

# Openbaar eindverslag DEI demonstratieproject

DEI119043



## GIGA duurzame Energie-innovatie op Hoogspanningsniveau in Flevoland (RHINO)

30-08-2023

Een DEI+ demonstratieproject voor de Topsector Energie van:

**GIGA Rhino B.V.**  
Amstelzijde 85a,  
1184 TZ Amstelveen

**Spectral Enterprise B.V.**  
Kropaarstraat 12  
1032 LA Amsterdam

**Parcelconnect.com BV**  
Platanenlaan 12  
2061 TT Bloemendaal

# Inhoudsopgave

<b>1.</b>	<b>Gegevens project</b> .....	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Samenvatting</b> .....	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>Inhoudelijk eindrapport</b> .....	<b>5</b>
3.1	Inleiding.....	5
3.2	Doelstelling .....	5
3.3	Werkwijze .....	5
3.5	Conclusies en aanbevelingen .....	9
3.6	Vervolgstappen .....	10
3.7	Kennisverspreiding en PR .....	11

## 1. Gegevens project

TSE subsidieregeling: Demonstratie energie- en klimaatinnovatie (DEI+)  
Soort project: Demonstratieproject

Referentienummer: DEI119043  
Projecttitel: GIGA duurzame Energie-innovatie op  
Hoogspanningsniveau in Flevoland (RHINO)

Penvoerder: Giga Rhino B.V.  
Medeaanvragers: Spectral Enterprise B.V.  
Parcelconnect.com B.V.

Begin- en einddatum project: 1 september 2019 – 31 augustus 2023

## 2. Samenvatting

Batterijsystemen kennen een stormachtige ontwikkeling in de afgelopen jaren. De capaciteit van de systemen worden groter. Toch is een batterij binnen het energiesysteem, een nieuw fenomeen. Batterijen kunnen ervoor zorgen dat vraag en aanbod van energie beter op elkaar worden afgestemd. Dit kan potentieel verschillende problemen oplossen. Dit demonstratieproject (Rhino) van GIGA Storage had als primaire doel de hoeveelheid geproduceerde CO<sub>2</sub> te reduceren. De Rhino batterij doet dit door op momenten dat er een groot aanbod hernieuwbare energie op te slaan. Wanneer er minder aanbod en meer vraag is zal de batterij de energie weer terugzetten op het net. Traditioneel zouden op die momenten gas en/of kolencentrales bijspringen om de grotere vraag op te vangen. Door de batterij op die momenten in te zetten kan dit worden voorkomen. Doel was om met dit project grondig te testen alvorens er verdere doorontwikkeling en markttoetreding kon plaatsvinden.

Technisch gezien heeft de batterij grotendeels gepresteerd zoals vooraf verwacht. De Rhino batterij is heel goed in staat gebleken om kortstondige tekorten op het elektriciteitsnet op te vangen. Bij voldoende productie van zon- en wind (overdag) laadt de batterij op en kortstondige tekorten op het elektriciteitsnet, vaak in de ochtend- en avondpieken kon door de batterij energie worden geleverd.

De CO<sub>2</sub> besparingen zijn lager dan vooraf ingeschat. Dat had te maken met de berekeningen die hier vooraf voor zijn opgesteld. Deze bleken achteraf gezien te optimistisch waardoor de gerealiseerde CO<sub>2</sub> besparing lager uitkomt dan verwacht. Echter heeft dit project inzichten opgeleverd hoe de CO<sub>2</sub> besparing kwalitatief beter berekend kan worden.

Door het realiseren van het Rhino project mede dankzij de DEI+ subsidie hebben zich deuren geopend die het mogelijk maakten om meer en grotere batterijen projecten te realiseren. Inmiddels is met de lessen uit onderhavige DEI+ demonstratie en de nodige doorontwikkelingen de GIGA Buffalo batterij gerealiseerd. Nieuwe batterijlocaties zijn in ontwikkeling met als ultieme doel de Nederlandse Kolen- en Gascentrale overbodig te maken en naar een CO<sub>2</sub> neutraal energiesysteem te ontwikkelen.

## 3. Inhoudelijk eindrapport

### 3.1 Inleiding

De energiewereld verandert in hoog tempo van centrale grijze opwekking naar groene decentrale opwekking. Door deze toename van duurzame energie zijn vraag en aanbod steeds moeilijker te harmoniseren en ontstaat een grotere volatiliteit in vraag en aanbod van energie. Aan de verbruikerszijde leidt de voortdurende elektrificatie tot een toename van het elektriciteitsverbruik. Er is behoefte aan een interactieve en flexibele tweerichtings-communicatie tussen producenten en verbruikers van energie.

Vanuit het perspectief van duurzaamheid is de toename van wind- en zonne-energie goed nieuws. In de bestaande infrastructuur ontstaan echter nieuwe, grote uitdagingen. Het aanbod van wind- en zonne-energie fluctueert sterk, zowel op dagelijkse basis als in de loop van de seizoenen, en wordt bovendien gegenereerd op gedecentraliseerd niveau. Het huidige netwerk is niet geschikt voor het verwerken van grote fluctuaties die optreden als gevolg van de onvoorspelbare duurzame energieproductie.

Zodra er te veel stroom wordt opgewekt in verhouding tot de vraag, worden groene assets zoals windparken afgeschakeld (curtailen). Tijdelijke opslag van duurzame energie en balanshandhaving zijn daarbij van essentieel belang om zoveel mogelijk hernieuwbare energie op het grid te kunnen blijven invoeren onder verdere groei van duurzaam opgewekte energie.

Voorafgaand aan het uitgevoerde demonstratieproject zijn de projectpartners reeds betrokken bij verschillende Nederlandse pilotprojecten rondom de inzet van batterijen op de energiemarkten. Uit deze pilotprojecten is de conclusie getrokken dat er essentiële tekortkomingen zijn in de tot op heden toegepaste batterijconfiguraties, waardoor deze niet geschikt zijn voor grootschalige inzet.

### 3.2 Doelstelling

Het doel van dit demonstratieproject was om een grotere hoeveelheid duurzame energie tijdelijk op te slaan en later weer op het elektriciteitsnet te zetten, duurzame energie assets beter te benutten en de balans van het net te handhaven, met als doel de uitstoot van CO<sub>2</sub> te reduceren. Hoger liggend doel is om met dit project grondig te testen alvorens er significant wordt geïnvesteerd in de doorontwikkeling en markttoetreding op grotere schaal.

### 3.3 Werkwijze

In dit project is de benodigde technologie ontwikkeld om de 12MW op demonstratieschaal te kunnen inzetten en testen op allerhande energiemarkten. De scope en aanpak van het project is verdeeld in werkpakketten, die vervolgens weer zijn onderverdeeld in uit te voeren activiteiten. De werkpakketten betreffen:

WP 1. Ontwikkeling forecastmodel op het GIGA energieplatform (EO)

#### *WP 1.1. Detailontwerp*

De basis voor het detailontwerp van het GIGA Energieplatform is dat assets veilig en robuust aangestuurd kunnen worden. Het platform moet informatie in kunnen lezen van energiemarkten, de batterijen en anderen verschillende soorten benodigde data. Deze informatie komt uit verschillende bronnen waarvoor verschillende communicatielijnen ontwikkeld moeten worden. Dit moest samengebracht worden in een platform.

#### *WP 1.2 Programmeren*

In dit werkpakket zijn de verschillende prototypes softwarecomponenten ontwikkeld.

### *WP 1.3 Testfase*

In de testfase is het platform en fysieke batterij succesvol getest en geverifieerd.

### *WP1.4 Koppelingen*

Het GIGA Storage platform brengt meerdere derde partijen samen om tot een veilige sturing van de batterij te komen. Deze partijen houden verschillende vormen van communicatie aan die GIGA Storage elk zelf moest ontwikkelen.

### *WP 1.5 Optimalisaties & Doorontwikkeling*

Een softwarepakket blijft in beweging, omdat (beveiligings)updates van systemen opnieuw moeten worden getest voor ze in productie komen

### *Doorontwikkeling IT platform*

Richting het einde van het demonstratieproject, toen er werd begonnen aan het gereedmaken van het IT platform voor de Buffalo batterij, heeft een herontwerp van het platform plaatsgevonden. De inzichten die verkregen zijn bij de ontwikkeling van het eerste platform waren zeer waardevol in dit herontwerp.

## WP 2. Bouw, Installatie en aansluiting Batterij (DEMO)

### *WP 2.1 Detailontwerp en productietekeningen*

Het detailontwerp en de productietekeningen

### *WP 2.2 Productie, bestek en aanbesteding EPC werkzaamheden*

Het bestek is geschreven in de vorm van een vraagspecificatie door GIGA Storage en getoetst door een externe partij

### *WP 2.3 FAT (Factory Acceptance Test)*

In verband met Corona is geen FAT op locatie uitgevoerd. In plaats daarvan is het testen gecombineerd met de Site Acceptance Test (SAT), zie hiervoor WP 2.5.

### *WP 2.4 Levering en aansluiting batterijen & trafo's*

De batterijen, omvormers en trafo's werden geleverd en aangesloten in juli 2020.



*Figuur 3.1 - Plaatsing batterijcontainers*

### *WP 2.5 SAT*

In september 2020 is de Site Acceptance Test uitgevoerd. Hierin werden alle kabelverbindingen en installaties tot aan de batterij getest.



Figuur 3.2 - Rhino succesvol geïnstalleerd

WP 2.6 Voorbereiding exploitatie & validatie installatie  
De batterij is in bedrijf genomen

WP 2 Uiteindelijk gerealiseerde demonstratieopstelling

Na een succesvolle installatie is het demonstratieproject GIGA Rhino gerealiseerd



Figuur 3.3 - Toegangspoor

### 3.4 WP 3. Resultaten van de demonstratie

Tijdens de looptijd van de demonstraties zijn er verschillende resultaten getest/gemonitord:

- Operationeel draaien
- Meten van energieprestaties
- CO<sub>2</sub> Besparing

#### **Operationeel draaien**

Tijdens de operatie is het van belang om de batterij aan te sturen binnen de garanties. De levensduur van de batterijen wordt bepaald door:

- Het aantal cycles per dag;
- Hoe snel de batterijen achter elkaar worden ingezet op vol vermogen, dus met of zonder rustpauzes en daarmee het effect op de temperatuur van de batterijen;
- Rust State of Charge van de batterijen (hoe vol zijn de batterijen als ze in rust zijn).

Bovenstaande elementen worden op dagelijkse basis gemonitord in het GIGA Energieplatform.

#### **Metten van energieprestaties**

Tijdens de looptijd van de demonstratie zijn er verschillende strategieën toegepast om de beslissing te maken op wat voor manier de batterij moet worden ingezet. In geen specifieke volgorde zijn de volgende strategieën meerdere maanden toegepast: Volledig sturen op de onbalansmarkt, de dayahead prijs en een combinatie tussen de twee, en volledig sturen op de FCR-markt en een combinatie van FCR en onbalans.

Gebleken is dat de Rhino batterij inzetten om langdurige congestie op te lossen, middels bijvoorbeeld de inzet op prijsverschillen op de dayahead, de batterij capaciteit te beperkt is. Voor de nieuwe projecten is GIGA Storage overgeschakeld van 0,5 uur systemen naar systemen met grotere diepte.

#### **Vaststelling CO<sub>2</sub> besparing**

De CO<sub>2</sub>-besparing over de huidige looptijd is berekend aan de hand van een nieuwe formule, welke getoetst is door accountant RSM. In deze formule zijn meer afslagen genomen dan in de formule welke is gehanteerd in de DEI-aanvraag, maar geeft onze inziens een betere afspiegeling van de werkelijkheid.

#### *Nieuwe formule CO<sub>2</sub>-besparing*

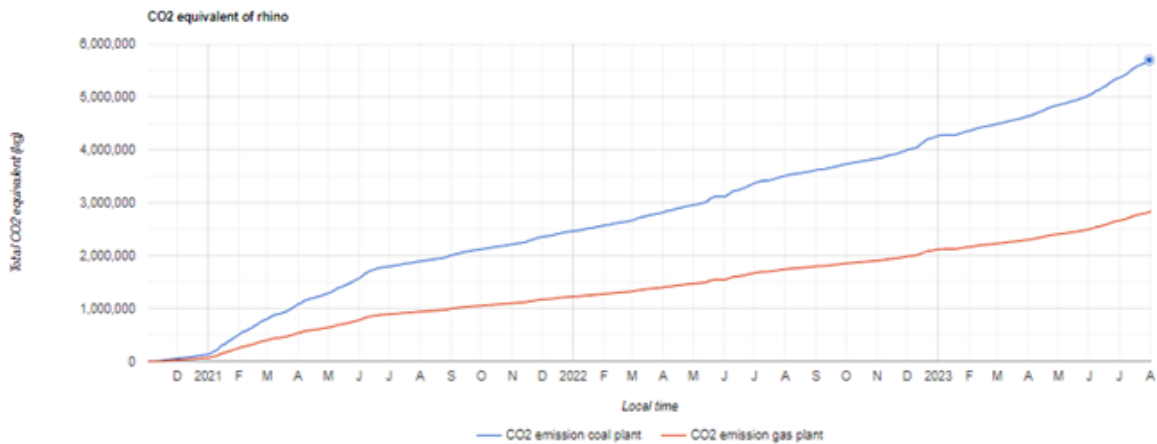
Emission factor coal-fired plant \* roundtrip-efficiency \* energy charged In the battery \*  
Emission factor gas plant \* availability days = CO<sub>2</sub> KG per annum avoided

Parameters voor CO<sub>2</sub>-besparing:

- Emission factor coal fired plant – Emissiefactor is gesteld op 0,397.
- Round Trip Efficiency – Het percentage van de hoeveelheid energie die terug geleverd kan worden.
- Energy charged in battery – De hoeveelheid energie die opgeslagen is in de batterij.
- Emission factor Gas plant – De Emissiefactor van gascentrales is gesteld op 0,798.
- Availability days – Aantal dagen beschikbaarheid van het systeem.

In onderstaande grafiek is de CO<sub>2</sub> besparing over de huidige looptijd weergegeven, op basis van de nieuwe formule.





Figuur 3.4 - besparing over de looptijd van de batterij

### 3.5 Conclusies en aanbevelingen

#### Technische prestaties van het Rhino systeem

Op 5 juli 2023 is een onafhankelijke performance analyse afgerond voor de Rhino batterij. Er is geanalyseerd wat de prestatie is geweest van het Rhino systeem sinds de start van de operatie. Ook geeft ze een verwachting hoe het systeem zal presteren in de komende jaren op basis van deze analyse. Belangrijkste conclusies richten zich op:

- Beschikbaarheid
- Capaciteit en garanties
- Smart Grid
- CO<sub>2</sub> Besparingen
- Beperkingen en aanbevelingen

#### Conclusies beschikbaarheid

De beschikbaarheidsprestaties van het Rhino-project zijn in overeenstemming met goede praktijken in de sector en binnen de verwachtingen van DNV, want de gegarandeerde streefwaarde is gehaald. DNV ziet de PCS (inverter) als de hoofdoorzaak van onbeschikbaarheid gedurende de eerste werkingsjaren en beveelt de klant samen met de leverancier de nodige voorzorgsmaatregelen te treffen om ervoor te zorgen dat dit geen potentiële zwakte voor de toekomstige activiteiten zal zijn.

#### Conclusies capaciteit en garanties

DNV beoordeelt dat het Rhino-energieopslagsysteem in goede staat verkeert en in staat is om de verwachte prestaties te leveren. Het Rhino-systeem blijft gemakkelijk boven de energiec capaciteit gegarandeerde waarden (scenario 3, zie onderstaande tabel), ondanks dat het systeemverbruik (energie doorvoer)

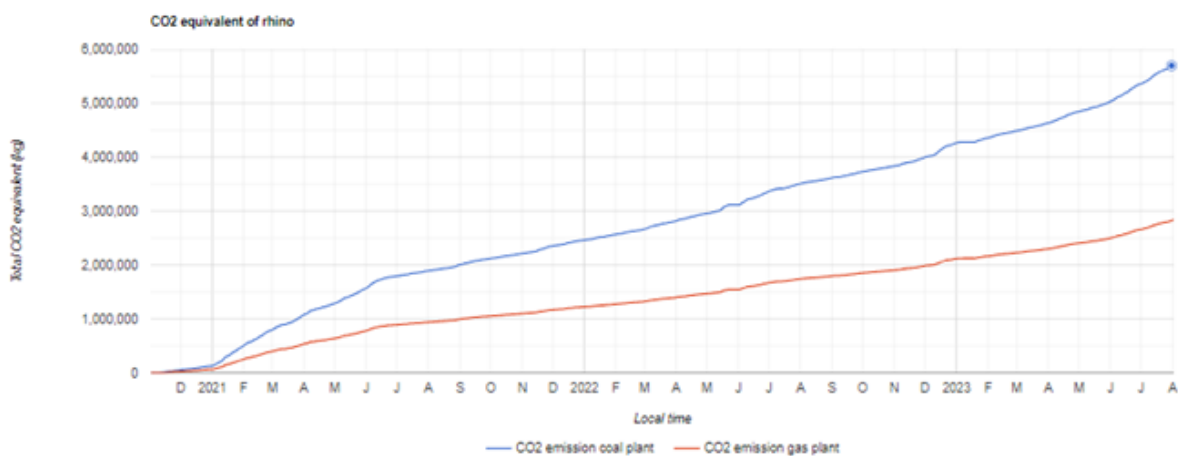
#### Conclusies Smart Grid

Het project heeft aangetoond dat zon, wind en batterijen op één aansluiting elkaar versterken, waardoor er efficiënter gebruik kan worden gemaakt van de beschikbare aansluiting. In het reguliere net bij TSO's en DSO's vindt deze optimalisatie nauwelijks plaats en hier is nog heel veel te winnen. Het vraagt wel om een geheel nieuwe strategie van meten, aansturen, contractvorming en flexibele inzet van de verschillende assets. Om dit op grote schaal mogelijk te maken zullen er wijzigingen moeten plaatsvinden in onder meer wet- en regelgeving, contracten, metingen en tarieven bij netbeheerders.

De Rhino batterij is heel goed in staat gebleken om kortstondige tekorten op het elektriciteitsnet op te vangen. Bij voldoende productie van zon- en wind (overdag) laadt de batterij op en kortstondige tekorten op het elektriciteitsnet, vaak in de ochtend- en avondpieken kunnen door de batterij worden geleverd. In onderstaande grafiek is de CO<sub>2</sub> besparing over de looptijd weergegeven. De grootste CO<sub>2</sub> besparingen zijn toe te schrijven aan het leveren van tekorten op het elektriciteitsnet, doordat er een tekort ontstaat aan zon- en windproductie en de balanshandhaving van het net met duurzame energie.

#### Conclusies CO<sub>2</sub> besparingen

De berekende CO<sub>2</sub> besparingen ten opzichte van de inzet van een gas- en kolencentrale zijn weergegeven in onderstaande grafiek. De besparingen zijn lager dan vooraf berekend in de DEI-aanvraag. Dit wordt veroorzaakt doordat een nieuwe formule is gehanteerd waarin, meer afslagen zijn meegenomen. Deze geeft in onze optiek een betere weergave van de gerealiseerde CO<sub>2</sub> besparing.



Figuur 3.5 - CO<sub>2</sub> besparing door de inzet van batterijen en het voorkomen van het inschakelen van kolen- en gascentrales

#### Conclusies beperkingen en aanbevelingen

Het opvangen van energieoverschotten van zon- en windenergie door de batterij, voor lange periodes, is beperkt omdat de batterij een relatief lage capaciteit heeft. Om congestie van zon- en windenergie op te lossen en meer duurzame energie op het net te zetten wordt geadviseerd om 4 uren batterijsystemen neer te zetten. De huidige marktomstandigheden laten een batterijsysteem van langer dan 2 uur nog niet toe, omdat de extra capaciteit nog niet wordt terugverdiend. Verwachting is dat dit op de middellange termijn wel zo zal zijn door de toename van congestie en het wijzigen van de markten.

De verdere ontwikkeling van het flexibel inzetbare grootschalige batterijopslagsystemen zit hem vooral in de diepte van de systemen, waardoor per saldo meer duurzame energie kan worden opgeslagen die later efficiënt op het elektriciteitsnet kan worden gezet. Het slim forecasten zit hem ook in het bepalen van de optimale laadstatus van de batterij in relatie tot de verwachte energie-opwek en energiemarktprijzen.

### 3.6 Vervolgstappen

Op verschillende vlakken zullen doorontwikkelingen (moeten) plaatsvinden. Zowel op technisch vlak, soort batterijen als op de doorontwikkeling van het platform. Door het realiseren van het Rhino project, hebben zich deuren geopend die het mogelijk maakten om meer en grotere batterijen projecten te realiseren omdat de casus is aangetoond te werken. Niet alleen nationaal, maar ook internationaal. Uitvoering van het project

### 3.7 Uitvoering van het project

Tijdens de uitvoering van het project is GIGA tegen een aantal technische en organisatorische problemen opgelopen en heeft deze vervolgens allemaal kunnen oplossen. De belangrijkste problemen waren de maatregelen omtrent de COVID-19 pandemie, lekkages in de batterijcontainers, problemen met de airco en inverters en de aansturing hiervan, het stukgaan van BMS'en, en het aanpassen van de opstelling aan de Nederlandse wet- en regelgeving.

### 3.8 Kennisverspreiding en PR

De ontwikkeling van de batterij heeft voor veel media aandacht gezorgd. De media aandacht varieerden in mediums en onderwerpen. Soms direct gelinkt aan de ontvangen subsidie en soms indirect. Onderstaand een overzicht van relevante media uitingen die gelieerd zijn aan het project.

Datum	Titel	Medium	Link
12-11-19	Energieopslag in batterijen	RVO – Projecten LTO Noord	<a href="https://www.rvo.nl/sites/default/files/2020/09/Energieopslag-in-batterijen_0.pdf">https://www.rvo.nl/sites/default/files/2020/09/Energieopslag-in-batterijen_0.pdf</a>
24-11-20	GIGA Storage bouwt batterij van € 20 mio	Energiea	
26-11-20	De krachtigste batterij van Nederland GIGA Rhino gaat op stroom!	Zeewolde Actueel	<a href="https://www.zeewolde-actueel.nl/nieuws/algemeen/226294/de-krachtigste-batterij-van-nederland-giga-rhino-gaat-op-stroom-">https://www.zeewolde-actueel.nl/nieuws/algemeen/226294/de-krachtigste-batterij-van-nederland-giga-rhino-gaat-op-stroom-</a>
	Persbericht	GIGA Storage	<a href="https://giga-storage.com/nl/nieuws/persbericht-giga-rhino/">https://giga-storage.com/nl/nieuws/persbericht-giga-rhino/</a>
4-12-20	Nieuwsbrief 3	GIGA Storage	
15-03-21	Nieuwsbrief 4	GIGA Storage	
25-06-21	Nieuwsbrief 5	GIGA Storage	
29-11-21	met de inzet van batterijen versnellen we de energietransitie	GIGA Storage	<a href="https://giga-storage.com/2021/11/29/met-de-inzet-van-batterijen-versnellen-we-de-energietransitie/">https://giga-storage.com/2021/11/29/met-de-inzet-van-batterijen-versnellen-we-de-energietransitie/</a>
	Wekelijkse werkbezoeken, van ministeries, energiemaatschappijen, provincies en brandweercorpsen	GIGA Storage	<a href="https://www.linkedin.com/company/15781097">https://www.linkedin.com/company/15781097</a>
7-2-22	Onredelijke en onterechte transportkosten blijven doorbraak grote batterijsystemen blokkeren	Solar Magazine	<a href="https://solarmagazine.nl/nieuws-zonne-energie/i26441/onredelijke-en-onterechte-transportkosten-blijven-doorbraak-grote-batterijsystemen-blokkeren">https://solarmagazine.nl/nieuws-zonne-energie/i26441/onredelijke-en-onterechte-transportkosten-blijven-doorbraak-grote-batterijsystemen-blokkeren</a>
5-3-22	Meer halen uit groene stroom	Top Sector Energie	<a href="https://www.topsectorenergie.nl/spotlight/meer-halen-uit-groene-stroom">https://www.topsectorenergie.nl/spotlight/meer-halen-uit-groene-stroom</a>

27-1-22	Enorme groei zonneprojecten mogelijk op bestaande net met slimme inzet batterijen	Top Sector Energie	<a href="https://www.topsectorenergie.nl/nieuws/enorme-groei-zonneprojecten-mogelijk-op-bestaande-net-met-slimme-inzet-batterijen">https://www.topsectorenergie.nl/nieuws/enorme-groei-zonneprojecten-mogelijk-op-bestaande-net-met-slimme-inzet-batterijen</a>
15-12-22	Nieuw inpassingskader voor grote batterijen moet netcongestie verminderen	LinkedIn - Liander	<a href="https://www.linkedin.com/posts/liander_nieuw-inpassingskader-voor-grote-batterijen-activity-7009133713884094464-7Z1T?utm_source=share&amp;utm_medium=member_de_sktop">https://www.linkedin.com/posts/liander_nieuw-inpassingskader-voor-grote-batterijen-activity-7009133713884094464-7Z1T?utm_source=share&amp;utm_medium=member_de_sktop</a>

*Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.*