schakelt de aardlekschakelaar in de meterkast het volledige systeem uit.

**Meer weten over de gegarandeerde brandveiligheid van Enphase micro-omvormers?
Contact uw accountmanager of bel 073-7041636 voor een gesprek over veiligheid.**

Een gevaarlijke vlamboog is dan ook niet mogelijk bij het gebruik van Enphase micro-omvormers. Verzekeraars zoals Interpolis adviseren dan ook om micro-omvormers te gebruiken bij de installatie van PV systemen. In de USA is dit zelfs de norm voor scholen en overheidsgebouwen. Wilt u brandveiligheid garanderen? Combineer dan vakkundige installatie met micro-omvormers van Enphase.

Naast het benutten van de impliciete waarde van opslag kan de businesscase voor grid-connected batterijen worden versterkt met expliciete waarde door flexibiliteit te leveren aan het elektriciteitssysteem. Dit wordt verwezenlijkt door inzetten van flexibele capaciteit op verschillende elektriciteitsmarkten. Veel markten zijn op zichzelf niet rendabel, maar kunnen bijdragen aan een gestapelde businesscase.

● Groothandelsmarkt ● Congestiemarkt ● Balanceringsmarkt



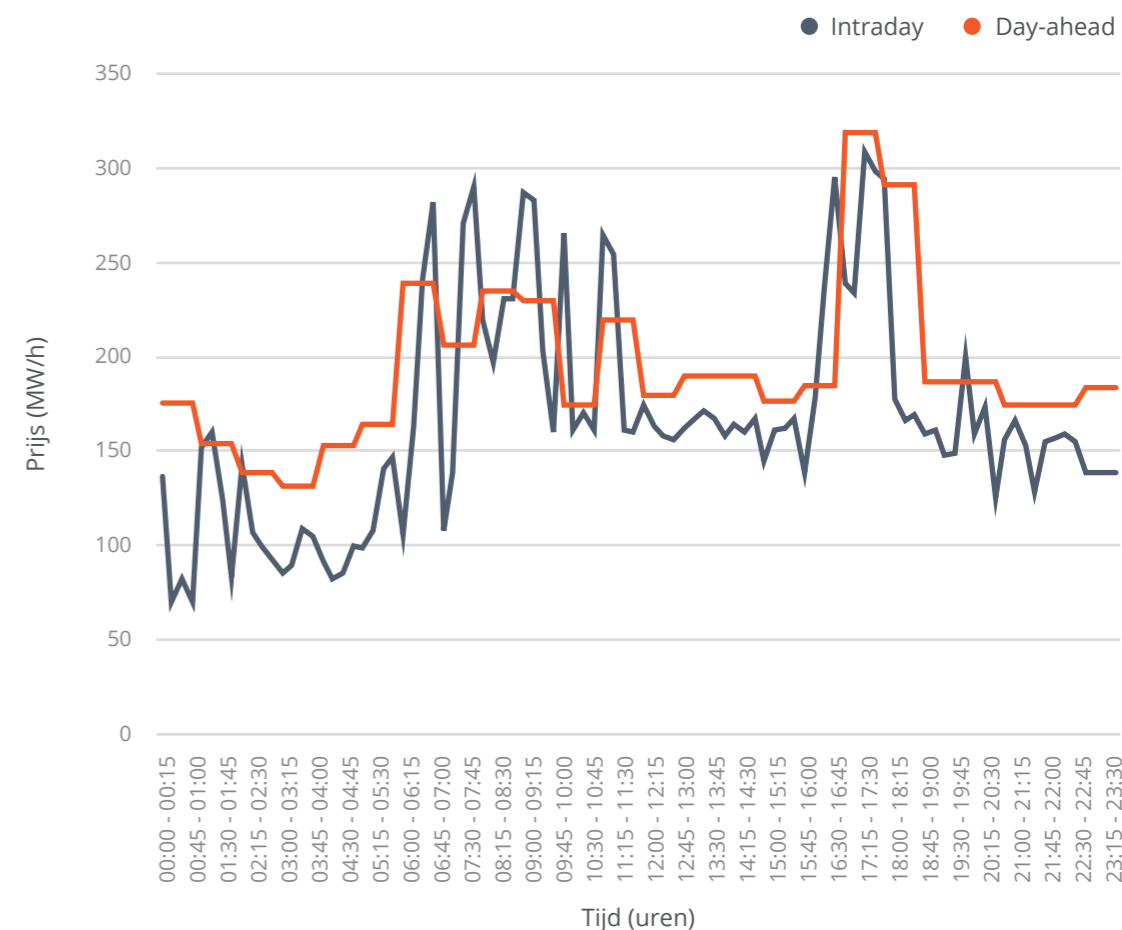
Figuur 13 Overzicht van beslissingsmoment om batterijopslag te reserveren voor inkomstenstromen voor expliciete waarde. *Activatie van gereserveerd vermogen wordt wel (near) real time bepaald.

Er zijn een breed scala aan inkomstenstromen te realiseren door expliciete waarde te genereren met opslag. Deze worden in dit hoofdstuk behandeld aan de hand van drie hoofdcategorieën:

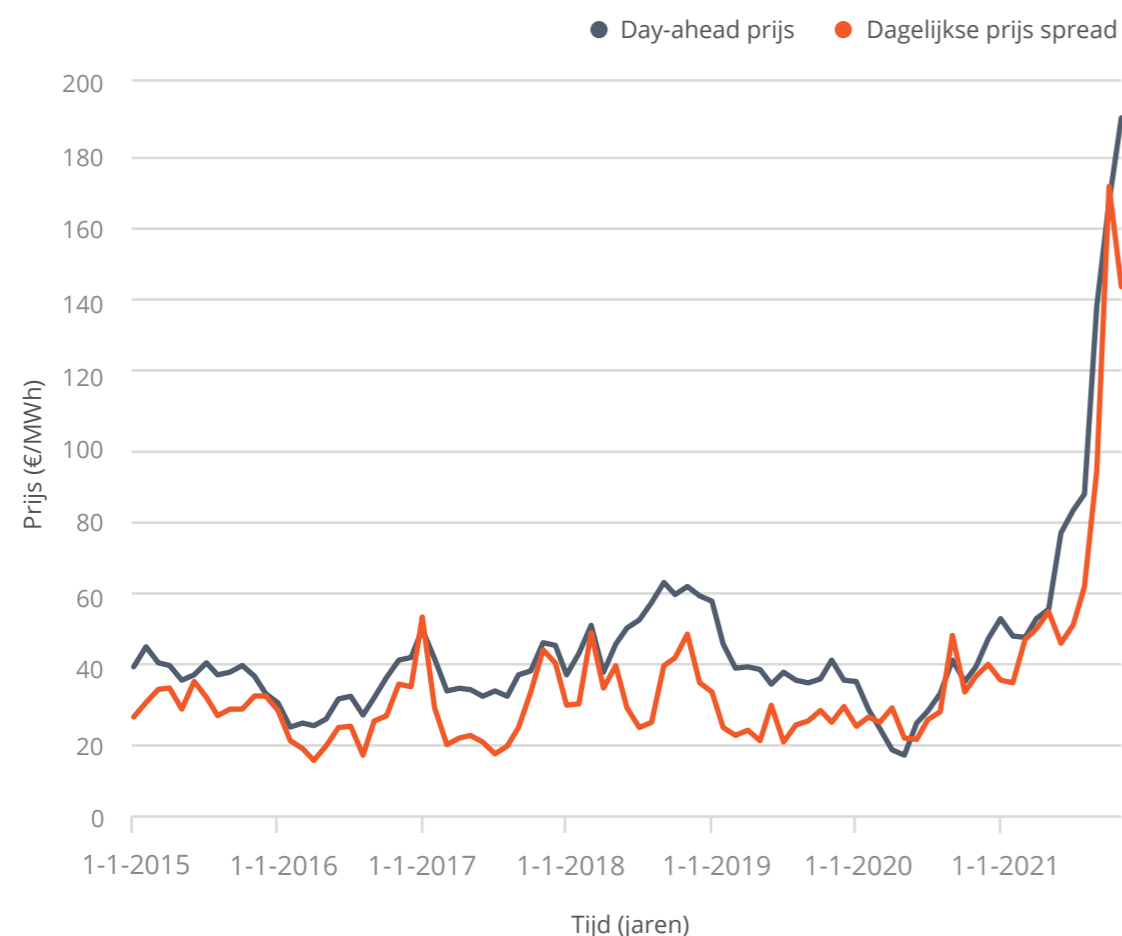
- Groothandelsmarkten (paars)
- Balanceringsmarkten (licht blauw)
- Congestiemarkten (donker grijs)

Groothandelsmarkten

De meest intuïtieve inkomstenstroom zijn de groothandelsmarkten. Op de day-ahead markt wordt elektriciteit voor de volgende dag verhandeld. Hier wordt het grootste gedeelte van elektriciteit gekocht en verkocht. Op de intraday wordt elektriciteit op de dag zelf verhandeld. Er is steeds meer vraag naar flexibiliteit in de volatieler wordende elektriciteitsmarkten. Opslag kan die service verlenen door elektriciteit op te slaan wanneer het in overvloed is (lage prijs), en te ontladen wanneer er een tekort is (hoge prijs). De prikkel daarvoor is het verschil tussen de oplaad- en ontladprijs. Er zijn doorgaans twee van die prijscycli in een dag. De tweede cyclus (middag/avond) is het meest prominent in de zomermaanden door lagere prijzen in de middag. Batterijen worden met name ingezet op de intraday markt omdat daar de prijsvolatiliteit het grootste is.



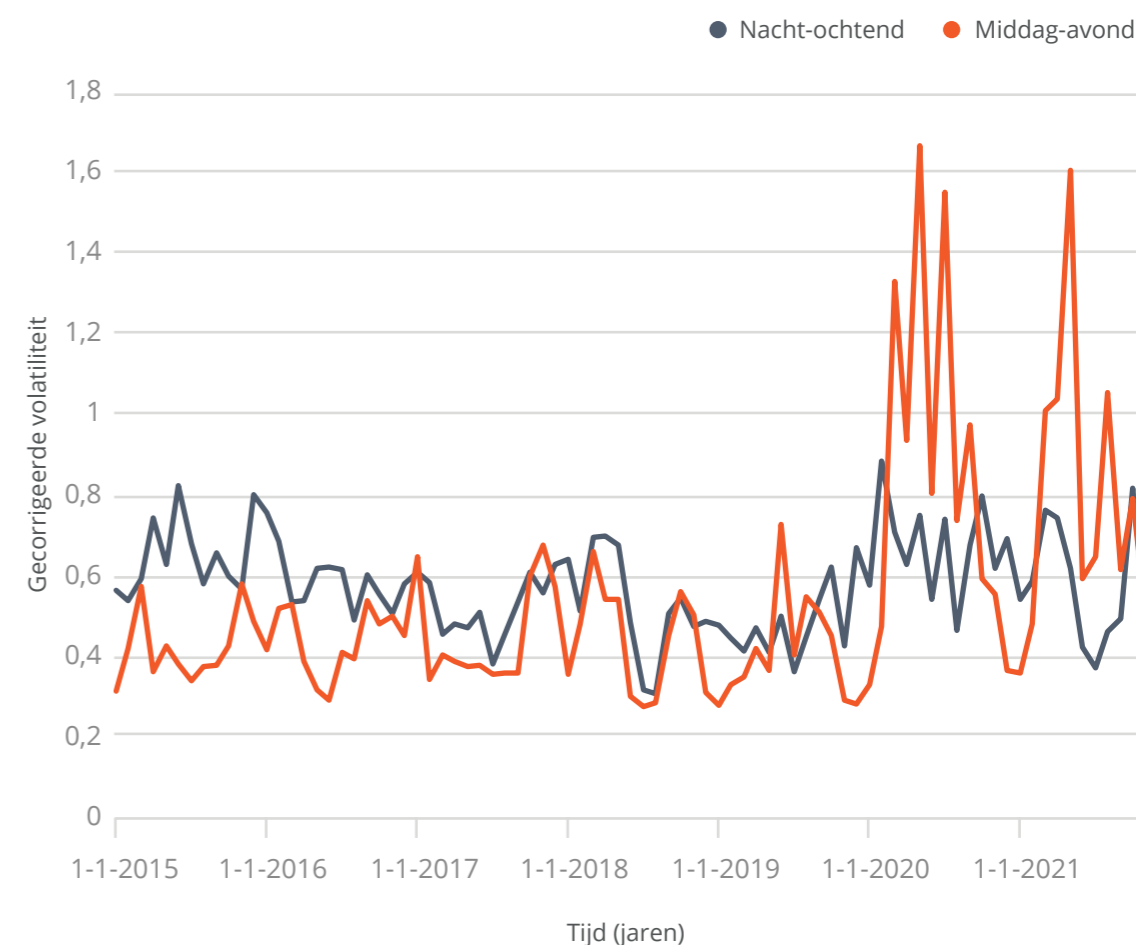
Figuur 14 Intraday en day-ahead op een herfstdag in 2021.



Figuur 15 Day-aheadprijzen en de dagelijkse prijs-spread.

Onder normale omstandigheden zijn de dagelijkse prijsverschillen op de day-aheadmarkt te laag voor prijsarbitrage. Op goede dagen viel er dit jaar €150/MWh te verdienen en op slechte dagen minder dan €30/MWh. De intradaymarkt is kleiner, snel groeiend, en gericht op de korte termijn, waardoor dagelijkse prijschommelingen groter zijn. Dat maakt de intradaymarkt het meest geschikt voor arbitrage met batterijen.

De day-aheaddata wordt toch in het figuur gebruikt omdat deze data erg geschikt is voor het herkennen van structurele prijstrends in elektriciteitsmarkten. Recent zijn de elektriciteitsprijzen snel gestegen. Deze ontwikkeling weerspiegelt de onzekerheden in energielevering en laat zien dat de markten volatieler worden, met meer kansen voor opslag. Ook benadrukt het de correlatie tussen prijs en dagelijkse prijs spread.



Figuur 16

Ontwikkeling van dagelijkse prijscycli. De blauwe lijn representeert het prijsverschil tussen het dal in de nacht, en de prijspiak in de ochtend. De rode lijn representeert het prijsverschil tussen het dal in de middag, en de prijspiak in de avond. Beiden zijn gedeeld door de gemiddelde prijs op die dag. 0,8 betekent dus dat de prijschommeling in dat dagdeel 80% van de gemiddelde dagprijs was.

Door de absolute prijschommelingen te corrigeren voor de gemiddelde prijs op die dag is te zien dat zelfs bij gelijkblijvende gemiddelde prijzen, prijschommelingen relatief toenemen. Waar tot 2019 de gecorrigeerde volatiliteit in de middag vrijwel elke maand lager was dan die in de ochtend, is sinds 2019 de volatiliteit in de middag steeds prominenter geworden. In de maand mei van zowel 2020 als 2021 waren de dagelijkse prijschommelingen in de middag meer dan anderhalf keer zo hoog als de gemiddelde dagprijs. De logische oorzaak hiervoor is de snelle groei van PV, wat heeft geleid tot relatief lagere prijzen in de middag ten opzichte van de avond. Deze trend biedt groeiende kansen voor het combineren van PV met opslag om in de zonnige maanden peakshaving te combineren met arbitrage op groothandelsmarkten.

Vanwege een groeiend aandeel hernieuwbare energie op de lange termijn, en hoge fossiele brandstofprijzen op de korte termijn, zal prijsvolatiliteit en dus vraag naar flexibel vermogen verder toenemen. De verwachting is dat de vraag naar flexibiliteit sneller zal stijgen dan het aanbod, wat leidt tot stijgende potentiële inkomsten. Een steeds groter aandeel van batterijen zal dus in tijden van hoge prijsvolatiliteit worden ingezet voor prijsarbitrage. Vanwege hogere volatiliteit zal de intraday markt aantrekkelijker zijn dan de day-ahead markt.

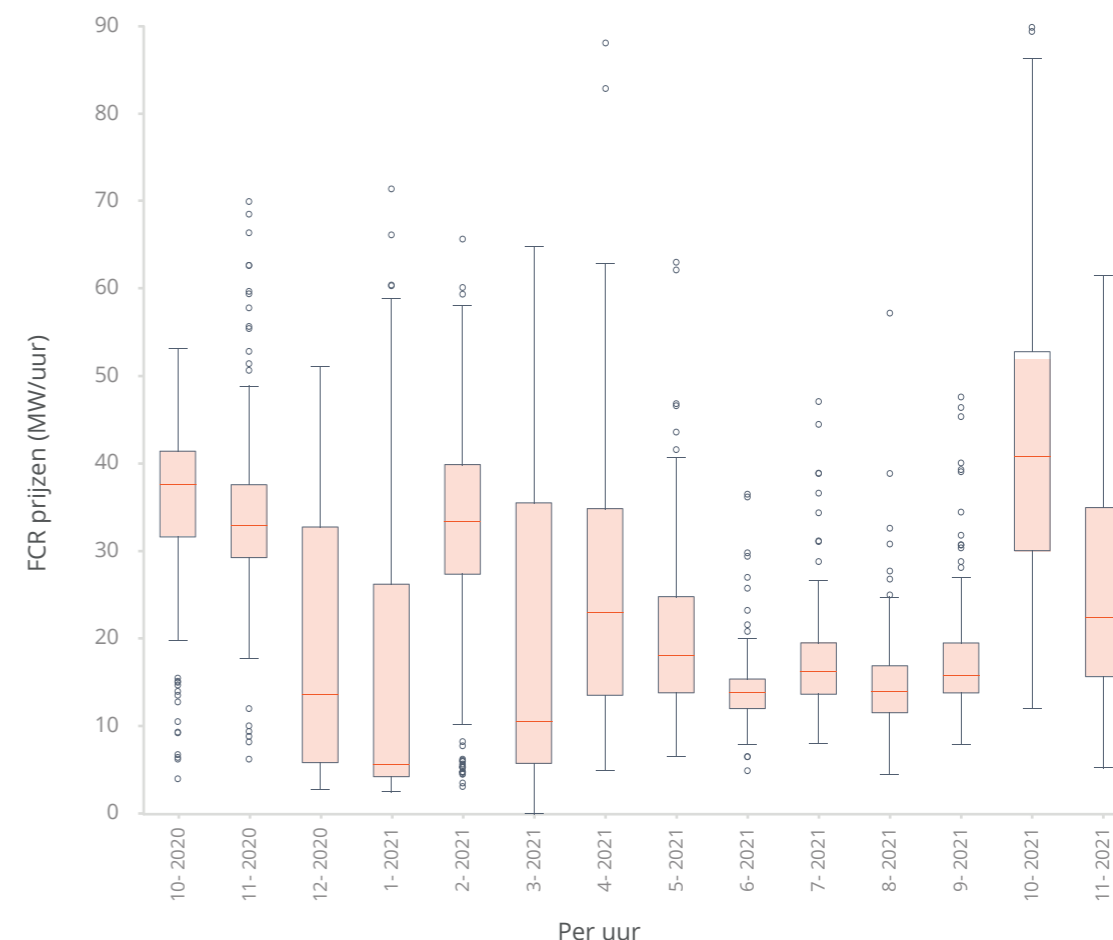
Balanceringsmarkten

Op balanceringsmarkten kunnen inkomsten worden verdiend door balanceringsdiensten te verkopen aan TenneT. Wanneer er te veel elektriciteit wordt afgenomen of ingevoegd kan het elektriciteitsnet afwijken van 50 hertz, dit wordt vermogensbalans genoemd. Om vermogensbalans te voorkomen worden Balancing Service Providers (BSP) ingeschakeld om balans te handhaven. Voor batterijen zijn FCR en aFRR het meest relevant. Daarnaast gaat dit onderzoek dieper in op de onbalansmarkt.

FCR, ook wel primaire reserve, was de meest aantrekkelijke inkomstenstroom voor batterijen in 2021. Marktpartijen kunnen in blokken van vier uur bieden om bidirectioneel flexibel vermogen (MW) beschikbaar te stellen dat wordt ingezet om te corrigeren voor afwijkingen op het net ten opzichte van 50 hertz. Dat vermogen mag gedurende de vier uur niet op andere wijze worden ingezet. FCR wordt bidirectioneel ingezet waardoor gelimiteerde opslagcapaciteit geen groot probleem is, maar dat betekent wel dat een batterij halfvol moet zitten om langdurige activatie te kunnen garanderen. FCR leidt tot relatief lage belasting van de opslagfaciliteit, wat positief is voor de levensduur van batterijen.

FCR blokken	
1	00:00-04:00
2	04:00-08:00
3	08:00-12:00
4	12:00-16:00
5	16:00-20:00
6	20:00-00:00

Sinds juli 2020 worden biedingen voor FCR gedaan in blokken van 4 uur. Op jaarbasis zit er geen significant prijsverschil tussen de zes blokken. Het blok van 12:00-16:00 was het hoogst geprijsd deze zomer, terwijl de blokken van 08:00-12:00 en 16:00-20:00 vorige winter het hoogst waren geprijsd.



Figuur 17 Gemiddelde FCR-prijs per MW per uur.

Tot 2020 zat de prijs voor FCR in een neerwaartse trend doordat het aanbod in flexibiliteit is toegenomen, terwijl de hoeveelheid voor Nederland gecontracteerde reservercapaciteit op een gelijkwaardig niveau bleef (114MW). Sinds biedingen voor FCR in blokken van 4 uur worden gedaan is de gemiddelde prijs eerst omhoog gegaan en vervolgens weer gaan dalen. De recente stijging in elektriciteitsprijzen lijken ook (tijdelijk) de FCR-prijs omhoog te hebben gedrukt, waarschijnlijk doordat flexibiliteit op andere manieren werd ingezet, of offline gehaald is vanwege hoge prijzen. Omdat het aanbod van flexibiliteit sneller groeit dan de FCR-vraag, is het waarschijnlijk dat de FCR-prijs blijft dalen op de lange termijn. Hierdoor wordt het steeds belangrijker om ook andere inkomstenstromen te overwegen. Bij FCR batterijen is het vermogen vaak even groot als de capaciteit waardoor het lastig kan zijn om deze batterijen in te zetten op andere elektriciteitsmarkten voor langere periodes.

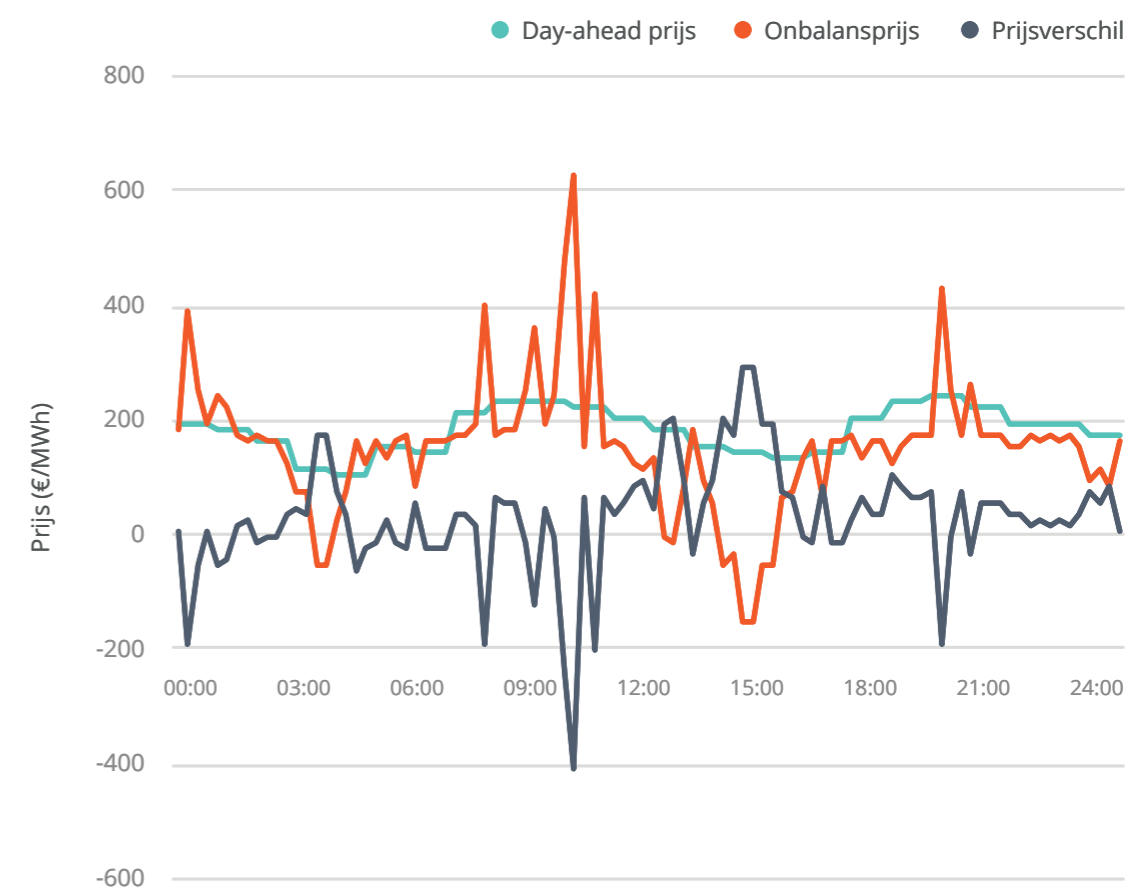
Businesscase - Handel / Netdiensten

Naast FCR is aFRR ook een relevante inkomstenstroom voor opslag. aFRR is de secundaire reserve dat activeert wanneer, ondanks FCR, de vermogensonbalans te groot wordt. Anders dan bij FCR wordt bij aFRR zowel betaald voor de beschikbare capaciteit (MW) als activatie (MWh). De activering vindt plaats in blokken van 15 minuten en is gekoppeld aan de onbalansprijs. Omdat aFRR vermogensonbalans probeert te verminderen, kopen of verkopen balancerende partijen elektriciteit tegen gunstigere (onbalans)prijzen.

aFRR-biedingen gaan één richting op (opregelen of afregelen). Dat maakt aFRR in veel gevallen minder geschikt voor veel batterijen die nu actief zijn omdat die maar een gelimiteerde hoeveelheid opslag hebben. Toch is er vaak binnen 15 minuten een op en afregelvraag, waarbij een batterij wel goed past. 4-uurs-batterijsystemen (kW tot kWh is 1:4) bieden hier toekomstperspectief omdat deze batterijen langere tijd één richting op kunnen regelen.

Businesscase - Handel / Netdiensten

Ook zonder gecontracteerd FCR of aFRR vermogen kunnen marktpartijen opportunistisch inspelen op vermogensonbalans. TenneT publiceert namelijk near real-time vermogensonbalansdata die marktpartijen kunnen gebruiken als prikkel om balansherstellend te handelen, in ruil voor een (gunstige) onbalansprijs, wat gekoppeld is aan aFRR activatie. De onbalansmarkt is erg volatiel waardoor de mogelijke opbrengst, maar ook risico, hoog is.



Figuur 18 De day-aheadprijs, onbalansprijs, en het prijsverschil daartussen, op een herfstdag.¹⁷

Op de herfstdag, weergegeven hierboven, was het mogelijk om tijdens de dalen extra elektriciteit voor €200/MWh en €300/MWh goedkoper op te laden dan de day-aheadprijs. Later op de dag was het voor hele korte periodes mogelijk om extra elektriciteit te ontladen voor €400/MWh en €200/MWh meer dan de day-aheadprijs.

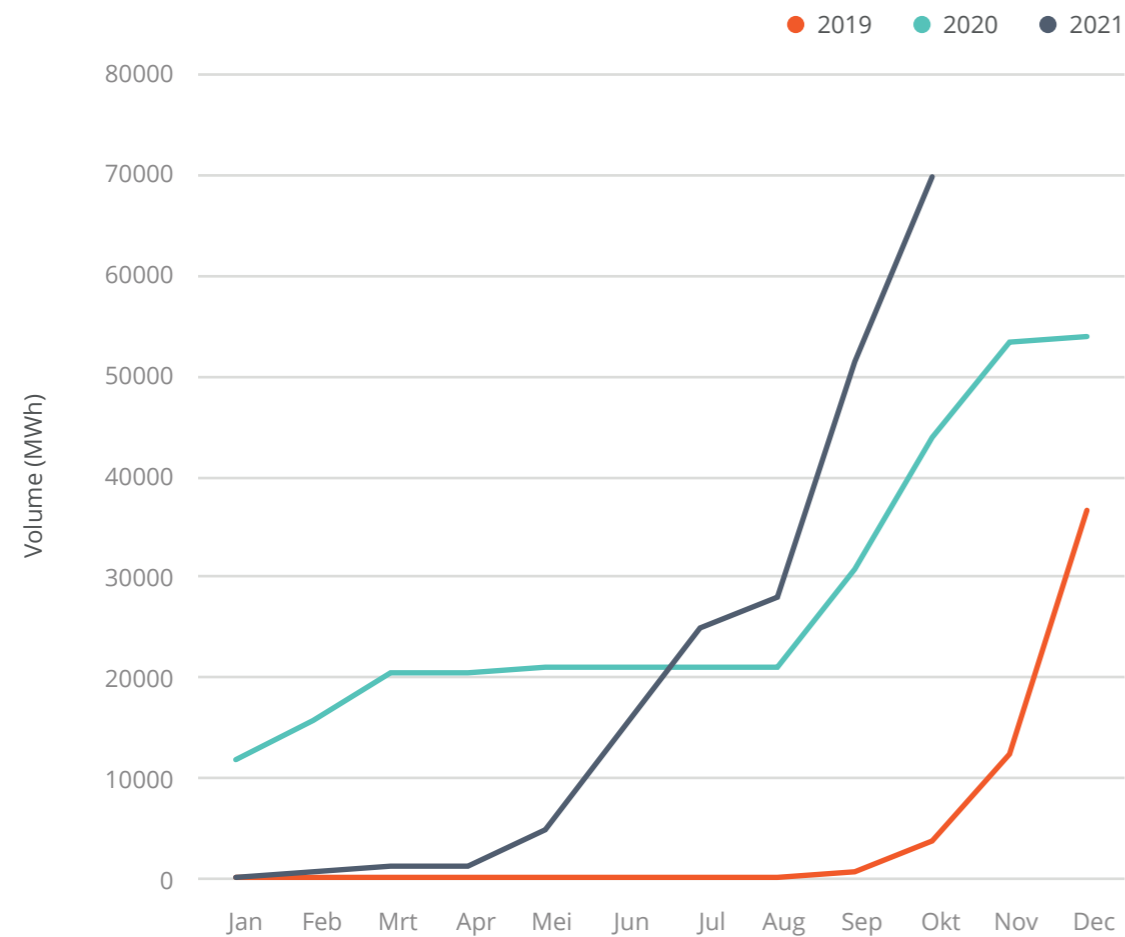
Het is aannemelijk dat een groeiend aandeel hernieuwbare elektriciteit gaat leiden tot meer voorspellingsfouten door Balancing Responsible Parties (BRP's). Een groot gedeelte daarvan maar niet alles, kan gecorrigeerd worden op de intradaymarkt, waardoor de vraag naar flexibiliteit hier toeneemt. Afhankelijk van hoe snel het aanbod van flexibiliteit in de onbalans- en aFRR-markt meebeweegt, kan dat leiden tot gelijkblijvende of stijgende potentiële inkomsten.

¹⁷ 12-10-2021.

Businesscase: Handel / Netdiensten

Congestiemarkten

In tegenstelling tot de eerder besproken markten, zijn congestiemarkten lokale markten. Omdat congestie lokaal optreedt, heeft opslag in bepaalde locaties meer waarde dan in andere. Marktpartijen kunnen door middel van bilaterale contracten met netbeheerders flexibiliteit ter beschikking stellen voor congestie management. Dit gebeurt nog weinig omdat in veel gevallen netverzwaring nog goedkoper is. Naast bilaterale contracten bestaat sinds drie jaar het door de netbeheerders opgerichte congestieplatform GOPACS. Op dit platform kunnen netbeheerders vragen om flexibiliteit en kunnen lokale marktpartijen daarop bieden. Een tegengestelde vraag gaat uit in gebieden zonder congestie zodat er geen vermogensonbalans ontstaat op landelijk niveau.



Figuur 19 Cumulatief verhandelde volume op GOPACS in MWh.¹⁸

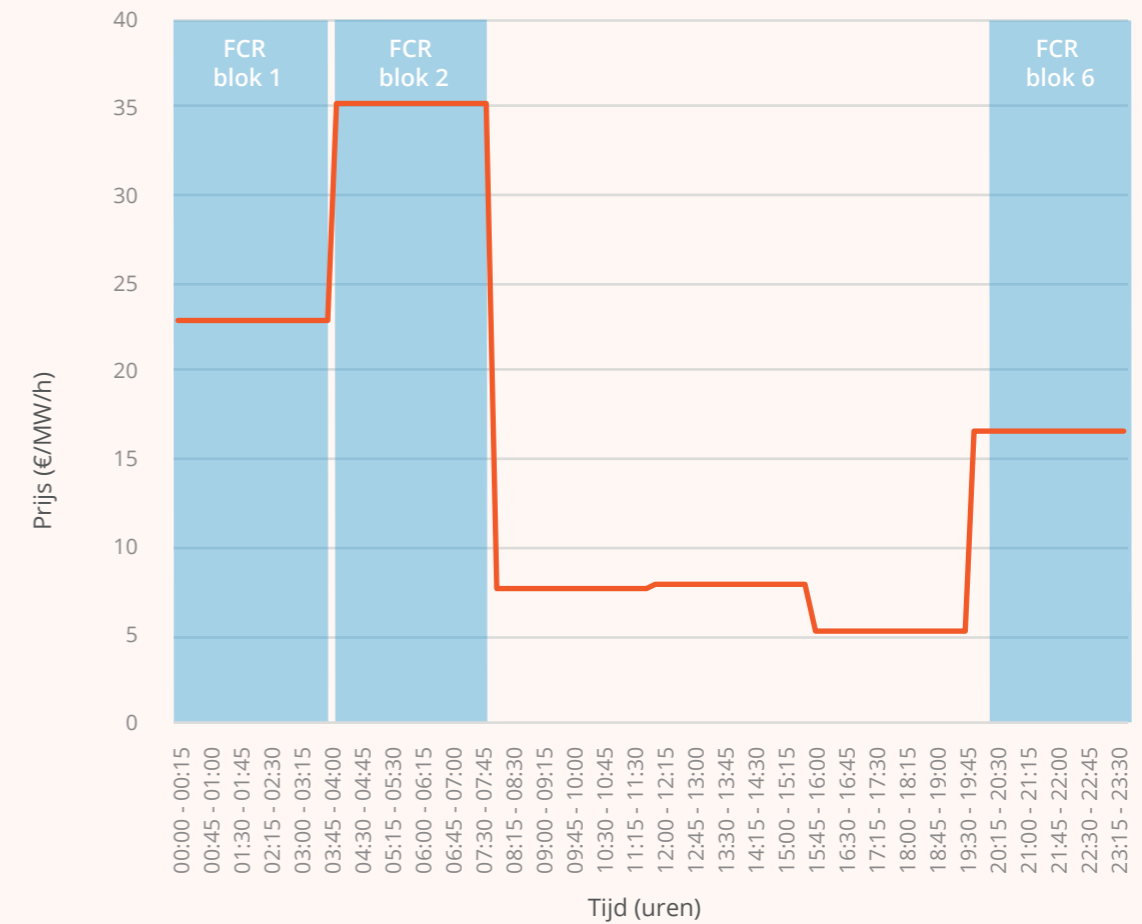
De hoeveelheid verhandelde elektriciteit op het GOPACS platform groeit voor het derde jaar op rij. Opvallend is dat de afgelopen jaren verreweg het meeste volume is verhandeld in de laatste maanden van het jaar. Ondanks de stijging, zal het verhandelde volume ongeveer 0,1% zijn van de Nederlandse elektriciteitsvraag in 2021. Op dit moment groeit congestie sneller dan dat het net verzwakt kan worden, terwijl de kosten voor opslag dalen. Dit maakt een batterij een steeds aantrekkelijker (soms tijdelijke) oplossing. Daarom is het waarschijnlijk dat de inzet van batterijen op zowel groothandelsmarkten als congestiemarkten lang zal doorgroeien.

¹⁸ Afgenomen volumes in MWh, gopacs.eu, verkregen op 1-12-2021.

Businesscase - Handel / Netdiensten

Hieronder volgen twee voorbeelddagen van een gestapelde businesscase bij de combinatie van 10MWp PV met een batterijsysteem van 4MW/6MWh. Dit systeem wordt hoofdzakelijk gebruikt voor FCR, maar kan in bepaalde omstandigheden ook worden ingezet voor intraday- en onbalanshandel of peakshaving van het zonnepark.

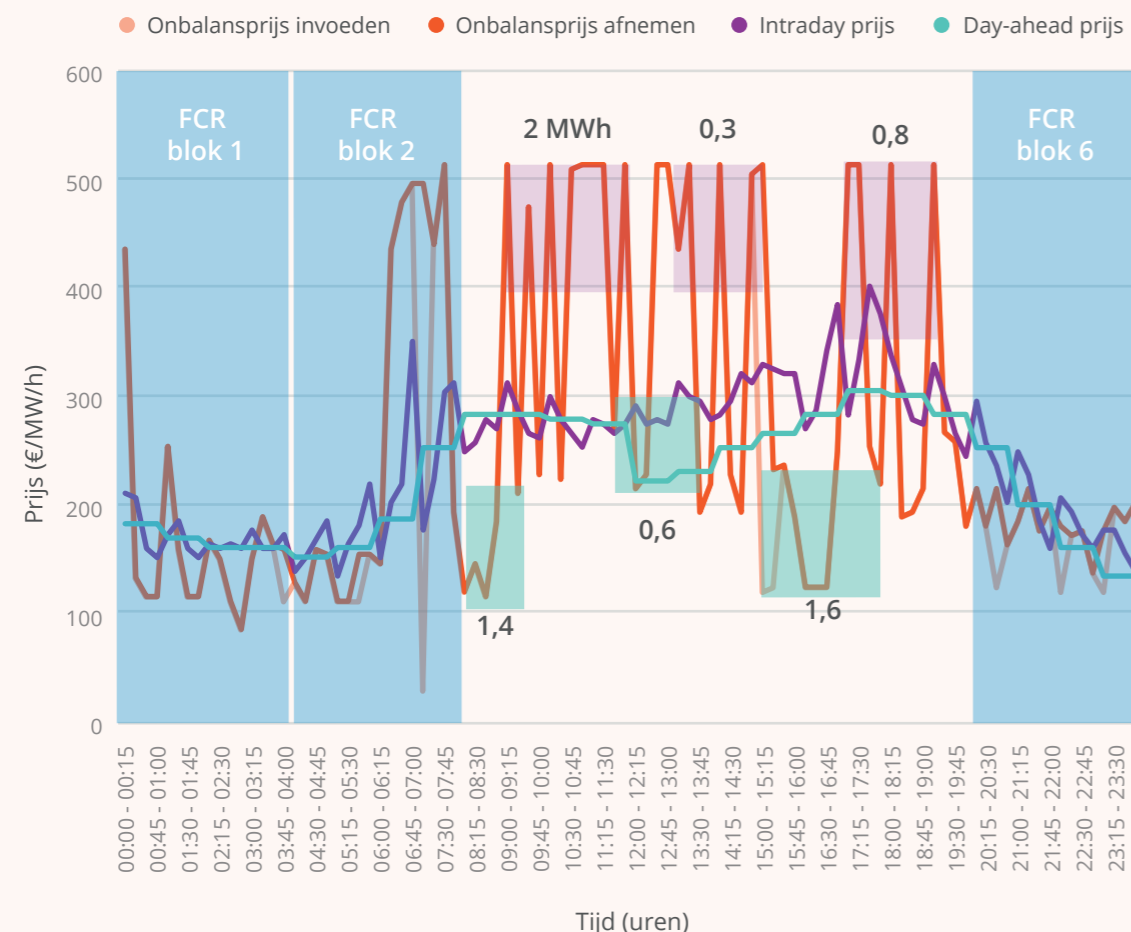
Bewolkte herfstdag



Figuur 20 FCRprijs per MW per uur op een bewolkte herfstdag.¹⁹

Het zou een dag worden met weinig zon, waardoor peakshaving van PV niet nodig is. De voorgaande dag werd er daarom besloten om FCR toe te passen in blok 1,2 en 6. Vanwege de relatief lage FCR-prijzen voor blok 3,4 en 5 (gemiddeld €6,99/MW/h) wordt in die periodes de batterij beschikbaar gehouden voor speculatie op de intraday- en onbalansmarkt.

¹⁹ 16-11-2021



Figuur 21 Uitvoering van mogelijke gestapelde businesscase op een bewolkte herfstdag.¹⁹

Het blijkt dat de intradayprijzen, net zoals de day-aheadprijzen, relatief vlak blijven tijdens de middag. Door grote prijsschommelingen op de onbalansmarkt is het toch mogelijk om inkomsten te verhogen ten opzichte van FCR. Met het laad- en ontlaadpatroon zoals weergegeven in de grafiek, is de batterij weer 50% geladen bij de start van FCR blok 6.

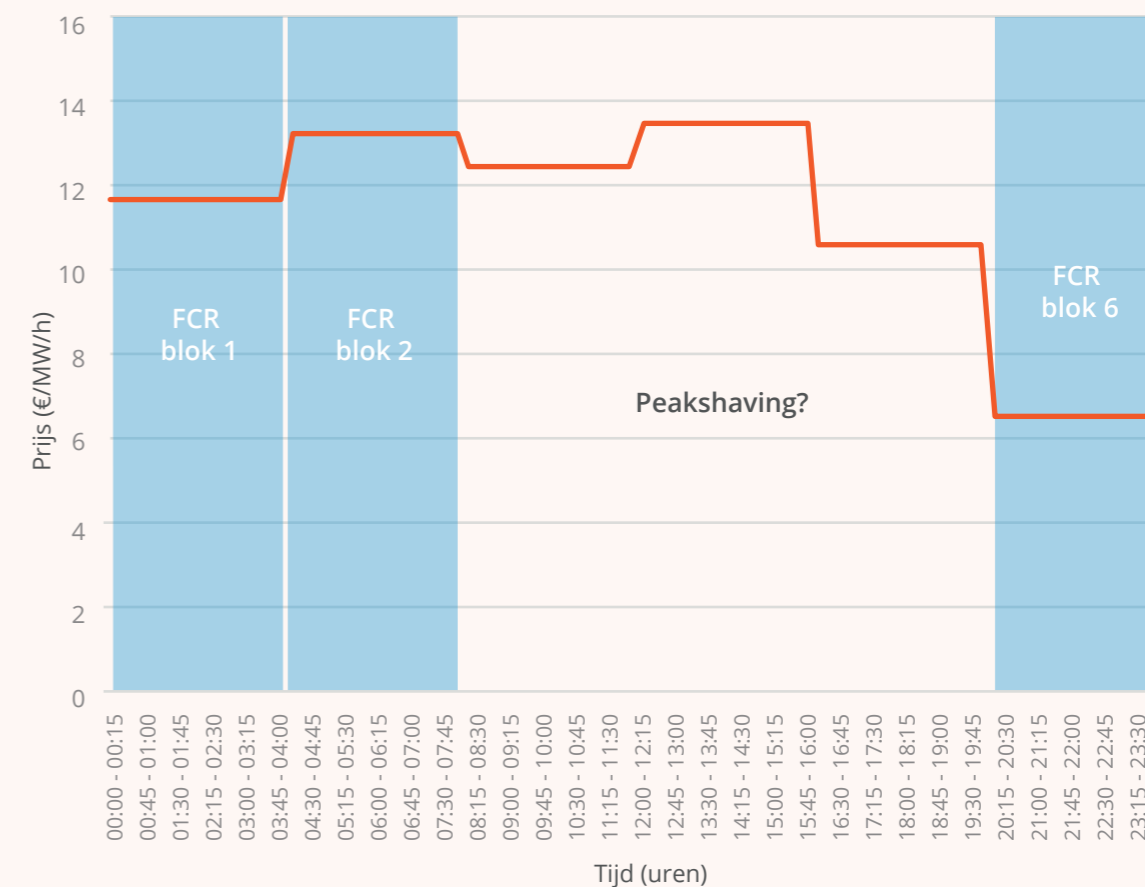
Tijd	Activiteit	Inkomsten
00:00-04:00	FCR	€366,08 (€22,88/MW/h)
04:00-08:00	FCR	€561,92 (€35,12/MW/h)
08:00-20:00	ID & onbalans speculatie	€800,00 (3,6MWh @ €222,22/MWh) 90% round-trip efficiency
20:00-24:00	FCR	€264,32 (€16,52/MW/h)
Totaal		€2031,12²⁰

Het stapelen van meerdere inkomstenstromen biedt keuzes die tot hogere opbrengsten kunnen leiden. In dit geval heeft dat positief uitgedrukt. Door FCR te combineren met speculatie op de intraday- en onbalansmarkt heeft het batterijsysteem (4MW/6MWh) op deze dag €2031 kunnen verdienen. Met alleen FCR was dat €1566 geweest.²⁰ Toch moet niet vergeten worden dat deze speculatie een risicovolle keuze was, en niet altijd tot wenselijke resultaten zal leiden omdat prijzen bij voorhand niet bekend zijn.

²⁰ Bij de berekening van deze voorbeelddag zijn extra kosten als gevolg van transporttarieven niet meegenomen.

Zonnige lentedag

In deze business case wordt er uitgegaan van een 7MVA aansluiting. Dat is klein voor 10MWp PV-installatie met een 4MW/6MWh batterij, die voornamelijk voor FCR wordt gebruikt. Waar FCR met PV concurreert voor aansluitingscapaciteit, kan peakshaving de effectieve doorstroom van elektriciteit juist tijdelijk vergroten waardoor verloren elektriciteit door afschakeling wordt geminimaliseerd

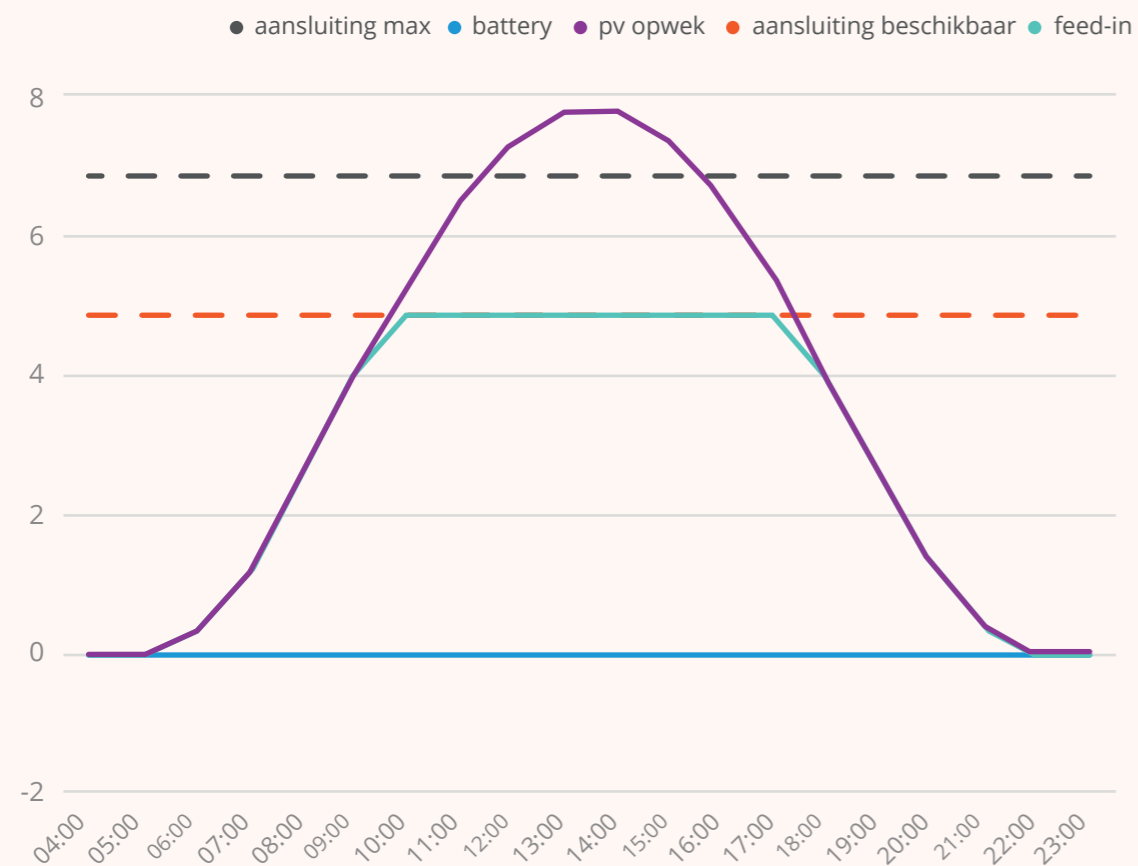


Figuur 22 FCR prijzen op een zonnige lentedag.²¹

De verwachting is dat FCR een hogere opbrengst gaat hebben dan ID of onbalans speculatie in blok 1,2 en 6. In blok 3,4 en 5 kan FCR of peakshaving toegepast kan worden. De prikkel voor peakshaving is de waarde van energie die anders afgeschakeld zou worden, plus de extra waarde van uitgestelde levering. Hieronder worden beiden opties doorgerekend.

²¹ 01-06-2021

Businesscase: Handel / Netdiensten



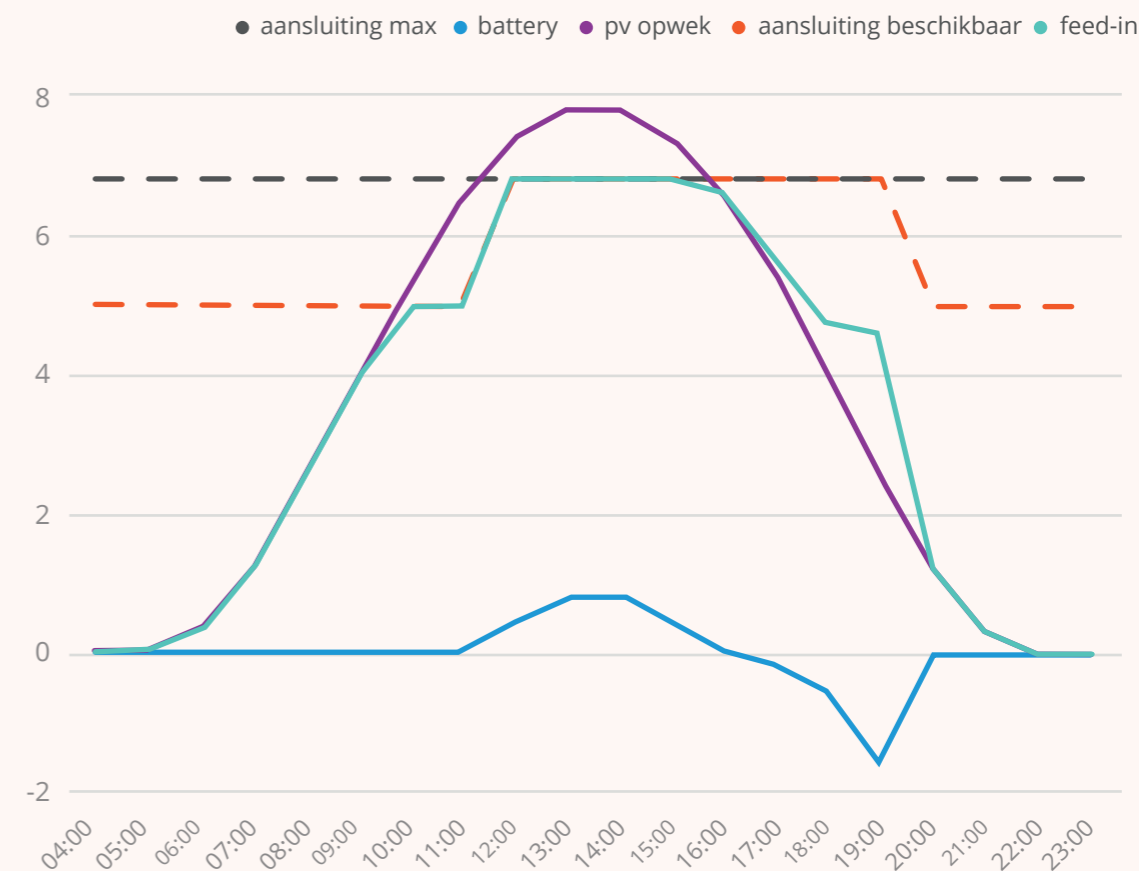
Figuur 23

Benutting van aansluitingscapaciteit wanneer de batterij alleen voor FCR wordt op een zonnig lentedag.²¹

Als de hele dag FCR wordt toegepast, wordt er 14,32 MWh afgeschakeld omdat er niet meer elektriciteit door de aansluiting kan. Het gebied tussen de grijze en rode lijn weergeeft de FCR bandbreedte die gereserveerd wordt op de aansluiting om FCR te kunnen garanderen met een zekerheid van 99%.²²

²² Peakshaving Pilot Altweerterheide Eindrapport, December 2020, Enpulse.

Businesscase - Handel / Netdiensten



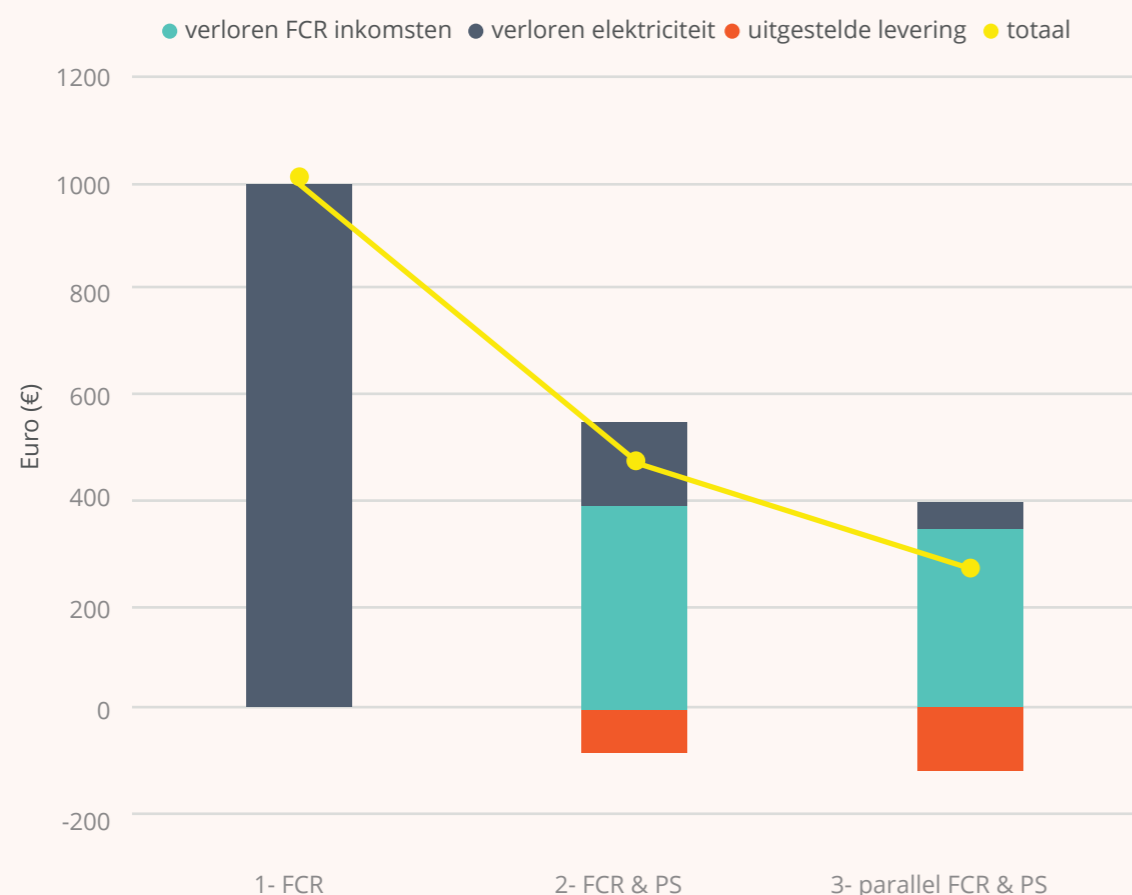
Figuur 24

Benutting van aansluitingscapaciteit wanneer de batterij voor FCR en peakshaving wordt gebruikt op een zonnige lentedag.²¹

Als er geen FCR wordt toegepast tussen 12:00 en 20:00 hoeft er geen FCR bandbreedte gereserveerd te worden op de aansluiting. Daarnaast is de batterij beschikbaar voor peakshaving waardoor nog meer elektriciteit door de aansluiting kan. Uiteindelijk wordt er niet 14,32 maar 2,11 MWh afgeschakeld, ten koste van 8 uur aan FCR inkomsten. Dit maakt peakshaving op deze dag 532 euro voordeliger dan alleen FCR. Batterijdegradatie wordt hier buiten beschouwing gelaten.

Het is theoretisch mogelijk om de batterij parallel deels in te zetten voor FCR en deels voor peakshaving, maar dit is nog niet in de praktijk getoetst. Het gevolg is dat FCR slechts deels afgeschakeld zou worden voor zover dat nodig is om opbrengsten te maximaliseren.

Businesscase: Handel / Netdiensten



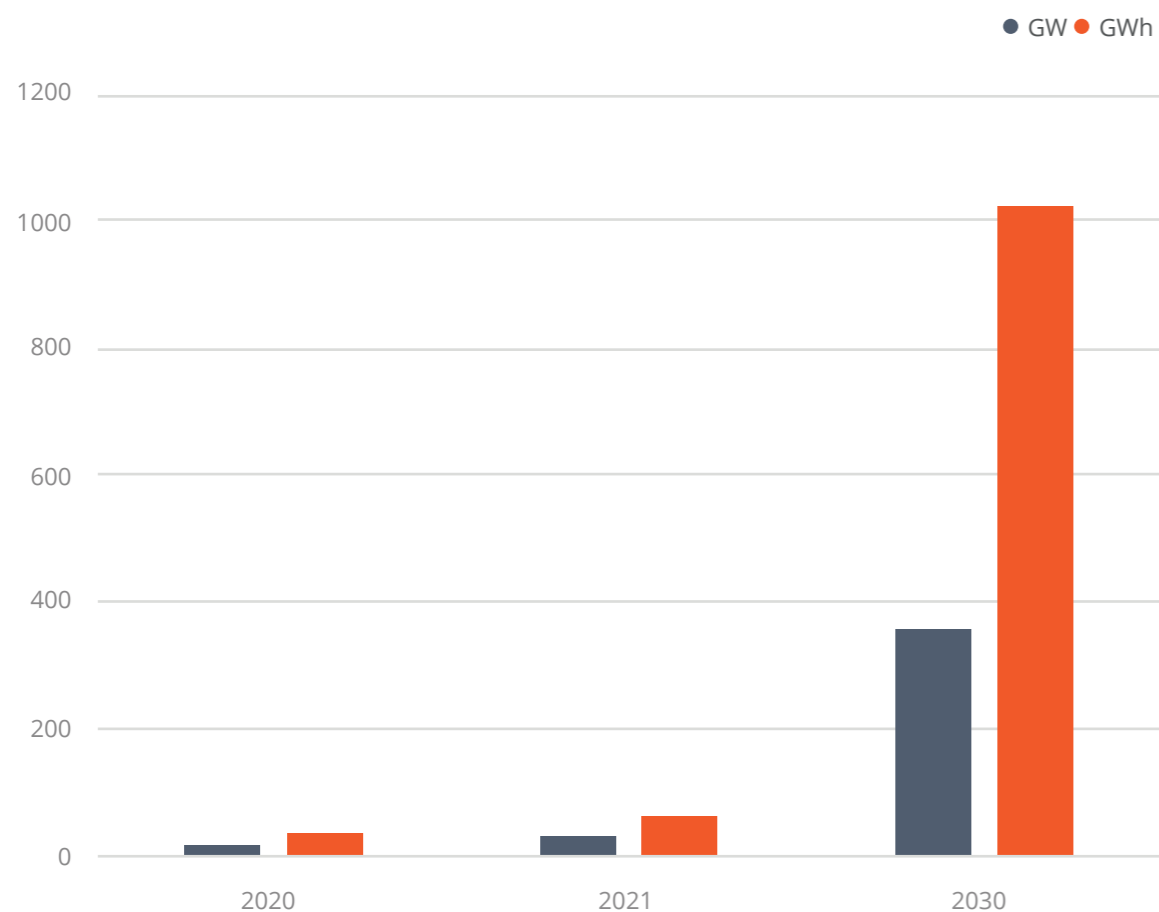
Figuur 25 Verloren inkomsten door de verkleinde aansluiting op een zonnige lentedag.²¹

De berekeningen zijn uitgegaan van een 7MVA netaansluiting. Bij een aansluiting zonder capaciteitsrestricties, bijvoorbeeld 14MVA, zou er gelijktijdig maximaal FCR en zonne-energie geleverd kunnen worden. De grafiek hierboven laat zien hoeveel inkomsten verloren zijn gegaan door voor een veel kleinere aansluiting te kiezen. Houdt er rekening mee dat 1 juni de meest zonnige dag in 2021 was, en dat een kleinere aansluiting het hele jaar kosten bespaard (zie Figuur 9).

Het rapport over pilot Altwoerterheide gaat dieper in op een soortgelijke case in de praktijk en komt tot de bevinding dat het zonnepark €0,0032/kWh aan opbrengsten verliest op jaarbasis.²² Een belangrijke kanttekening bij deze voorbeeld business case is dat de dimensies van de batterij alleen volstaat bij peakshaving in een aantal zomermaanden. Hierdoor zijn de verliezen laag, terwijl toch een redelijk aandeel van de netaansluiting kan worden bespaard. Daarnaast is er maar een relatief kleine FCR vraag waardoor een soortgelijke business case niet op landelijke schaal kan worden toegepast. Onderzoek van CE Delft laat zien dat een breder inzetbare businesscase, een grotere 4-uur-batterij (kW tot kWh is 1:4) die een veel groter deel van het jaar peakshaving bij een zonnepark toepast, de komende jaren niet rendabel gaat worden met het huidige beleid.²³

Marktontwikkelingen

²³ Omslagpunt grootschalige batterijopslag, December 2021, CE Delft.



Figuur 26 Wereldwijd cumulatief geïnstalleerde batterijcapaciteit.^{24,25}

De prognose voor de wereldwijd cumulatief geïnstalleerde capaciteit in 2030 is 1028 GWh. Dit betekent dat de verwachting is dat de capaciteit de komende 9 jaar ruim 16 keer groter zal worden. Ook zal de verhouding van vermogen (GW) tot capaciteit (GWh) verschuiven van 1:2 naar 1:3.

Wanneer Nederland proportioneel meegroeit met de wereldwijde verwachting zou dit een opslagcapaciteit betekenen van 3.2 GWh in 2030. Oftewel iedere twee jaar een verdubbeling in opslagcapaciteit. Een deel van de respondenten uit de survey geeft aan deze ontwikkeling op dit moment al terug te zien in hun marktsegment.²⁶

Op basis van een aantal geënquêteerden wordt verwacht dat de markt voor handel / netgekoppelde in Nederland zal gaan groeien van zo'n 70 MWh in 2021 naar 235 MWh in 2024. Verder gaven veel geënquêteerden aan geen verwachting voor de korte termijn te willen doen omdat de markt aan onzekerheden onderhevig is.

²⁴ New Energy Outlook 2021, BloombergNEF

²⁵ Global Energy Storage Outlook H2 2021, Wood Mackenzie

²⁶ In totaal wilde 33% van de ondervraagden een uitspraak doen over de te verwachten marktontwikkeling.

Marktontwikkeling residentiële markt

Een deel van de respondenten die wilde vooruitblikken voorziet dat er een significante groei gaat plaatsvinden in de residentiële markt. Respondenten verwachten dat de residentiële markt verzesvoudigd in 2024.

Strategische aanpak batterijen

Om de ambities van het klimaatakkoord waar de maken is er vanuit de overheid een aanpak geformuleerd om groei van elektrische opslag op een verantwoorde manier te laten verlopen en kansen in dit veld slim te benutten. De nationale batterijagenda brengt 5 onderwerpen naar voren waarvoor een strategische aanpak is bepaald.²⁷ Deze onderwerpen vallen onder de 2 strategische lijnen: verantwoord gebruik en slim benutten van kansen. Ook vanuit de Europese batterijenalliantie en Horizon Europe wordt er richting gegeven aan EU brede investeringen en innovatie om in te spelen op economische en geopolitieke kansen en bedreigingen in een Europese Batterijenstrategie.

Verantwoord gebruik (1e strategische lijn)		
	Onderwerp	Doelstelling
1.	Herkomst grondstoffen	Bevorderen verantwoorde winning en handel
2.	Inzameling en hergebruik	Grondstoffen in het systeem houden en innovatie in grondstoffen
3.	Veiligheid	Goede preventie en respons batterijbranden
Slim benutten van kansen (2e strategische lijn)		
4.	Economische perspectieven	
	Batterijwaardeketen	Verdienvermogen Nederlandse batterijsector bevorderen
	Nieuwe generatie batterijen	Betere toekomstige positie in batterijenmarkt
	Samenwerking in de EU	Ondersteunen participatie van Nederlandse partijen in (onderzoeks)allianties
	Batterijdata	Meer benutten van economische kansen van batterijdata
5.	Energiediensten	Benutten van batterijen als buffer in het elektriciteitsnet

Tabel 1 Twee strategische lijnen en doelstellingen voor de nationale batterijagenda.

De 14 actiepunten om de strategische positie van Nederland verder te ontwikkelen zijn weergegeven in de tabel hieronder.

²⁷ Het Batterijenlandschap, Bax & Company, 2019; Verkenning Batterijen: Positie NL in de waardeketen, TNO, 2019

Marktontwikkelingen

Onderwerp	Actie
1. Herkomst grondstoffen	1. Financieel bijdragen aan internationale initiatieven
2. Inzameling en hergebruik	2. Actief inzetten op herziening EU Batterijenrichtlijn 3. Verkennen retourpremie-systeem
3. Veiligheid	4. Verkennen dekking en samenhang regels 5. Opstellen richtsnoeren voor opslag 6. Actualiseren factsheet TNO brandveiligheid Elektrisch Vervoer 7. Actualiseren Bouwbesluit voor parkeergarages
4. Economische perspectieven	8. Bevorderen uitwisseling in batterijsector 9. Stimuleren innovatie EZK en IenW 10. Ondersteunen NL participatie in EU-programma's 11. Verkennen bilaterale samenwerking 12. Inzetten op EU-regelgeving datadeling
5. Energiediensten	13. Stimuleren innovatie gebouwde omgeving 14. Verkennen systeem hergebruik in netwerk

Tabel 2 Twee strategische lijnen en doelstellingen voor de nationale batterijagenda.²⁸

Om het economische potentieel van het ecosysteem in Nederland rond batterijen zo goed mogelijk te benutten is er recent door PWC een benchmark uitgevoerd. Deze studie heeft geïnventariseerd wat de economische kansen zijn voor Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen in de waardeketen van batterijen. Ook is er onderzocht wat de competitieve positie van de Nederlandse markt in het internationale landschap is, en wat voor strategische stappen er op korte en lange termijn moet worden gemaakt om op onze voordeel positie te kapitaliseren.

Het onderzoek noemt het ontwikkelen van hightech apparatuur, zware elektrische voertuigen en recycling methodes als de kansen met de hoogste competitieve voordelen voor de Nederlandse markt. Het inzetten op het uitbreiden van productie gerelateerde activiteiten heeft volgens de studie het hoogste economische potentieel omdat deze activiteiten zich begeven in de grootste inkomstenpool van de waarde keten van batterijen. Voorbeelden van deze kansen zijn het produceren van commercieel inzetbare zware elektrische voertuigen, elektrische aandrijving, solid state batterijen en hardware componenten voor batterijen en de integratie van stationaire batterijsystemen op het net.

Politiek en beleidskader bij toekomstige ontwikkeling

Jeroen Neefs (Energy Storage NL)

²⁸ PWC 2021 november: The business position and opportunities in het battery value chain for the Netherlands

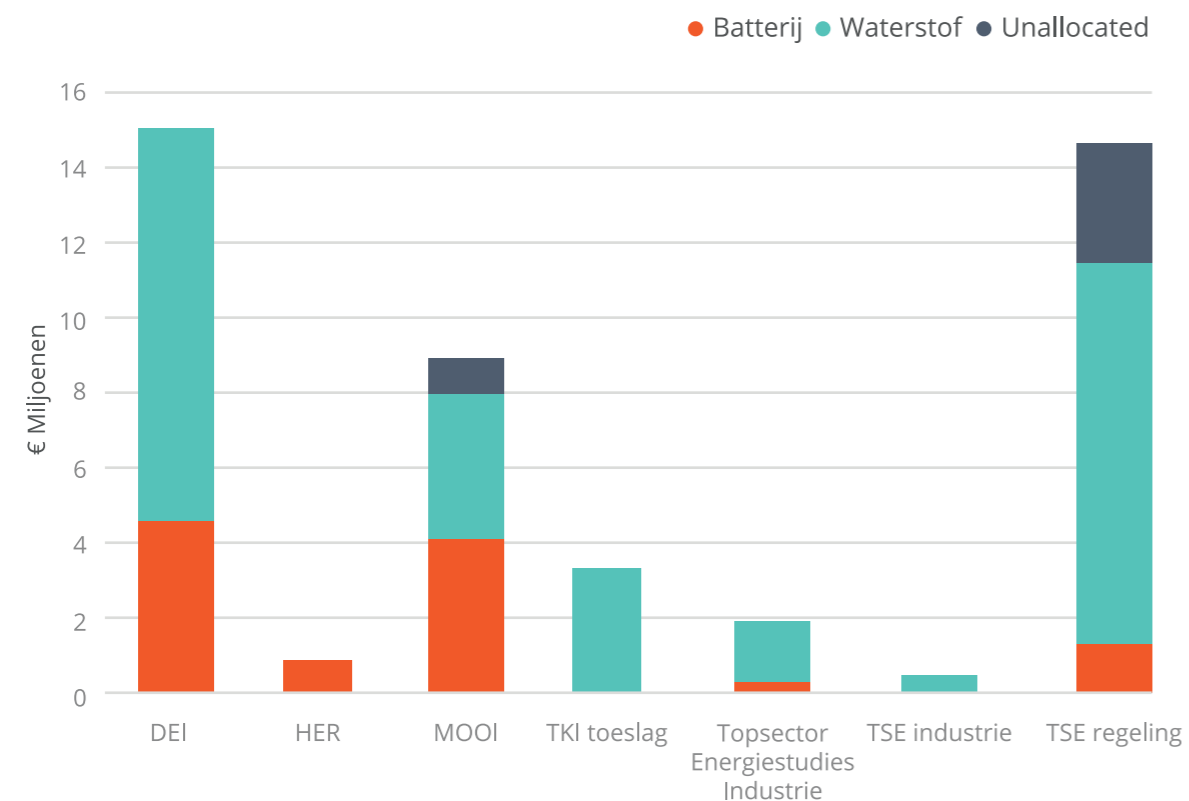


De markt voor energieopslag is in opkomst. Het toenemende aandeel opwek uit hernieuwbare bronnen in de energiemix en het wisselende karakter van zon en wind zorgen voor een toenemende vraag naar flexibiliteit in ons energiesysteem. Opslag biedt een uitgelezen kans om zowel in de vraag als de aanbod kant van deze flexibiliteit te voorzien. In de praktijk houdt het huidige systeem en de bijbehorende wet en regelgeving beperkt rekening met het duale karakter van opslagprojecten. Als resultaat worden projecten in tegenstelling tot opwek aangeslagen voor transportcapaciteit, een piekbelastingcomponent en tot dit jaar belast voor zowel laden als ontladen.

Wettelijk kader

Energieopslag wordt nog te vaak gezien als uitsluitend ‘verbruiker’ en niet gezien als ‘opwekker’. Deze definitiekwestie verhindert de businesscase voor energieopslag. Zo worden projecten tijdens het laden aangemerkt als verbruiker en wordt er voor de opgeslagen stroom het volledige transporttarief in rekening gebracht.

Naast het feit dat er überhaupt een volledig transporttarief moet worden betaald, hebben opslagbedrijven last van de piekbelastingcomponent van het transportafhankelijke verbruikerstransporttarief (TAVT). De netbeheerder ziet het liefst een gelijkmatige belasting van het net, dus kortstondige hoge pieken in transportvermogen krijgen een extra hoog tarief. Maar de diensten die elektriciteitsopslag levert, gaan juist gepaard met kortstondige hoge vermogens om het elektriciteitsnet te ontlasten. De piekbelastingcomponent is daardoor een grote kostenpost die kan oplopen tot wel 60% van de operationele uitgaven voor opslagbedrijven. Ook voor kleinere installaties kan dit in de miljoenen euro's lopen. Conversie en opslag zijn onmisbaar bij de combinatie van duurzame energie en een stabiel elektriciteitsnet en dit moet niet bemoeilijkt maar gestimuleerd worden.



Figuur 27 Energie opslag RVO innovatie regelingen 2018 - 2020

Zekerheid voor de businesscase

Ook bij de stimulering van opslagprojecten werkt een definitiebepaling niet mee. Europese regels maken tot op heden moeilijk voor nationale overheden om energieopslag te subsidiëren, omdat ze indirect in plaats van direct CO2 uitstoot reduceren. De afgelopen drie jaar werd er evengoed voor 40 miljoen stimulering uitgetrokken voor energieopslag (figuur 27). En inmiddels groeien de mogelijkheden. Zo zijn eerdere regelingen via HER en MOOI inmiddels aangevuld met DEI+, waarin flexibiliteit wordt gesubsidieerd. Daarnaast kan toekomstig het Groeifonds en investeringen via InvestNL nieuwe energieopslagprojecten financieren (tabel 3). Energy Storage NL pleit in Den Haag voor subsidie voor energieopslag. Recent hebben ze daarom het initiatief ‘Samen sneller het net op’ ondertekent, waarin Energy Storage NL samen met andere partijen pleiten voor een jaarlijkse subsidie van 200 miljoen om o.a. via energieopslag het net te ontlasten.

Instantie	Naam	Budget	Toepassing
RVO	Stimulering Duurzame Energie SDE++	5mrd./ jaar	Stimulering voor technieken die CO2 uitstoot vermijden die wordt toegekend op basis van subsidie intensiteit per vermeden ton.
RVO	Demonstratie Energie Innovaties DEI+	126.6 mlj. - max 15 mjl per aanvraag voor 2021	Binnen het thema Flexibilisering van het energiesysteem' liggen mogelijkheden voor innovatieve pilotprojecten uiteenlopend qua scope van grootschalige opslag tot power-to-X die bijdragen aan vergroten van flexibiliteit
Ministeries van Economische Zaken & Klimaat en Financiën	Nationaal Groeifonds	20mrd – min. 30mlj. aanvraag	Gericht op projecten die zorgen voor economische groei op langere termijn. Drie pijlers: (1) Kennisontwikkeling, (2) Research & development (R&D) en innovatie en (3) Infrastructuur. Een aanvraag rondom energieopslag voldoet is denkbaar in de pijlers 2 en 3.
Invest-NL	Private co-investering	Min 5mlj. 1.7Mrd aandelen	Private investeringen met publieke middelen voor ondernemingen die voor innovatie en verduurzaming zorgen.

Tabel 3

Ruimte voor perspectief

Ook op andere vlakken worden bestaande barrières geleidelijk geslecht. Zo is de dubbele heffing van energiebelasting sinds begin 2022 afgeschaft. En wanneer de eerder geagendeerde afbouw van de salderingsregeling bij zonnepanelen doorgang vindt en teruglevering aan het net in waarde afneemt, dan wordt het interessanter voor paneeleigenaren om de eigen opgewekte stroom op te slaan. Netbeheerders hebben hier belang bij, omdat dit de netbelasting vermindert en overbelasting voorkomt.

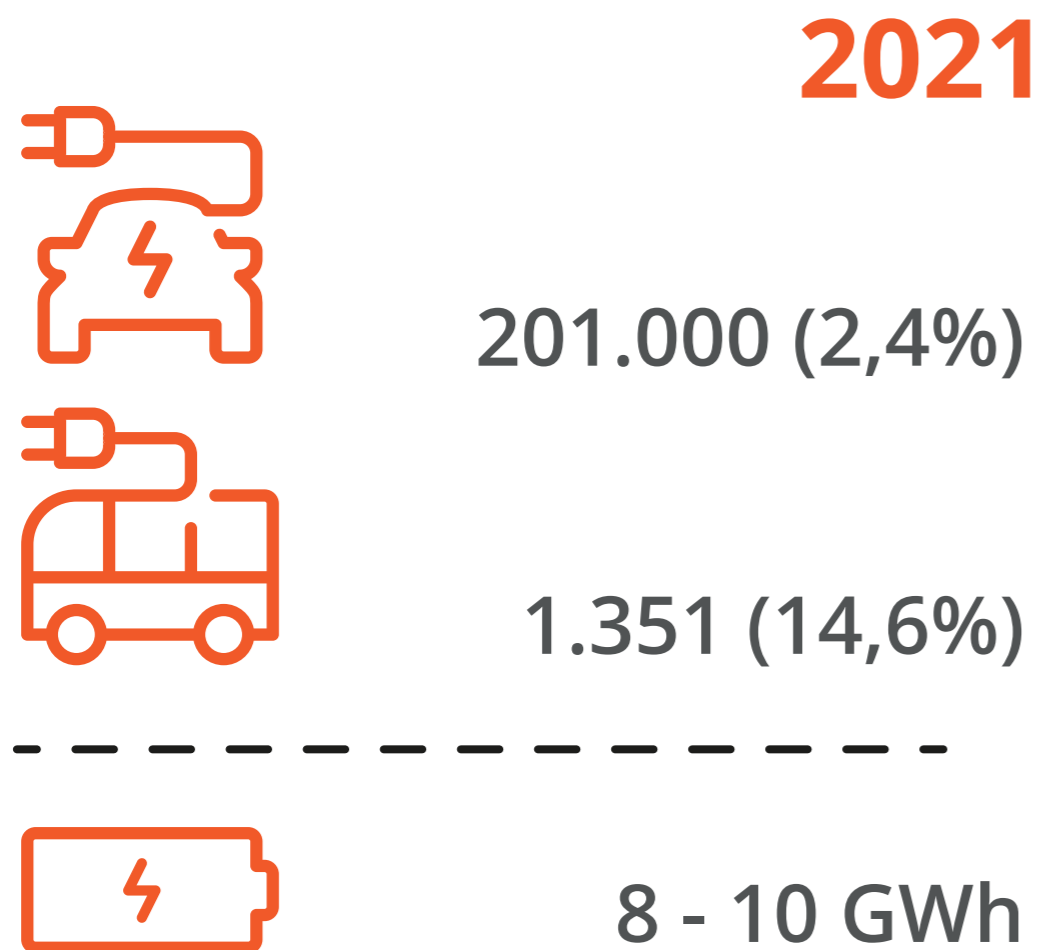
De aanschafkosten voor consumenten van thuisbatterijen/buurtbatterijen zijn op dit moment nog erg hoog. Toch worden er vaker initiatieven ontwikkeld op buurniveau, waarbij lokaal opgewekte energie met behulp van een buurtbatterij lokaal wordt verbruikt. Potentieel zou de ISDE-regeling, een subsidie-instrument voor woningeigenaren, deze aanschafkosten deels kunnen vergoeden, zoals ook nu het geval is voor warmtepompen en zonneboilers.

Ook het recent gepresenteerde coalitieakkoord biedt nieuwe financieringsmogelijkheden voor energieopslag. Zo komt er een **klimaat- en transitiefonds van €35 mrd** voor de komende 10 jaar, om o.a. de benodigde energie-infrastructuur (elektriciteit, warmte, waterstof en CO₂) aan te leggen maar ook om nieuwe technologieën in de eerste opschaling te ondersteunen. Zo lopen er over de gehele breedte van de sector initiatieven die marktontwikkeling de komende jaren kunnen ondersteunen.

Elektrisch vervoer (EV)



Vanuit het perspectief van opslag liggen er kansen om met elektrisch vervoer te komen tot verdere systeemintegratie. Het aantal auto's en de bijbehorende batterijcapaciteit maken dat dit segment een groot potentieel draagt voor het ontsluiten van flexibele capaciteit in het energiesysteem. De mogelijkheid om naast slim sturen van laadsessie's ook terug te leveren aan het net is een belangrijke ontwikkeling om dit voor elkaar te krijgen. Alvorens terugleveren breed kan worden ingezet zullen zowel voertuigen als laainfrastructuur als de wet- en regelgeving op deze ontwikkeling moeten worden aangepast.



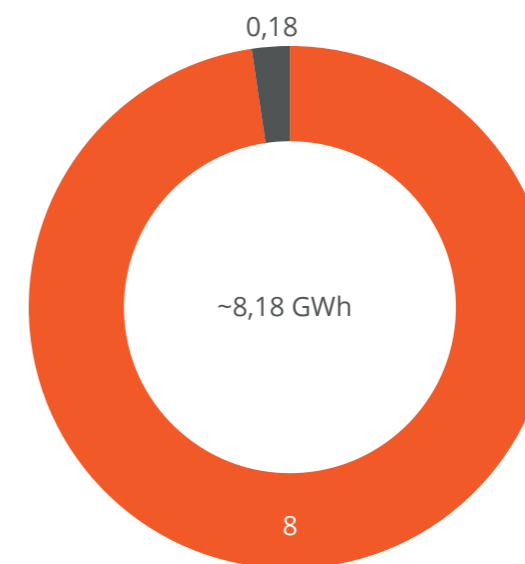
Figuur 28 Aantal elektrische voertuigen voor personenvervoer en bijbehorende batterijcapaciteit.²⁹

In 2020 had Nederland na Noorwegen het hoogste aandeel volledige elektrische auto's (BEV) in de nieuwe verkopen (20%). Het totaal aantal komt daarmee op dit moment boven de 200 duizend.

Binnen het openbaar vervoer is de ontwikkeling verder. Hier is 15% van de bussen volledig elektrisch. In andere vormen van transport en logistiek is nog geen 1% van het voertuigen bestand geëlektrificeerd.

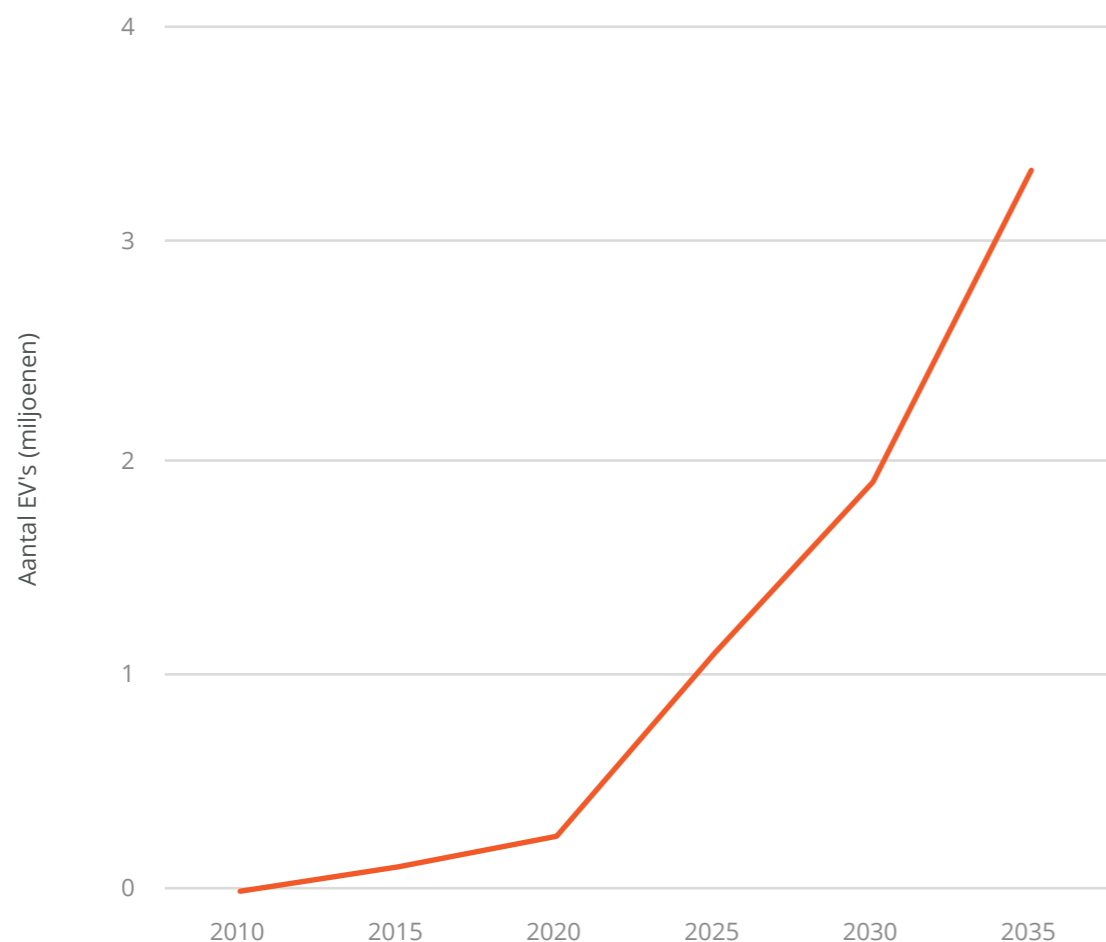
De top 10 meest verkochte EV's tot op dit moment vertegenwoordigen een opslag capaciteit van 7GWh. Gecombineerd met de bussen ligt de huidige de opslagcapaciteit in de orde van 8-10 GWh.

²⁹ Statistics electric vehicles and charging up to and including September 2021, oktober 2021, RVO, verkregen 8-10-2021.



Figuur 29 Batterijcapaciteit elektrisch vervoer ten opzichte andere batterijopslag.

De batterijcapaciteit van de huidige EV's is 40-50 keer groter dan de op dit moment opgestelde capaciteit in de batterijopslag gerapporteerd in de eerste sectie van dit rapport. Bij gemiddeld gebruik zal de EV voor vervoersdoeleinden slechts eenmaal per week moeten laden en zal dus een fractie van de capaciteit op ieder moment beschikbaar zijn.

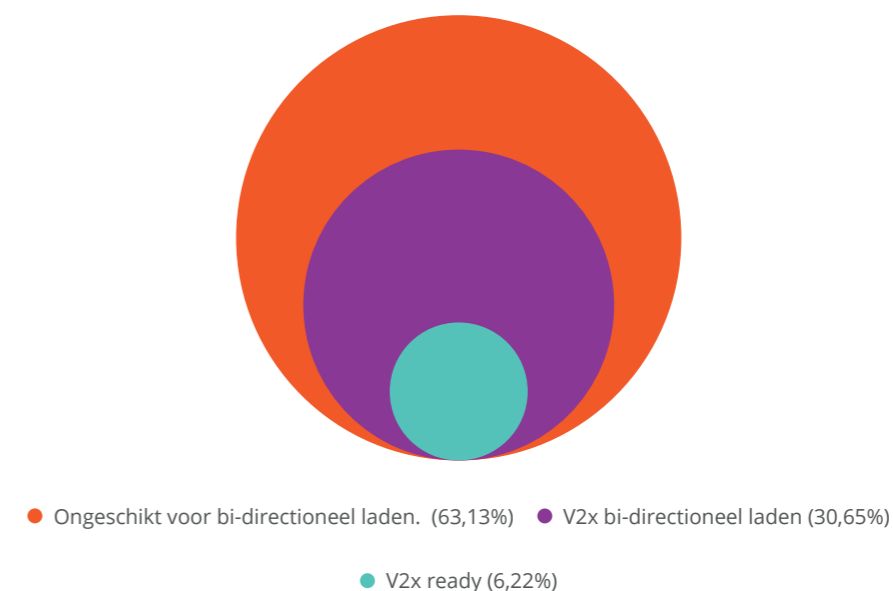


Figuur 30 Huidige en verwachte ontwikkeling van aantal elektrische auto's voor personenvervoer.

In het Klimaatakkoord is de ambitie uitgesproken dat in 2030 alle nieuw verkochte auto's elektrisch worden aangedreven, of ten minste emissieloos zijn.³⁰ Op basis van dit uitgangspunt zijn er in dat jaar tenminste 2 miljoen elektrische auto's voor personenvervoer.

³⁰ Ter referentie wordt er gerekend met jaarlijkse verkopen tussen 400,000 - 500,000

In 2020 lag het aandeel BEV in de verkopen al twee keer hoger dan voorgenomen in het Klimaatakkoord (20%). Gecombineerd met de voorstellen om Europese energiewetgeving aan te scherpen en de verwachte prijsontwikkeling van EV zijn er eerste signalen, dat er rekening moet worden gehouden met snellere adaptatie dan beoogd onder de huidige beleidsvoornemens.



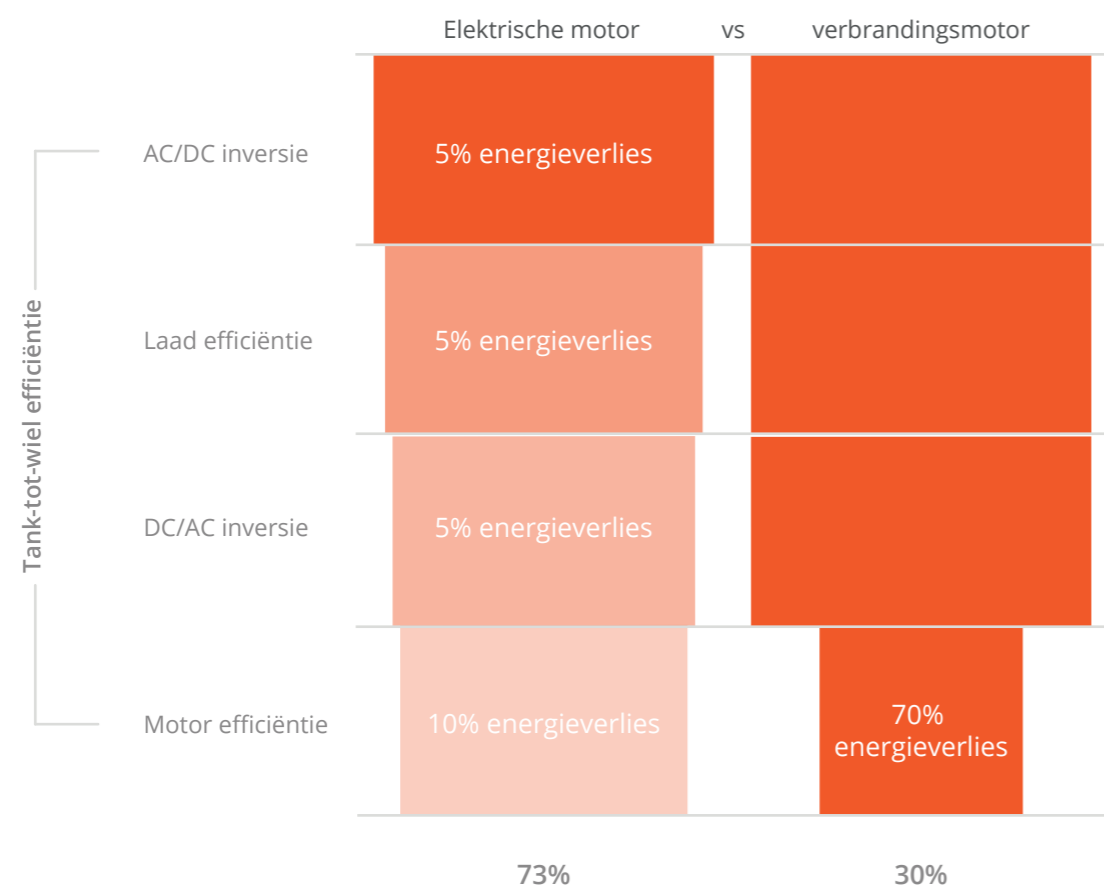
Figuur 31 Aandeel elektrische voertuigen technisch geschikt voor bi-directioneel laden.³¹

Van de meest verkochte personen voertuigen is op dit moment 6% van de voertuigen inzetbaar voor vehicle-to-grid (V2G). Het Lombox-project in Utrecht wordt deze al ingezet. Voor nog eens 31% van de voertuigen wordt er geëxperimenteerd met deze functionaliteit of is deze aangekondigd dan wel in ontwikkeling voor het aankomende jaar. Naar verwachting zijn in 2025 alle nieuwe elektrische voertuigen met deze functionaliteit uitgerust. Verdere ontwikkeling zal zich moeten richten op de ontwikkeling van communicatieprotocollen en standaarden tussen voertuigen, laders en het elektriciteitsnet. Tot slot moeten de EV's als nieuwe flexibele assets kunnen worden geëxploiteerd door uiteenlopende partijen en moet de wet en regelgeving worden aangepast om deze nieuwe interacties mogelijk te maken.

³¹ Onderzoek van DNE Research.

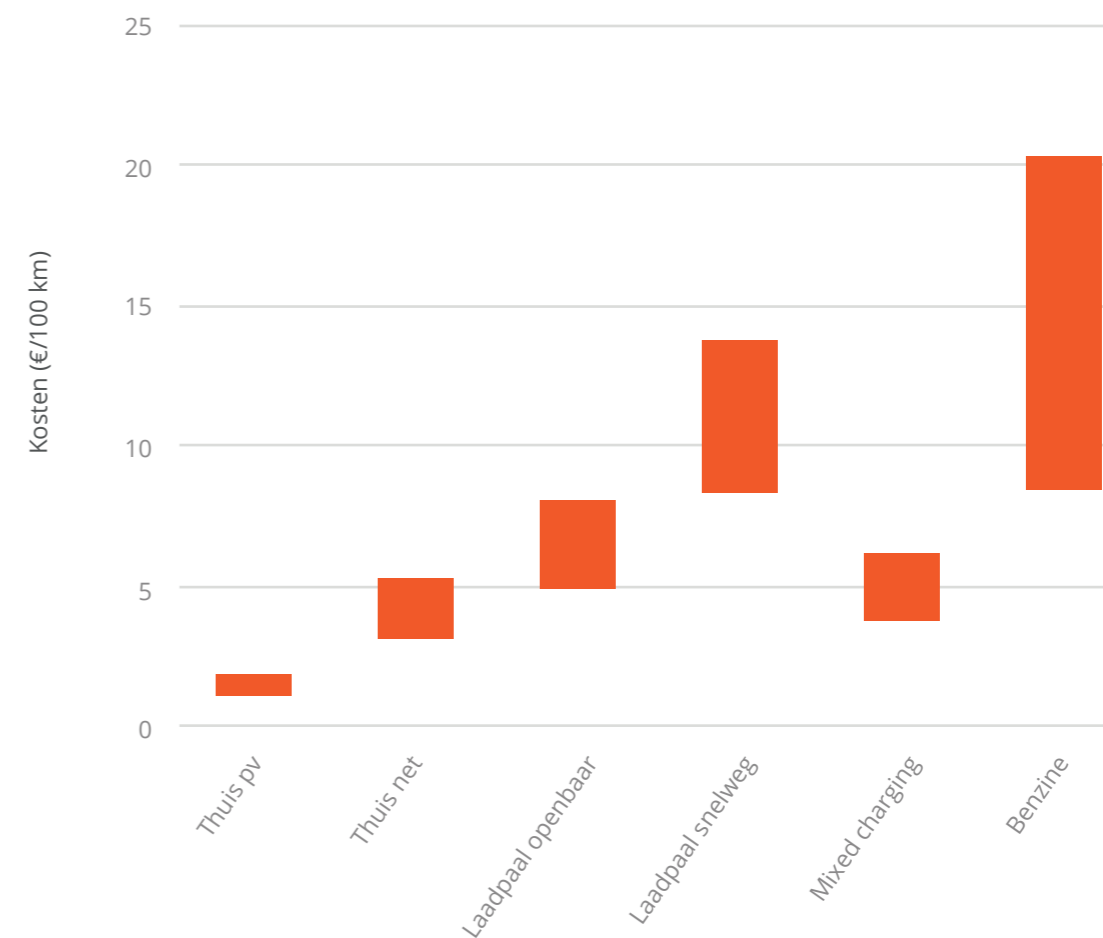
De businesscase voor EV

Een EV is veel meer dan alleen een batterij. De kern van de businesscase voor elektrisch rijden zit toch in het verlagen van de Total Cost of Ownership (TCO) door het verlagen van energiekosten.



Figuur 32 Tank-to-wheel efficiëntie van een verbrandingsmotor en elektrische motor.³²

Een EV maakt veel efficiënter gebruik van energie toch moet er ook naar de kosten per eenheid energie gekeken worden om economisch voordeel daarvan vast te stellen.



Figuur 33 Energiekosten per 100km van een benzine auto en elektrische auto, afhankelijk van oplaadpunt. Berekend op basis van elektriciteitsprijzen in juli 2021.

De prijs voor opladen is sterk afhankelijk van het oplaadpunt. Thuis opladen is velen malen goedkoper dan langs de snelweg. De mixed charging-categorie laat de kosten zien die passen bij het laadgedrag van de gemiddelde EV eigenaar in 2021.³³ EV-eigenaren met een laadpaal thuis (78%) betalen gemiddeld minder omdat zij meer thuis opladen. Omdat elektriciteitsmarkten steeds volatieler worden, en EV's flexibiliteit kunnen bieden door op opportune momenten te laden, is het waarschijnlijk dat EV-eigenaren in de toekomst meer beloond zullen worden als er op een gunstig tijdstip wordt geladen.

³² Cars: Battery electric most efficient by far, verkregen op 1-12-2021, Transport & Environment.

³³ Nationaal Laadonderzoek 2021, Juli 2021, ElaadNL, VER, RVO.

PV systemen die aan de normen voldoen

Ontdek het in het Energy Experience Center

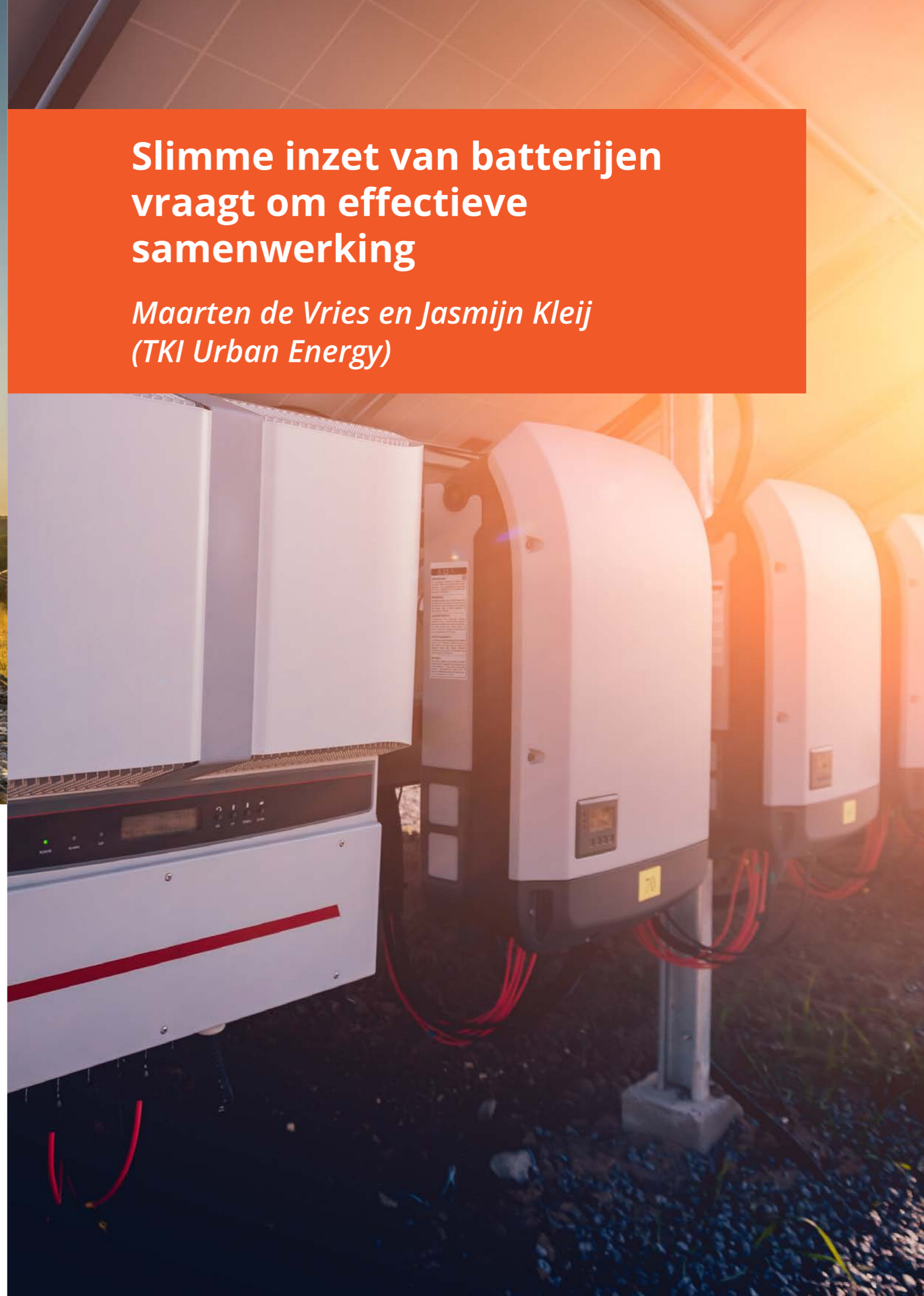
- ✓ Duurzaam opwekken van energie
- ✓ Inzicht in opwek en eigen gebruik
- ✓ Lagere maandlasten
- ✓ Makkelijker voldoen aan BENG/EPC
- ✓ Voorbereid op de toekomst
- ✓ Collectieve woningbouw oplossingen



Bezoek ons op Schepenveld 21-03, Zeewolde
www.otg.energy | Maak een afspraak via 036-2002191

Slimme inzet van batterijen
vraagt om effectieve
samenwerking

*Maarten de Vries en Jasmijn Kleij
(TKI Urban Energy)*



Rollen en verantwoordelijkheden bij de aansturing van batterijsystemen

Om een batterijopslagsysteem te exploiteren, moeten verschillende activiteiten in samenhang worden uitgevoerd. Vaak worden verschillende rollen ingevuld door verschillende organisaties. Soepele samenwerking tussen verschillende ketenpartners is dan essentieel om een batterij succesvol te exploiteren. De samenstelling van de keten is afhankelijk van welk verdienmodel en welke aansturingstrategie er wordt gekozen. Hieronder zetten we uit één hoe de aansturing van een opslagsysteem is opgebouwd, en hoe dat kan variëren bij verschillende verdienmodellen. Ook gaan we in het op het belang van open protocollen en standaarden. Zo bieden we handvatten om de exploitatie van batterijopslagsystemen goed vorm te geven, en zo de verdienpotentie van batterijopslag te vergroten.

Opbouw aansturing opslagsysteem

Een opslagsysteem bestaat uit verschillende componenten. Onafhankelijk van de soort batterijtechnologie bestaan de meeste opslagsystemen uit de volgende componenten: het opslag Energie Management Systeem (opslag-EMS), het Batterij Management Systeem (BMS), het daadwerkelijk opslag medium en de conversie technologie. Ook zit er hulptechnologie zoals koeling in de meeste systemen. Het BMS controleert en monitort de staat van de batterij. Dit systeem zorgt ervoor dat de batterij binnen de veiligheidsgrenzen blijft en kan, om dat te waarborgen, de batterij ook uitschakelen, bijvoorbeeld bij oververhitting. Het opslag EMS regelt vervolgens het op- en ontladen van de batterij. Dit stuurt ook de hulptechnologie aan.

Een coördinerende EMS bepaalt vervolgens de laadstrategie die het opslag EMS hanteert; het optimaliseert het gebruik van de batterij aan de hand van vooraf bepaalde parameters. Het coördinerende EMS kan onderdeel zijn van een batterijsysteem, als lokaal opgeslagen software en algoritmes, maar kan ook extern worden georganiseerd, bijvoorbeeld door een aggregator die de batterij aanstuurt als onderdeel van een grotere poule aan flexibele assets.

Door een batterijsysteem uit verschillende aansturingssystemen op te bouwen, worden rollen en verantwoordelijkheden goed georganiseerd. Het BMS beschermt de batterij tegen signalen van het coördinerend EMS die de batterijtechnologie zouden kunnen beschadigen. Hierdoor hoeft de aggregator zich geen zorgen te maken dat hij bijvoorbeeld per ongeluk de batterij opblaast door het sturen van laadsignalen. Een eenvoudig interface tussen het opslag-EMS en het coördinerende EMS, die zich zoveel mogelijk beperkt tot het uitwisselen van alleen de relevante informatie, is dan voldoende. Figuur 34 biedt een schematisch overzicht van (de wisselwerking tussen) de aansturingssystemen en de verantwoordelijkheden van elk systeem.

	Verantwoordelijkheid	Veiligheid	Onderhoud
Coördinerende EMS	<ul style="list-style-type: none"> • Optimaliseert gebruikstoepassingen voor locatie • Economische optimalisatie van gebruikstoepassingen 	<ul style="list-style-type: none"> • grid continuïteit 	<ul style="list-style-type: none"> • onderhoud plannen
----- INTERFACE -----			
Opslag EMS	<ul style="list-style-type: none"> • Efficiënte werking van EES systemen 	<ul style="list-style-type: none"> • algemene veiligheid: brandalarm > lokale actie 	<ul style="list-style-type: none"> • geeft (automatisch) aan wanneer onderhoud nodig is
BMS	<ul style="list-style-type: none"> • Veiligheidslimieten voor batterijen, efficiënte werking van cellen en modules 	<ul style="list-style-type: none"> • stelt grenzen/ kritische veiligheidswaarden 	

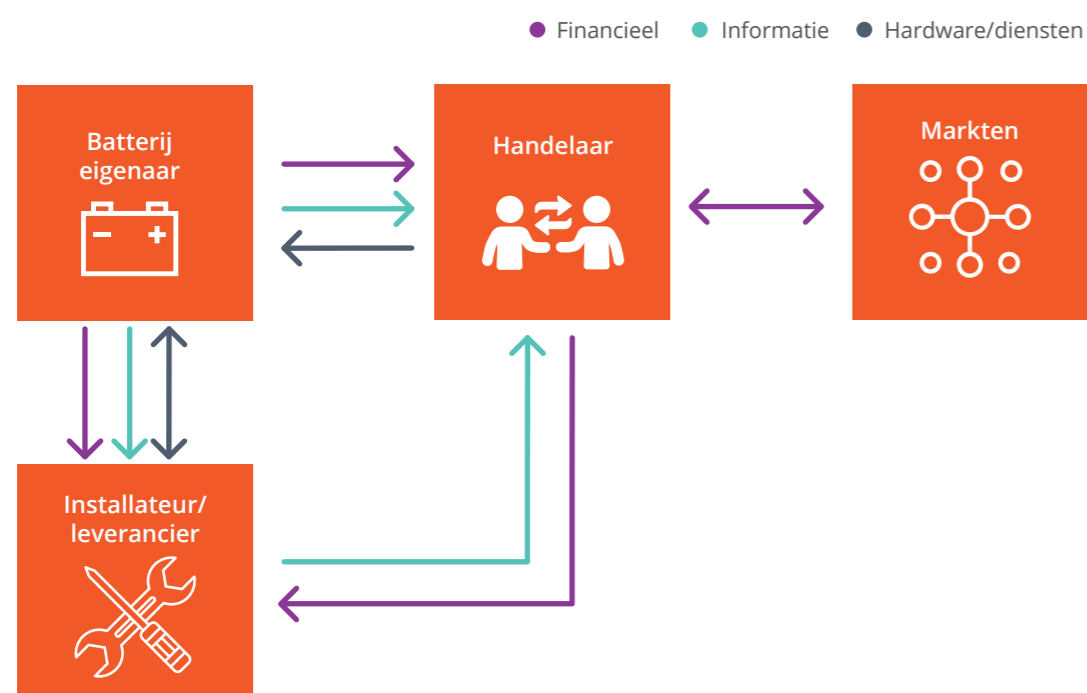
Figuur 34 Overzicht van aansturingssystemen in een opslagsysteem

De laadstrategie kan via verschillende routes worden georganiseerd: apparaatgebonden of locatiegebonden, waarbij qua locaties nog een onderscheid gemaakt kan worden tussen gebouwen en grootschalige opweksystemen. Verschillende verdienmodellen vragen om een verschillende route van aansturing. Afhankelijk de route zijn er verschillende ketenpartners betrokken in de aansturing van de batterij.

Route 1: Apparaatgebonden aansturing

Apparaatgebonden aansturing (zie figuur 35) maakt gebruik van monitoring- en aansturingssystemen die gekoppeld zijn aan een bepaald apparaat en een bepaalde leverancier. In dit model wordt de flexibiliteit ontsloten via een communicatiesysteem dat door de leverancier van de batterij is aangebracht. Een handelaar in flexibiliteit (bijvoorbeeld een energiebedrijf) maakt afspraken met de leverancier, zodat hij met de batterij kan communiceren en deze kan aansturen. De handelaar kan vervolgens deze enkele batterij, of alle batterijen die zijn aangesloten gelijktijdig aansturen. Deze capaciteit kan hij, tegen een vergoeding richting de batterij-eigenaar aanbieden op de energiemarkten. Dit model kan een batterij bij een gebouw of een bedrijf, of een op zichzelf staande batterij in het net betreffen.

De keten wordt in deze variant gevormd rondom de handelaar van flexibiliteit, door de huidige inrichting van het energiesysteem is deze keten dus afhankelijk van het betrekken van de energieleverancier. Dit verdienmodel is voornamelijk gericht op het inzetten van flexibiliteit voor expliciete markten, zoals het leveren van balanceringsdiensten en optimalisatie op basis van groothandelsprijzen.



Figuur 35 Keten apparaatgebonden sturing

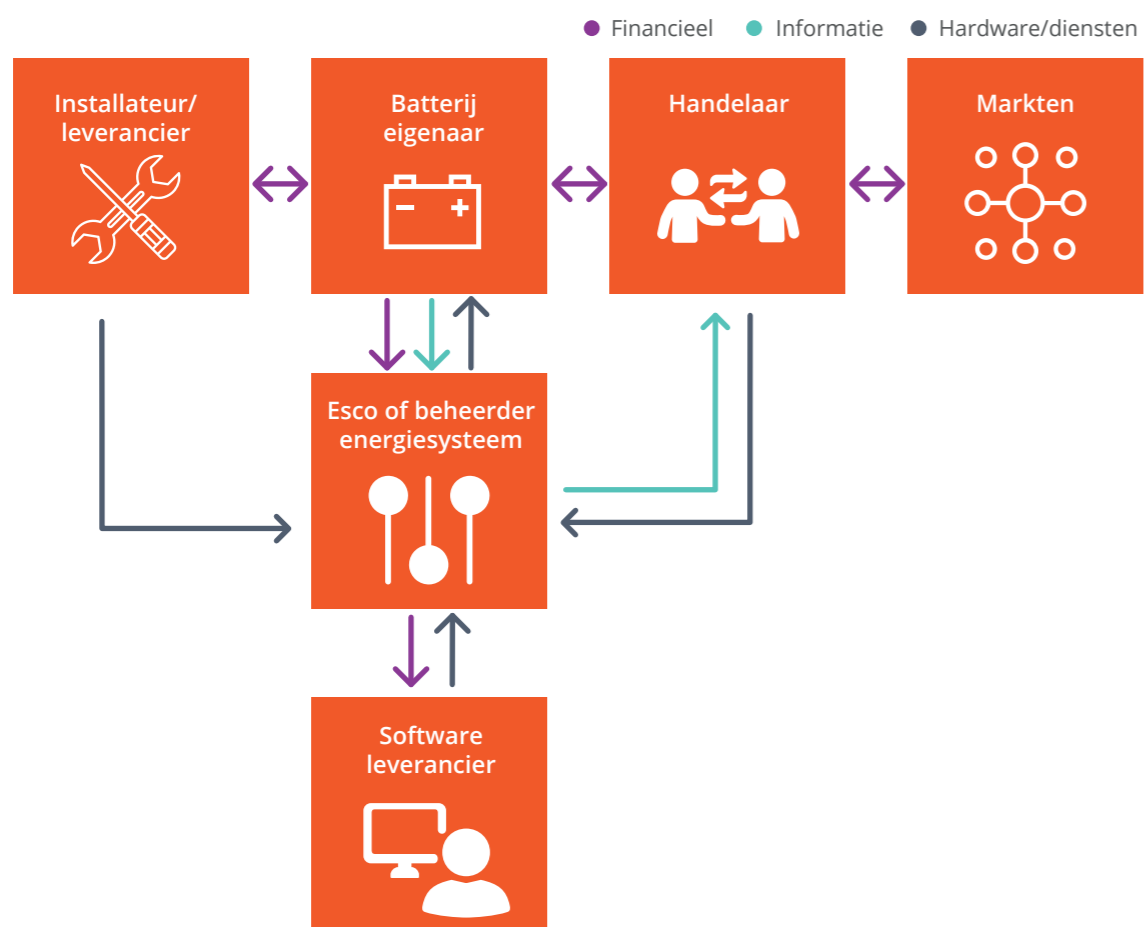
Voor sommige doelstellingen is het niet mogelijk om de aansturing volledig op basis van externe signalen te doen. Bijvoorbeeld de inzet van batterijen voor FCR (frequency containment reserve) vraagt om zeer snelle reactietijden van een batterijsysteem (enkele seconden), waarvoor een normale dataverbinding ontoereikend is. Bij aansturing van batterijen voor FCR zal de verantwoordelijkheid voor de aansturing daarom bij het opslag-EMS moeten liggen, omdat het coördinerende EMS onvoldoende snel kan sturen. Ook het monitoren van de frequentie op het elektriciteitsnet (als basis voor de aansturingstrategie) zal dan lokaal door het batterijsysteem gedaan worden. In dit geval geeft het coördinerende EMS aan het opslag-EMS de opdracht om (voor een bepaalde tijd) zelf de aansturing te verzorgen.

Route 2: Locatiegebonden aansturing binnen gebouwen

Bij locatiegebonden aansturing (zie figuur 36) zijn verschillende apparaten, zoals bijvoorbeeld laadpalen voor elektrisch vervoer, warmtepompen en batterijen in onderlinge samenhang aanstuurbaar via een lokaal energiemanagementsysteem. Dit kan een systeem voor een woning zijn (HEMS: home energy management system) of voor een kantoor- of utiliteitsgebouw (BEMS: building energy management system). Het doel van het gebouwgebonden energiemanagementsysteem is voornamelijk te vinden in energie-optimalisatie (ook wel impliciete flexibiliteit genoemd) en energiebesparing. Vaak wordt daarvoor ook gebruik gemaakt van slimme-meter data. Het verhandelen van flexibiliteit kan dan een extra verdienmodel bieden.

Een gebouweigenaar kan een BEMS in eigen beheer hebben, maar kan dit ook door een Energy Service Company (ESCO) laten beheeren. Het BEMS-verdienmodel wordt als kansrijk gezien als een ESCo die al bij de klant aanwezig is de aansturing op flexibiliteit op zich kan nemen, omdat er op die manier geen extra tussenpartner of technologie benodigd is. Een handelaar (bijvoorbeeld een aggregator) kan de flexibiliteit per gebouw contracteren of via een vastgoedbeheerder met een portfolio aan aanstuurbare gebouwen. Met pooling van de verschillende gebouwen kan de flexibiliteit ook op landelijke markten ingezet worden. Voor het handelen op de landelijke markten zijn de energieleverancier of Balancing Service Provider benodigd.

De keten voor het verdienmodel rondom gebouwsturing met een BEMS is in potentie complexer dan bij directe aansturing van apparaten. In dit model worden meerdere apparaten in het gebouw tegelijk aangestuurd door een BEMS. Dit betekent dat de apparaten, afkomstig van verschillende leveranciers, ook allen moeten kunnen communiceren met dit systeem. Dit kan worden opgelost door deze apparaten volgens dezelfde protocollen te laten communiceren.



Figuur 36 Keten locatiegebonden aansturing

Route 3: Locatiegebonden aansturing bij grootschalige hernieuwbare opwek

Batterijopslag kan naast het gebruik in de gebouwde omgeving ook worden ingezet bij zonneweides en windparken. In dat geval is peakshaving om de netaansluiting te verkleinen vaak het primaire doel. Wanneer alleen dit doel wordt nagestreefd heeft de keten veel overeenkomsten met locatiegebonden aansturing omdat hier de assets, namelijk de batterij en het zonnepark, op één locatie op elkaar afgestemd worden. Echter blijkt uit praktijk dat vaak niet de volledige capaciteit van de batterij constant nodig voor peakshaving. Deze restcapaciteit kan ingezet worden op de verschillende energiemarkten. Dit kan door de beheerder van het zonnepark ingezet worden via het locatiegebonden model of door een externe aggregator die meerdere batterijen op verschillende zonneparken aanstuurt. In het laatste geval komt de keten overeen met het apparaatgebonden model. In het laatste geval stelt de zonneparkbeheerder zijn batterij voor bepaalde tijdsblokken beschikbaar aan externen.

Standaarden en protocollen

TKI Urban Energy en RVO pleiten voor het gebruik van open standaarden/protocollen voor het flexibel aansturen van verschillende apparaten (zoals warmtepompen, elektrische auto's en ook batterijsystemen). Met open standaarden wordt de interoperabiliteit geborgd. Dat betekent dat het mogelijk wordt om gemakkelijk verschillende merken, typen en soorten apparaten (plug & play) op te nemen in een regelcircuit en op een later moment te veranderen. Ook ontstaat bij eigenaren en gebruikers van deze assets de mogelijkheid om te wisselen tussen leveranciers van 'flexdiensten'. Zo wordt een lock-in situatie voorkomen en dragen standaarden bij aan de opschaling en herbruikbaarheid van resultaten.

Eén van de grote voordelen van het gebruik van eenduidige standaarden en protocollen bij de aansturing van batterijsystemen, is de mogelijkheid om rollen en verantwoordelijkheden te scheiden. Dit maakt het uitgangspunt 'schoenmaker blijf bij je leest' mogelijk. In de praktijk betekent dat bijvoorbeeld dat een batterijleverancier zich kan richten op het produceren van een 'smart-grid ready' batterijsysteem, maar vervolgens de batterij met behoud van garanties kan overdragen aan derden. Hij hoeft zich niet te bemoeien met de installatie en operatie van het systeem bij (een breed scala aan) eindklanten, elk met een eigen use case en bijbehorende laad- en ontladstrategie. Anderzijds hoeft de partij die de batterij aanstuurt – bijvoorbeeld een aggregator – zich niet te verliezen in de interne en veilige werking van een batterij.

Op dit moment zien wij echter in de markt nog maar een beperkt aantal aanbieders die batterijen leveren die via open protocollen zijn aan te sturen. De meerderheid van de batterijsystemen wordt aangestuurd via MODBUS, waarbij toch nog maatwerk nodig is om de aansturing goed in te regelen. Ook zijn er enkele voorbeelden van batterijen die gebruik maken van het OCPP, een protocol dat oorspronkelijk bedoeld is voor elektrisch vervoer. Hierdoor wordt het mogelijk om stationaire batterijen eenvoudig te integreren in de systemen van een Charge Point Operator die de batterij dan kan aansturen als onderdeel van een grotere poule met elektrische voertuigen.

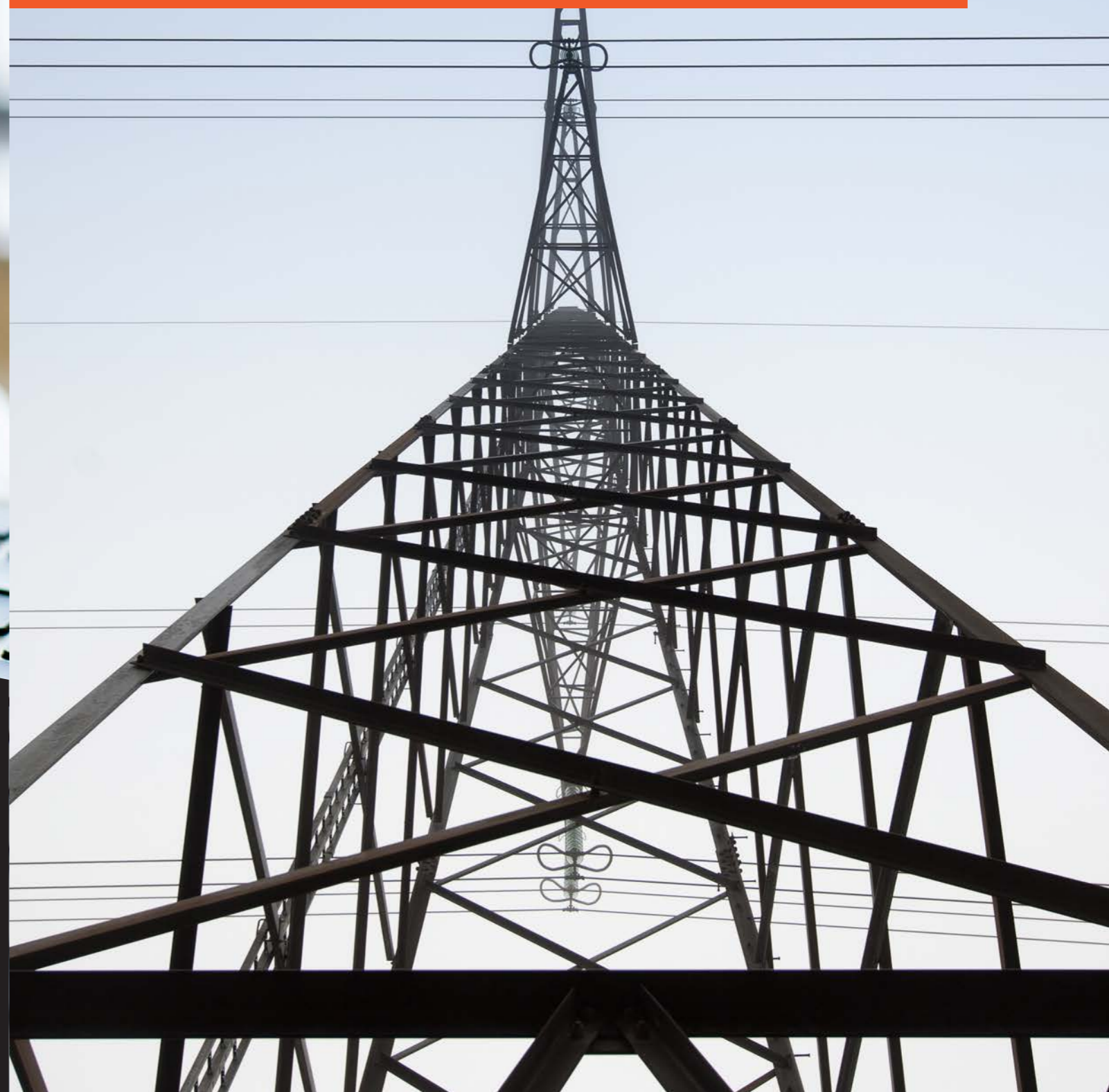
Verder lezen:

- **Flexibiliteit in de gebouwde omgeving: wegwijzer voor ondernemers - TKI Urban Energy (februari 2021)**
- **Smart Grid Ready Energy Storage – TKI Urban Energy (februari 2020)**



Batterijopslag in de (nabije) toekomst

Erik Kelder (TU Delft)

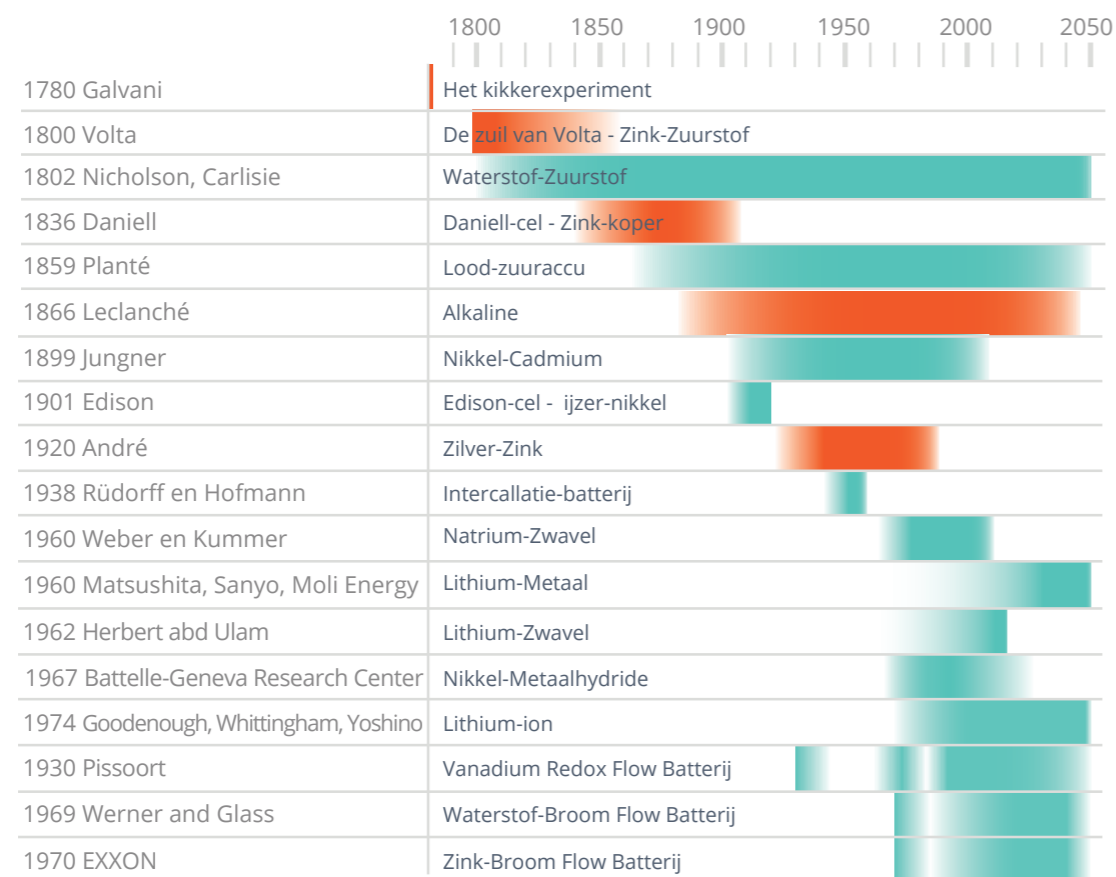


SOLAR365
DE BESTE ANALYSES & NIEUWSTE PRODUCTEN

**DE BESTE ANALYSES &
DE NIEUWSTE PRODUCTEN!**

Bezoek dagelijks WWW.SOLAR365.NL of abonneer u op onze nieuwsbrief!

Elektrochemische energieopslag in batterijen wordt beschouwd als cruciaal in de toekomstige energiebesparing, in zowel de automobiel- als elektronische industrie, maar ook als onderdeel voor grootschalige elektriciteitsopslag gekoppeld aan het net. Gelukkig zijn we al een eind gekomen, gezien de welbekende niet-herlaadbare alkalinebatterijen en de herlaadbare nikkel-cadmium, nikkel metaalhydride en lood-zuurbatterijen en de tegenwoordig meest-gebruikte lithium-ionbatterijen.



Figuur 37

De rode en groene tijdbalken duiden op respectievelijk niet-herlaadbare en herlaadbare batterijen. De intensiteit van de tijdbalk geeft een indicatie van gebruik, waarbij zij aangetekend dat de voor de periode na 2020 een verwachting kan zijn, maar zeker geen vaststaand feit.

De ontwikkelingen gaan echter gewoon door om aan onze behoeftes te voldoen en daarbij is het zaak om onderscheid te maken tussen de verschillende sectoren waarvoor zo'n batterij of accu gebruikt gaat worden, zoals voor:

- Micro-elektronica, zoals smart watches en blue-toothoortjes;
- Medische implantaten, zoals voor pacemakers en defibrilatoren;
- Consumenten-elektronica, zoals laptops en mobiele telefoons;
- Elektrische auto's, hybride en volledig elektrisch;
- Statische elektriciteitsopslag voor aan net-gekoppelde systemen t.b.v. bijvoorbeeld nutsbedrijven.

Hoewel de opdracht binnen deze sectoren tot nu toe al uitdagend was, voegt de steeds dringender noodzaak om fossiele energie te vervangen door energie uit hernieuwbare bronnen in zowel de stationaire als de mobiele sector verdere uitdagingen toe, mede gezien dat voor 2030 een wereldwijd geïnstalleerde opslagcapaciteit van meer dan 1 TWh in batterijen wordt voorzien.^{38,39}

De vraag is derhalve welke verwachtingen hebben we voor de verschillende toekomstige batterijen en dus welke chemie moet er voor gekozen worden. Daarbij rijzen nog additionele kwesties zoals:

- Zijn er genoeg grondstoffen aanwezig om aan de behoeftes te voldoen;
- Worden deze grondstoffen op een ethische wijze gewonnen;
- Is de productie van de batterijen wel "groen" genoeg;
- Kunnen we de batterijen op een adequate manier recyclen;
- Kunnen we dit alles nog bekostigen?

Deze vragen komen uitvoerig aan de orde in een groot Europees opgezet platform Battery 2030+ (<https://Battery2030.eu>), zoals mede beschreven in hun zogenoemde roadmap⁸. Ook Nederlandse instellingen doen mee aan dit platform. Het zal hierbij duidelijk zijn dat antwoorden op bovenstaande vragen met name betrekking hebben op de sectoren consumentenelektronica, elektrisch vervoer en elektriciteitsopslag voor statische toepassingen. Een lijst van de huidige batterijtypen met hun specificaties, die voor bovenstaande toepassingen interessant zijn, is gegeven in onderstaand overzicht.

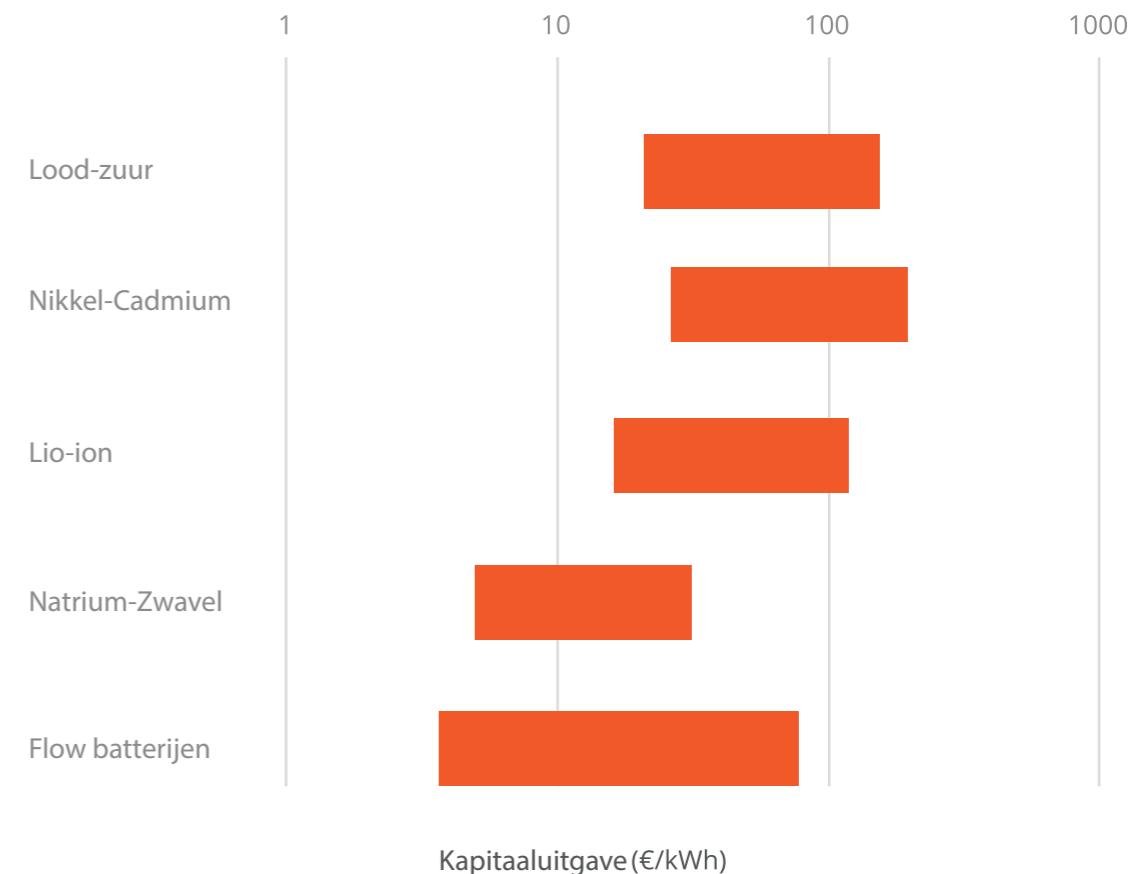
³⁸ A. Lee, "Tight Battery Market Is Next Test for EVs After Chip Crisis", 2021, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-07-22/tight-battery-market-is-next-test-for-evs-caught-in-chip-crisis> (accessed: November 2021).

³⁹ L. Gear, A. Holland, X. He, IDTechEx Reports2020, <https://www.idtechex.com/de/research-report/batteries-for-stationary-energy-storage-2021-2031/790> (accessed: November 2021).

Type	Spanning [Volt]	Energiedichtheid [Wh/kg]	Werktemperatuur [°C]	Ontlaadtijd [uur]	Zelfontlading [%/maand]	Cycle life (diepe cycli)	Round-trip efficiëntie, [%]
Lood-zuur	2,1	24 - 40	-40 - 60	< 8	4 - 50	1000	50 - 75
NiCad	1,3	30 - 45	-10 - 45	< 4	5 - 50	2000	55 - 70
NiMH	1,2	60 - 120	-30 - 75	0,1 - 10	0,08 - 2,9	2000	66 - 92
Li-ion	3-4	120 - 160	-25 - 40	< 4	< 2	1000	95 - 99
Na-zwavel	2,1	150 - 240	300 - 350	4 - 8	verwaarloosbaar	4000	75 - 90
VRFB	1,4	10 - 20	10 - 40	4 - 12	3 - 9	5000	65 - 80
ZBFB	1,8	65	15 - 50	2 - 5	12 - 15	2000	65 - 75
HBFB	1,1	N/A	5 - 35	N/A	verwaarloosbaar	N/A	80 - 90

NiCad – Nikkel Cadmium, NiMH – Nikkel metaalhydride, Na-zwavel – Natrium-zwavel, VRFB – Vanadium Redox Flow Batterij, ZBFB – Zink-Broom Flow Batterij, HBFB – Waterstof-Broom Flow Batterij.

Figuur 38 Overzicht van huidige typen herlaadbare batterijen. ^{34, 43}



Figuur 39 Kapitaalsuitgave per laad/ontlaadcyclus (gecorrigeerd voor efficiency)⁴¹

³⁴ Wikipedia: (a) https://en.wikipedia.org/wiki/Luigi_Galvani; (b) https://en.wikipedia.org/wiki/William_Nicholson_%28chemist%29; (c) https://en.wikipedia.org/wiki/Daniell_cell; (d) https://en.wikipedia.org/wiki/Nickel-iron_battery; (e) https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium-sulfur_battery; (f) https://en.wikipedia.org/wiki/Lithium-sulfur_battery; (g) https://en.wikipedia.org/wiki/Vanadium_redox_battery; (h) https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen-bromine_battery; (i) https://en.wikipedia.org/wiki/Zinc-bromine_battery

³⁵ NASA, "NASA Research Helps Take Silver-Zinc Batteries from Idea to the Shelf", Dec 1, 2016, https://www.nasa.gov/directorates/spacetech/spinoff/feature/Silver-Zinc_Batteries

³⁶ <https://www.jstor.org/stable/44564986>

³⁷ https://en.wikipedia.org/wiki/Lithium-ion_battery

³⁸ A. Lee, "Tight Battery Market Is Next Test for EVs After Chip Crisis", 2021, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-07-22/tight-battery-market-is-next-test-for-evs-caught-in-chip-crisis> (accessed: November 2021).

³⁹ L. Gear, A. Holland, X. He, IDTechEx Reports2020, <https://www.idtechex.com/de/research-report/batteries-for-stationary-energy-storage-2021-2031/790> (accessed: November 2021).

⁴⁰ K. Edström, R. Dominko, M. Fichtner, T. Otuszewski, S. Perraud, C. Punckt, J.-M. Tarascon, T. Vegge, W. Martin, Battery2030+2020, <https://battery2030.eu/research/roadmap/> (accessed: November 2021).

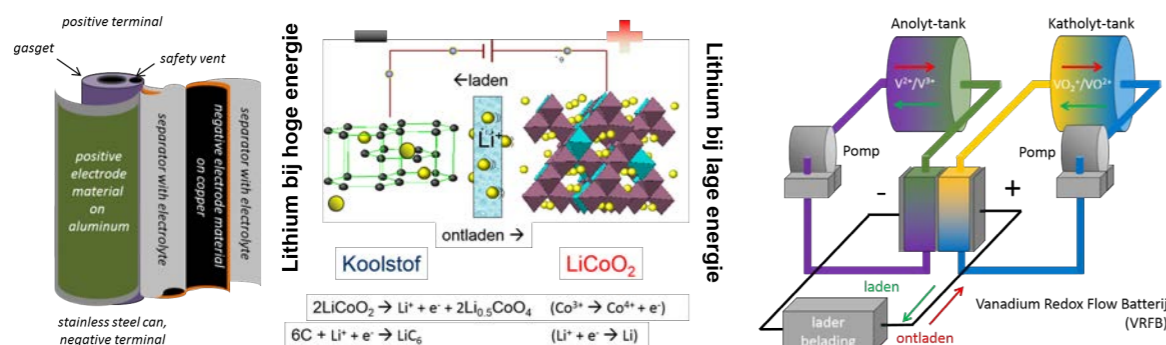
⁴¹ Z. Yang, J. Zhang, M.C.W. Kintner-Meyer, X. Lu, D. Choi, J.P. Lemmon, and J. Liu, "Electrochemical Energy Storage for Green Grid", Chem. Rev. 2011, 111, 3577–3613.

⁴² K.T. Cho, P. Albertus, V. Battaglia, A. Kojic, V. Srinivasan, and A.Z. Weber, "Optimization and Analysis of High-Power Hydrogen/Bromine-Flow Batteries for Grid-Scale Energy Storage", Energy Technology 1(10), (2013) 596-608.

⁴³ Eduardo Sanchez-Díez, Edgar Ventosa, Massimo Guarnieri, Andrea Trovo, Cristina Flox, Rebeca Marcilla, Francesca Soavi, Petr Mazuri, Estibaliz Aranzabe, Raquel Ferret, "Redox flow batteries: Status and perspective towards sustainable stationary energy storage", Journal of Power Sources 481, (2021) 228804

Erik Kelder

De huidige ontwikkelingen zijn voornamelijk gericht op het vervangen van kostbare materialen in de Li-ion-batterijen en het ontwikkelen van batterijsystemen voor grootschalige opslag van elektriciteit ten behoeve van netgekoppelde systemen.



Figuur 40 Typische Li-ionbatterij (18650) (links) en de werking ervan met de meest-bekende samenstelling (midden) en een Vanadium Redox Flow Batterij (VRFB) (rechts).

Voor het Li-ion systeem richt het onderzoek zich naar:

- het vervangen van de vloeibare elektrolyt naar een vaste stof om te komen tot een vaste-stof Li-ionbatterij (solid state Li-ion battery)
- Het vervangen van het LiCoO₂ (LiFePO₄) naar NMC materialen zoals NMC622 en NMC811, dat respectievelijk overeenkomt met LiNi_{0,6}Mn_{0,2}Co_{0,2}O₂ en LiNi_{0,8}Mn_{0,1}Co_{0,1}O₂
- het vervangen van de koolstofelektrode naar een siliciumelektrode of zelfs een lithium-metaalektrode
- het vervangen van lithium voor andere metalen zoals, natrium, magnesium en/of calcium.

Voor de grootschalige elektriciteitsopslag zijn kosten en veiligheid belangrijke aspecten en derhalve wordt er hier gezocht naar bijvoorbeeld nieuwe type redox flow batterijen zoals Zink-Broom, Waterstof-Broom en zogenaamde reversed dialysebatterijen op basis van zeezout. Deze laatste twee systemen worden reeds in Nederland als demonstraties ontwikkeld door respectievelijk Elestor en AquaBattery. Daarnaast wordt er aan de TUDelft ook gewerkt aan semi-solid redox redoxflowbatterijen, waarbij gebruikt gemaakt gaat worden van gelachtige vloeistoffen die rondgepompt worden, een systeem dat recentelijk in een perscommuniqué van MIT uitdrukkelijk als interessant werd aangemerkt.⁴⁴

⁴⁴ MIT, "An energy-storage solution that flows like soft-serve ice cream", Leda Zimmerman, MIT Energy Initiative, Publication Date: November 30, 2021.



Interview - Job Schouten, Libra Energy

Libra Energy is sinds 2007 importeur, distributeur en full-service groothandel voor duurzame energieopwekkende producten en laadsystemen voor elektrische voertuigen. Wij spraken CEO Job Schouten over het afgelopen jaar en zijn kijk op de smart storage markt.

"Specifiek voor de batterij sector, die nog in zijn kinderschoenen staat in Nederland, zullen de groeicijfers torenhoog zijn."

• Wat zijn jullie doelen binnen de storage markt?

De verduurzaming door middel van zonnepanelen, warmtepompen, elektrische voertuigen en batterijopslag is een grote industrie geworden. Als je kijkt naar de doelen voor deze sector die uit onze klimaatambities voortvloeien dan is verdere groei erg logisch. Specifiek voor de batterijsector, die nog in zijn kinderschoenen staat in Nederland, zullen de groeicijfers torenhoog zijn. Voor storage-oplossingen zien wij op dit moment ook aan de aanbodkant grote ontwikkelingen. Buiten de traditionele aanbieders, de batterijenproducenten, zien we dat leveranciers van omvormers en zonnepanelen deze markt betreden. Stimulering vanuit de overheid voor verdere verduurzaming en het aanjagen van storage is nodig maar de instrumenten hiervoor moeten met zorg gekozen worden, zodat het doel van verduurzaming niet het krijgen van de subsidie wordt. Dit doel is wat mij betreft dat huishoudens een zo'n groot mogelijk gedeelte van het jaar zelf opgewekte energie gebruiken. Daarvoor is nogal wat nodig.

• Welke toepassingen van batterijen zijn er in de huidige markt?

Batterijen hebben vele verschillende verschijningsvormen: soms zijn ze modulair op te bouwen, een ander type wordt in een rek geplaatst, er zijn all-in-one solutions inclusief omvormer en dan zijn er nog de "traditionele" thuisbatterijen die je aan de muur kan hangen. Sommigen zijn geschikt voor de toepassing met een nieuw hybride systeem, anderen voor de retrofit van bestaande systemen. Een aantal van de aanbieders onderscheidt zich door kwalitatief goede technische oplossingen, anderen door geïntegreerde totaalsystemen met goede monitoring en aansturing. Ook zijn er de opportunisten die deze groeimarkt willen betreden zonder duidelijke USP's. Als groothandel ligt onze meerwaarde in het bieden van de beste batterij voor iedere toepassing en het bieden van technische ondersteuning van deze nieuwe producten.

• Waar ligt jullie focus in de toekomst?

Er zijn veel zonnesystemen geplaatst in Nederland in de afgelopen jaren. De focus die lag op opwekking vraagt nu nieuwe oplossingen voor netcongestie en seizoenseffecten. We gaan op een andere manier nadenken over onze energievoorziening en daar speelt de overheid een flinke rol in. In België is de terugdraaiende teller afgeschaft begin 2021, onze omzet bestaat daar nu voor 25% uit storage oplossingen.

Naast het streven naar een zo laag mogelijk energieverbruik moeten we opwek en verbruik zoveel mogelijk op elkaar gaan afstemmen. Elk seizoen heeft daarbij haar eigen uitdaging. Energieopslag in de woning kunnen we goed gebruiken om opgewekte energie in de nacht te kunnen gebruiken. De batterij in onze (toekomstige) elektrische auto kan ook werken als een goede en grote buffer, we verwachten daarom veel van bi-directioneel laden. Slimme software om zo'n systeem goed te bedienen is cruciaal.

Dutch Solar Quarterly[©]

De beste data over de Nederlandse solarmarkt

- 5-year forecast
- SDE+(+) subsidy insights
- End-user insights
- LCoE
- Value chain prices
- Market shares
- Pricing insights
- Installed capacity
- Due diligence

DNERESEARCH 

WWW.DUTCHNEWENERGY.NL INFO@DUTCHNEWENERGY.NL +31 (0)72 202 020 1

