

mbo

# Laadstations *voor elektrische voertuigen*



kenteq

# Inhoudsopgave

---

<b>1</b>	<b>Laadstations voor elektrische voertuigen</b>	<b>5</b>
1.1	Elektrisch rijden	6
1.2	Laden van een EV	11
1.3	Hoe werkt een laadstation?	16
1.4	Ontwikkelingen op laadgebied	19
1.5	Samenvatting	25
1.6	Antwoorden	27
1.7	Vragen Laadstations voor elektrische voertuigen	28

BRIB



# INHOUDSOPGAVE

# 1 Laadstations voor elektrische voertuigen

## Inleiding

In het Klimaatakkoord is vastgelegd dat Nederland in 2030 49% minder CO<sub>2</sub> moet uitstoten dan in 1990. Eén van de manieren om dit te bereiken is door steeds minder fossiele brandstoffen (benzine, diesel, gas) te gebruiken voor het vervoer over de weg. Elektrische voertuigen (EV's) kunnen hierbij een belangrijke rol spelen.



*Elektrisch voertuig aangesloten op een laadpunt*

We kunnen alleen op grote schaal overgaan op elektrisch rijden als er ook overal genoeg laadstations zijn waarmee je EV's kunt opladen. Gelukkig wordt daar overal in de wereld hard aan gewerkt.

Maar hoe werkt het opladen van een EV eigenlijk? Welke soorten laadstations zijn er? En welke ontwikkelingen zijn er op het gebied van slim laden (en ontladen) van EV's? Daarover lees je nu meer.

## Leerdoelen

### *Je kunt:*

- uitleggen waarom EV's worden gezien als duurzame transportmiddelen
- de belangrijkste voor- en nadelen noemen van het gebruik van een EV
- uitleggen wat de verschillen zijn tussen diverse laadmethoden
- de technische werking uitleggen van het AC en DC-laden van EV's
- nieuwe ontwikkelingen noemen op het gebied van laden en ontladen van EV's.

## 1.1 Elektrisch rijden

Elektrisch rijden betekent dat je auto wordt aangedreven door elektromotoren. Een elektrisch voertuig heeft een accu die energie levert aan deze elektromotoren. Er zijn ook auto's die daarnaast een brandstofmotor hebben (hybride) en auto's die energie opwekken met een brandstofcel (waterstof). Hierna lees je meer over het elektrisch rijden met (en het laden van) 100% elektrisch aangedreven auto's.



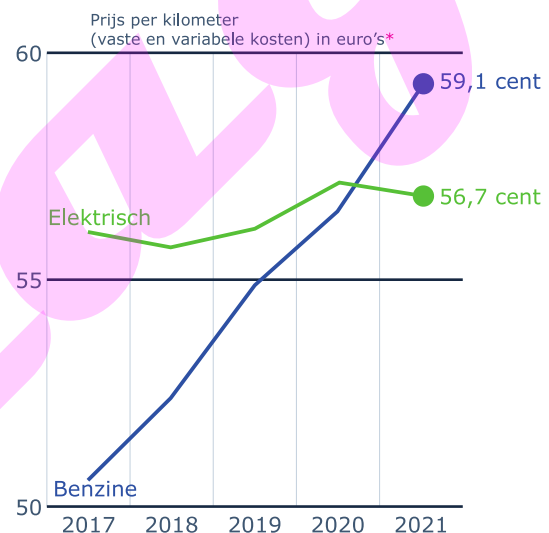
Elektrisch rijden

### Transitie in de autowereld

Elektrisch rijden wordt steeds populairder. Een elektrische auto is (nu nog) duurder in aanschaf, maar goedkoper in onderhoud en om mee te rijden dan een brandstofauto. De overheid is erg enthousiast over elektrisch rijden en zorgt voor allerlei voordelen, zoals subsidie op de aanschaf.

Verschillende grote autofabrikanten (zoals Daimler, BMW, Volkswagen) hebben al aangekondigd dat ze ergens tussen 2025 en 2035 helemaal gaan stoppen met het maken van brandstofauto's.

Met meer aanbod ontstaat er meer concurrentie en zullen de prijzen gaan zakken. Verder werken de autofabrikanten er hard aan om het belangrijkste probleem van de elektrische auto op te lossen: de beperkte accucapaciteit. De elektrische auto wordt dus een steeds aantrekkelijker alternatief voor de brandstofauto.

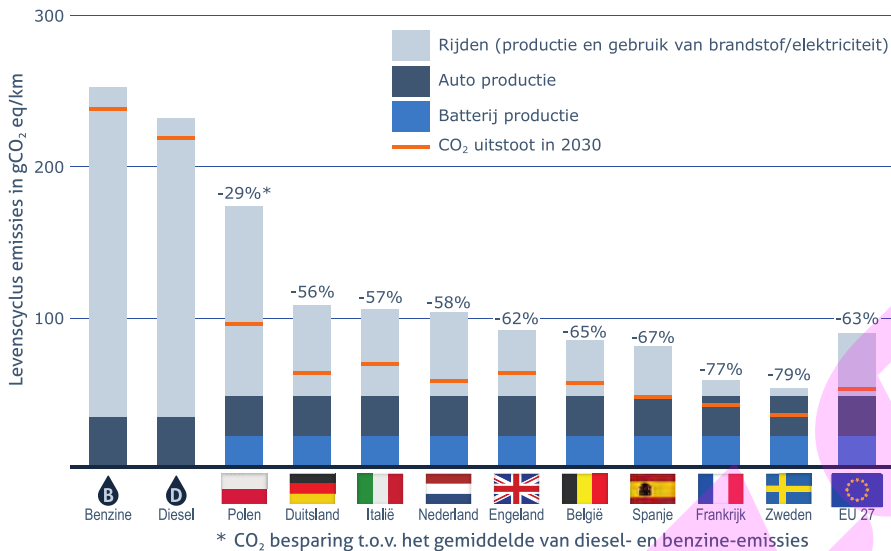


\* O.b.v. 4 jaar gebruik en 15.000 km/jaar. Excl. aanschafsubsidie  
*Elektrisch rijden is nu al goedkoper dan rijden op benzine*

## Hoe duurzaam is elektrisch rijden?

Hoe duurzaam, schoon of milieuvriendelijk is een elektrische auto nu echt? Dat is misschien wel een van de moeilijkste vragen om te beantwoorden, omdat je daarbij met diverse factoren rekening moet houden.

Uit diverse studies blijkt dat elektrische auto's over de hele levensduur veel minder CO<sub>2</sub>-uitstoot veroorzaken dan brandstofauto's. Hierna lees je meer over de resultaten van deze studies.



*EV's veroorzaken minder CO<sub>2</sub>-uitstoot dan brandstofauto's*

### Uitstoot bij de productie

Bij de productie van een elektrische auto komen broeikasgassen zoals koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) en stikstofoxide (NO<sub>x</sub>) vrij in de atmosfeer.

De fabriek die de auto produceert draait namelijk (nog) niet voor 100% op duurzame elektrische energie, maar gebruikt elektrische energie die deels is opgewekt met fossiele brandstoffen.

Verder zorgt de productie van het accupakket voor extra CO<sub>2</sub>-uitstoot.

Daardoor is de productie van een elektrische auto schadelijker voor het milieu dan dat van een brandstofauto.



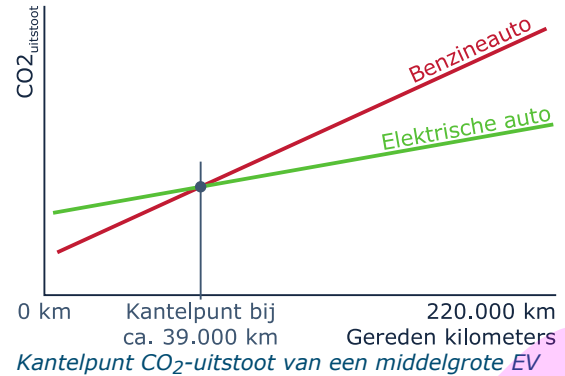
*De productie van het accupakket zorgt voor extra CO<sub>2</sub>-uitstoot*

### Uitstoot tijdens het rijden

Een EV rijdt in Nederland maar voor een relatief klein deel op 'groene stroom' (elektrische energie die wordt opgewekt met duurzame energiebronnen). Het grootste deel van de benodigde energie wordt opgewekt met fossiele brandstoffen (kolen, gascentrales). Het aandeel groene stroom wordt wel steeds groter. Voor de periode tot 2030 is afgesproken dat een steeds groter deel van onze stroom duurzaam wordt opgewekt.

Toch veroorzaakt een EV tijdens het rijden veel minder schadelijke stoffen dan een brandstofauto. Een EV verbrandt geen fossiele brandstoffen, heeft geen uitlaat en veroorzaakt daardoor geen 'directe' uitstoot van CO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub>.

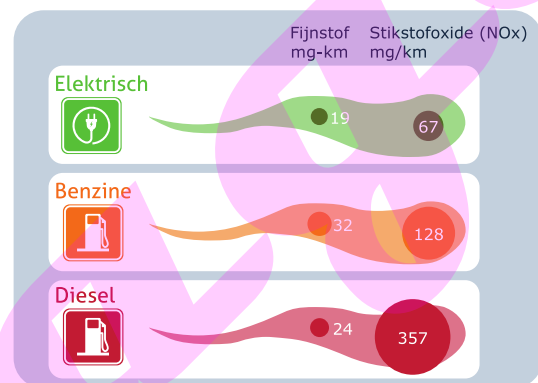
Daardoor wordt de achterstand bij de productie snel ingehaald. De TNO (De Nederlandse Organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek) heeft berekend dat het kantelpunt voor een middelgrote elektrische auto in 2021 op ongeveer 39.000 gereden kilometers lag.



### Uitstoot van fijnstof

Fijnstof zijn microscopisch kleine deeltjes die schadelijk zijn voor de gezondheid van mensen en dieren. Elke auto produceert fijnstof door slijtage van de remmen en de banden.

Een EV produceert 25 tot 40% minder fijnstof dan een brandstofauto. Dat komt doordat een EV afremt op de elektromotor, waarbij energie wordt teruggewonnen. Dit noem je regeneratief remmen. Hierdoor wordt het normale remsysteem veel minder gebruikt. De remblokken en remschijven van een EV gaan dan ook veel langer mee dan die van een brandstofauto.



Een EV stoot minder fijnstof uit dan een brandstofauto

### Opmerking

Bij de elektrische auto is het vooral slijtage van de banden die fijnstof veroorzaakt. Fijnstof kan gezondklachten veroorzaken zoals COPD, astma en hart- en vaatproblemen. Stikstofoxide (NOx) van elektrische auto's komt vrij tijdens energieproductie in de centrale. Stikstofoxide is schadelijk voor de gezondheid, veroorzaakt smog en draagt bij aan de verzuring en vermisting van de natuur.

?

1. Waarom is een elektrische auto duurzamer dan een brandstofauto?

---



---

### Winnen van grondstoffen

In de meeste elektrische auto's (en in jouw laptop of smartphone) zit nu nog een lithium-ion accu. Voor het maken van zo'n accu zijn metalen zoals kobalt en lithium nodig. Die metalen worden in mijnen uit de aarde gehaald, bijvoorbeeld in Congo (Afrika). De mijnwerkers (vaak kinderen) doen hun werk daar meestal onder ongezonde en soms levensgevaarlijke omstandigheden.

Mensenrechtenorganisaties (zoals Amnesty International) vinden het sluiten van deze mijnen geen goede oplossing, omdat er daardoor meer armoede komt. Wel proberen ze regeringen en autofabrikanten ertoe te bewegen om de arbeidsomstandigheden van de mijnwerkers te verbeteren. Verder hebben de meeste autofabrikanten toegezegd het kobalt in hun accu's te verminderen, of ze gebruiken andere soorten accu's.



Kobaltmijn in Congo

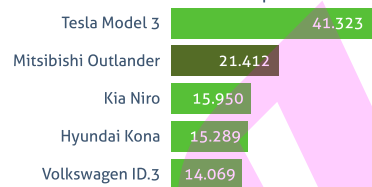
### Cijfers elektrisch rijden

In 2020 was minstens 25% van alle nieuw verkochte auto's een elektrische auto. Dat wil zeggen dat één op de vier autokopers al kiest voor een elektrische auto. Samen met Noorwegen, IJsland en Zweden is Nederland daarmee een van de koplopers op het gebied van elektrische mobiliteit.

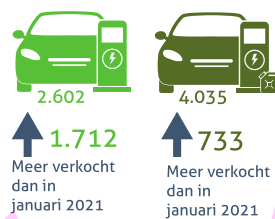
■ Battery Electric Vehicle (BEV)  
■ Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV)



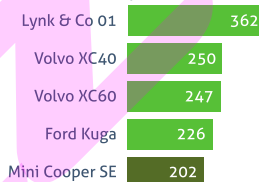
Top 5 meest voorkomende modellen personenauto's



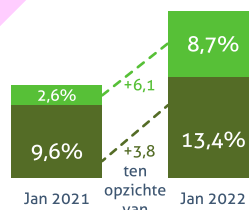
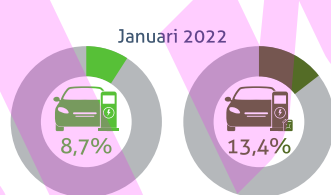
Elektrische voertuigen op de Nederlandse wegen t/m 31 januari 2022



Top 5 verkochte modellen personenauto's



Verkochte elektrische personenauto's in de maand januari 2022

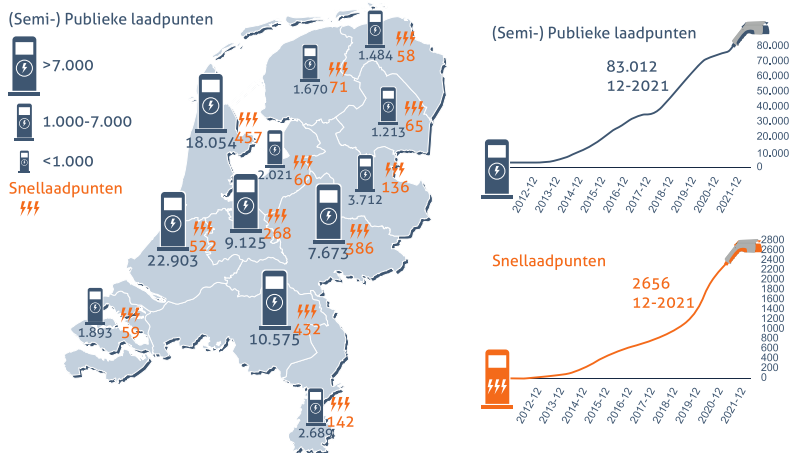


Verkoop marktaandeel



## Laadinfrastructuur

En niet onbelangrijk: op het gebied van de laadinfrastructuur (het netwerk van laadstations) loopt Nederland voor op alle andere landen. Er is op dit moment geen enkel ander land dat dezelfde dichtheid aan laadpunten heeft.



### Netwerk van laadstations

#### Voordelen:

Elektrische auto's hebben de volgende voordelen ten opzichte van brandstofauto's:

- Ze zijn beter voor het milieu omdat ze minder schadelijke stoffen uitstoten. Verder geldt: hoe groener de stroom, hoe milieuvriendelijker de elektrische auto.
- De onderhoudskosten zijn lager. Een elektrische auto heeft veel minder bewegende onderdelen dan een brandstofauto. Daardoor is de kans op slijtage kleiner en heeft een EV minder onderhoud nodig.
- Elektrische auto's produceren nauwelijks geluid en rijden daardoor erg rustig. Dit kun je echter ook zien als een nadeel voor fietsers en voetgangers, omdat ze een EV niet horen aankomen.
- Rijden op elektriciteit is goedkoper. Fossiele brandstoffen worden steeds schaarser en daardoor duurder, terwijl stroom in de toekomst steeds goedkoper kan worden opgewekt. Het is helemaal voordelig als je de elektrische auto thuis kunt opladen met de stroom van je eigen zonnepanelen.
- Er zijn financieel gunstige regelingen voor elektrisch rijden. Bijvoorbeeld een lage bijtelling voor leaserijders of geen wegenbelasting en aanschafbelasting (BPM) voor mensen die een EV aanschaffen.
- Je bent met een elektrische auto veel minder afhankelijk van leveranciers van fossiele brandstoffen en daarmee van 'onbetrouwbare' oliestaten.
- Een elektrische auto heeft een zeer hoog motorkoppel en trekt daardoor veel sneller op dan een vergelijkbare brandstofauto.

#### Nadelen:

Elektrische auto's hebben ook een aantal nadelen ten opzichte van brandstofauto's:

- De actieradius (of *range*) is beperkt (250 tot 500 km). De meeste EV's komen nu nog minder ver op een volle accu dan een vergelijkbare brandstofauto met een volle tank benzine of gas. Een accu presteert het beste bij een temperatuur tussen 15 en 25 graden. In de winter neemt de actieradius dus nog verder af.
- Het opladen duurt langer dan tanken. Een accu heeft een flinke tijd nodig om op te laden. Zelfs met een snellader kan (volledig) opladen nog steeds 20 tot 40 minuten duren. Bij ritten die langer duren dan de actieradius (bijvoorbeeld op vakantie in het buitenland) moet je daarom wat vaker en langer pauze nemen.

- Er zijn niet overal genoeg laadstations. In Nederland is dit geen probleem, maar in het buitenland moet je soms goed zoeken naar een laadpunt. Verder zijn de weinige laadpunten daar dan vaak bezet, waardoor je moet wachten tot je aan de beurt bent.
- Elektrische auto's zijn voorlopig nog duurder in aanschaf (ondanks alle belastingvoordelen). Verder is de afschrijving vrij hoog.
- Met de meeste elektrische auto's kun je geen aanhangwagen (of caravan) trekken. Je kunt er geen trekhaak op laten monteren omdat het accupakket in de weg zit. Verder is het koelsysteem vaak niet berekend op het trekken van een zware last.

?

2. Nederland loopt wereldwijd voorop met elektrisch rijden. Noem twee redenen waaruit dat blijkt.

---

---

## 1.2 Laden van een EV

Een elektrische auto moet je regelmatig opladen. Dat doe je thuis of onderweg bij een laadstation. Het laden werkt net als het opladen van je smartphone of je laptop: je sluit de auto met een laadkabel aan op de lader, waarna de auto automatisch wordt opgeladen.



Laden van een EV

### Thuis laden

Ongeveer 90% van de totale laadtijd vindt thuis plaats, terwijl je de auto niet nodig hebt (bijvoorbeeld als je slaapt). Thuis laden heeft als voordeel dat je niet naar een laadstation hoeft.

Als je een eigen laadstation hebt, is thuis laden vaak de goedkoopste optie. Het elektriciteitstarief dat je hebt afgesproken met je energieleverancier is meestal lager dan het tarief dat je betaalt bij een openbaar laadstation. Laden wordt helemaal goedkoop als je zelf een PV-installatie (zonnepanelen) hebt.



Niet iedereen heeft plek voor een eigen laadstation

## Openbare laadstations

Voor een eigen laadstation moet je wel je eigen parkeerplek hebben. Verder zijn er misschien aanpassingen nodig om het laadstation aan te sluiten op de bestaande elektrische installatie van je woning.

Als dat niet kan, of als je dat niet wilt, kun je in Nederland al terecht bij één van de vele openbare laadplekken. Veel bedrijven laten bijvoorbeeld laadstations installeren waar werknemers hun EV's kunnen opladen.

## Onderweg laden

Voor de overige 10% van de totale laadtijd kan het langere laden wel een probleem zijn. Bijvoorbeeld op vakantie, als je in één keer verder wilt rijden dan de actieradius van de auto toelaat.

Je moet de auto dan opladen bij een snellader. Dat duurt ook bij moderne EV's al snel 20 minuten. Aangezien de accu- en laadcapaciteit steeds verder toeneemt, sta je in de toekomst steeds minder lang stil.

Tijdens vakanties kan het soms erg druk zijn bij snelladers langs de snelweg. Ook dit wordt in de toekomst steeds minder een probleem, omdat er in Europa in een hoog tempo laadstations worden bijgebouwd.



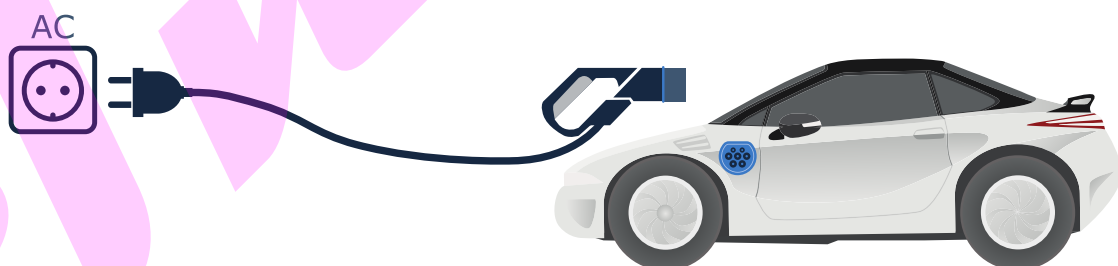
*Bij openbare laadstations kan het druk zijn*

## Laadmethode

Je kunt een EV op verschillende manieren aan een laadstation koppelen en opladen. Zo'n koppel- en laadmethode noem je een *Mode*.

### Mode 1

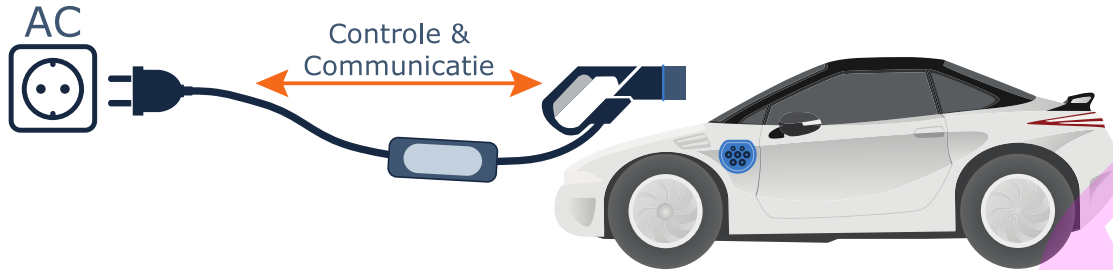
Bij Mode 1 sluit je de elektrische auto direct aan op de wandcontactdoos in je huis. Bij deze mode wordt de stekker niet vergrendeld. Daardoor kun je een elektrische schok krijgen of er kan brand ontstaan als je de stekker tijdens het laden uit de wandcontactdoos trekt. Om deze reden mag je Mode 1 niet meer gebruiken.



*Mode 1 laden*

### Mode 2

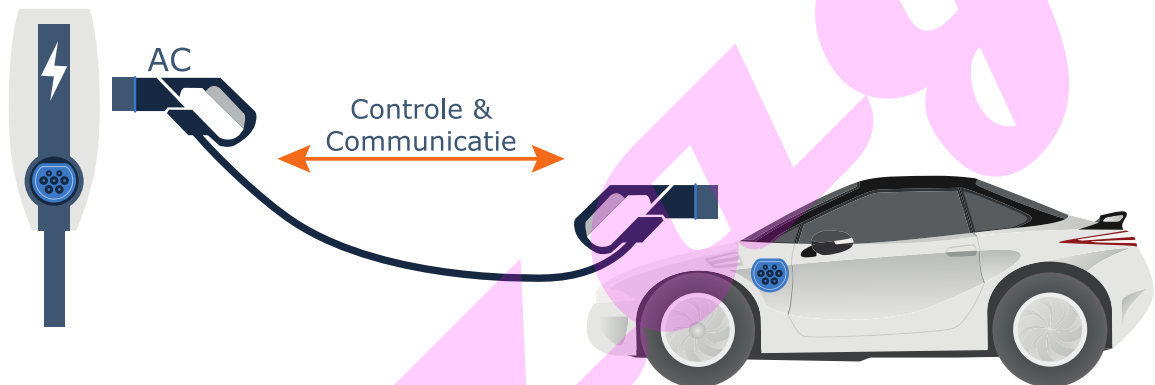
Bij Mode 2 is de stekker ook niet vergrendeld, maar je kunt geen elektrische schok krijgen als je de kabel uit de wandcontactdoos trekt. De kabel heeft een beveiliging tegen aanraken en een overstroombeveiliging. Verder vindt het laadproces van het EV gecontroleerd plaats. Toch wordt Mode 2 niet veel meer toegepast.



Mode 2 laden

### Mode 3

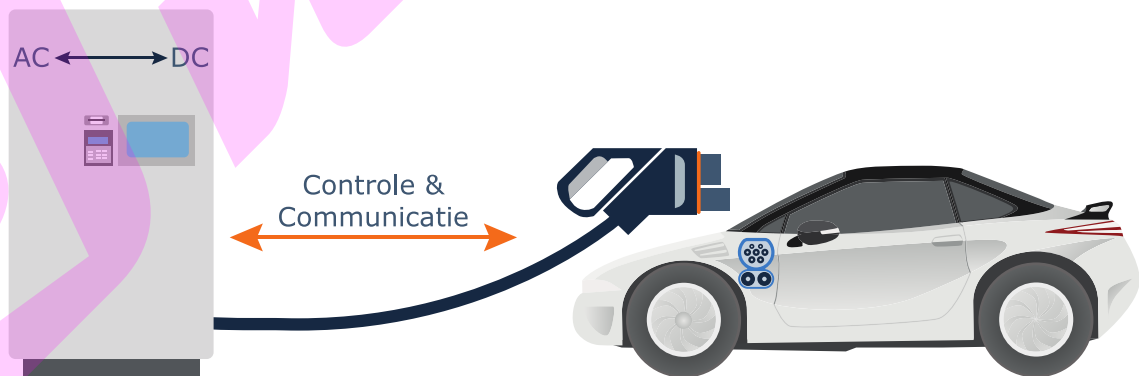
Mode 3 is de standaard laadmethode voor het laden met wisselspanning via een vast laadstation. Het EV communiceert met het laadstation en het laden vindt gecontroleerd plaats.



Mode 3 laden

### Mode 4

Mode 4 is de standaard laadmethode voor het laden met gelijkspanning bij een snellader. Ook bij Mode 4 communiceert het EV met het laadstation. Verderop lees je waarom dit nodig is.



Mode 4 laden

## Soorten laadstations

Er zijn verschillende soorten laadstations:

- stekkerlader
- vast laadstation
- snellader.

Een stekkerlader is een eenvoudig laadstation (Mode 1 en 2). Daarmee kun je een EV opladen via een wandcontactdoos. Het laden via de wandcontactdoos gaat met een lage stroomsterkte (bijvoorbeeld 10 A). Het duurt daardoor erg lang voordat de accu vol is. Verder wordt bij oudere types de stekker niet vergrendeld, wat gevaarlijk kan zijn als je hem uit de auto trekt (brand!). Daarom worden stekkerladers niet veel meer toegepast.



*Stekkerlader voor een EV*

## Vast laadstation

Thuis of op de openbare weg sluit je een EV meestal aan op een vast laadstation (Mode 3). Een 1-fase laadstation kan laden met een vermogen tot 3680 W, het maximale vermogen van een standaard 16 ampèregroep in de meterkast. Een 3-fasen laadstation kan een vermogen leveren tot 11 kW (3 × 3,7 kW).



*Een vast laadstation voor thuis*

### ► Let op!

Voor het aansluiten van een vast laadstation moet de verdeelinstallatie in de meterkast vaak worden aangepast. Over de eisen waaraan de aansluiting moet voldoen lees je meer in *NEN 1010: Laadinrichtingen voor elektrische voertuigen*.

## Snelladers

Bijna alle EV's hebben een aansluiting voor normaal laden en voor snelladen. Langs de snelweg kom je vooral snelladers (Mode 4) tegen. Het vermogen is afhankelijk van het type aansluiting (de *socket*) van het EV. Het wil overigens niet zeggen dat elke EV kan laden met het aangeboden vermogen van de snellader. Het werkelijke laadvermogen hangt onder andere af van de temperatuur, het laadpercentage van de accu en de werking van de *Onboard Charger* (OBC, de lader van het EV zelf). Het maximale laadvermogen van EV's neemt steeds verder toe, waardoor er ook snelladers met een steeds hoger vermogen op de markt komen.



*Verschillende aansluitingen op een snellader*

## Laadinfrastructuur

Nog niet zo lang geleden hadden veel Nederlandse EV-rijders last van laadstress (*range anxiety*). Dat is de angst dat je elektrische auto door onvoldoende bereik stil komt te staan voordat je bij een laadpunt bent.

De nieuwste EV's halen de reis Maastricht-Groningen zonder te laden ( $\pm$  330 km). Verder is Nederland inmiddels koploper in Europa qua laadinfrastructuur. Daarmee is laadstress niet meer zo'n probleem. Maar hoe zit dat als je naar het buitenland gaat?



Waar kan ik laden?

## Laadstations in Nederland

In Nederland staan meer dan 80.000 laadpunten, waarvan meer dan 3000 snelladers. Daarmee heeft Nederland de grootste 'laaddichtheid' (aantal laadstations per km<sup>2</sup>) van Europa. Er is dus altijd een laadpaal in de buurt. Je vindt snelladers onder andere bij tankstations, bouwmarkten, fastfoodketens en restaurants. Op internet vind je EV-routeplanners waarmee je de dichtstbijzijnde laadpaal kunt vinden, of een route kunt plannen op basis van de accu-capaciteit van je EV.



EV-routeplanner op internet

## Laadstations in Europa

In Europa staan meer dan 200.000 laadstations, waarvan meer dan 20.000 snelladers. Het grootste deel daarvan staat in landen in Noordwest-Europa, maar ook in andere landen vind je steeds meer openbare laadpunten.

De laaddichtheid verschilt nogal tussen landen onderling. In sommige gebieden in Europa zijn nog altijd weinig laadstations te vinden (zogenaamde 'laadwoestijnen'). Verder heb je vaak laadpassen nodig van verschillende aanbieders om je accu vol te kunnen laden.



'Laadwoestijn': een gebied zonder laadpalen

? 3. Waarom kun je een EV sneller opladen bij een Mode 4 laadstation dan bij een Mode 3 laadstation?

---



---

? 4. Waarom moet je je goed voorbereiden als je in Europa op vakantie gaat met een EV? Noem twee redenen.

---



---



---

### 1.3 Hoe werkt een laadstation?

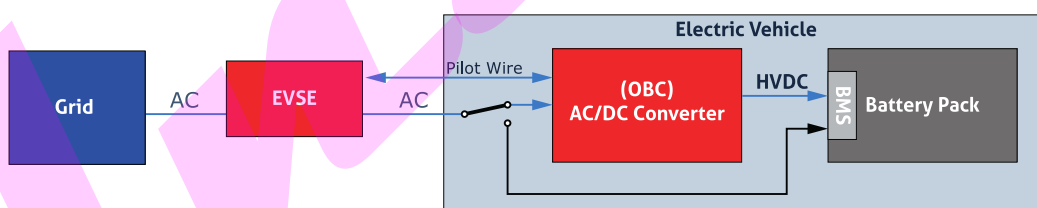
De accu van een elektrische auto kan alleen geladen worden met gelijkstroom. Bij Mode 3 en 4 laadstations wordt de wisselstroom van het elektriciteitsnet omgezet in gelijkstroom:

- bij Mode 3 vindt het omvormen (AC>DC) plaats in het EV
- bij Mode 4 vindt het omvormen (AC>DC) plaats in het laadstation.

#### Mode 3 laadstation

Een Mode 3 laadstation verzorgt niet zelf het laden van de accu van het EV. Het EV gebruikt hiervoor zijn eigen Onboard Charger, AC/DC-omvormer en het Batterij Management Systeem (BMS).

Het laadstation bestaat uit een vermogensrelais dat na enkele veiligheidscontroles de juiste laadspanning inschakelt en elektronica (*Electric Vehicle Supply Equipment*, EVSE) die met de OBC van het EV communiceert.



Laden met een Mode 3 laadstation

#### Type 2.2 stekker

Bij Mode 3 laden gebruik je meestal een type 2.2-stekker en contactstop. Je kunt deze stekker aansluiten op een 1-fase of een 3-fase wisselspanning. De stekker wordt vergrendeld tijdens het laden, zodat je hem niet uit de contactstop kunt trekken.



Contactstop met vergrendeling

De communicatie tussen de EVSE van het laadstation en de OBC van het EV vindt plaats via de pennen PP (Proximity Pilot) en CP (Control Pilot) van de stecker. Als je de laadstekker aansluit, voert de EVSE een aantal veiligheidscontroles uit.



Communicatie type 2.2-stekker

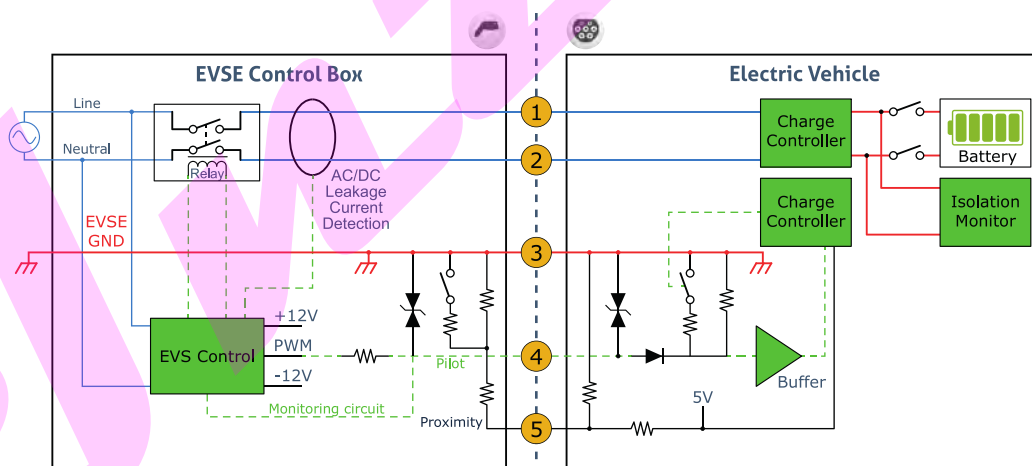
### Elektrisch schema

Via de Proximity Pilot controleren de EVSE en het EV of de aansluiting tot stand is gebracht. In de PP-leiding zit een weerstand met een vaste waarde. Door deze waarde weet de EVSE wat de maximale laadstroom is. Bijvoorbeeld: 13 A, 20 A, 32 A of 63 A. Het EV staat op de handrem zolang de kabel blijft aangesloten.

De EVSE communiceert via de Control Pilot met de OBC van het voertuig. De EVSE zet een 1 kHz signaal op de CP-leiding en controleert daarmee een regelbare weerstand naar aarde (PE). De OBC geeft via deze regelbare weerstand aan de EVSE door of de accu klaar is om te laden en welke laadmethode mogelijk is:

- 0 Ohm: fout, laden niet mogelijk
- 246 Ohm: snelladen mogelijk
- 882 Ohm: normaal laden mogelijk
- 2700 Ohm: EV aanwezig, laden uit.

Als de auto juist is aangesloten en de veiligheid is gegarandeerd, bekrachtigt de EVSE het vermogensrelais zodat de OBC van de auto wordt aangesloten op de wisselspanning van het elektriciteitsnet. De OBC zet de wisselspanning om in een hoge gelijkspanning en het laden van de accu begint.

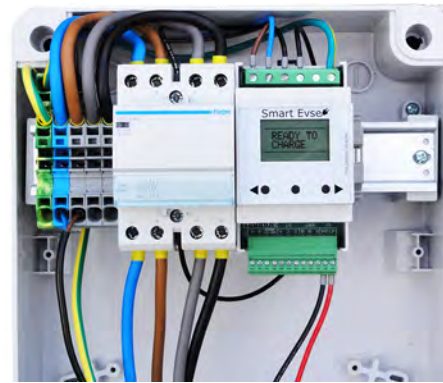


Elektrisch schema Mode 3 laden



### Opbouw

Een Mode 3 laadstation is eigenlijk niet meer dan een beveiligde laadaansluiting op het elektriciteitsnet. In de behuizing van het laadstation vind je een aansluitblok voor de netspanning, een vermogensrelais (of *contactor*) en de EVSE. De laadkabel wordt direct op het vermogensrelais aangesloten.

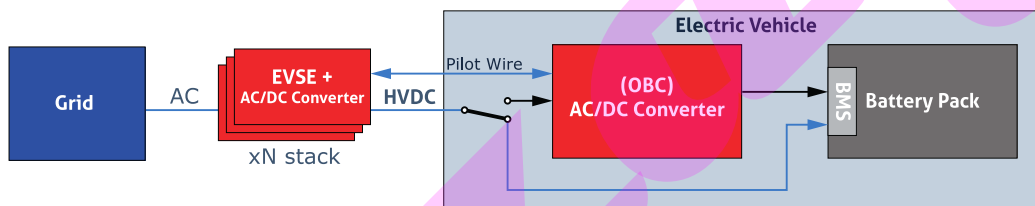


Mode 3 laadstation (zelfbouw)

### Mode 4 laadstation

Een Mode 4 laadstation (of 'snellader') verzorgt zelf de communicatie met het BMS van het EV en zet zelf de wisselspanning van het net om in gelijkspanning. Deze hoge gelijkspanning wordt direct aangeboden op de accu van het EV, waarbij de OBC wordt gepasseerd.

Doordat het omvormen buiten de auto plaatsvindt, kunnen de omvormer en de vermogenselektronica veel zwaarder worden uitgevoerd. Een Mode 4 laadstation kan daardoor een groter vermogen leveren dan de ingebouwde omvormer van het EV. Vanwege de grotere stroom gebruik je andere stekkers en contactstoppen.



Laden met een Mode 4 laadstation

### CCS2-combistekker

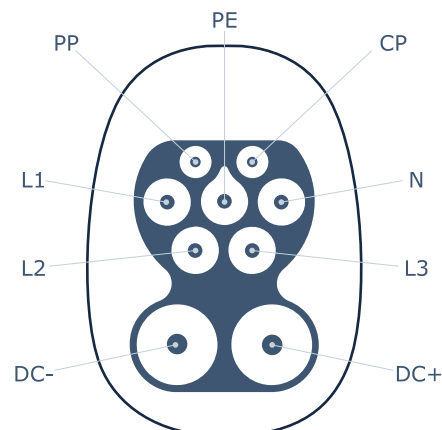
De CCS2-combistekker wordt vooral gebruikt om Amerikaanse en Europese EV's aan te sluiten op Mode 4 laadstations. Deze stekker bestaat uit een combinatie van:

- een type 2.2-stekker (boven)
- een grote DC-stekker (onder).

De communicatie tussen het laadstation en de OBC van het EV vindt bij deze stekker plaats via de PP en CP-pennen van de type 2.2.-stekker.



CCS2-combistekker



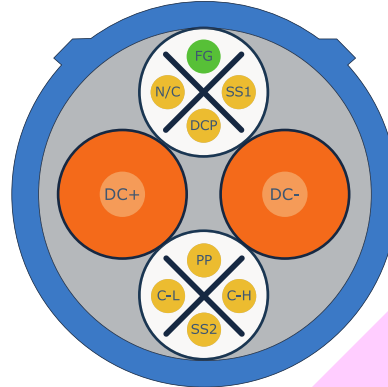
CCS2-aansluitingen

### CHAdeMO-stekker

De CHAdeMO-stekker vind je vooral op Japanse EV-merken, zoals Mitsubishi, Toyota en Nissan. Een groot voordeel van de CHAdeMO-standaard is dat je hiermee bidirectioneel kunt laden/ontladen (zie *Slim ontladen V2X*). De meeste openbare snelladers hebben zowel een CCS2- als een CHAdeMO-aansluiting.



CHAdeMO-stekker

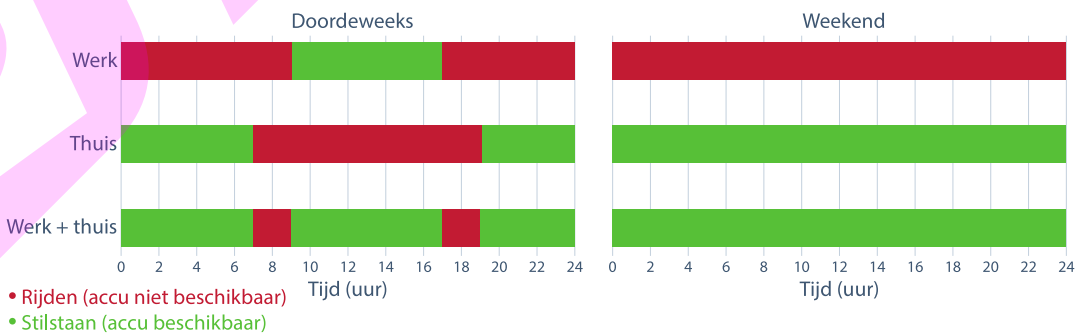


CHAdeMO-aansluitingen

- ? 5. Uit welke onderdelen bestaat een Mode 3 laadstation?
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- ? 6. Welk type stekker wordt voornamelijk gebruikt voor Mode 4 laden van Europese en Amerikaanse automerken?
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

## 1.4 Ontwikkelingen op laadgebied

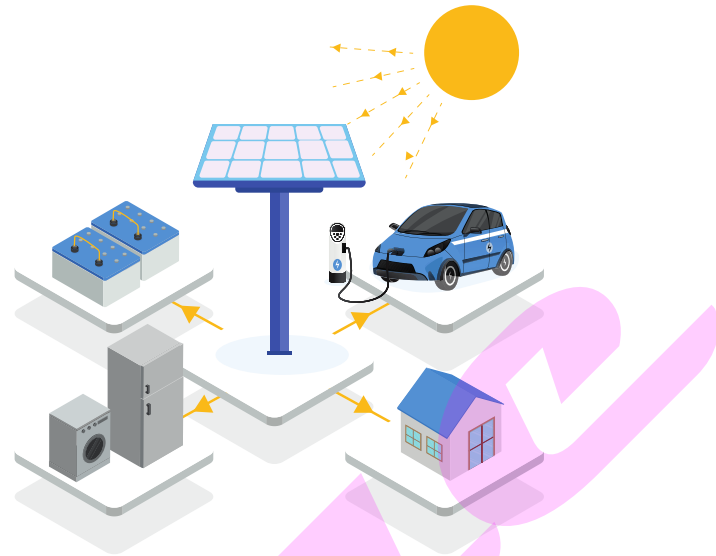
De elektrische auto wordt door ontwikkeling en innovatie een steeds beter alternatief voor de brandstofauto. In de toekomst hebben EV's waarschijnlijk een gigantische accucapaciteit. Maar ook elektrische auto's staan het grootste gedeelte van de tijd stil. Eigenlijk zonde dat die accucapaciteit niet wat beter gebruikt wordt. Gelukkig staan ook de ontwikkelingen op het gebied van slim laden (en slim ontladen) niet stil.



Ook een elektrische auto staat veel stil

## Slim laden (Smart Charging)

Laadstations worden steeds 'slimmer'. Dat houdt in dat ze niet alleen kunnen communiceren met het EV, maar bijvoorbeeld ook met je energieleverancier (via internet). Het laadstation kan dan bijhouden wanneer je het EV op het meest optimale moment kunt laden. Dat wil zeggen: tegen zo laag mogelijke kosten en als er veel duurzame energie beschikbaar is.



*Wanneer kun je het EV het beste laden?*

### Slim laadstation

Een slim laadstation kan met veel meer dingen rekening houden. Bijvoorbeeld:

- Op welk tijdstip wil je vertrekken met een volle accu?
- Kun je misschien beter 's nachts laden, tegen daltarief?
- Kun je laden met energie van je eigen zonnepanelen?
- Moet de zonnestroom aangevuld worden met netstroom?
- Hoeveel energie is er beschikbaar op het elektriciteitsnet?

### Load balancing

Als er in Nederland miljoenen auto's bij thuiskomst (18:00u) tegelijk worden ingepluggd, ontstaat er een enorme piekbelasting van het elektriciteitsnet. Om dit te voorkomen start een slim laadstation het laden van het EV niet meteen na het inpluggen, maar pas vanaf een bepaald tijdstip. Dit noem je *load balancing*.

De accu van een EV is bij thuiskomst meestal niet helemaal leeg. Afhankelijk van het beschikbare laadvermogen kan het laadstation de accu 's nachts in korte tijd opladen. Omdat bedrijven en huishoudens 's nachts minder stroom verbruiken is er dan meer goedkope en duurzame stroom beschikbaar (vaak ook tegen daltarief).

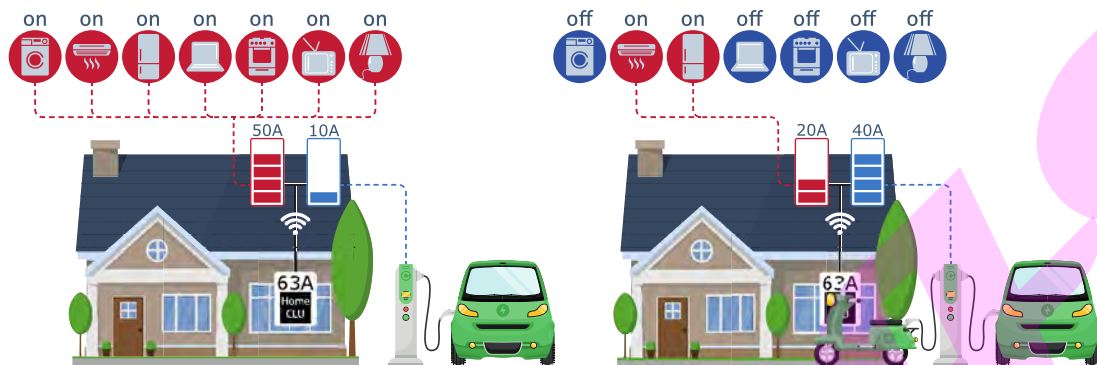


*'s Nachts is er meer goedkope en duurzame energie beschikbaar*

### Dynamic load balancing

De meeste slimme laadstations kunnen het laden automatisch stoppen of het vermogen terugschroeven als de belasting van het elektriciteitsnet erg hoog is. Dit noem je *dynamic load balancing*. Het kan de piekbelasting van het net met wel 40% verlagen. Toch blijft er genoeg tijd over om de accu van het EV vol te laden.

Je kunt via een app van een energieleverancier (of een andere partij) aangeven wanneer de accu per se vol moet zijn. Het systeem regelt alles verder automatisch en verzorgt de communicatie met de auto en de laadpaal. Omdat je meewerkt aan het verminderen van de piekbelasting krijg je een vergoeding van de energieleverancier.



Dynamic load balancing

### Slim ontladen (V2X)

In de toekomst gebruik je een slim laadstation niet alleen om je EV op het optimale moment op te laden, je kunt er ook energie uit de accu mee terugleveren. Je gebruikt de accu van het EV dan als buffer voor het elektriciteitsnetwerk en je wordt zelf 'energieleverancier'.

Zo kun je bijvoorbeeld energie opslaan in de accu als deze goedkoop en/of duurzaam kan worden opgewekt, en de energie weer verkopen als er veel vraag naar is. Zelfs de goedkoopste EV's hebben vaak al een accu met een capaciteit hoger dan 20 kWh. Dat is veel meer capaciteit dan een thuisaccu kan leveren.

### Vehicle to Everything

Het slim ontladen van de accu van een EV noem je 'V2X' (*Vehicle to Everything*). V2X is een verzamelnaam voor technologieën waarbij een elektrische auto energie teruglevert. Bijvoorbeeld:

- V2B/V2H (*Vehicle to Building/Home*): het EV levert rechtstreeks energie aan apparaten in het gebouw waarop het laadstation is aangesloten. De accu kan ook gebruikt worden als noodstroomvoorziening.
- V2G (*Vehicle to Grid*): het EV wordt gebruikt als backup voor het lokale elektriciteitsnetwerk, bijvoorbeeld om (op wijkniveau) overdag opgewekte duurzame energie op te slaan en 's avonds weer terug te leveren.
- V2V (*Vehicle to Vehicle*): het EV laadt de accu van een andere EV op, bijvoorbeeld als er een EV is stilgevallen op een plaats waar geen laadstations zijn.

- V2L/V2D (*Vehicle to Load/Device*): het EV levert via een 230 V-stopcontact energie aan apparaten. Dit is handig als je bijvoorbeeld op een afgelegen locatie of op een camping elektrische apparaten wilt gebruiken.



### **Bidirectionele omvormer**

Om energie uit de accu te kunnen terugleveren, moet de omvormer in de OBC van het EV de gelijkstroom omzetten naar wisselspanning. De omvormer moet dus 'bidirectioneel' (in twee richtingen) werken om te kunnen laden ( $AC > DC$ ) en ontladen ( $DC > AC$ ). Verder moet het laadstation ook bidirectioneel werken.

De meeste moderne EV's hebben standaard nog een 'unidirectionele' omvormer die de accu alleen (in één richting) kan laden. De belangrijkste reden dat er nog niet veel EV's zijn met V2X-technologie, is dat autofabrikanten werken aan een definitieve standaard voor de communicatie tussen laadstations en EV's.



Vehicle-to-Everything (V2X)

### **Accudegradatie**

Een andere reden waarom V2X nog niet veel wordt toegepast, is de onduidelijkheid over accudegradatie (veroudering). De levensduur van een accu hangt (onder andere) af van het aantal keren dat de accu wordt opgeladen. Bij V2X wordt de accu vaker ontladen en weer opgeladen.

Het is op dit moment (2022) nog niet helemaal duidelijk of V2X de levensduur (en dus de garantie) van de accu nadelig beïnvloedt. Autofabrikanten doen hier veel onderzoek naar en de eerste tekenen zijn gunstig. Er zijn zelfs onderzoeken waaruit blijkt dat de levensduur via V2X kan worden verlengd.

### **PV-laadstations**

Een PV-laadstation is een lader met een geïntegreerde PV-omvormer voor zonnepanelen. Daarmee kun je het EV direct vanuit de PV-omvormer opladen. Als de accu vol is, levert de omvormer de energie terug aan het net.