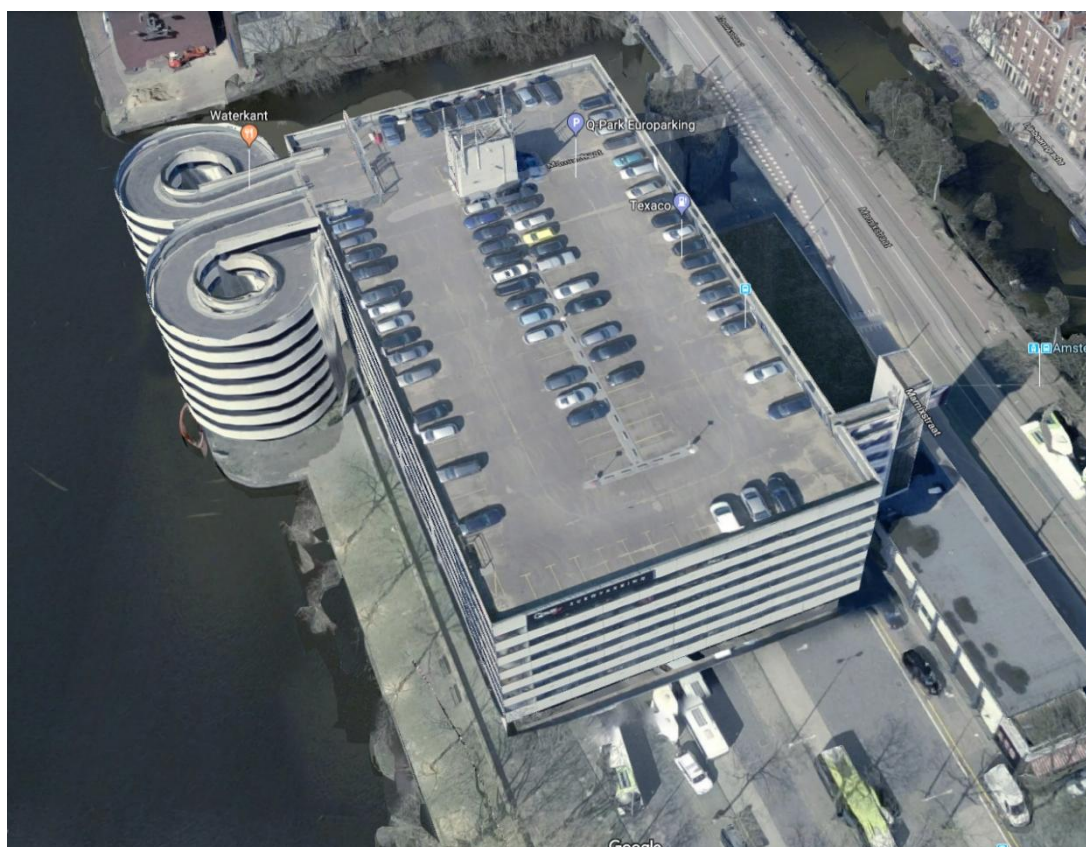


---

# RAPPORT

---

## EINDVERSLAG PARKEERGARAGE ALS BATTERIJ VOOR DE STAD



DATUM: 23-5-2018

Dit is een resultaat in het kader van:  
**Topsector energie - Systemintegratiestudies**  
**TESI117013 - Parkeergarage als batterij van de stad**



## Inhoudsopgave

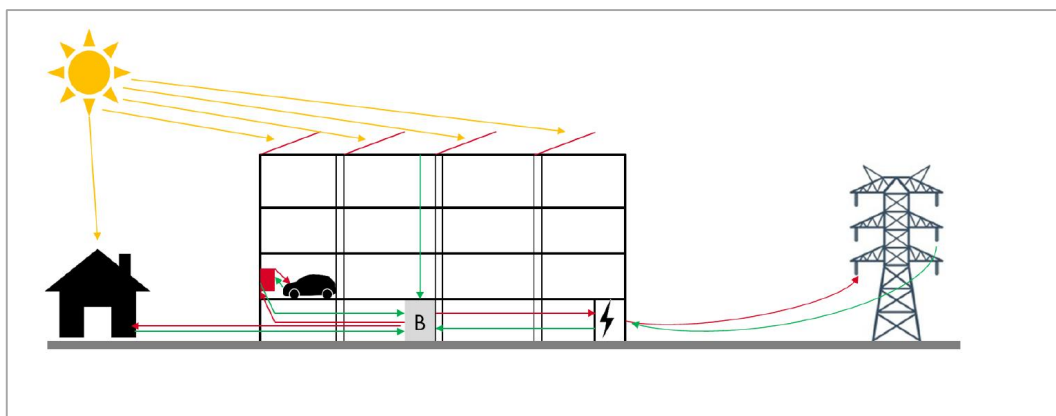
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Opzet van dit project</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Beschrijving resultaten</b>	<b>4</b>
3.1	Toekomstscenario elektrisch rijden	4
3.2	Selectie parkeergarages	4
3.3	Waardenetwerken rondom de parkeergarage	5
3.4	Business case	8
3.5	Interviews omtrent investeringen in batterijopslag	8
3.6	Disseminatie	10
<b>4</b>	<b>Opvolging</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Bijlages</b>	<b>12</b>
5.1	Ontwikkeling elektrische mobiliteit	12
5.1.1	Rijksbeleid	12
5.1.2	Ontwikkeling elektrisch wagenpark tot 2025	13
5.1.3	De laadopgave tot 2025	13
5.1.4	Ontwikkeling na 2025	14
5.2	Waardenetwerken	16
5.2.1	Huidige situatie	16
5.2.2	Toekomst – versie 1	17
5.2.3	Toekomst – versie 2	18
5.2.4	Toekomst – versie 3	19
5.3	Uitwerking van de businesscase	20
5.3.1	De parkeergarage als casus	20
5.3.2	De ‘portefeuille’ van Q-Park en keuze onderzoekslocatie	20
5.3.3	Componenten van de business case	21
5.3.4	Conclusie Business case	24
5.4	Interviews	25
5.5	Presentatieposter Topsector Energie	26
5.6	Artikel Vexpansie	27
5.7	Korte beschrijving Excel model en print screens	31

## 1 Inleiding

Deze resultaten zijn tot stand gekomen door de samenwerking tussen de projectpartners Sweco (pervoerder), TNO en Q-Park, gedurende de periode 1 juli 2017 en 1 april 2018. Deze systeemintegratiestudie wordt mede gefinancierd door RVO Nederland als onderdeel van de Topsector Energie. Dit rapport bevat een korte omschrijving van het project, de resultaten en aanbevelingen.

## 2 Opzet van dit project

Het doel van het project is het vaststellen van de potentie van de “Parkeergarage als stedelijke batterij”: een nieuwe dienst waarbij de elektrische auto’s en een centrale batterij in de parkeergarage energie en flexibiliteit gaan leveren aan de omgeving. Een principeschema is weergegeven in figuur 1. Het gaat hier niet alleen om het vaststellen van economische en technische potentie maar ook om de haalbaarheid van het inpassen van de dienst in het huidige waarde netwerk te duiden. De aanpak draagt bij aan systeemintegratie programmalijn: Energieopslag- en conversie.



Figuur 1: Principeschema 'Parkeergarage als batterij'

Dit onderzoeksproject is opgebouwd uit een viertal werkpakketten, die deels overlappend zijn uitgevoerd. In tabel 1 wordt de opbouw van het project en de inhoud van de werkpakketten nader toegelicht.

Werkpakket	Omschrijving	Lead	Waar in rapport
<b>Werkpakket 1</b> Technische haalbaarheid pilot locaties	In de studie wordt bepaald welke (generieke) technische voorzieningen nodig zijn voor het systeem, wat hiervan de kosten zijn en of het technisch überhaupt mogelijk is.	Q-Park	Par. 3.1, 3.2
<b>Werkpakket 2</b> Business model en business case	In dit onderdeel wordt nagegaan welke samenhangende verdienmodellen in de exploitatie van en rond de parkeergarage noodzakelijk zijn. De business cases beschrijven de actoren in het model, de onderlinge samenhang en de financiële stromen tussen deze actoren.	Sweco	Par.3.3, 3.4

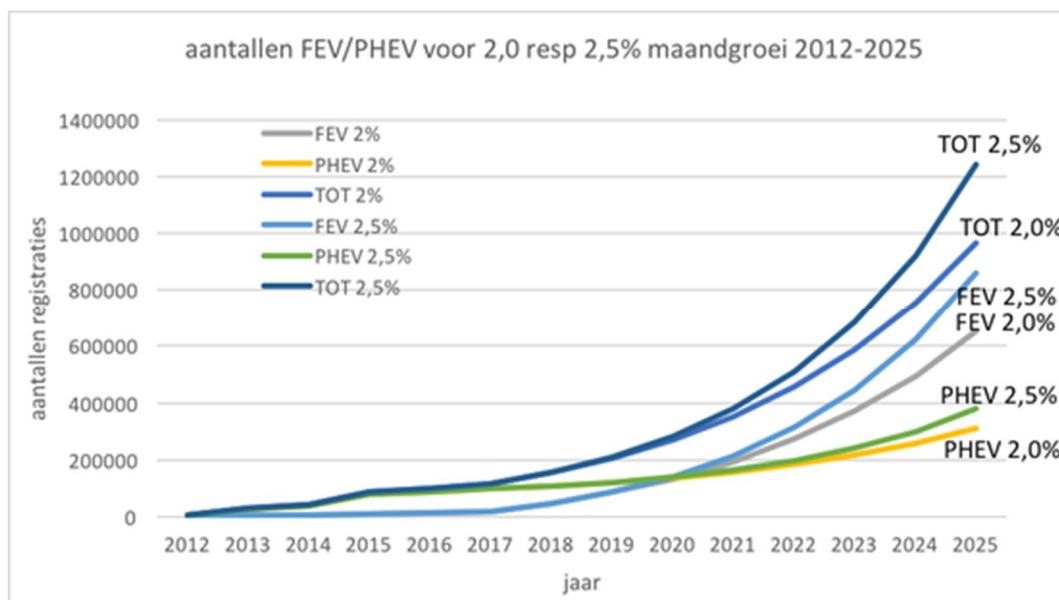
<b>Werkpakket 3</b> Routes voor financiering batterij infrastructuur publiek /privaat	het afstemmen van de verschillende individuele business cases, opgezet in WP2. (2) het opstellen van een route naar financiering en het identificeren van mogelijke barrières vanuit bijvoorbeeld instituties of wet en regelgeving.  Onderzoeken hoe de ontwikkelde business case wordt beschouwd door beleggers en vergelijkbare stakeholders	TNO	Par. 3.5
<b>Werkpakket 4:</b> Integratie en disseminatie	Integratie en disseminatie van de resultaten aan relevante partijen in het veld, zoals bijvoorbeeld andere parkeerexploitanten.	Sweco	Par. 3.6

*Tabel 1 Opbouw van het project en werkpakketten*

### 3 Beschrijving resultaten

#### 3.1 Toekomstscenario elektrisch rijden

Tijdens de uitvoering van het project was nader inzicht nodig in een aantal factoren die invloed hebben op de ontwikkeling van het concept 'Parkeergarage als Batterij voor de stad'. Het ging hierbij met name om de factoren die de behoefte aan opladen bepalen, samenhangend dus met de ontwikkeling van het elektrische wagenpark, de ontwikkeling van batterijen en cruciale mobiliteitsontwikkelingen in de toekomst met horizon circa 20 jaar. Op basis van het Rijksbeleid wordt verwacht dat het aantal auto's met een stekker in 2025 1 à 1,25 miljoen bedraagt (zie figuur 2). Om te komen tot kwantificering van het gecombineerde effect van de groei van het wagenpark en grotere batterijen is op basis van scenario-analyse de zogenaamde laadopgave bepaald. De conclusie is dat de laadopgave in de periode tot 2025 zal groeien met een factor 21,7 – 44. De bevindingen op dit onderwerp en de bronvermeldingen zijn opgenomen in bijlage 5.1 van dit rapport.

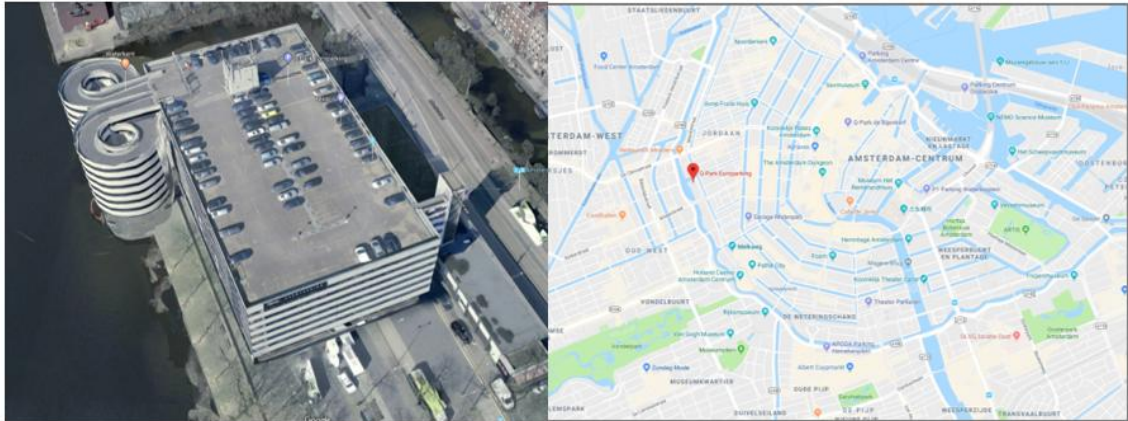


Figuur 2: Ontwikkeling elektrisch wagenpark tot 2025

#### 3.2 Selectie parkeergarages

Om inzicht te krijgen op de toepasbaarheid van het concept is in de portefeuille van Q-Park nagegaan welke objecten in principe geschikt zijn voor het onderzoek/de pilot. Daarbij gaat het om eigenaarschap van Q-Park (een deel van de parkeergarages in de portefeuille betreft huur of beheer waarbij de zeggenschap van Q-Park over het gebouw beperkt is), mogelijkheid om PV panelen te plaatsen en ligging in het stedelijk gebied. In eerste instantie is hierbij gekeken naar de parkeergarage Europarking (Marnixstraat) te Amsterdam, Museumplein te Amsterdam en 'De Rotterdam' te Rotterdam. Deze drie parkeergarages zijn alle eigendom van Q-Park, liggen in centraal stedelijk gebied en kennen een menging van gebruiksgroepen. De parkeergarage Europarking (zie figuur 3) aan de Marnixstraat in Amsterdam is gekozen als 'casus' voor het onderzoek omdat deze

eigendom is van Q-Park, vanwege de bovengrondse ligging (PV panelen mogelijk) en vanwege de ligging in stedelijk gebied, waarbij Amsterdam de stad is waar in de huidige situatie naar verhouding het elektrisch rijden het meest is doorgedrongen.

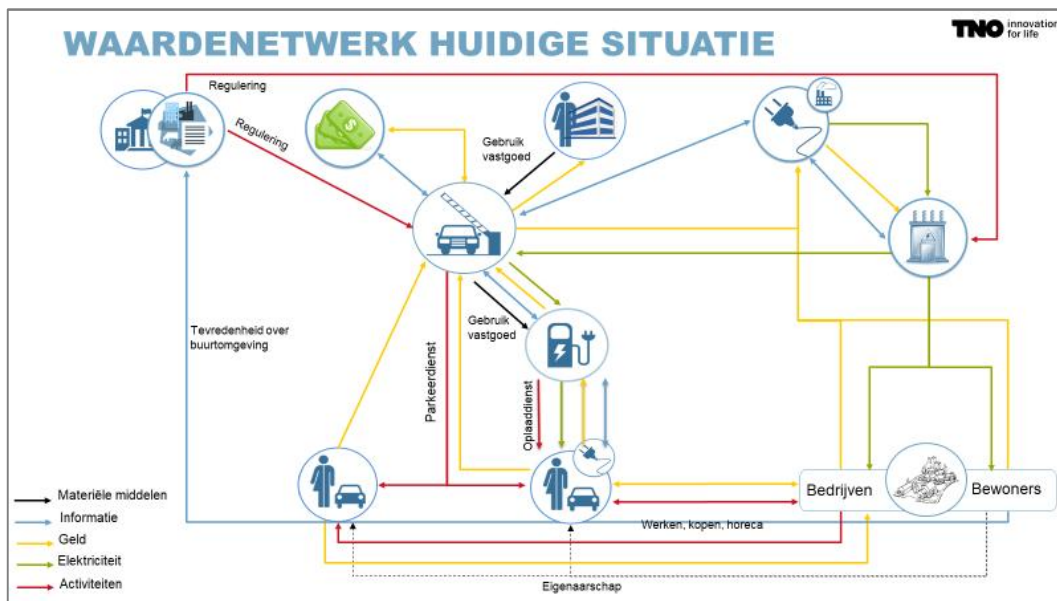


Figuur 3: Parkeergarage Europarking Marnixstraat Amsterdam (rechts is de locatie in de stad aangegeven)

De bezetting van de parkeergarage over de dag kent twee 'pieken' in de dagelijkse bezettingsgraad: één in de middag en één in de avond (theaterbezoek). In de parkeergarage zijn in de huidige situatie twee oplaadpunten beschikbaar (vermogen 11,5 kW). Het aanbod aan oplaadmogelijkheden is dus nu bescheiden. De laadpunten worden beheerd door New Motion (dit geldt voor alle oplaadpunten in alle Q-Park parkeergarages. De exploitatie en het beheer van het opladen staat grotendeels los van de parkeerexploitatie. New Motion betaalt aan Q-Park een fee voor het beschikbaar stellen van ruimte in de parkeergarage.

### 3.3 Waardenetwerken rondom de parkeergarage

Om duidelijkheid te scheppen over mogelijke nieuwe business modellen en betrokken stakeholders omtrent parkeergarage als batterij is gebruik gemaakt van de Value Creation Canvas. Dit is een methode ontwikkeld door TNO waarmee verschillende waarde-stromen tussen stakeholders in kaart gebracht kunnen worden. Input voor deze methodiek was het toekomstbeeld dat het aantal elektrische auto's sterk groeit evenals de capaciteit van de batterijen. De totale resulterende 'laadopgave' neemt daardoor sterk toe. Hebben we die nog? De opgestelde canvassen zijn als afzonderlijke deliverable voor RVO beschikbaar. Daarnaast worden per stakeholder de individuele doelen in kaart gebracht en motieven om deel te nemen aan een toekomstscenario. Allereerst zijn de huidige stakeholders omtrent de parkeergarage en haar energievoorziening geïventariseerd en hun rol in het huidige waardenetwerk geanalyseerd. Hierbij gaat het om de resources en activiteiten van de parkeergarage-exploitant, de energie- en laadprovider en de eigenaren van (elektrische) voertuigen. Een overzicht van huidige stakeholders en de onderlinge uitwisseling van materiele en immateriële goederen is in Figuur 4 te zien.



Figuur 4: Waardenetwerk parkeergarage in de huidige situatie

De behoefte aan opladen in parkeergarages is sterk afhankelijk van het type parkeergarage. In parkeergarages met kort parkeren is de parkeertijd relatief kort en zal de laadbehoefte daarmee samenhangend beperkt zijn. Auto's met grote batterij capaciteit hoeven ook niet per sé op te laden: veel van deze auto's hebben bij het maken van een relatief korte stop nog voldoende batterijcapaciteit om hun reis te vervolgen.

Bij parkeren voor kantoren en woningen is de parkeerduur lang en daarbij past ook de vraag naar opladen. Voor kantoren is overdag opladen aan de orde, bewoners zullen in meerderheid 's nachts opladen.

In een workshop met de projectpartners is op basis van de canvassen gezamenlijk gekeken naar mogelijke toekomstsituaties. Daaruit bleek dat er in de toekomst nieuwe actoren in het waardenetwerk kunnen verschijnen en dat er verschillende motivaties kunnen zijn voor het realiseren van een batterij in de parkeergarage. Door de komst van een centrale opslagvoorziening is het noodzakelijk dat een partij (hier *energy storage provider* genoemd) in deze batterij investeert, deze beheert en energiediensten aan laadproviders en parkeergarages aanbiedt. Als de *Mobility-as-a-Service* trend zich doorzet zullen nieuwe partijen, die mobiliteit als totaalpakket aan hun klanten leveren, in de toekomst de grootste laadbehoefte hebben. Een opgeladen elektrisch voertuig is dan immers één van de aangeboden diensten en daarnaast is snel opladen van belang om het verlies aan verdienpotentieel door oplaadtijd zoveel mogelijk te beperken.

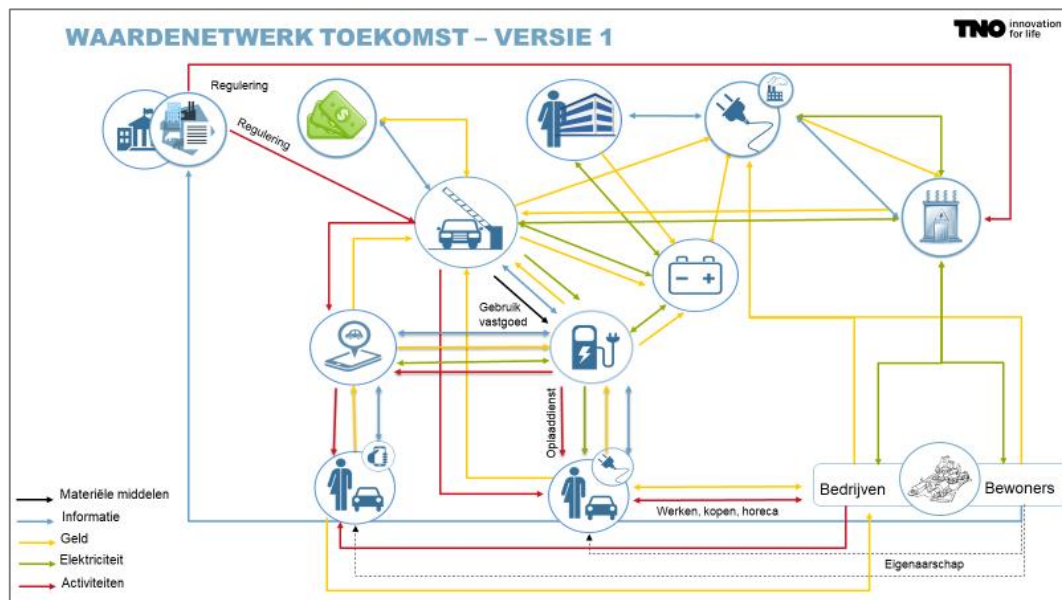
Er zijn drie verschillende toekomstvarianten uitgewerkt:

- Voor de *energy storage provider* zijn er verschillende business modellen mogelijk. Buiten het aanbieden van de opslagcapaciteit van duurzaam opgewekte energie tegen een vergoeding is het mogelijk dat deze partij (mits wettelijk toegestaan) zelf in energie gaat handelen. Door energie in te kopen en op te slaan op het moment dat er veel aanbod is, kan de *energy storage provider*



deze op het moment van schaarste ook aan andere partijen in het energienetwerk ter beschikking stellen. (zie bijlage 5.2.2 en Figuur 5).

- In een alternatief scenario is de toekomsituatie in kaart gebracht wanneer energieleverancier, laadprovider en energy storage provider zich verenigen tot één partij (zie bijlage 5.2.3). Het beheren en ter beschikking stellen van energieopslagcapaciteiten zijn diensten die inhoudelijk bij de kernactiviteiten en kennis van energieleveranciers en laadproviders passen.
- In een laatste waardenetwerk scenario is de toekomsituatie in kaart gebracht wanneer de parkeergarage-exploitant de batterij beheert (zie bijlage 5.2.4). Deze ondersteunt daarmee zijn eigen energievoorziening en stelt elektriciteit ter beschikking van elektrische voertuigen wanneer er laadbehoefte is. De schaalbaarheid van de energieopslagdiensten in dit scenario zijn echter beperkt tot de parkeergaragelocaties van de parkeergarage-exploitant.



Figuur 5: Waardenetwerk voor de toekomstvisie met een onafhankelijke energy storage provider.

Er zijn tevens verschillende motivaties voor het realiseren van een batterij in de parkeergarage, de belangrijkste zijn:

- Voor de parkeerexploitant is het belangrijk dat voldoende laadcapaciteit kan worden aangeboden en daardoor toekomstvast te zijn. Daarbij is energiemangement niet de core-business; de exploitant richt zich daarom vooral op het faciliteren van een batterij en niet op de investering en het beheer.
- De oplaadprovider is ook voornamelijk geïnteresseerd in het realiseren van voldoende laadcapaciteit. Het zelf kunnen aanbieden van een batterij levert echter ook een unieke waardepropositie doordat de verschillende diensten geïntegreerd zijn.
- Voor een onafhankelijke energy storage provider is voornamelijk de business case van belang. Deze partij investeert in de batterij en het beheer, krijgt de mogelijke winsten met energiehandel en ontwikkelt proposities richting oplaadproviders, parkeerexploitanten, netbeheerders en andere potentiële klanten.

De volledige waarde creatie canvassen zijn opgeleverd in een aparte deliverable.

### 3.4 Business case

Bij het modelleren van de business case is de parkeergarage Europarking in Amsterdam als uitgangspunt genomen, waarbij PV panelen op het dak, een batterijopslag en extra laadpalen toegevoegd zijn. De energiestromen en financiële stromen zijn verwerkt in een Excel model. Uit het onderzoeken van de business case is naar voren gekomen dat de business case de eerste jaren een negatief exploitatie-resultaat heeft maar – afhankelijk van een aantal variabelen - na een aantal jaar een positieve netto contante waarde kan opleveren. De belangrijkste variabelen hierbij zijn de opzet en investering voor de PV panelen. De SDE+ subsidie en de batterijopslag alsmede het tempo van de ontwikkeling van het aantal elektrische auto's. De bepalende factoren voor het resultaat van de business case zijn de keuze voor de opslagcapaciteit van de batterij, de ontwikkeling van de oplaadbehoefte en de technische optimalisatie van het 'samenspel' tussen PV, opslag en teruglevering aan het net. Ook de wijze waarop de omgeving de energie van de parkeergarage kan gebruiken en de financiële waarde daarvan is relevant. De businesscase die is doorgerekend gaat uit van een investering van € 805.000,- voor PV-panelen en batterijopslag met een afschrijvingstermijn van 10 jaar. De jaaropbrengst wanneer de vraag naar elektrisch laden volledig is ontwikkeld bedraagt € 182.000,- (hoofdzakelijk opgebouwd uit SDE+ subsidie, saldo van/naar net, vergoeding voor opladen auto's). Met deze uitgangspunten levert de business case een positief resultaat op na een exploitatietijd van 10 jaar.

Een uitgebreider overzicht van de opzet van en de belangrijkste inzichten uit de business case is te vinden in bijlage 5.3. Zie voor een voorbeeld van een berekening bijlage 5.7.

### 3.5 Interviews omtrent investeringen in batterijopslag

Om helderheid te krijgen over het investeringsvraagstuk en mogelijke verdienmodellen omtrent batterij-opslag in parkeergarages zijn verschillende interviews gehouden. Een overzicht van personen die geïnterviewd zijn is te vinden in bijlage 5.4. Hieronder volgt een korte samenvatting van inzichten die uit deze gesprekken zijn voortgekomen. De interviews zijn gehouden met als insteek de mogelijkheden om te investeren in het concept 'parkeergarage als batterij'.

Energieopslag behoort niet tot de kernactiviteiten van een parkeergarage-exploitant. Het zelf aanschaffen en beheren van een batterij in een bestaande parkeergarage blijkt daarom geen interessante optie voor deze partij. De gebouweigenaar van een parkeergarage heeft een langere termijn visie ten opzichte van de exploitant, waardoor de aanschaf van een batterij wellicht voor hem interessanter zou kunnen zijn. Bij de bouw van een nieuwe (ondergrondse) parkeergarage zou een batterij in principe opgenomen kunnen worden in het plan (architectuur), omdat de investering in de batterij relatief klein is t.o.v. de kosten van een nieuwe parkeergarage. Ontwikkeling van bouwkundige en veiligheids-standaarden op het gebied van energieopslag zouden het makkelijker maken om dit te realiseren.

De financieringsconstructie van parkeergarage in combinatie met een batterij lijkt op een infrastructuur investering met vroeg fase risico en grote kapitaalvraag aan het begin. In deze fase worden de eerste diensten afgenomen door klanten maar maakt het bedrijf nog

geen winst en is groeikapitaal nodig om het bedrijf winstgevend te maken<sup>1</sup>. Institutionele beleggers, zoals pensioenfondsen en verzekeringen, investeren per definitie niet in ondernemingen die nog geen winst maken. Een gebrek aan opschalingsmogelijkheden (bijv. doordat de parkeergarage-exploitant gebonden is aan zijn eigen locaties) kan een andere barrière vormen voor financiers.

Investeren in energieopslag als materiële vaste activa blijkt niet de meest aantrekkelijke optie. Het is bijvoorbeeld mogelijk dat een andere partij tevens in batterijopslag investeert en deze diensten in of dichtbij de parkeergarages aanbiedt<sup>2</sup>. Het feit dat andere partijen vrij zijn om te concurreren met soortgelijke energieopslagmogelijkheden is een risico. Er bestaat daarmee geen garantie dat de energieopslag voldoende afnemers vindt. Investeerders zoals banken blijken niet primair geïnteresseerd in vaste activa, maar willen grip op onderliggende contracten die een cashflow stabiel maken. Langdurige garanties dat producten en/of diensten afgenomen leveren financiers een veel grotere zekerheid dat zij rendement op hun investering kunnen verwachten.

Daarom is het interessant om een Energy Service Company (ESCO) – constructie in te richten zodat er een stabiele cashflow ontstaat. Hierbij wordt de energievoorziening (hier i.c.m. een batterij) en het management daarvan in een prestatiecontract vastgelegd en uitbesteed<sup>3</sup>. Bij een ESCo is meestal sprake van een consortium van partijen, waar de investeerder deel uit maakt, die als opdrachtnemer fungeert. Tezamen staan zij garant voor het leveren van de afgesproken dienstverlening over een langere periode. De ESCo constructie kan helpen bij het opstarten van duurzame energie initiatieven, omdat de servicecontracten een omzet gedurende een langere periode garanderen, wat de onzekerheid omtrent een investering vermindert.

Met het faciliteren van energieopslag in een bestaande parkeergarage wordt het voor de parkeergarage-exploitant mogelijk beschikbare en betrouwbare laadfaciliteiten aan te bieden. De waarde voor de parkeergarage-exploitant zit hem in de aantrekkingskracht van deze service op parkeerders. Het doel van een parkeergarage-exploitant is nl. een zo hoog mogelijke bezettingsgraad van de garage en een goede laadvoorziening voor EV-voertuigen kan een middel zijn.

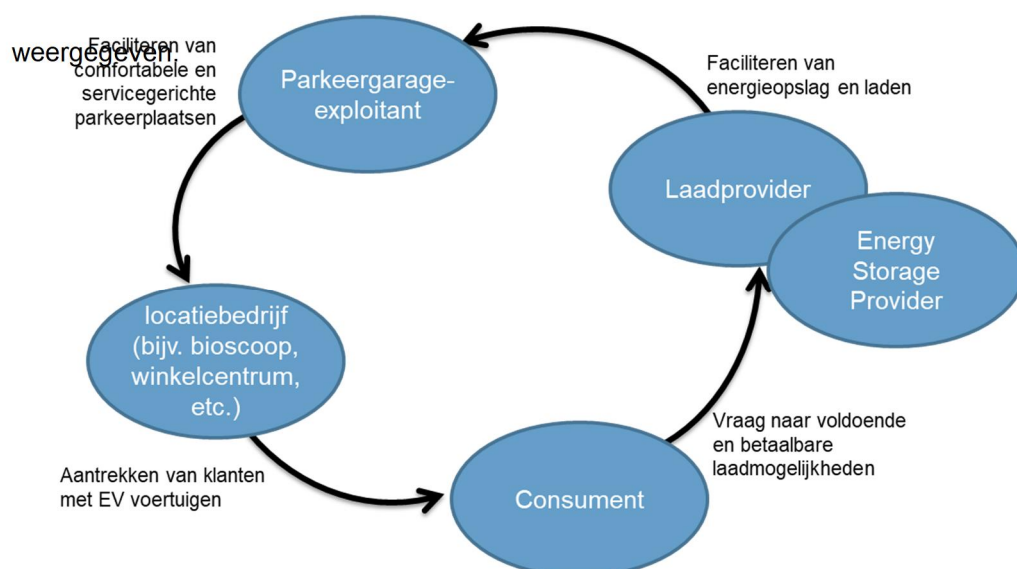
Een parkeergarage-exploitant is een zeer klantgerichte partij: in samenwerking met partners, zoals winkelcentra, bioscopen en andere complexen, kijken zij naar de behoefte van de eindconsument. De eigenaar en financiers van een dergelijk complex zullen in gesprek gaan met een parkeergarage-exploitant op het moment dat zij parkeren als service aan willen bieden aan hun klanten. De vraag naar parkeerplekken met voldoende oplaadgelegenheid is daarmee zeer afhankelijk van de ontwikkeling van de laadbehoefte van de consument. De toekomst van elektrisch rijden is echter nog onzeker. (zie ook paragraaf 3.1). Juist de beperkte beschikbaarheid van laadfaciliteiten kan een belemmering vormen bij de groei van elektrisch rijden. Het gebruik van opslag om de laadbehoefte te balanceren is pas van belang bij een grotere vraag naar laadcapaciteit.

<sup>1</sup> Zie bijv. <https://www.investormatch.nl/groeikapitaal/> voor meer uitleg

<sup>2</sup> Denk bijv. aan de strijd tussen Fastned en Shell omtrent elektrische laadpalen langs snelwegen. Zie ook: <https://www.ad.nl/economie/laadpalenoorlog-ontbrandt-langs-nederlandse-snelwegen~a922eec9/>

<sup>3</sup><http://www.esconetwerk.nl/Wat-is-een-ESCO>

Deze onderlinge afhankelijkheden tussen parkeergarage-exploitant, locatiebedrijf, consument en de opslag- en oplaadproviders zijn in



*Figuur 6: De onderlinge relatie tussen ontwikkelingen*

### 3.6 Disseminatie

De volgende disseminatieactiviteiten van het lopende project en eerste inzichten daaruit hebben plaatsgevonden:

- Systeemintegratie workshop tijdens de Topsector Energie Werkconferentie (29-11-2017): posterpresentatie en projectpitch (zie bijlage 5.5)
- Artikel in Vexpansie 2018/1, tijdschrift voor parkeren in Nederland (zie bijlage 5.6)

## 4 Opvolging

De parkeergarage-exploitant heeft concreet interesse om dit concept nader te verkennen gericht op toepassing. Inzet van het concept om energieopslag aan te bieden zal beperkt zijn tot zijn eigen parkeerlocaties. Andere mogelijkheden die ontstaan voor energieopslag buiten de parkeergarage blijven daarmee onbenut. De schaalbaarheid van de energieopslag is te vergroten als de rol van energy storage provider onafhankelijk ingevuld gaat worden. Het invullen van deze rol door een andere partij, zoals een laadprovider of een energieleverancier, vermindert de schaalbaarheid, maar levert voordelen door verschillende services tegelijk aan te kunnen bieden. Het businessmodel van de energy service provider partij is nu verkend voor één locatie maar nog niet voor een bundel locaties. Dit nodigt uit tot vervolgonderzoek om de haalbaarheid en de opties voor schaalvergroting in kaart te brengen. Vanuit de investeringskant lijkt het onderzoeken van ESCo business modellen kansrijk.

Ditzelfde geldt voor de energie-component van het businessmodel van MaaS – providers voor wie oplaadmogelijkheden met hoge vermogens en capaciteit op centraal gelegen locaties belangrijk zullen zijn voor de bedrijfsvoering. Nader onderzoek naar de ontwikkeling hierin is van belang om hierin meer inzicht te krijgen.

De Business Case laat zien dat er op termijn mogelijkheden zijn om een batterij in parkeergarages te realiseren. De meest kansrijke parkeergarages zijn die met een hoge laadvraag, complexe situatie in het energienet en mogelijkheid tot integratie van duurzame energie (Bijvoorbeeld Amsterdam?). Voor een opschaalbaar concept is het van belang om te kijken naar een onafhankelijke Energie Opslag Provider en voor de kans op investering is het ESCo business model potentieel. Het advies is om een uitvraag te doen naar mogelijke partijen die als energie opslag provider willen fungeren en daar een business case in zienen de meest kansrijke parkeergarage(s) als pilot in te zetten. Door meer bekendheid te geven aan het onderwerp van dit onderzoek in de 'parkeerwereld' kan een 'kandidaat-locatie' worden gevonden.

## 5 Bijlages

### 5.1 Ontwikkeling elektrische mobiliteit

#### 5.1.1 Rijksbeleid

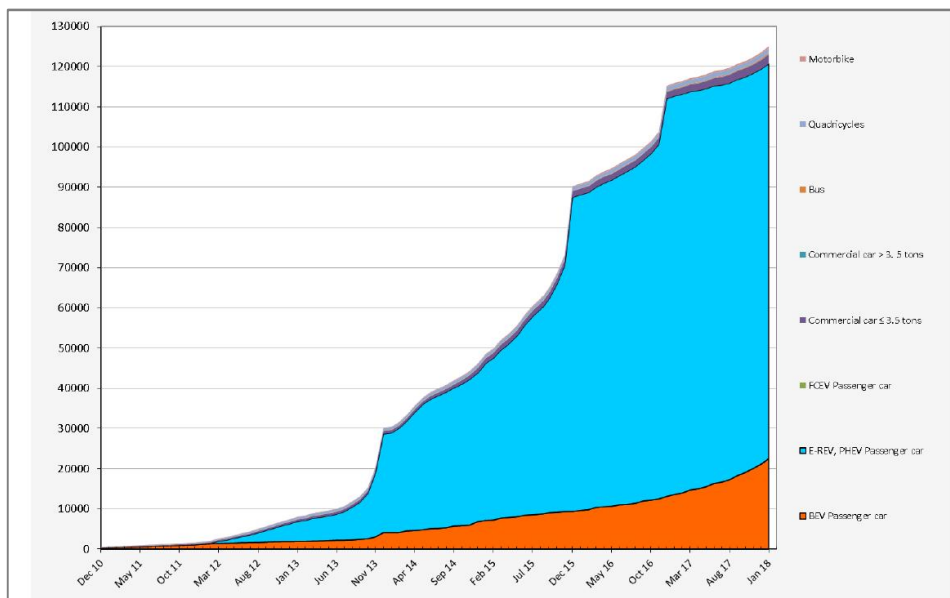
De website van de Rijksoverheid meldt het volgende<sup>4</sup>:

*“De Rijksoverheid stimuleert elektrisch rijden omdat dit schoner en zuiniger is dan rijden op benzine of diesel. Een auto die elektrisch rijdt, stoot geen luchtverontreinigende stoffen uit, zoals fijnstof. Dit is belangrijk voor de luchtkwaliteit, vooral in steden en langs drukke wegen. Als er in de komende jaren bovendien meer groene stroom beschikbaar komt, wordt het milieuvoordeel van elektrisch rijden nog groter.”*

Het rijksbeleid is gericht op de volgende doelstellingen<sup>5</sup>:

- in 2025 is 50 procent van de nieuw verkochte auto's voorzien van een elektrische aandrijflijn en stekker én minimaal 30 procent daarvan – oftewel 15 procent – is volledig elektrisch;
- voor 2020 is de ambitie dat 10 procent van de nieuw verkochte personenauto's een elektrische aandrijflijn en stekker heeft.

Periodiek wordt getoetst of gegeven de actuele ontwikkeling van het elektrische wagenpark het gestelde doel nog haalbaar is. Deze toets wordt uitgevoerd door Prof. M. Steinbuch van TU Eindhoven<sup>6</sup>. Uit de meest actuele toets blijkt dat het doel nog haalbaar is.



<sup>4</sup> <https://nederlandelektrisch.nl/rijksbeleid>

<sup>5</sup> <http://www.greendeals.nl/gd198-elektrisch-vervoer-2016-2020/>

<sup>6</sup> <https://wordpress.steinbuch.com> (2017/2018)

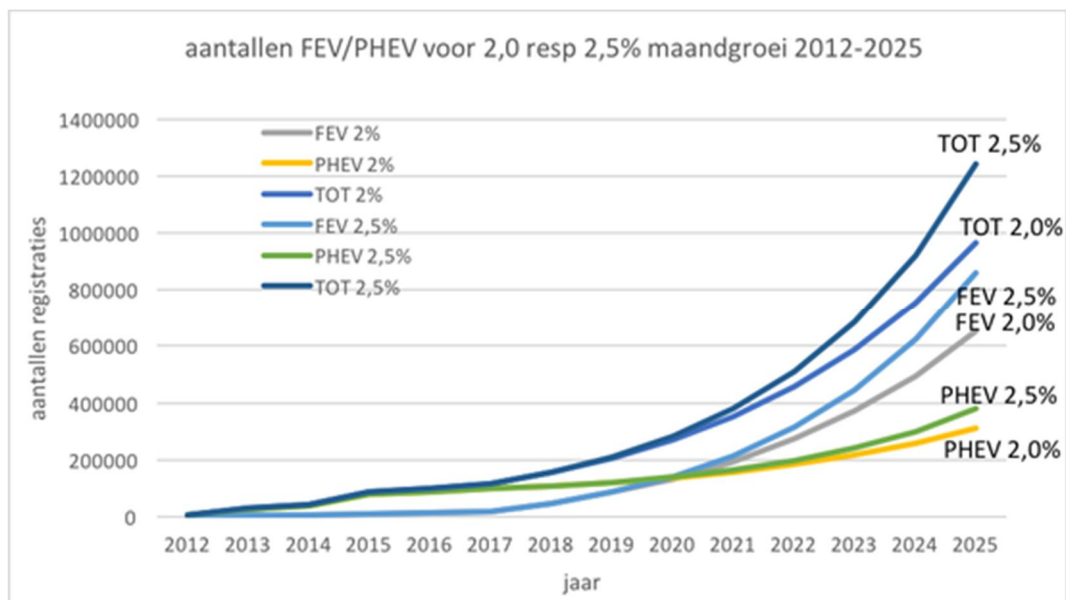
*Figuur 7: Feitelijke ontwikkeling elektrisch wagenpark tot januari 2018. Het oranje vlak geeft het aantal volledig elektrische auto's aan (bron: www.nklnederland.nl)*

### 5.1.2 Ontwikkeling elektrisch wagenpark tot 2025

In 2017 omvatte het personenautopark in Nederland circa 8,2 miljoen auto's (bron: CBS: Jaarmonitor Wegvoertuigen: Aantallen, 2017; www.cbs.nl). Jaarlijks worden circa 400.000 nieuwe auto's verkocht. Per 31-01-2018 was het aantal auto's met een stekker circa 121.000. Van dit aantal was circa 22.500 volledig elektrisch (FEV, full-electric vehicle), de rest plugin hybride (PHEV). De actuele tendens is dat het aantal volledig elektrische auto's toeneemt en het aantal hybrides geleidelijk daalt (bron: www.nklnederland.nl).

Dit betekent dat de groei van het elektrische wagenpark (auto's met een stekker) steeds meer voor rekening komt van volledig elektrische auto's.

De prognose van de groei van het elektrische wagenpark is gebaseerd op groei van het aantal registraties van FEV/PHEV's per maand. In figuur 8 is deze ontwikkeling weergegeven.



*Figuur 8: Ontwikkeling elektrisch wagenpark. Het oranje vlak geeft het aantal volledig elektrische auto's aan (bron: <https://steinbuch.wordpress.com/2016/01/22/schatting-verkopen-elektrisch-vervoer-nederland-tm-2025/>)*

### 5.1.3 De laadopgave tot 2025

De ontwikkeling van het elektrische wagenpark brengt met zich mee dat de behoefte aan opladen eveneens toeneemt. Deze ontwikkeling wordt verder versterkt doordat de

batterijcapaciteit van de voertuigen groeit. Nieuwe modellen van kleinere typen FEV's zoals de Renault Zoe en BMW i3 hebben een batterijcapaciteit van 30 – 40 kWh<sup>7</sup>. Grotere FEV's, waarvan de Tesla model S het bekendste is, hebben batterijcapaciteit tot 85 kWh<sup>8</sup>.

De groei van het wagenpark in combinatie met de grotere batterij capaciteit leidt tot een extra sterke groei van de benodigde hoeveelheid elektrische energie. Dit is voor parkeergarages een zeer relevante ontwikkeling omdat de vraag naar elektrische energie voor een deel in garages kan worden 'bediend'.

Om te komen tot kwantificering van het gecombineerde effect van de groei van het wagenpark en grotere batterijen is een tweetal scenario's opgesteld waarin de laadopgave wordt bepaald. In tabel 2 zijn beide scenario's uitgewerkt. De conclusie is dat de laadopgave in de periode tot 2025 zal groeien met een factor 21,7 – 44.

Scenario	Groei EV verkoop per maand	Aantal auto's met stekker 2025	Aantal auto's met stekker > factor t.o.v. 2017	Gemiddelde oplaadsessie 2025 (kWh) (huidig 6 à 10 kWh)	Groei laadfactor
Scenario 1: Steinbuch lage raming	2,0 %	1.000.000	8,7	25	<b>21,7 - 36</b>
Scenario 2: Steinbuch hoge raming	2,5 %	1.250.000	10,9	25	<b>27,5 - 44</b>

Tabel 2: Berekening toekomstige laadopgave door groei elektrisch wagenpark

#### 5.1.4 Ontwikkeling na 2025

Aansluitend op de hierboven omschreven scenario's voor het elektrisch-voertuigbezit groeit het elektrisch wagenpark tot 3,5 à 4 miljoen voertuigen. Uitgaande van de voortgaande vervanging van auto's met verbrandingsmotor door elektrische auto's zou rond 2030 de helft van de auto's elektrisch zijn.

Naast deze ontwikkeling zal in de periode 2020 – 2030 autonoom rijden zich sterk ontwikkelen<sup>9</sup>. Autonome voertuigen zijn elektrisch en kunnen zich zonder bestuurder in het verkeer begeven. Door deze technische ontwikkeling kan autodelen zich sterk ontwikkelen. Eigen autobezit wordt daardoor steeds minder noodzakelijk. Deze ontwikkeling zal sterke veranderingen met zich mee brengen in de omvang en de opbouw van het wagenpark evenals in de oplaadbehoefte. Deelauto's 'willen' zo snel mogelijk worden opgeladen om weer beschikbaar te zijn voor de volgende rit / dienst. De groei van de omvang van het wagenpark zal door deze ontwikkelingen afnemen. Het wagenpark zal uiteindelijk in omvang afnemen. De wijze waarop de laadopgave zich ontwikkelt hangt mede af van de inzetstructuren van de elektrische zelfrijdende

<sup>7</sup> Bron: <https://ev-database.nl/auto/1078/Renault-Zoe-Q90>; <https://ev-database.nl/auto/1104/BMW-i3>

<sup>8</sup> Bron: <https://ev-database.nl/search/?q=tesla+model+s>

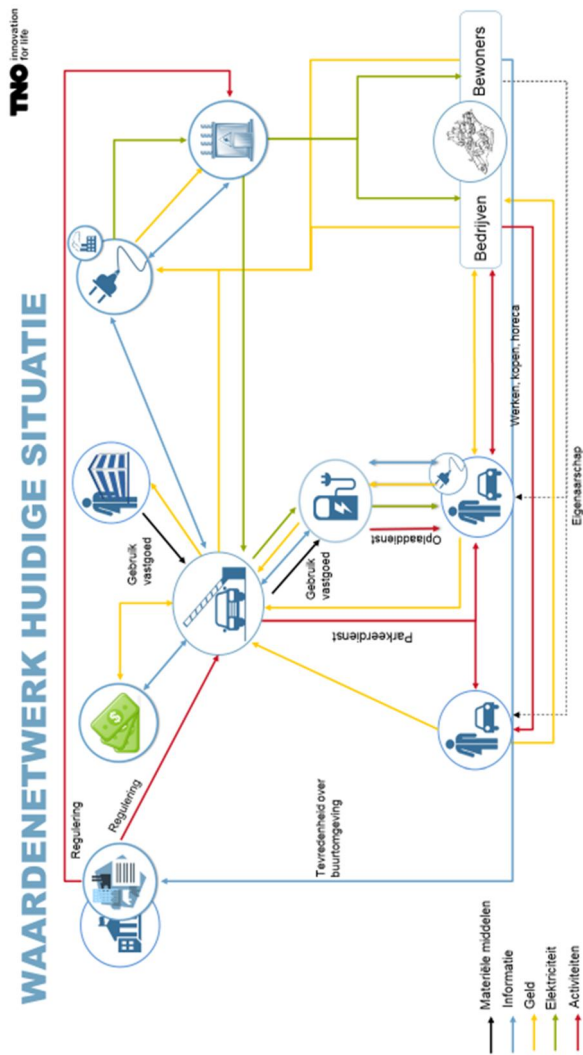
<sup>9</sup> Bron: Tony Seba, Clean disruption of Energy and Transportation, Clean Planet Ventures, 2014



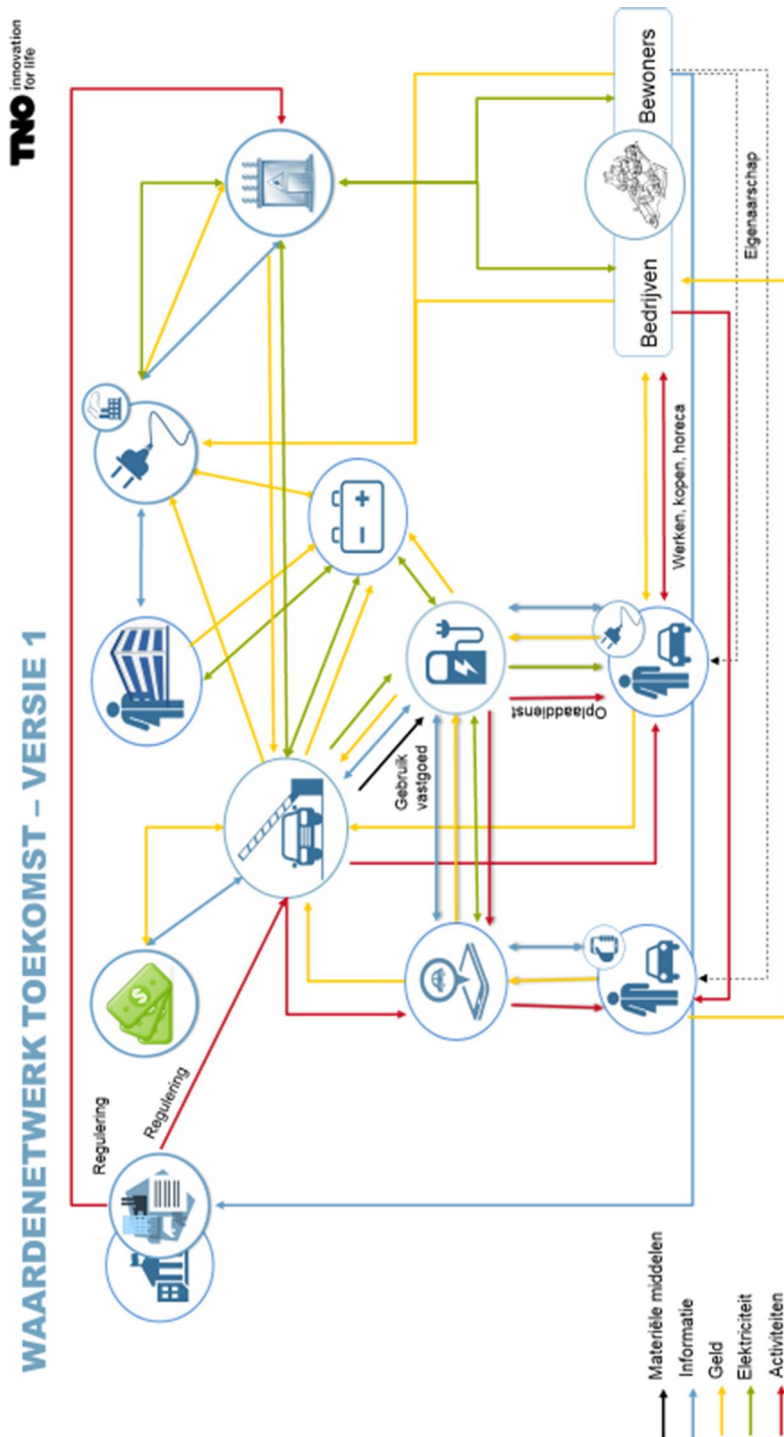
deelauto's. Een verdere toename van pieken in de laadbehoefte ligt in de lijn der verwachting.

## 5.2 Waardenetwerken

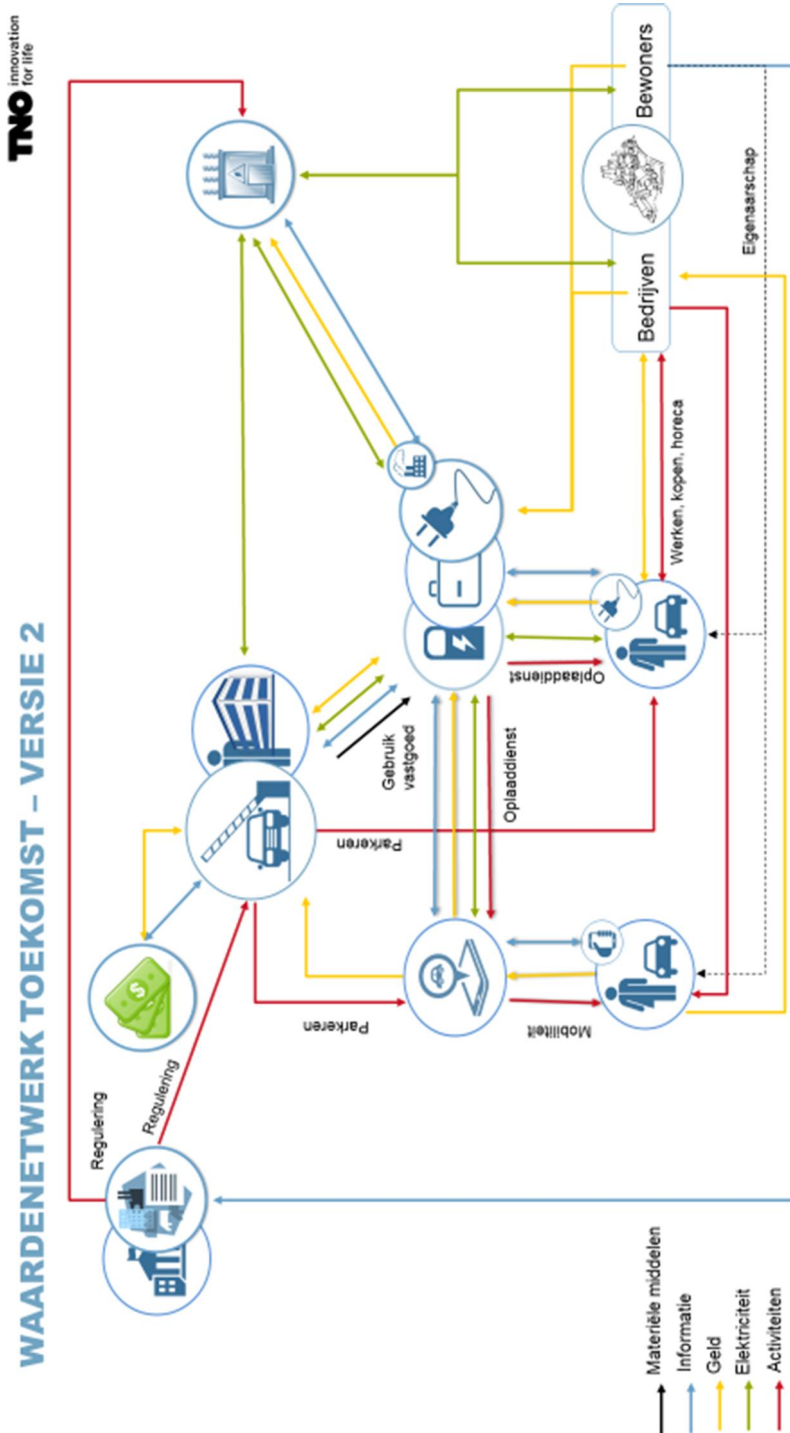
### 5.2.1 Huidige situatie



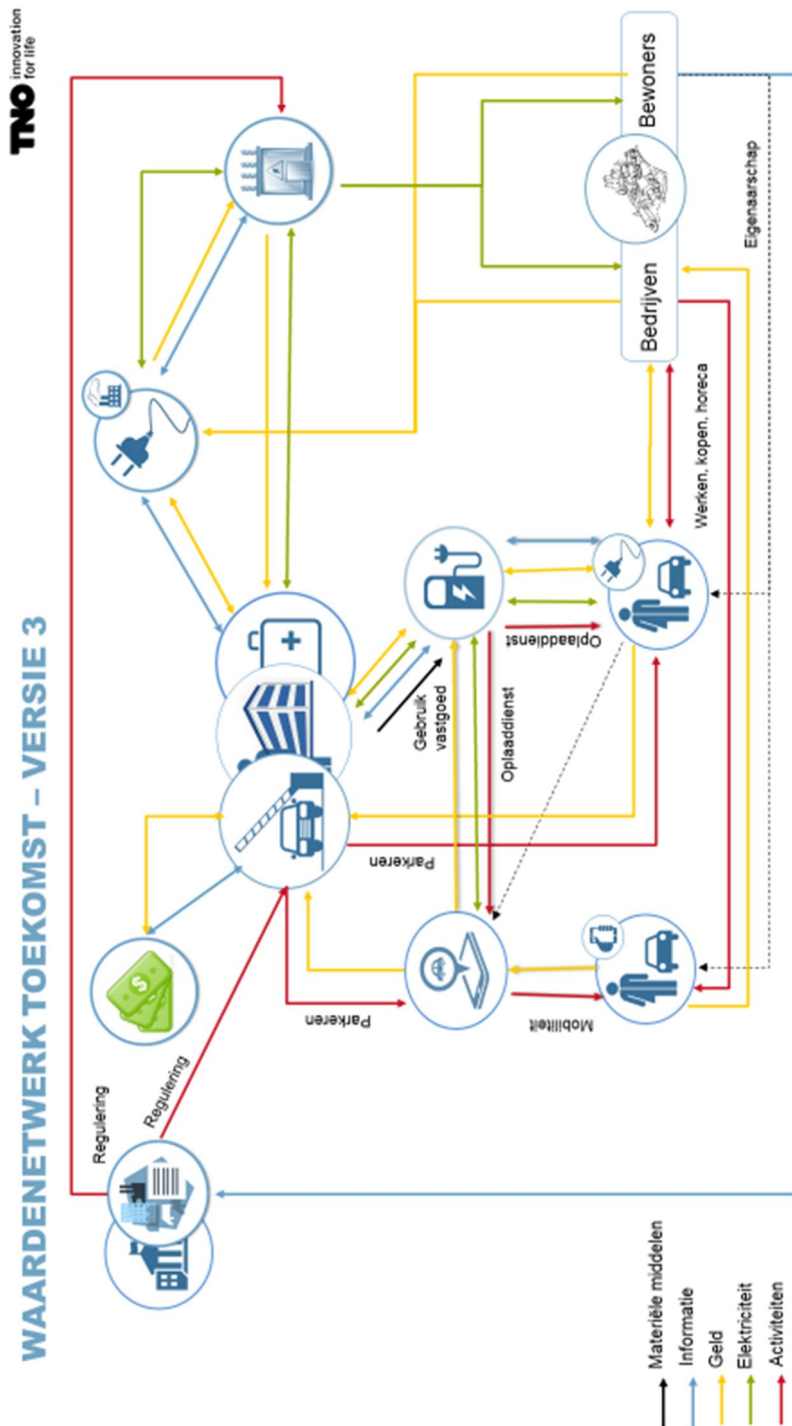
5.2.2 Toekomst – versie 1



5.2.3 Toekomst – versie 2



5.2.4 Toekomst – versie 3



## 5.3 Uitwerking van de businesscase

### 5.3.1 De parkeergarage als casus

De rol die parkeergarages hebben in het verkeer- en vervoersysteem is uiteenlopend en hangt primair samen met de locatie. Parkeergarages in binnensteden hebben vooral tot doel om bezoekend verkeer te accommoderen. Het business model van deze parkeergarages is primair gebaseerd op inkomsten uit zogenaamd kort parkeren tegen uurtarief. Voorbeelden van deze garages uit de portefeuille van Q-Park zijn de parkeergarages Europarking, Bijenkorf en Museumplein in Amsterdam.

Parkeergarages die zijn ontwikkeld bij kantoor- of woningcomplexen kennen een meer monofunctioneel gebruiksprofiel en worden primair gebruikt voor langere parkeerduur door werkenden en/of bewoners. In het businessmodel van deze parkeergarages zijn opbrengsten uit abonnementen bepalend.

Veel parkeergarages kennen in de praktijk in hun operatie een mengvorm van bezoekparkeren en vaste gebruikers.

De behoefte aan opladen in parkeergarages is uiteraard afhankelijk van de parkeerprofielen. In parkeergarages met kort parkeren is de parkeertijd relatief kort en zal de laadbehoefte daarmee samenhangend beperkt zijn. Auto's met grote batterij capaciteit hoeven ook niet per sé op te laden: veel auto's zullen nog voldoende batterijcapaciteit hebben om hun reis te vervolgen.

Bij parkeren voor kantoren en woningen is de parkeerduur lang en daarbij past ook de vraag naar opladen. Voor kantoren is overdag opladen aan de orde, bewoners zullen in meerderheid 's nachts opladen.

### 5.3.2 De 'portefeuille' van Q-Park en keuze onderzoekslocatie

De portefeuille van Q-Park omvat circa 250 parkeervoorzieningen: parkeergarages (ondergronds en bovengronds) en parkeerterreinen. Een deel van deze voorzieningen is in eigendom en wordt door Q-Park geëxploiteerd en beheerd. Over deze voorzieningen heeft Q-Park volledig zeggenschap en kan zij een eigen keuze maken in de wijze van bedrijfsvoering (o.a. de energiehuishouding).

Een ander deel van de portefeuille wordt door Q-Park gehuurd of (slechts) in opdracht beheerd. Over deze categorie heeft zij geen volledige zeggenschap.

Om het meest geschikte object te kiezen voor dit onderzoeksproject is nagegaan welk van de objecten die eigendom zijn van Q-Park een gunstige uitgangspositie heeft voor vernieuwing van de energiehuishouding. Hiervoor is de keuze gevallen op de parkeergarage Europarking, Marnixstraat 250 in Amsterdam. Deze parkeergarage (700 parkeerplaatsen verdeeld over 7 bovengrondse parkeerlagen) is gekozen omdat deze volledig eigendom is van Q-Park, op een centrale locatie in het stedelijk gebied ligt en door zijn bovengrondse ligging mogelijkheden heeft voor lokale energie-opwekking via PV panelen.

Het gebruiksprofiel van deze parkeergarage is licht gemengd: voor het grootste deel zijn de gebruikers kortparkeerders met een bezoekdoel in de omgeving (onder andere in de avond het Nieuwe De La Mar theater), daarnaast is een verdieping verhuurd aan een vaste gebruiker (politie). In het verleden kende de parkeergarage veel bewonersparkeren, dit wordt door Q-Park uitgefaseerd.

De bezetting van de parkeergarage over de dag kent twee 'pieken' in de dagelijkse bezettingsgraad: één in de middag en één in de avond (theaterbezoek). In de parkeergarage zijn in de huidige situatie twee oplaadpunten beschikbaar (vermogen 11,5 kW). Het aanbod aan oplaadmogelijkheden is dus nu bescheiden. De laadpunten worden beheerd door New Motion (dit geldt voor alle oplaadpunten in alle Q-Park parkeergarages. De exploitatie en het beheer van het opladen staat grotendeels los van de parkeerexploitatie. New Motion betaalt aan Q-Park een fee voor het beschikbaar stellen van ruimte.

De parkeergarage gebruikt 212.000 kWh per jaar aan energie. Ingeschat wordt dat het grootste deel hiervan gebruikt wordt door de verlichting (605 TL lampen). De verlichting brandt gedeeltelijk 24 uur per dag. De huidige netaansluiting heeft een waarde van 3 x 80 A.

#### **Opladen in de parkeergarage: vraag en aanbod**

Als (in de toekomstige situatie) meerdere auto's tegelijk moeten worden opgeladen, schieten de bestaande voorzieningen en netaansluiting van de Europarking al snel tekort. Door 'slim laden', waarbij het opladen wordt gespreid in de tijd zodanig dat de auto aan het eind van de parkeertijd over voldoende stroom beschikt, worden pieken afgevlakt en kan een zo goed mogelijk laadaanbod plaatsvinden. De toename van het aantal elektrische auto's en de steeds grotere batterijen maken echter naast het 'slim laden' ook structurele oplossingen in de configuratie

### **5.3.3 Componenten van de business case**

Om de positie van de parkeergarage in het energiesysteem in de vorm van een business case te onderzoeken is primair ingezoomd op het functioneren van het energiesysteem van de parkeergarage. Daarbij gaat het om (eventuele) eigen energie opwekking, energie opslag en het laden van voertuigen. Inzicht in het functioneren van dit energiesysteem van de parkeergarage is noodzakelijk om de betekenis van de parkeergarage in het systeem van zijn omgeving te kunnen bepalen.

De uitwerking van de business case voor de Parkeergarage als Batterij is geoperationaliseerd in een Excel model waarin vier verschillende parameter typen zijn samengebracht:

- opbrengstfactor op uurbasis voor de PV panelen, voor de casus is gebruik gemaakt van uurfactoren op basis van het System Advisory Model voor een rekenkundig representatief jaar;
- elektrische energie opwekking, opslag en gebruik;
- aantal geparkeerde elektrische auto's met oplaadbehoefte, voor de casus Europarking gebaseerd op een vereenvoudigde bezettingscurve die is gebaseerd op de bezetting van de parkeergarage in de praktijk; op de drukste dagdelen (duren enkele uren) is verondersteld dat 10 auto's tegelijk laden;
- geldstromen die samenhangen met energie opwekking en levering.

De werking van het model en de belangrijkste kwantificeringen zijn nader toegelicht in bijlage 5.7.

De aansluiting van de parkeergarage op het elektriciteitsnet wordt verzwaard; dit is noodzakelijk welke configuratie ook wordt gekozen, hetzij om bij pieken in de

laadbehoefte in voldoende stroom te kunnen voorzien, hetzij om bij pieken in de opbrengst van de PV-panelen de stroom naar het net te kunnen afvoeren als de batterij niet meer kan opnemen.

De mogelijkheid om vanuit de opslagcapaciteit in de parkeergarage bij behoefte aan het net te leveren of juist wanneer gewenst minder te leveren is in de huidige situatie nog niet in waarde uit te drukken. Hiertoe bestaan principemogelijkheden die in de komende jaren verdere uitwerking behoeven en moeten worden verwerkt in de codes van de netbeheerders. Mogelijkheden zijn:

- het accepteren van iets minder hoge betrouwbaarheid in ruil voor lager tarief of vergoeding;
- bij autonoom rijden: voertuigen laten kiezen voor opladen locaties met stroom overschot en daar (zelf) naar toe laten rijden.

In recente verkenningen naar energiemodellen rondom parkeren en opladen is veel aandacht voor het gebruiken van de in de accu's van elektrische auto's aanwezige energie (aangeduid als "V2G"). Deze vorm van benutten van opgeslagen energie brengt verlies aan rendement met zich mee en vereist - doordat extra slijtage aan de batterij wordt veroorzaakt – toestemming van de eigenaar van het voertuig. Het voordeel van een centrale batterij in de parkeergarage is dat geen toestemming van de eigenaar van het voertuig nodig is en dat de batterij configuratie kan worden geoptimaliseerd voor gebruik in 'twee richtingen'.

De energie in de batterij is daarmee beschikbaar voor *load balancing* voor pieken in de vraag in de omgeving; er is van uitgegaan dat de netbeheerder hiervoor een vergoeding aan de parkeerexploitant.

Het gebruiken van de elektrische energie die (mogelijk) in de elektrische auto's aanwezig is, maakt geen deel uit van de business case in dit onderzoek. Dit kan een aanvullende mogelijkheid zijn voor piek opvang op te vangen.

#### *Business case - geldstromen*

Elke energiestroom vertegenwoordigt waarde en hiermee kan de business case financieel worden ingevuld. De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

- SDE+ subsidie voor eigen gebruik (regeling SDE + 2018)
- SDE+ subsidie voor teruglevering (regeling SDE + 2018)
- Inkoop stroom uit het net (tarief dat Q-Park betaalt is gehanteerd)
- Vergoeding voor opladen (marktprijs is gehanteerd)
- Vergoeding voor beschikbaar stellen vermogen voor omgeving / voor Jedlix smart charging dienst (inschatting is gehanteerd).

Batterij typen die het meest geschikt zijn voor toepassing in een parkeergarage configuratie zijn (bron: informatie TNO):

1. **Li-ion accu's:** door grootschalige toepassing in voertuigen sterke prijsdalingen en kwaliteitsverbeteringen. Op termijn, wanneer meer batterijen uit elektrische auto's worden afgedankt (omdat ze niet meer voldoende capaciteit over hebben) ontstaat ook de mogelijkheid om tweedehands-accu's (ook aangeduid als second-life) in te zetten als buffer voor een parkeer garage. Voordelen van Li-ion techniek: relatief compact en een hoog cyclus rendement (ca. 90 -95%). Nadeel,



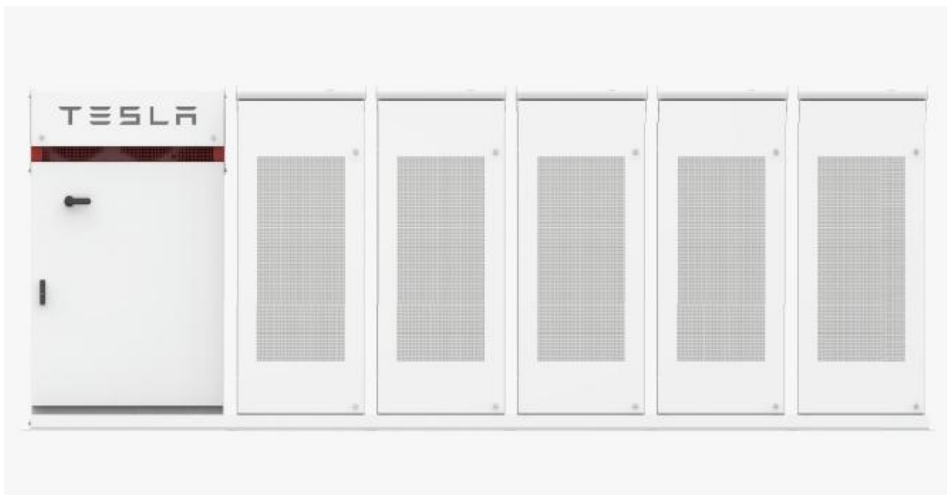
met de huidige techniek is wel de uitgebreide batterijmanagement dat nodig is om de accu's veilig te kunnen gebruiken (voorkomen van brand etc.). Voor kleine afnemers zit Li-ion vaak nog aan de dure kant (ordegrootte **€550 / kWh**), grote automerken (Renault/Nissan, Tesla, GM, VAG etc nu rond de **€200 / kWh**). Energie dichtheid circa: Li-ion: **250 Wh-dm<sup>-3</sup>** Levensduurcycli: Li-ion ca. **7000** (tot 50% restcapaciteit).

2. **Na-ion accu's**: iets zwaarder en volumineuzer dan Li-ion, maar zeer milieuvriendelijk, op waterbasis en daardoor ook zeer veilig en tot slot een zeer hoog cyclus-rendement. Wel is het zo dat momenteel nog geen massale toepassing plaatsheeft, waardoor de prijzen niet sterk dalen. Op termijn kan deze techniek echter heel goedkoop worden omdat er geen erg kostbare materialen in worden gebruikt. Aanbieder Aquion Energy<sup>10</sup> heeft het streven om uiteindelijk op een prijsniveau van circa 20 dollar per kWh uit te komen. Natrium-ion batterijen zijn nog niet wijd verbreid, nu circa **€200 / kWh**, maar met aanzienlijk potentieel voor prijsverlaging. Energie dichtheid circa: Na-ion: **20 Wh-dm<sup>-3</sup>** (wordt waarschijnlijk nog een stuk hoger). Levensduurcycli: Na-ion ca. **5000+** (waarschijnlijk tot een hogere restcapaciteit, niet gespecificeerd).

## Investeringsen

Om de Parkeergarage als batterij in te richten zijn de volgende investeringen nodig:

- plaatsing van PV panelen; dit is maximaal mogelijk voor het gehele dakoppervlak van de parkeergarage; gerekend is met een investering van € 1,50 per kWp (ervaringsgetal Sweco);
- plaatsing van de batterij: hiervoor is uitgegaan van Tesla Powerpacks (figuur 9), die relatief gemakkelijk verkrijgbaar en inzetbaar zijn, weinig ruimte innemen<sup>11</sup> en daardoor gemakkelijk kunnen worden ingepast in de parkeergarage; gerekend is met een investering van € 200,- per kWh (bronvermelding zie Excel sheet).



Figuur 9: Tesla Powerpack

## Vertaling business case naar cash flow berekening

<sup>10</sup> [Aquion Energy](#)

<sup>11</sup> Bron: [https://www.tesla.com/nl\\_NL/commercial](https://www.tesla.com/nl_NL/commercial)

Het systeem van PV panelen, batterij en oplaadpunten wordt geëxploiteerd door één partij.

De opbrengsten van het systeem worden in het Excel model over het gehele jaar gesommeerd tot één jaaropbrengst.

Voor de financiële toetsing van de business case worden vervolgens de totale exploitatieopbrengst (na aftrek BTW), de exploitatiekosten (beheerkosten PV en batterij, kosten voor de zwaardere netaansluiting) en investeringen (op basis van rente en afschrijving) samengebracht in een cashflow waarin de NCW wordt bepaald. In deze cashflow zijn als aanvullende stuurvariabelen nog opgenomen:

- het rentepercentage voor de bepaling van de NCW;
- de groei van de vraag naar opladen, deze is namelijk in de eerste jaren nog niet maximaal;
- rendementsverlies van de batterij.

Naast deze variabelen is het mogelijk om de exploitatietijd te variëren. Op basis van marktinformatie is de technische levensduur van de batterijen zeker op tien jaar te stellen. De technische levensduur van PV panelen is minimaal 15 à 20 jaar<sup>12</sup>.

Voor dit onderzoek is als basis voor de business case een looptijd van 10 jaar gehanteerd. Aan het eind van deze looptijd kan heroverwogen worden of de PV panelen nog langer inzetbaar zijn voor een vervolgperiode.

#### 5.3.4 Conclusie Business case

##### *Conclusie over financiële business case*

Uit het onderzoeken van de business case is naar voren gekomen dat de business case de eerste jaren een negatief exploitatie-resultaat heeft maar – afhankelijk van een aantal variabelen, met name de investeringen en de keuze m.b.t. PV panelen en batterij alsmede de snelheid waarmee over de exploitatieperiode de behoefte aan opladen toeneemt - na een aantal jaar een positieve netto contante waarde kan opleveren.

##### *Conclusie over energieniveau in de batterij en beschikbaarheid voor de omgeving*

Als basissituatie is er van uitgegaan dat de batterij gevuld is met meer dan 100 à 200 kW. Hiervoor is in de opzet gekozen voor de relatief grote capaciteit van de batterij om het mogelijk te maken om snel aan incidentele piekvraag te kunnen voldoen. Daarmee kan de parkeerexploitant de parkeerder optimaal bedienen. Met een batterij met ordegrootte van 500 kW kan de batterij een substantiële bijdrage leveren aan het balanceren van het energiesysteem in de omgeving. De aangegeven energiehoeveelheid kan bijvoorbeeld voorzien in pieken in de energievraag van woningen en/of bedrijven in de omgeving (ter indicatie: een gemiddelde woning zonder elektrische auto of verwarmingsvoorziening verbruikt 400 watt per uur (bron:

<https://www.energievergelijken.nl/nl/energieverbruik/kilowattuur>) maar ook kunnen er pieken zijn in de vraag naar opladen van auto's in het openbaar gebied.

Als variant is een modulaire opbouw en ontwikkeling mogelijk. De Tesla batterij packs zijn hiervoor geschikt omdat ze modulair geschakeld kunnen worden.

<sup>12</sup> Bron: <http://www.zonnepaneelwijzer.com/levensduur-onderhoud-zonnepanelen/>

## 5.4 Interviews

Naam	Bedrijf / instantie	Onderwerp	Uitvoering	Datum
Carlo van de Weijer	TU Eindhoven	Inschattingen over het effect van elektrisch / zelfrijdend vervoer voor parkeren	Sweco	15-01-2018
Jort Bakker (Hoofd duurzame investeringen)	ASN Bank	Investeringen in duurzame energie initiatieven en 'parkeergarage als batterij concept'	TNO	21-02-2018
Theo Thuis (Managing Director Innovation)	Q-Park	Investeringen in duurzame energie initiatieven en 'parkeergarage als batterij concept'	TNO	19-02-2018
Senior Portfolio Manager Infrastructure (anoniem)	Pensioenuitvoerder (NL)	Investeringen in duurzame energie initiatieven en 'parkeergarage als batterij concept'	TNO	20-02-2018
Willem Jan Brinkman (CFRO)	Nederlandse Investeringsinstelling	Investeringen in duurzame energie initiatieven en 'parkeergarage als batterij concept'	TNO	16-02-2018
Marcel van de Laar	Shell New Energy (eigenaar van laaddienstverlener) New Motion)	Visie van 'grote marktspeeler' op de brandstof markt op ontwikkelingen als de 'parkeergarage als batterij	Sweco	05-02-2018
Martijn Bongaerts	Liander	Inzichten van netbeheerder m.b.t. mogelijkheden tot integratie van opslag en opwek i.r.t. opladen.	Sweco	17-04-2018

## 5.5 Presentatieposter Topsector Energie

Presentatieposter TKI bijeenkomst 29 november 2017

### De Parkeergarage als batterij voor de stad



**Project Leader:** Jeroen Quee  
**Contact person:** Ron de Bruijn  
**E-mail:** jeroen.quee@sweco.nl, ron.debruijn@sweco.nl  
**Partners:** Q-Park, TNO, Sweco  
**Looptijd:** 2017 – 2018

#### Doel van de studie/innovatie:

Vaststelling potentie "Parkeergarage als stedelijke batterij": een nieuwe dienst waarbij de elektrische auto's en een centrale batterij in de parkeergarage energie en flexibiliteit gaan leveren aan de omgeving. De dienst draagt hiermee direct bij aan:

1. De stabiliteit van energienet; mogelijkheid om pieken en dalen van de duurzame energie productie op te vangen.
2. Verbetering van de beschikbaarheid, toegankelijkheid en de kosten van de laadinfrastructuur.

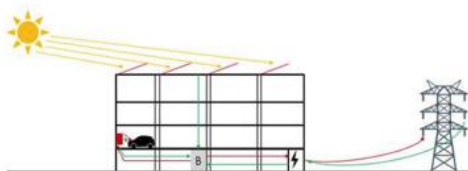
Het gaat hier niet alleen om het vaststellen van economische en technische potentie maar ook om de haalbaarheid van het inpassen van de dienst in het huidige waardenetwerk te duiden.



#### Achtergrond studie/innovatie:

De studie biedt inzicht in de haalbaarheid van:

1. technische inpassing van Parkeergarage als Batterij in bestaande Garage/Energie-infrastructuren;
  2. passende business modellen en business cases voor betrokken actoren bij het inrichten van diensten rondom de Parkeergarage als Batterij;
  3. manieren om de Parkeergarage als Batterij grootschalig in te zetten en daarmee private financiering aan te trekken.
- Deze resultaten zijn bedoeld voor alle betrokken actoren, o.a. de parkeerexploitanten, mogelijke financiers, de CPO, het netwerkbedrijf en de batterij-exploitant. De opgedane kennis zal worden gebruikt in een vervolgtraject waarin middels proeftuinen meerdere pilots worden uitgevoerd in parkeergarages, met een passende financieringsmix.



#### Rol in systeemintegratie:

De parkeergarage van de toekomst draagt bij aan het vergroten van de flexibiliteit en het beter gebruiken van duurzaam opgewekte energie door inzet van batterijen en elektrische auto's als opslag en conversie mechanisme. Daarnaast wordt in deze studie specifiek de investeringsnoodzaak zoals beschreven door DNB en PBL geaddresserd. Het uitgangspunt van alle drie de werkpakketten zal het huidige waardenetwerk rondom de parkeergarage zijn, en hoe dat door het inzetten van de batterij en flexibiileitsdiensten kan veranderen, zowel qua actoren als qua waarestromen. Specifiek draagt de aanpak bij aan de systeemintegratie programmalijn Energie-opslag en conversie.



#### Huidige status:

Onderzocht wordt hoe het parkeergedrag zich in combinatie met de laadwens van elektrische rijders zal ontwikkelen. Dit onderzoek wordt gebaseerd op parkeerprofielen in de huidige situatie en analyseert de ontwikkeling naar de toekomst. Dit levert inzicht in wat de parkeergarage idealiter zou moeten bieden aan oplaadmogelijkheden.

De parkeergarage krijgt een andere, meer prominente positie in het energienetwerk. Hierdoor ontstaan of veranderen business modellen van de parkeergarage, van de oplaadprovider; van de energieleverancier en van de gemeente.

## 5.6 Artikel Vexpansie



# De parkeergarage als stedelijke batterij

De groei van het aantal elektrisch aangedreven auto's (EV) en daarmee het aantal oplaadpunten biedt nieuwe mogelijkheden de energie-infrastructuur slimmer in te richten. Die staat onder druk door de aansluiting van steeds meer lokaal door zon en wind opgewekte energie. Parkeergarages kunnen hierin een nuttige rol spelen, waarvan zij zelf, de EV-automobilist en de omgeving profiteren.

TEKST **JEROEN GUEE EN LAURA VAN DEN AARSEN** BEELD **TNO**

Q-Park, Sweco en TNO werken in een gesubsidieerd onderzoeksproject aan de ontwikkeling van een visie en een businessmodel voor de 'Parkeergarage als stedelijke batterij'. Deze systeemintegratiestudie wordt medegefinancierd door RVO Nederland als onderdeel van de Topsector Energie. In dit artikel gaan we in op de eerste inzichten die uit het project zijn voortgekomen. In een volgende uitgave van *Vexpansie* komen de businesscase en de stappen naar de toekomst aan de orde.

De praktijk laat zien dat elektrische auto's, hoewel nog geen gemeengoed, aan een opmars bezig zijn. In de toekomst zal een substantieel groter deel van het wagenpark elektrisch worden voortbewogen. Ook is de verwachting dat de capaciteit van de batterijen toeneemt. Er zullen steeds minder Plug-in Hybride auto's zijn met een kleine batterij en steeds meer Full Electric auto's met een grote batterij van meerdere tientallen kWh (bron: RAI Vereniging).

## GRENZEN IN ZICHT

Als we kijken naar de ambitie van de Rijksoverheid voor de ontwikkeling van het aantal EV's in combinatie met het uit de marktontwikkelingen af te leiden groter worden van de batterijen, ligt er een grote

opgave voor het kunnen opladen van de voertuigen. Dat geldt allereerst in de grote steden, waar elektrisch rijden zich het snelst ontwikkelt. Parkeergarages zullen door de groei van het EV tegen de grenzen van de bestaande elektrische voorzieningen aanlopen. Daardoor wordt het steeds belangrijker om, door de inzet van slimme software, het laden zo veel mogelijk in de tijd te spreiden. Deze technieken worden nu al in sommige parkeergarages toegepast. Maar op de lange termijn zal de elektrische capaciteit in de garages niet meer toereikend zijn.

## COMPLEXE TECHNISCHE OPGAVE

Bovengrondse parkeergarages kunnen extra elektrische energie betrekken door toepassing van zonnepanelen (PV, van het Engelse *photovoltaic*). Deze vorm van energie-opwekking fluctueert sterk en sluit daarom nooit goed aan op de vraag. Voor opladen van auto's geldt dat de grootste behoefte zich meestal voordoet in de avonden maar de opwekking van zonne-energie gebeurt overdag. Die energie kan worden opgeslagen in een batterij waarmee elektrische auto's in de parkeergarage op elk gewenst moment zijn op te laden.

Een parkeergarage die is uitgerust met een batterij biedt tal van andere mogelijkheden

om de elektrische infrastructuur optimaal in te zetten. Zo kan de batterij bijspringen als er in de omgeving een piek vraag is. Dat betekent ook een betere balans in het energienetwerk. Al met al een interessante maar ook complexe technische opgave. Hoe zet je de batterij optimaal in en hoe kan de parkeerexploitant haar klanten hiermee zo goed mogelijk bedienen?

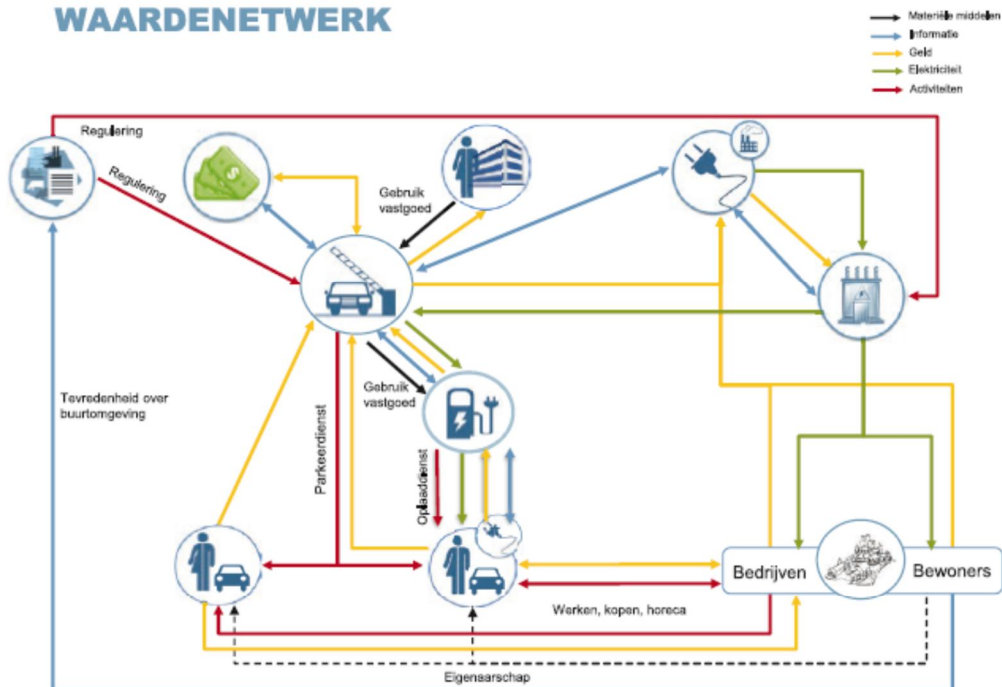
## NIEUWE VERDIENMODELLEN

Niet alleen is dit in technisch opzicht een uitdaging, ook organisatorisch zijn er enkele hordes te nemen voordat parkeergarages op grote schaal batterijen kunnen inzetten. Er zijn zowel publieke als private investeringen nodig voor het inrichten en opschalen van de energiediensten rondom de batterij, waaronder de batterij zelf, de infrastructuur en de software. De energiediensten in de parkeergarage leiden tot nieuwe verdienmodellen. In deze modellen is het op dit moment nog niet duidelijk welke opbrengsten bij welke partijen terecht gaan komen. De uitdaging is hier dan ook het vinden van een partij die wil investeren in de batterij-infrastructuur.

Om hierin duidelijkheid te scheppen hebben we de stakeholders geïdentificeerd die een rol spelen of kunnen spelen in het waardenetwerk rondom de parkeergarage.

23(22)

## WAARDENETWERK



Met behulp van het *Value Creation Canvas*, een methode ontwikkeld door TNO, is de onderlinge uitwisseling van diensten, elektriciteit, materiële en financiële middelen tussen de verschillende partijen in kaart gebracht. Daarbij is niet alleen gekeken naar de huidige situatie van de stakeholders, maar juist ook naar de toekomst. Denk hierbij aan de resources en activiteiten van de parkeergarage-exploitant, de energie- en laadprovider en de eigenaren van (elektrische) voertuigen.

### NIEUWE PERSPECTIEVEN

De toekomst biedt perspectieven voor nieuwe actoren in het waardenetwerk. Zo ontstaat er een nieuwe rol - de *energy storage provider* - die de batterij beheert en energiediensten aan laadproviders en parkeergarages aanbiedt. Door energie in te kopen en op te slaan op het moment dat er veel aanbod is, kan de *energy storage provider* deze op het moment van schaarste ook aan andere partijen in het energienetwerk ter beschikking stellen. In wellicht het meest voor de hand liggende scenario beheert de parkeergarage-exploitant de batterij en ondersteunt daarmee onder meer zijn eigen energievoorziening. Deze oplossing heeft alleen een begrensde schaalbaarheid omdat de interesse van de parkeergarage-exploitant beperkt zal zijn tot zijn eigen parkeer-

locaties. Andere mogelijkheden die ontstaan voor energieopslag buiten de parkeergarage blijven daarmee onbenut. De schaalbaarheid van de energieopslag is mogelijk te vergroten als een andere partij, zoals een laadprovider of een energieleverancier, de rol van *energy storage provider* zou invullen. Het businessmodel van deze partij is nu nog onduidelijk en nodigt uit tot vervolgonderzoek om de haalbaarheid in kaart te brengen.

Als de transitie naar elektrisch vervoer een vlucht neemt, zal het primair niet meer de EV-eigenaar zijn die direct van de laadstroom afhankelijk is, maar de Mobility-as-a-Service provider, die mobiliteit als totaalpakket aan zijn klanten levert. Een opgeladen elektrisch voertuig is dan een van de onderdelen van het pakket.

### ROUTE NAAR FINANCIERING EN OPSCHALING

De betrokkenheid van de vele verschillende partijen en hun onderlinge afhankelijkheden maken de verdienmodellen voor de parkeergarage als batterij erg complex. Bovendien gaan toekomstvoorspellingen per definitie gepaard met een grote mate van onzekerheid. Uit eerder onderzoek van TNO naar investeringen in duurzame energie bleek dat zowel deze complexiteit, verschillende onzekerhe-

den en het gebrek aan opschaalbaarheid van de vaak lokale of regionale initiatieven belangrijke knelpunten vormen in de afweging om te investeren. Maar om een duurzame toekomst mogelijk te maken zijn deze investeringen onontbeerlijk.

In deze haalbaarheidsstudie onderzoeken de drie partijen een methodiek, route en strategie voor financiering van een grootschalige batterij infrastructuur. Door het expliciet maken van aannames en het kwantificeren van financiële stromen voor verschillende toekomstscenario's krijgen belanghebbende partijen zicht op de kansen die dit nieuwe concept hen biedt. In interviews met verschillende stakeholders, waaronder investeerders, toetsen we deze businesscases en aannames en scherpen we ze verder aan. Op deze manier wordt hopelijk niet alleen duidelijk hoe de parkeergarage als batterij opgeschaald en gefinancierd kan worden, maar bieden we ook meer inzicht in zowel barrières als perspectieven voor het investeren in duurzame energie. 2

JEROEN QUEE, Adviseur bij Sweco Nederland en Laura van den Aarsen, Consultant Strategic Business Analysis bij TNO



## 5.7 Korte beschrijving Excel model en print screens

Het Excel rekenmodel dat is opgesteld bestaat uit twee hoofdcomponenten.

1. Rekenmodel energiestromen en (financiële) opbrengst
2. Cash flow berekening

Ad 1: Rekenmodel energiestromen en (financiële opbrengst)

Het model is op basis van de volgende uitgangspunten :

- de Excel sheet is opgebouwd met uurwaarden voor een geheel jaar en kent derhalve 8.760 regels;
- op het dak worden PV panelen geïnstalleerd met een totaal vermogen van 450 kWp – dit is gebaseerd op het benutten van het volledige dakoppervlak van de parkeergarage; in de parkeergarage wordt een batterij geïnstalleerd; voor het vermogen en de capaciteit van de batterij zijn varianten mogelijk – als basisvariant is uitgegaan van capaciteit 500 kWh en een vermogen van 100 kW;
- de elektriciteit die wordt opgewekt door de PV panelen wordt als volgt gebruikt:
  - voor de primaire stroombehoefte van de parkeergarage (verlichting, slagbomen, lift, parkeersysteem e.a.);
  - voor het opladen van elektrische auto's als de laatbehoefte optreedt als direct opgewekte stroom kan worden benut;
  - de overige elektrische energie wordt opgeslagen in de batterij zolang deze nog capaciteit heeft;
- de energie in de batterij wordt gebruikt voor het laden van auto's ter aanvulling op de productie van de PV panelen;
- als de PV panelen energie produceren welke niet kan worden gebruikt voor de primaire stroombehoefte, het opladen of om de batterij te vullen, wordt deze stroom geleverd aan het net;
- de batterij wordt steeds gevuld, voorkeur vanuit de PV panelen, anders uit het net – zodoende is steeds stroom beschikbaar voor opladen.

### Variabelen

Voor de uitwerking van de business case kunnen de componenten variëren in omvang.

Dit geldt voor:

- het totale oppervlak van de PV panelen;
- capaciteit en vermogen van de batterij;
- het maximale laadvermogen dat beschikbaar is voor het opladen van elektrische auto's;
- de laadvraag van elektrische auto's.

### Ad 2: Cash flow berekening

Voor de berekening is er van uitgegaan dat het systeem van PV panelen, batterij en oplaadpunten wordt geëxploiteerd door één partij.

De opbrengsten van het systeem worden in het Excel model over het gehele jaar gesommeerd tot één jaaropbrengst en deze wordt in de cash flow berekening ingevoerd. In de cash flow berekening worden de totale exploitatieopbrengst (na aftrek BTW), de exploitatiekosten (beheerkosten PV en batterij, kosten voor de zwaardere netaansluiting)

en investeringen (op basis van rente en afschrijving) samengebracht en voor deze cashflow wordt de NCW. In deze cashflow zijn als aanvullende stuurvariabelen nog opgenomen:

- het rentepercentage voor de bepaling van de NCW;
- de groei van de vraag naar opladen, deze is namelijk in de eerste jaren nog niet maximaal; uitgegaan is van "100%" in 2025 waarna nog doorgroei plaatsvindt tot 135%;
- rendementsverlies vanuit de batterij van 0,5% de eerste 4 jaar en vervolgens 1% per jaar.

Naast deze variabelen is het mogelijk om de exploitatietijd te variëren. Op basis van marktinformatie is de technische levensduur van de batterijen zeker op tien jaar te stellen. De technische levensduur van PV panelen is minimaal 15 à 20 jaar<sup>13</sup>.

Voor dit onderzoek is als basis voor de business case een looptijd van 10 jaar gehanteerd. Aan het eind van deze looptijd kan heroverwogen worden of de PV panelen nog langer inzetbaar zijn voor een vervolgperiode.

Met de gehanteerde uitgangspunten laat de cash flow berekening na 10 jaar een rendement van 5% zien.

---

<sup>13</sup> Bron: <http://www.zonnepaneelwijzer.com/levensduur-onderhoud-zonnepanelen/>



### Cash flow berekening

Exploitatieopzet batterij		1		MW Batterij in parkeergarage		alle bedragen in EUR													
Berekening NCW	Variant 1	PV panelen en batterij				Toelichting:													
Vaste gegevens						Groei laden (kolom C): ijkjaar is 2025, de jaren daarvoor is het laden nog in aanloopfase, daarna groei													
onderdeel						Kosten van componenten													
BTW					termijn	PV panelen	450	kWp	€1,50	per Wp (Wattpiek) (ervaringsgetal)									
inflatie exploitatielasten					21,00%	Batterij	500	kWh	€200,00	per kWh (bron: bloomberg en berichtgeving Tesla; tendens dat dit bedrag lager w ordt komen									
prijstijgingen					jaarlijks	Technisch													
					per jaar	rendementsverlies batterij (kolom E), 1e periode			0,50%	jaarlijks	(aanname, bekend is dat het rendementsverlies heel beperkt is								
						rendementsverlies batterij (kolom E), 2e periode			1,00%	jaarlijks	optie (aanname, bekend is dat het rendementsverlies heel beperkt is								
rentegegevens						Financieel													
rentepercentage tbv kapitaalast					0,42%	Opbrengsten laden en SDE (kolom F): de opbrengst van het laden van auto's uit de batterij plus de SDE subsidies (tab "uurw aarden overzicht €")													
aantal jaren					5,0%	Vergoeding load balancing (kolom G): vergoeding van netbeheerder voor het beschikbaar hebben van vermogen voor load balancing omgeving (bedrag aanname;													
disconteringsvoet					20	Beheerkosten (kolom L): kosten voor servicen batterij en PV (aanname, w ordt nog geverifieerd)													
					jaarlijks	Investering bekabeling (kolom M): eenmalige kosten voor upgrade bekabeling binnen de parkeergarage en t.b.v. verzwa ring netaansluiting (aanname)													
						Rente en afschrijving van batterij en PV panelen (kolom N, O, P) (uit tab "uurw aarden overzicht €); rentevoet zie cel I25 en I26													
						Exploitatieresultaat, voortschrijdend saldo en contant gemaakt saldo (kolom R, S, T)													
						Rendement in % (kolom U)													
jaar	groei laden	prijsindex	rend. verlies batt.	combi index	opbrengsten laden en SDE	vergoeding load balanc. en Jedlix	totaal	BTW-afdracht	beheerkosten excl. BTW OPEX	investering bekabeling CAPEX	boekw PV en batt	afschrijving	rente	rest waarde	exploitatie- resultaat	CW-saldo	NCW-saldi	rendement fin.	
2018					164.037	2.800			4.000	50.000	825.000								
2019	1	25%	2,00%	0,50%	101,49%	41.620	2.800	44.420	€7.709	4.000	825.000	82.500	41.580		-91.369	-91.369	-91.369	1	
2020	2	40%	2,00%	0,50%	103,00%	67.585	2.800	70.385	12.216	4.080	742.500	82.500	37.422		-65.833	-59.712	-151.081	2	
2021	3	50%	2,00%	0,50%	104,54%	85.740	2.800	88.540	15.366	4.162	660.000	82.500	33.264		-46.752	-40.386	-191.468	3	
2022	4	65%	2,00%	0,50%	106,09%	113.122	2.800	115.922	20.119	4.245	577.500	82.500	29.106		-20.047	-16.493	-207.961	4	
2023	5	80%	2,00%	1,00%	107,13%	140.592	2.800	143.392	24.886	4.330	495.000	82.500	24.948		6.728	5.271	-202.689	5	
2024	6	90%	2,00%	1,00%	108,18%	159.716	2.800	162.516	28.205	4.416	412.500	82.500	20.790		26.604	19.853	-182.837	6	
2025	7	100%	2,00%	1,00%	109,24%	179.201	2.800	182.001	31.587	4.505	330.000	82.500	16.632		46.778	33.244	-149.593	7	
2026	8	115%	2,00%	1,00%	110,31%	208.101	2.800	210.901	36.603	4.595	247.500	82.500	12.474		74.730	50.580	-99.013	8	
2027	9	135%	2,00%	1,00%	111,40%	246.686	2.800	249.486	43.299	4.687	165.000	82.500	8.316		110.684	71.348	-27.665	9	
2028	10	135%	2,00%	1,00%	112,49%	249.104	2.800	251.904	43.719	4.780	82.500	82.500	4.158		116.747	71.672	44.008	5%	10

2(2)

PARKEERGARAGE ALS BATTERIJ VOOR DE STAD  
 DATUM: 23-5-2018  
 EINDVERSLAG