

Zero-emissiebus, hoe doe je dat?

Lexicon



CROW-KpVV

CROW-KpVV ontwikkelt, verspreidt en borgt collectieve kennis voor de decentrale overheden op het gebied van mobiliteit. Het gaat om kennis die fundamenteel ondersteunt bij de beleidsontwikkeling en -uitvoering.

Over CROW

CROW bedenkt slimme en praktische oplossingen voor vraagstukken over infrastructuur, openbare ruimte, verkeer en vervoer in Nederland. Dat doen we samen met externe professionals die kennis met elkaar delen en toepasbaar maken voor de praktijk.

CROW is een onafhankelijke kennisorganisatie zonder winstoogmerk die investeert in kennis voor nu en in de toekomst. Wij streven naar de beste oplossingen voor vraagstukken van beleid tot en met beheer in infrastructuur, openbare ruimte, verkeer en vervoer en werk en veiligheid. Bovendien zijn wij experts op het gebied van aanbesteden en contracteren.

Zero-emissiebus, hoe doe je dat?

Lexicon

CROW

Postbus 37, 6710 BA Ede

Telefoon (0318) 69 53 00

E-mail klantenservice@crow.nl

Website www.crow.nl

April 2020

CROW en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben de hierin opgenomen gegevens zorgvuldig verzameld naar de laatste stand van wetenschap en techniek. Desondanks kunnen er onjuistheden in deze publicatie voorkomen. Gebruikers aanvaarden het risico daarvan.

CROW sluit, mede ten behoeve van degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die voortvloeit uit het gebruik van de gegevens.

De inhoud van deze publicatie valt onder bescherming van de auteurswet.

De auteursrechten berusten bij CROW.

Inhoud

A	8
Accu (batterij)	8
Actieradius (bereik, range)	8
Afschrijving	8
B	8
Battery Management System (BMS)	8
Batterijbus	8
Batterijcapaciteit	8
Battery cell	8
Battery pack	8
Bestuursakkoord Zero Emissie Busvervoer (BAZEB)	8
BEV (batterijbus)	8
BHEV (hybridebus of PHEV)	9
Brandstofaangedreven voertuig	9
Brandstofcel (fuel cell)	9
Broeikasgas	9
Bussenlening	9
C	9
Clean Vehicle Directive (CVD)	9
Concessie (unimodaal en multimodaal)	9
Concessietermijn	9
D	9
Depot charging	9
Depot Management System	9
Depth of discharge (DoD)	9
Disruptie	10
Druppelladen	10
E	10
Elektriciteitsnet	10
Energiedichtheid	10
Energietransitie	10
Energiewet	10
F	10
FCEV (waterstofbus)	10
Fijnstof	10
G	10
Geluid	10
Gewicht	10
Greendeals	10
H	11
Hoogspanningsnet	11
Hybride	11

I	11
Implementatietermijn	11
Inductieladen	11
In motion charging	11
Interoperabiliteit	11
K	11
Kilowatt (kW)	11
Kilowattuur (kWh)	11
Koolstofdioxide (CO ₂)	11
Koppel	11
L	11
Laadcapaciteit	11
Laadinfrastructuur	11
Laadhoedje	12
Laadpaal	12
Laadpunt	12
Laadsnelheid	12
Laadvoorziening	12
Laagspanningsnet	12
Laden op eindpunten	12
Laden op knooppunten	12
M	12
Markt (marktpartij)	12
Massa	12
Middenspanningsnet	12
N	13
Nationale Agenda Laadinfrastructuur (NAL)	13
Nationaal Kennisplatform Laadinfrastructuur (NKL)	13
Netaansluiting	13
Netbeheerder (elektriciteitsnetbeheerder)	13
Netcapaciteit	13
O	13
Opportunity charging	13
Overnameregeling	13
Over night charging	13
P	13
Panto-down	13
Panto-up	13
Pantograaf	14
Piekbelasting	14
Preconditioneren	14

R	14
Regionale Energiestrategie (RES)	14
Richtlijn betreffende de uitrol van infrastructuur voor alternatieve brandstoffen	14
Richtlijn inzake de bevordering van schone en energiezuinige wegvoertuigen.	14
Rosco	14
S	14
Smart charging	14
Strategische assets	14
Schoon	14
Slot	15
Standkachel	15
State of charge (SoC)	15
Stekkerladen	15
Stikstof(oxide)	15
T	15
Tank to wheel (TTW)	15
Teruglevering	15
Transformatorhuis (trafohuis)	15
Trolleybus	15
U	16
Uptime	16
Urgenda-zaak	16
V	16
Vehicle to grid	16
Vermogen	16
Voltampère	16
Verbruik	16
Vulpunt	16
W	16
Waterstof (H ₂)	16
Waterstofbus	16
Watt (W)	17
Wattuur (Wh)	17
Webasto	17
Well to tank (WTT)	17
Well to wheel (WTW)	17
Wet personenvervoer 2000 (Wp2000)	17
Z	17
Zero emissie (uitstootvrij)	17

Lexicon

Dit lexicon biedt een overzicht van begrippen die vaak gebruikt worden als het gaat om zero-emissiebusvervoer. De begrippen moeten daarom ook in deze context worden gezien.

Natuurkundige eenheden en grootheden zijn zoveel mogelijk vermeld conform het internationaal stelsel van eenheden (SI-stelsel). Ten behoeve van het gebruiksgemak van dit lexicon zijn veel voorkomende (afgeleide) groot- en eenheden wel opgenomen, maar met een verwijzing naar de juiste SI-grootheid en eenheid.

Het lexicon is apart opgemaakt, zodat het – eventueel in geprinte versie – gemakkelijk naast de hoofdrapportage gelezen kan worden. De cursieve woorden linken naar andere begrippen in het lexicon.

A

Accu (batterij)

Een accu of een batterij is een verzameling elektrochemische cellen (zie: *battery cell*) die de stroom leveren voor elektrische bussen. Ook waterstofbussen (zie: *FCEV*) hebben een kleine accu aan boord. Hoe groter de batterijcapaciteit van de accu, hoe groter de actieradius.

Actieradius (bereik, range)

De afstand die een bus kan rijden, in Nederland veelal gemeten in kilometers.

Afschrijving

De boekhoudkundige waardevermindering van een asset (zoals een bus of laadinfrastructuur) in een bepaalde periode. De technische levensduur is hierbij ook van belang. Vanwege de aanwezigheid van minder bewegende onderdelen is de veronderstelling dat zero-emissiebussen langer meegaan dan dieselbussen.

Autonoom rijden (autonomous driving)

Het (deels) automatisch rijden van een bus. Autonoom rijden gaat van level 0 (alleen waarschuwen) tot 5 (volledig autonoom, geen stuurwiel nodig). Autonoom rijden vindt nu vooral plaats bij lage snelheden, bij gescheiden infrastructuur en – in het buitenland – op stallingen. Balanceren (elektriciteitsnet)
De mogelijkheid om de accu van bussen te gebruiken om overtollige stroom uit het elektriciteitsnet op te slaan en weer terug te leveren indien nodig (zie ook: *vehicle to grid*).

B

Battery Management System (BMS)

Het elektronische systeem in de bus die de accu van de bus zo efficiënt mogelijk laat opereren. Het BMS monitort onder andere de temperatuur en stuurt de batterijkoeling en -verwarming aan, monitort de mate van laden en ontladen en balanceert de onderlinge cellen (zie: *battery cell*).

Batterijbus

Zie: *BEV*.

Batterijcapaciteit

De theoretische capaciteit die een accu heeft om een uur lang een bepaald vermogen in Watt (W) te leveren. De capaciteit wordt gemeten in Wattuur (Wh). Hoe hoger het aantal Wattuur, hoe groter de theoretische batterijcapaciteit. Naar mate de batterij ouder wordt, neemt de batterijcapaciteit geleidelijk af (zie: *state of charge*).

Battery cell

De afzonderlijke cel van een accu. In de cel vindt het chemische proces plaats dat zorgt voor de energie voor een elektrische bus. Er kunnen tot enkele honderden cellen in een accupakket (zie: *battery pack*).

Battery pack

De totale accu van de bus bestaat vaak uit verschillende battery packs of accupakketten. Deze zijn verdeeld in de vloer, in de achterzijde en/of op het dak van de bus.

Bestuursakkoord Zero Emissie Busvervoer (BAZEB)

Op 15 april 2016 ondertekenden alle 14 decentrale ov-autoriteiten en het Rijk het Bestuursakkoord Zero Emissie regionaal openbaar vervoer per Bus. Dit akkoord is één van de Greendeals om het klimaat te verbeteren. Hierin kwamen zij overeen dat zij gezamenlijk streven naar een volledig emissievrij regionaal busvervoer in 2030. Vanaf 2025 moeten alle nieuwe ov-bussen zero emissie zijn. De volledige tekst is hier¹ te lezen. Binnen het domein wordt met 'het bestuursakkoord' veelal het Bestuursakkoord Zero-Emissie Busvervoer bedoeld.

BEV (batterijbus)

Battery Electric Vehicle. Een elektrisch voertuig dat de energie krijgt uit uitsluitend een accu (batterij).

¹ https://www.greendeals.nl/sites/default/files/uploads/2015/04/Bestuursakkoord_Zero_ov-Bus_v3.pdf

BHEV (hybridebus of PHEV)

Battery Hybrid Electric Vehicle, of Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV). Een voertuig dat de energie krijgt uit deels een verbrandingsmotor en deels *accu (batterij)*. *De verbrandingsmotor kan een generator aandrijven die de accu oplaadt of hij kan de aandrijving rechtstreeks ondersteunen (bijvoorbeeld vanaf een bepaalde snelheid).*

Brandstofaangedreven voertuig

Een voertuig dat energie krijgt uit brandstof, zoals diesel, benzine, LPG of (groen) gas. Sommige brandstofaangedreven voertuigen worden beschouwd als *schoon*.

Brandstofcel (fuel cell)

Een brandstofcel zorgt voor een omgekeerde elektrolyse, in dit geval een chemische reactie tussen waterstof en zuurstof, waarbij elektrische energie ontstaat. Een stapel van verschillende brandstofcellen wordt een *stack* genoemd. De elektrische energie wordt opgeslagen in een (kleine) *accu die de elektromotor aandrijft (zie ook: FCEV, waterstofbus)*.

Broeikasgas

Klimaatverandering ontstaat door te veel uitstoot van broeikasgassen. Het belangrijkste gas is *koolstofdioxide (CO₂)*. Daarnaast zijn ook *waterdamp (H₂O)*, *methaan (CH₄)*, *distikstofoxide (N₂O)* en *ozon (O₃)* natuurlijke broeikasgassen. Om de effecten van verschillende gassen te meten worden zij veelal omgezet in CO₂-equivalenten.

Bussenlening

Een lening verstrekt door een ov-autoriteit aan de vervoerder om (elektrische) bussen aan te schaffen. Het pandrecht op de bussen ligt bij de ov-autoriteit in plaats van bij een bank. Het bedrag wordt bijvoorbeeld verrekend met de jaarlijkse concessiebijdrage. De Vervoerregio Amsterdam en de Metropoolregio Rotterdam Den Haag hebben onder meer bussenleningen uitgegeven.

C

Clean Vehicle Directive (CVD)

De door de Europese Unie vastgestelde richtlijn inzake de bevordering van schone en energiezuinige wegvoertuigen met *kenmerk 2019/1161*². De CVD werd op 20 juni 2019 vastgesteld en moet nog worden vertaald in nationale wetgeving (uiterlijk 2 augustus 2021). In Nederland moet tussen 2 augustus 2021 en het einde van 2025 45 procent

van de bussen *schoon zijn, waarvan de helft zero emissie (uitstootvrij)*. Eind 2030 moet 65 procent van de bussen schoon zijn, waarvan de helft zero emissie. De CVD speelt nu nog geen rol, maar is in tegenstelling tot het *Bestuursakkoord Zero Emissie Busvervoer (BAZEB)* niet vrijblijvend. Zie de *website*³ van de Europese Unie voor meer informatie.

Concessie (unimodaal en multimodaal)

Gebieden of pakketten van lijnen waar een vervoerder over een bepaalde periode (zie ook: *concessietermijn*) *het exclusieve recht heeft om (openbaar)vervoerdiensten aan te bieden*. Een concessie kan unimodaal (bijvoorbeeld alleen bus) of multimodaal zijn (bijvoorbeeld trein en bus).

Concessietermijn

Een unimodale concessie duurt in de regel 6 tot 10 jaar, een multimodale concessie 15 jaar. In uitzonderlijke gevallen staat de *Wet personenvervoer 2000 (Wp2000)* een *langere concessietermijn dan 10 jaar toe voor unimodale concessies*, bijvoorbeeld bij forse investeringen bij aanvang van de concessietermijn.

D

Depot charging

Het laden van batterijbussen op de stalling. Dit gebeurt vaak onder lagere vermogens (zie ook: *vermogen*) dan bij *opportunity charging* en duurt dan ook langer. Hierdoor kunnen er meer bussen tegelijkertijd worden opgeladen, bijvoorbeeld 's nachts of tussen de spitsen. Doordat er vaak veel bussen tegelijk opgeladen moeten worden, is op grote stallingen een *netaansluiting nodig die hoge vermogens aankan*.

Depot Management System

Het elektronische systeem dat onder andere het laden van bussen op de stalling (zie ook: *depot charging*) zo efficiënt mogelijk regelt. Het systeem zorgt er bijvoorbeeld voor dat bussen niet allemaal tegelijkertijd op vol vermogen worden geladen om zo de *piekbelasting te verminderen*. Ook zorgt het ervoor dat bussen *gepreconditioneerd zijn (zie ook: preconditioneren)*.

Depth of discharge (DoD)

De mate waarin een *accu (batterij)* ontladen is. De Depth of discharge is samen met de *State of charge altijd gelijk aan 100 procent*. Een lege batterij heeft dus een DOD van 100 procent.

² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L1161&from=EN>

³ https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/clean-vehicles-directive_en

Disruptie

Een plotselinge verandering die zorgt voor ontwrichting van bestaande structuren en/of bedrijven. Alleen door zich snel en voldoende aan te passen, overleven ze. De *energie-transitie kent disruptieve elementen*.

Druppelladen

Het langzaam laden van een batterij door middel van lage vermogens. Dit kan via stekkerladen of via een laadpunt op de stalling (zie ook: depot charging). Druppelladen gaat langzaam, maar leidt tot minder piekbelasting.

E

Elektriciteitsnet

Het stelsel van elektrische kabels en leidingen dat zorgt voor het transport van de energiebron naar de eindgebruiker. Het elektriciteitsnet wordt beheerd door de netbeheerders. Het elektriciteitsnet is onder te verdelen in een *hoogspanningsnet* (beheerd door TenneT), een *middenspanningsnet* en een *laagspanningsnet* (beide beheerd door de regionale netbeheerders, zoals Enexis, Liander en Stedin).

Energiedichtheid

De hoeveelheid energie die in een bepaald volume kan worden opgeslagen. Ten opzichte van batterijen is de energiedichtheid van diesel veruit het hoogst. Daarom heeft een verbrandingsmotor (zie: *brandstofaangedreven voertuig*) ook zo'n hoge actieradius. De *energiedichtheid van de batterij is de afgelopen jaren fors toegenomen*.

Energietransitie

De overgang van de energievoorziening op basis van fossiele brandstoffen naar duurzame energiebronnen. Ook de opslag van energie (en dus de toepassing hiervan in *zero-emissievoertuigen*) is onderdeel van de *energie-transitie*.

Energiewet

De wet die de ordening op de energiemarkt regelt. De wet regelt de scheiding tussen *netbeheerders* en *energie-leveranciers* en bepaalt wat de onderlinge taken zijn. De *Autoriteit Consument en Markt (ACM)* houdt toezicht op de naleving van de *Energiewet*.

F

FCEV (waterstofbus)

De Fuel Cell Electric Vehicle is een voertuig dat de energie ontvangt vanuit een *brandstofcel*. *Waterstof is hierbij de energiedrager waarbij de elektrische energie door middel van een chemische reactie met zuurstof vrijkomt. De enige uitstoot die daarbij vrijkomt is waterdamp.*

Fijnstof

Fijnstof is een verzamelnaam voor zwevende zeer kleine (<10 micrometer) deeltjes die onder andere vrijkomen bij de uitstoot van een *brandstofaangedreven voertuig*. Denk hierbij aan roet. Het meest gebruikte formaat bij het gebruik van fijnstof is kleiner dan 10 micrometer (PM10). Daarnaast bestaat er nog PM2,5 (kleiner dan 2,5 micrometer) en PM0,1 (kleiner dan 0,1 micrometer). In het laatste geval spreken we van *ultrafijnstof*. De laatste jaren is de uitstoot van fijnstof door verbrandingsmotoren fors gedaald. Ook bij *zero emissie* is echter sprake van het vrijkomen van fijnstof door bijvoorbeeld slijtage van banden en remmen.

G

Geluid

Het geluid dat e-bussen voortbrengen is ongeveer 65 decibel (dB) ten opzichte van 80 dB voor een gemiddelde dieselbus. Decibel is een verhouding op logaritmische schaal. De geluidssterkte verdubbelt bij elke 3 dB.

Gewicht

Zie *massa*.

Greendeals

Nederland is op weg naar een nieuwe, duurzame economie. Door de uitstoot van broeikasgassen te verminderen, duurzame energie te stimuleren en energie te besparen, wil de Rijksoverheid uitdagingen als de stijgende kooldioxideuitstoot, de duurder, schaarser wordende fossiele brandstoffen en de natuur die uit balans raakt het hoofd bieden. Diverse overheden maken daarvoor afspraken in zogenaamde greendeals. Voor het ov is het *Bestuursakkoord Zero Emissie Busvervoer van grote betekenis*. Zie [Greendeals.nl](https://greendeals.nl) voor een totaaloverzicht.

H

Hoogspanningsnet

Het deel van het elektriciteitsnet dat vanaf de bron naar onder meer onderstations loopt. De wisselspanning op het hoogspanningsnet varieert van 50 kilovolt (kV) tot 380 kV en is te herkennen aan de grote hoogspanningsmasten. Het net is in beheer bij nutsbedrijf TenneT. Bij de onderstations wordt de hoogspanning door middel van transformators omgezet in middenspanning.

Hybride

Zie: BHEV (hybridebus of PHEV).

I

Implementatietermijn

De termijn tussen (definitieve) gunning van de concessie en de daadwerkelijke start van de nieuwe dienst. Deze tijd wordt door de vervoerder gebruikt voor alle voorbereidingen. Omdat bijvoorbeeld het aanvragen van een netaansluiting lang duurt, heeft een vervoerder vaak een langere implementatietermijn nodig dan bij exploitatie met dieselbussen.

Inductieladen

Inductieladen van de batterij vindt plaats zonder contact tussen oppervlaktes. Het laden vindt plaats middels magnetische velden. Inductieladen is geschikt voor lage vermogens.

In motion charging

Het tijdens het rijden opladen van de batterij. Voordeel is dat er geen tijd verloren gaat tijdens het laden. De infrastructuur is echter duur en complex. In Arnhem experimenteren trolleybussen in het Trolley 2.0-project met opladen onder de trolleybovenleiding en verder rijden op batterij.

Interoperabiliteit

Het mogelijk maken om verschillende vervoerders en verschillende merken en typen bussen gebruik te laten maken van dezelfde laadinfrastructuur. Op dit moment is er nog weinig sprake van interoperabiliteit of standaardisatie, waardoor sommige bussen bijvoorbeeld gebruikmaken van de panto-up-techniek en andere weer van de panto-down-techniek. Ook software of de verschillende vormen van laadvermogens kunnen roet in het eten gooien. In Groningen-Drenthe zijn wel stappen gemaakt en kunnen bussen van twee verschillende merken gebruikmaken van dezelfde laadinfra.

K

Kilowatt (kW)

Afgeleide eenheid van de standaard-eenheid watt (W), gebruikt voor de grootte van het vermogen. Hoe lager het vermogen, hoe langer de laadtijd. Druppelladen gaat op een snelheid van 20 tot 40 kW en is geschikt voor depot charging; snelladen is mogelijk van vermogens van 150 tot 600 kW via een laadpaal en kan vaak zowel op de stalling als ook via opportunity charging.

Kilowattuur (kWh)

Afgeleide eenheid van de eenheid wattuur (Wh), gebruikt voor de grootte van de arbeid; maar binnen het domein van elektrische bussen veelal voor batterijcapaciteit.

Koolstofdioxide (CO₂)

Koolstofdioxide is het belangrijkste broeikasgas. Rond de 20 procent van de CO₂-uitstoot is afkomstig van het wegverkeer. Voor de sector verkeer en vervoer geldt in het Klimaatakkoord een specifiek doel van 17 procent CO₂-reductie in 2030 en 60 procent in 2050 ten opzichte van 1990. Zero-emissievoertuigen stoten (tank to wheel) geen CO₂ uit.

Koppel

De draaiende kracht die nodig is om het wiel rond de as te verplaatsen. De kracht wordt berekend door de afstand vanaf het draaipunt te vermenigvuldigen met de hoeveelheid kracht die op dat punt wordt gezet. De eenheid wordt aangeduid in newtonmeter (Nm). Piekkoppel is het maximale koppel dat een machine of motor kan produceren om een bepaald aantal omwentelingen per minuut te realiseren.

L

Laadcapaciteit

Het maximum vermogen (in watt) waarmee een laadpunt een bus kan laden. Hoe groter de laadcapaciteit, hoe sneller een batterij opgeladen zal zijn.

Laadinfrastructuur

Alle onderdelen die nodig zijn om een zero-emissiebus te laden, gerekend van transformatorhuis tot aan laadpunt. Hier vallen ook alle bijbehorende kabels en leidingen, transformatorhuisjes (onderstations) en laadpaal onder. Ook tankinfrastructuur voor waterstof wordt vaak onder laadinfrastructuur geschaard. De laadinfrastructuur vormt een belangrijk onderdeel van de strategische assets.

Laadhoedje

Het punt waarin de pantograaf van de bus (in het geval van panto-up) bij een laadpaal contact maakt. Het laadhoedje zorgt ervoor dat de bus goed contact maakt bij het laadpunt en beschermt de onderdelen onder spanning.

Laadpaal

Een voorziening waaraan een of twee laadpunten bevestigd zijn. Bij meer dan twee laadpunten wordt vaak gebruik gemaakt van een laadportaal.

Laadpunt

Het punt waarop de laadinfrastructuur contact maakt met de bus. In het geval van panto-up is dit in het laadhoedje. In het geval van panto-down is dit het uiteinde van de pantograaf aan de laadpaal. Het aantal laadpunten op een locatie bepaalt het maximum aantal bussen dat tegelijkertijd geladen kan worden.

Laadsnelheid

Zie: laadcapaciteit.

Laadvoorziening

Een voorziening waar elektrische bussen kunnen laden. Dit kan een laadpaal of een verzameling van laadpalen zijn, maar ook een stalling met palen en/of stekkers (zie: stekkerladen).

Laagspanningsnet

Het elektriciteitsnet van de transformatorhuisjes naar de eindgebruiker. De spanning is 230 volt (V). Het laagspanningsnet is in beheer bij de regionale netbeheerder (electriciteitsnetbeheerder).

Laden op eindpunten

Opportunity charging op eindpunten van lijnen. Het voordeel hiervan is dat knooppunten met veel ruimtelijke en verkeersdruk gevrijwaard blijven van bussen die stil moeten staan om te laden. Vaak is er meer laadinfrastructuur nodig dan bij laden op knooppunten omdat laadinfrastructuur minder efficiënt gebruikt kan worden.

Laden op knooppunten

Opportunity charging op knooppunten. Het voordeel hiervan is dat er minder laadinfrastructuur nodig is dan bij laden op eindpunten. Het nadeel is dat op knooppunten met veel ruimtelijke en verkeersdruk ook de ruimte gevonden zal moeten worden om bussen stil te zetten om op te laden.

M

Markt (marktpartij)

De markt is het geheel van omstandigheden waaronder gevraagde en aangeboden hoeveelheden van bepaalde producten of diensten verhandeld worden en waar een prijs ontstaat. Middels een concessie ontnemen vervoerders – in de vorm van deelnemer aan de markt – het alleenrecht op de vervoermarkt. Met de komst van elektrische voertuigen krijgt de energiemarkt een groter belang in het ov-domein.

De bedrijven die met een winstoogmerk actief zijn in het openbaar vervoer zijn vooral de (commerciële) vervoerders, maar ook hun toeleveranciers. Er is sprake van een bepaalde vrijheid van opereren en innoveren, maar ook van een ondernemersrisico, zoals verlies maken of het verliezen van een concessie.

Massa

Het ledig gewicht of massa van een zero-emissievoertuig (waterstofbus of batterijbus) is groter dan dat van een brandstofaangedreven voertuig. Een 12-meter waterstofbus weegt rond de 16.000 kg, een batterijbus rond de 12.500 kg. Een dieselbus weegt ongeveer 9.000 kg. In de loop van 2020 wil Ebusco met een e-bus op de markt komen die rond de 8.500 kg weegt.

Middenspanningsnet

Het elektriciteitsnet dat tussen de (grotere) onderstations en de transformatoren loopt. Het middenspanningsnet heeft een spanning van 10 kilovolt (kV).

N

Nationale Agenda Laadinfrastructuur (NAL)

De Nationale Agenda Laadinfrastructuur (NAL) is een breed gedragen meerjarige beleidsagenda met de ambities en acties voor laadinfrastructuur in Nederland. Verschillende partijen gaan deze agenda de komende tijd uitvoeren.

In de NAL zijn de volgende afspraken opgenomen:

- Vereniging Nederlandse Gemeenten (VNG) en het Inter- Provinciaal Overleg (IPO) zijn samen verantwoordelijk voor het aanwijzen en contracteren van de *snellaad-locaties voor elektrische bussen in binnenstedelijk gebied en langs provinciale wegen*.
- Iedere elektrische bus moet bij elk willekeurig *laadpunt voor het openbaar vervoer kunnen snelladen om een toekomstbestendige laadinfrastructuur te garanderen. Om dit te realiseren zijn er eisen aan de interoperabiliteit van de technische uitvoering van de laadaansluiting – zoals pantograaf panto-up of panto-down – en aan de (interpretatie) van toegepaste communicatieprotocollen*.
- De ov-autoriteiten, gemeente en netbeheerders inventariseren voorafgaand aan de aanbesteding mogelijke laadlocaties. Gezamenlijk wordt een realistische *implementatietermijn voor zero emissie afgesproken*.
- Er komt via IPO, VNG, ElaadNL en de netbeheerders aandacht voor de mogelijkheden tot de combinatie van laadinfrastructuur voor het openbaar vervoer en voor stedelijke distributie (knooppunten).

Nationaal Kennisplatform Laadinfrastructuur (NKL)

Het Nationaal Kennisplatform Laadinfrastructuur (NKL) is een samenwerkingsverband dat zich inzet voor snelle uitbreiding van een kostenefficiënt en toekomstbestendig *laadinfrastructuur voor elektrisch vervoer. Zij ontwikkelen in het kader van de Nationale Agenda Laadinfrastructuur (NAL) onder meer een richtlijn voor laadinfrastructuur voor elektrische bussen, touringcars en zwaar vervoer om zodoende standaardisatie en interoperabiliteit te organiseren*.

Netaansluiting

De aansluiting van de *laadinfrastructuur op het elektriciteitsnet. Vanwege de hoge vermogens (zie ook voltampère), met name bij stallingen waar veel bussen tegelijkertijd laden (zie ook: depot charging), moet de netaansluiting zwaar genoeg zijn. Het aanvragen van een netaansluiting duurt lang. Van tevoren een netaansluiting reserveren is niet mogelijk, omdat de netbeheerders volgens de Energiewet een leveringsplicht hebben voor iedereen die van een netaansluiting gebruik wil maken*.

Netbeheerder (elektriciteitsnetbeheerder)

De nutsbedrijven die het elektriciteitsnet in Nederland beheren. Die zijn onderverdeeld in een nationale netbeheerder voor het *hoogspanningsnet (TenneT)* en *regionale netbeheerders voor het laagspanningsnet en het middenspanningsnet. De rol van de netbeheerders is streng gereguleerd in de Energiewet. Zo mogen netbeheerders slechts energie transporteren en niet opslaan*.

Netcapaciteit

Het maximale vermogen dat (een deel van) het *elektriciteitsnet kan transporteren. De capaciteit wordt uitgedrukt in (mega)voltampère (MVA). De netcapaciteit staat steeds meer onder druk door de energietransitie*.

O

Opportunity charging

Het kort bijladen van bussen op bijvoorbeeld een *knooppunt of een eindpunt van een lijn. Dit gebeurt onder hoge vermogens, vaak onder een laadpaal. Bussen die grotendeels of alleen gebruikmaken van opportunity charging hebben een minder grote batterij nodig*.

Overnameregeling

Afspraken tussen de ov-autoriteit en de vervoerder om aan het eind van de looptijd voertuigen of (andere) *strategische assets over te dragen van de vervoerder naar de ov-autoriteit of een andere vervoerder. Zekerheid over de restwaarde van assets vermindert het risico voor de vervoerder en zorgt voor een gelijk speelveld op de markt bij een volgende aanbesteding*.

Over night charging

Het laden van bussen onder lage *vermogens (bijvoorbeeld met behulp van druppelladen) gedurende de nacht. Over night charging is een vorm van depot charging*.

P

Panto-down

Manier van laden waarbij de *pantograaf bevestigd is aan de laadpaal. De pantograaf komt naar beneden en maakt contact met de bus*.

Panto-up

Manier van laden waarbij de *pantograaf is bevestigd aan de bus. De pantograaf komt omhoog en maakt contact met de laadpaal via een laadhoedje*.

Pantograaf

Ook wel bekend als stroomafnemer. Het onderdeel (niet zijnde een stekker, zie: *stekkerladen*) dat zorgt voor een energieoverbrenging van de laadinfrastructuur naar de bus. In het geval van een trolleybus en/of in motion charging brengt de pantograaf tijdens het rijden de energie over. Bij depot charging en opportunity charging gebeurt dit via panto-up of panto-down.

Piekbelasting

De maximale belasting die via een netaansluiting kan worden behaald. Hoe hoger de (potentiële) piekbelasting, des te forsere de netaansluiting moet worden. Een lagere piekbelasting op depots kan worden bereikt door een goed depot management system. Bij opportunity charging is dit mogelijk middels opslag bij de laadinfrastructuur.

Preconditioneren

Het voor de dienst klaarmaken van de bus voor vertrek. Denk hierbij aan het voorverwarmen van de bus terwijl deze nog aan de laadvoorziening gekoppeld is of het op ideale temperatuur brengen van de batterij. Door dit te doen terwijl de bus nog gebruik maakt van de laadvoorziening, gaat dit niet ten koste van de batterijcapaciteit. Regeneratie (recupereren)
Het terugwinnen van energie. Bij remmen en heuvelaf rijden wordt de batterij weer opgeladen.

R

Regionale Energiestrategie (RES)

De plannen voor de energietransitie in Nederland worden voor een groot deel regionaal uitgewerkt. De 30 RES-regio's maken plannen voor regionaal opgewekte duurzame energie. De actuele stand van zaken is te vinden op <https://www.regionale-energiestrategie.nl/>.

Richtlijn betreffende de uitrol van infrastructuur voor alternatieve brandstoffen

Richtlijn met kenmerk 2014/94/EU⁴ waarin in artikel 2, punt 1 en punt 2, staat vermeld wanneer een voertuig schoon is.

Richtlijn inzake de bevordering van schone en energiezuinige wegvoertuigen.

Richtlijn met kenmerk 2019/1161, beter bekend als Clean Vehicle Directive (CVD).

Rosco

Afkorting voor Rolling Stock Company. Vooral in het Verenigd Koninkrijk en Duitsland zijn bedrijven actief die op grote schaal (spoor)voertuigen in eigendom, beheer en onderhoud hebben. Deze leasen ze vervolgens weer aan de vervoerder. Dit soort marktpartijen komt op de Nederlandse bussenmarkt nog beperkt voor, maar door de grotere kapitaallasten die nodig zijn voor zero emissie wordt dit door sommigen als een oplossing gezien om een snelle introductie toch mogelijk te maken.

S

Smart charging

Het opladen van een elektrisch voertuig zodanig dat de piekbelasting op het elektriciteitsnet geminimaliseerd wordt. Dit kan bijvoorbeeld door bussen op een stalling (zie: depot charging) niet allemaal tegelijkertijd (op het maximale vermogen) op te laden. Smart charging op stallingen gebeurt met behulp van een depot management system.

Strategische assets

Alle activa die essentieel zijn of kunnen zijn bij het uitvoeren van een concessie (al dan niet zero emissie). Denk hierbij aan de laadinfrastructuur. Door het laden op stallingen (zie: depot charging) en/of hun locatie kunnen stallingen ook deel uitmaken van de strategische assets. De strategische assets kunnen onderdeel zijn van een overnameregeling.

Schoon

Conform de Clean Vehicle Directive (CVD) is een busvoertuig schoon wanneer het voldoet aan artikel 2, punt 1 en punt 2, van de richtlijn betreffende de uitrol van infrastructuur voor alternatieve brandstoffen, met uitzondering van brandstoffen geproduceerd met grondstoffen met een hoog risico op indirecte veranderingen in landgebruik. In het geval van voertuigen die vloeibare biobrandstoffen, synthetische brandstoffen en paraffinehoudende brandstoffen gebruiken, mogen die brandstoffen niet worden gemengd met conventionele fossiele brandstoffen. Alternatieve brandstoffen zijn brandstoffen of energiebronnen die dienen als (gedeeltelijke) vervanging van fossiele oliebronnen, zoals elektriciteit, waterstof, biobrandstoffen, synthetische en paraffinehoudende brandstoffen, aardgas (met inbegrip van Compressed Natural Gas (CNG) en Liquid Natural Gas (LNG)) en vloeibaar petroleumgas (LPG). Een elektrisch voertuig is een voertuig dat is uitgerust met een aandrijving die bestaat uit ten minste één niet-perifere elektromotor.

⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0094&from=NL>

Slot

De tijd die een bus krijgt om de *batterij op te laden bij de laadinfrastructuur. Het slot kan beïnvloed worden door de piekbelasting of de beschikbaarheid van een laadpaal. Bij meerdere vervoerders die gebruikmaken van dezelfde laadinfrastructuur is er volgens sommigen een onafhankelijke partij nodig om de slots eerlijk te verdelen.*

Standkachel

Een standkachel is een met brandstof aangedreven lucht- of waterverhitter en dient er onder meer voor om de bus te verhitten. Ze werken los van de motor van de bus en kunnen ook voorkomen in elektrische bussen. Hiermee wordt het bereik van de elektrische bus niet aangetast door een kachel die aanstaat. De bus is dan niet geheel *zero emissie*. *Webasto is de bekendste leverancier van standkachels voor bussen.*

State of charge (SoC)

De mate waarin een *batterij is opgeladen. De state of charge is samen met de depth of discharge (DoD) 100 procent. Een volgeladen batterij heeft dus een state of charge van 100 procent. Gedurende gebruik van het voertuig neemt de state of charge af. Naarmate de leeftijd van de batterij toeneemt en de batterij vaker wordt opgeladen, neemt de hoogst haalbare state of charge af. Een batterij die volgeladen een state of charge van minder dan 80 procent heeft, wordt niet meer bruikbaar geacht voor mobiele toepassingen.*

Stekkerladen

Het laden van een elektrische bus via een stekker. In tegenstelling tot *laadpaal- is het stekkerladen gestandaardiseerd. Vrijwel alle elektrische bussen (en moderne elektrische auto's) maken gebruik van de CCS-Combo 2-stekker. Het laden via een stekker vereist een handeling van de chauffeur buiten de bus en gebeurt in de regel met lagere vermogens (25-350 watt).*

Stikstof(oxide)

Populaire afkorting voor stikstofoxiden (NO_x). Stikstof zelf is onschadelijk en het meest voorkomende gas in onze atmosfeer; stikstofoxide (een verbinding van stikstof en zuurstof die vrijkomt bij het verbranden van gassen) is wel schadelijk voor mens en milieu. Er is sprake van stikstofconcentratie (hoeveel zit er in de lucht), -emissie (hoe komt het in de lucht) en -depositie (hoe komt het op/in de grond). Verbrandingsmotoren stoten stikstof uit (emissie), waardoor de concentratie en uiteindelijk depositie toeneemt. *Zero-emissiebussen stoten (tank to wheel) geen stikstofoxide uit.*

T

Tank to wheel (TTW)

De uitstoot die vrijkomt of energie die nodig is voor een voertuig tussen het laden van het voertuig en het aandrijven van de wielen. Het laden geldt in dit geval voor zowel *batterijbus, waterstofbus als brandstofaangedreven voertuig. Batterij- en waterstofbussen worden beschouwd als uitstootvrij aan de uitlaat. Bij deze bussen komt nog wel fijnstof vrij van de banden en bij het remmen. Ook stoten waterstofbussen waterdamp uit. Tank to wheel opgeteld met well to tank maakt samen well to wheel, de totale uitstoot.*

Teruglevering

Het terugleveren van energie aan het net of aan de bus. Bij het terugleveren van energie aan de bus spreken we ook wel van *regeneratie. Bij het terugleveren aan het net kunnen batterijen van bussen gebruikt worden voor balanceren van het elektriciteitsnet. Dit staat ook wel bekend als vehicle to grid.*

Transformatorhuis (trafohuis)

De ruimte waarin de elektriciteit van het *middenspanningsnet wordt omgezet in elektriciteit voor de eindgebruiker. Dit is in de meeste gevallen 230 volt (zie ook: laagspanningsnet). Laadinfrastructuur heeft een eigen transformatorhuis dat de stroom omzet in een voor laadinfra geschikt voltage (bijvoorbeeld 460 of 800 volt).*

Trolleybus

Een elektrische bus die continu gebruikmaakt van een bovenleiding om elektrische energie te krijgen. De energie komt binnen via een *pantograaf. In Nederland rijden alleen trolleybussen in Arnhem. In geval van nood of omleidingen hebben trolleybussen ook een dieselmotor aan boord. Er wordt op dit moment in Arnhem proefgereden met een Trolley 2.0 die de bovenleiding gebruikt om een batterij op te laden en verder te rijden op een elektromotor waar geen bovenleiding is. Dit is een voorbeeld van in motion charging.*

U

Uptime

De periode waarin een systeem naar behoren functioneert. Voor laadinfrastructuur spreken vervoerders een minimum uptime af met de leverancier of het onderhoudsbedrijf.

Urgenda-zaak

De Hoge Raad sprak op 20 december 2019 uit dat de Nederlandse overheid de broeikasgassen eind 2020 met tenminste 25 procent moet terugdringen ten opzichte van 1990. De stichting die als doel heeft om Nederland sneller duurzaam te maken had de zaak aangespannen tegen de Nederlandse overheid. De Hoge Raad heeft zijn oordeel gebaseerd op het VN-klimaatverdrag en op de rechtsplecht van de Staat tot bescherming van het leven en het welzijn van burgers in Nederland. Die verplichtingen zijn verankerd in het Europees Verdrag tot bescherming van de Rechten van de Mens (het EVRM).

V

Vehicle to grid

Vehicle-to-grid-technologie maakt het mogelijk dat elektrische voertuigen niet alleen in staat zijn om energie van het elektriciteitsnet af te nemen, maar ook om energie aan het elektriciteitsnet terug te leveren. Bovendien wordt het mogelijk om het tijdstip van elektriciteitslevering aan elektrische voertuigen te sturen. Het helpt om het net te balanceren.

Vermogen

Vermogen is een natuurkundige grootheid voor de energie per tijdseenheid. De eenheid voor vermogen is de watt (W). Een verouderde eenheid van vermogen is de paardenkracht (pk). 1 pk is ongeveer 746 watt. Het vermogen van aansluitingen op het met wisselspanning uitgevoerde elektriciteitsnet wordt uitgedrukt in (kilo/mega)voltampère.

Voltampère

Naast watt is de voltampère een eenheid om vermogen mee aan te geven. Bij gelijkspanning staat 1 watt de facto gelijk aan 1 voltampère, maar bij wisselspanning kan afwijking ontstaan tussen het schijnbaar vermogen en het werkelijke vermogen. In het busvervoer zijn vermogen in voltampères relevant bij aansluitingen op het elektriciteitsnet waarbij stroom onder wisselspanning staan en nog niet is getransformeerd naar gelijkspanning.

Verbruik

De hoeveelheid energie die een voertuig nodig heeft om een bepaalde afstand te overbruggen. Het verbruik van batterijbussen wordt gemeten in wattuur (Wh)/km. Voor brandstofaangedreven voertuigen wordt er gerekend met liter per 100 km. Bij waterstofbussen wordt gerekend in kg/km. Een batterijbus heeft een verbruik van tussen de 0,7 en 1,5 kWh/km. Een dieselbus heeft een verbruik van ongeveer 33 liter/100 km. Een waterstofbus heeft een verbruik van rond de 0,1 kg/km. Het verbruik hangt sterk af van onder andere weersomstandigheden en de typologie van de rit.

Vulpunt

De tankinstallatie voor een waterstofbus wordt een vulpunt genoemd. Om voldoende waterstof aan boord te hebben, wordt waterstof onder hoge druk (350 bar) in de bus geladen. Op dit moment zijn er voor bussen geschikte waterstofvulpunten in Delfzijl, Arnhem, Rhooen en Helmond.

W

Waterstof (H₂)

Waterstofgas (H₂), ook wel diwaterstof, is een op waterstof (H) gebaseerde stof die zowel gebruikt kan worden als brandstof als voor aandrijving van een brandstofcel. Tegenwoordig wordt voor mobiele toepassingen alleen de optie in combinatie met een brandstofcel nog gebruikt. Waterstof kan grijs (broeikasgassen komen vrij tijdens de productie – het meest voorkomend), blauw (grijs in combinatie met CO₂-afvang en opslag) of groen (opgewekt met behulp van duurzame energie) zijn. In het laatste geval wordt water gescheiden in waterstofgas en zuurstofgas door middel van elektrolyse. De benodigde energie komt uit duurzame bronnen als wind en zon. Waterstof is dus geen energiebron, maar een energiedrager. Het wordt gebruikt om energie in op te slaan. De hoeveelheid waterstof in een tank wordt gemeten in kilo's.

Waterstofbus

Zie: FCEV.

Watt (W)

De eenheid van vermogen waarmee een lader een bus kan laden. Hoe lager het vermogen, hoe langer de laadtijd. Druppelladen gaat op een snelheid van 20 tot 40 kW en is geschikt voor depot charging; snelladen is mogelijk van vermogens van 150 tot 600 kW via een laadpaal en kan vaak zowel op de stalling alsook via opportunity charging. Binnen het domein van elektrische bussen wordt het aantal watt veelal in grotere, afgeleide, eenheden weergegeven, zoals Kilowatt (kW).

factor	naam	symbool
10^{-6}	microwatt	μW
10^{-3}	milliwatt	mW
1	watt	W
10^3	kilowatt	kW
10^6	megawatt	MW
10^9	gigawatt	GW
10^{12}	terawatt	TW
10^{15}	petawatt	PW

Wattuur (Wh)

De hoeveelheid van energie in bijvoorbeeld een batterij (zie ook: batterijcapaciteit). Binnen het domein van elektrische bussen wordt het aantal Wattuur veelal in grotere, afgeleide, eenheden weergegeven, zoals kiloWattuur (zie watt (W) voor afleidingen).

Voorbeeld met fictieve cijfers: een batterij met een capaciteit van 280 kWh laadt met 100 kW. Het duurt dan ($280/100 =$) 2 uur en 48 minuten voordat de batterij vol is. Stel dat een bus circa 4 kWh per kilometer gebruikt, dan kan deze bus daar 70 kilometer op rijden.

Webasto

Zie: Standkachel

Well to tank (WTT)

De uitstoot die vrijkomt of energie die nodig is om de energie van de bron naar het voertuig te brengen. Hierbij valt te denken aan de productie, distributie en eventuele raffinage van de energie tot aan de energie die het kost om de energie zelf in het voertuig te krijgen. In het geval van een compleet groene energieketen is de uitstoot well to tank nul. Well to tank en tank to wheel (TTW) opgeteld maakt samen well to wheel, de totale uitstoot.

Well to wheel (WTW)

De totale uitstoot die vrijkomt of de energie die nodig is om de energie van de bron naar de wiel van het voertuig te brengen. Well to wheel is de optelsom van well to tank en tank to wheel.

Wet personenvervoer 2000 (Wp2000)

De wet met onder meer bepalingen over het openbaar vervoer waarin geregeld is dat ov-autoriteiten via subsidie van het Rijk opdrachtgever zijn van het regionale ov in Nederland. Dit doen zij via concessies die meestal openbaar worden aanbesteed en in het geval van de grote steden (Amsterdam, Rotterdam en Den Haag) onderhands worden gegund (zie ook: concessietermijn).

Z

Zero emissie (uitstootvrij)

Vervoer zonder uitstoot. In de Clean Vehicle Directive (CVD) is zero emissie voor busvoertuigen gedefinieerd als minder dan 1 gram CO_2/km . Conform overweging 20 van de Clean Vehicle Directive worden eisen voor de uitstoot van bron tot voertuig vermoedelijk na 2030 van kracht. De eis zero emissie in het Bestuursakkoord Zero Emissie Busvervoer (BAZEB) concentreert zich met name op tank to wheel, maar stelt ook eisen op het gebied van schone energie (well to tank).

Colofon

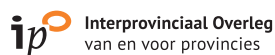
Zero-emissiebus, hoe doe je dat? – Lexicon

Onderdeel van het Bestuursakkoord zero emissie
regionaal openbaar vervoer per bus.

uitgave

CROW, Ede

Deze uitgave is (mede) mogelijk gemaakt door een bijdrage vanuit het KpVV-programma. Dit programma ontwikkelt, verspreidt en borgt collectieve kennis voor de decentrale overheden op het gebied van mobiliteit. Het gaat om kennis die fundamenteel ondersteunt bij de beleidsontwikkeling en -uitvoering. Het KpVV-programma wordt gefinancierd door de provincies en de vervoerregio's.



artikelnummer

K-D081

samenstelling

Goudappel Coffeng, in opdracht van CROW-KpVV

fotografie

Coverfoto Goudappel Coffeng

vormgeving

Inpladi bv, Cuijk

productie

CROW

contact

CROW Klantenservice: klantenservice@crow.nl
of (0318) 69 53 15

downloaden

Deze uitgave is gratis te downloaden via www.crow.nl

