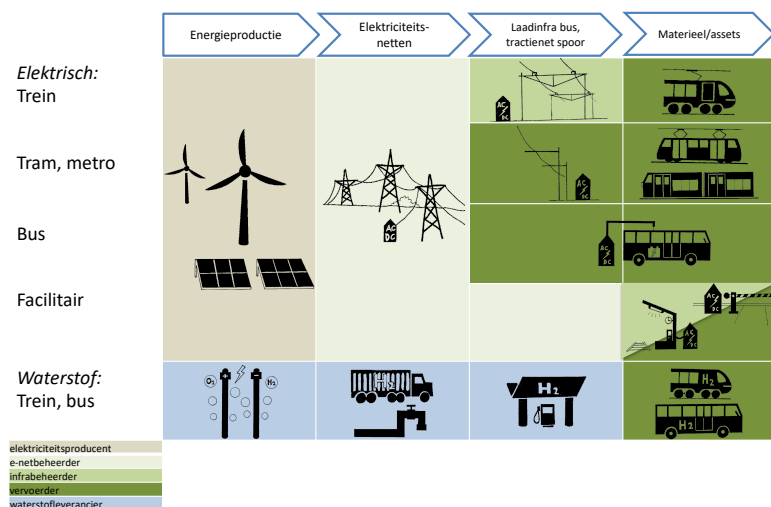


Duurzame energievoorziening voor OV en spoor: Opgaven, initiatieven, kansen

Energieketens OV en spoor



Remco Hoogma (Dwarsverband)
Platform Duurzaam Openbaar Vervoer en Spoor
Projectgroep Energievoorziening PDOVS
20 november 2020

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1. Inleiding	8
1.1 Transitiepaden PDOVS	8
1.2 Projectgroep Energievoorziening	8
1.3 Over dit rapport	10
2. Energievraag en aanbod hernieuwbaar	12
2.1 Energievraag OV en spoor	12
2.2 Aanbod hernieuwbaar en onbalans	13
2.3 Energiegebruiksprofielen OV en uurmatching	15
2.4 GvO's, PPA's, eigen opwek, HBE's	19
2.5 Waterstof	23
3. Huidige energielevering, contracten, en initiatieven	24
3.1 Cijfers energie-inkoop 2018	24
3.2 Spoor: personenvervoer	24
3.2.1 Stroomvoorziening spoornet	24
3.2.2 Energie-inkoopcontract VIVENS	24
3.2.3 Facilitaire energie-inkoop	26
3.2.4 Recuperatie remenergie regionale lijnen	26
3.2.5 Elektrificatie van diesellijnen, waaronder waterstof	27
3.3 Spoorgoederenvervoer	28
3.3.1 Stroomvoorziening Betuweroute	28
3.3.2 Energie-inkoopcontract CIEBR	28
3.3.3 Groene en grijze stroom in het spoorgoederenvervoer	29
3.4 Bus, Tram, Metro (BTM)	29
3.4.1 Stroomvoorziening voor BTM	29
3.4.2 Energie-inkoopcontracten	29
3.4.3 Implementatie ZE busvervoer	31
3.4.4 Smart charging en smart grids	33
3.4.5 Waterstof voor bussen	38
3.5 Eigen/lokale opwek	38
3.5.1 Initiatieven van OV- en spoorpartijen	38
3.5.2 Aankoppeling lokale opwek op TEV van ProRail	41
3.6 Samenvatting energieketens OV en spoor	42
4. Verduurzaming van de energieketens voor OV en spoor	44
4.1 Onderscheid vervoerketens en energieketens	44

4.2 Rolverdeling en taakopvatting van betrokken partijen	45
4.2.1 Inleiding	45
4.2.2 OV-vervoerders verantwoordelijk voor de vervoerketen en energie-inkoop	45
4.2.3 Energiepartijen en netbeheerders verantwoordelijk voor de energieketen	46
4.2.4 Overheid (concessieverlener) opdrachtgever en regisseur, Rijk voor voorwaarden	48
4.3 Duurzame collectieve energie-inkoop 2.0	50
4.3.1 Kansen voor collectieve energie-inkoop voor de OV- en spoorsector	50
4.3.2 Collectief energie-inkoopcontract 2.0	53
4.4 Kansenkaart lokale opwek voor OV en spoor	54
5. Conclusies en aanbevelingen	58
Bijlage 1: Casus Dutch Wind Consortium	62
Bijlage 2: Visual ProRail	66
Bijlage 3: Hernieuwbare energie-inkoop voor OV in naburige landen	67
Bijlage 4: Energie in bestekteksten busvervoer	68

Samenvatting

Het onderhavige rapport is bedoeld om de oogst van anderhalf jaar onderzoek en discussie in de Projectgroep Energievoorziening samen te vatten, te verdiepen met aanvullend onderzoek en op basis hiervan aanbevelingen te doen aan de PDOVS stuurgroep over vervolgcities.

Het onderzoek richt zich voornamelijk op elektriciteit en summier op waterstof.

Hoe kopen de OV- en Spoorvervoerders nu stroom en waterstof in en in hoeverre is die groen?

In hoofdstuk 3 is de huidige situatie van energie-inkoop voor het OV en spoor beschreven:

- Energie voor de elektrische treinen wordt collectief en vrijwel helemaal groen (met GvO's) ingekocht door twee coöperaties van spoorvervoerders: VIVENS voor het gemengde net en CIEBR voor de Betuweroute. ProRail en NS kopen daarnaast facilitaire energie in. De looptijd van het VIVENS-contract is gelijk aan de huidige NS-concessie (tot eind 2024), CIEBR heeft levering gecontracteerd tot eind 2024. Een overweging is om CIEBR daarna samen te voegen met VIVENS.
- Energie voor tram, metro en elektrische bussen wordt groen (met GvO's) ingekocht door individuele stads- en streekvervoerders. Dit gebeurt per concessie. NS is de grootste individuele energiegebruiker maar ook de energiecontracten van de stadsvervoerders zijn dankzij tram en metro omvangrijk.
- 98% van de ingekochte energie door de sectorpartijen is groen. De resterende 2% grijs betreft met name goederen-spoorvervoerders die binnen het VIVENS-contract hebben afgezien van inkoop van GvO's. Er is sprake van een stijgende trend: in 2018 was 20% van de door goederenvervoerders gebruikte elektriciteit grijs (40 GWh van 159 GWh), in 2020 was dat bijna 28%.

- De huidige groene energiecontracten dekken de energievraag op jaarbasis af met GvO's. Op tijden dat de vraag het aanbod van hernieuwbare energie overtreft wordt grijze energie als back-up geleverd. Er worden eerste aanzetten gemaakt om uurmatching te organiseren, zoals in het contract tussen RET en Eneco, waarin een werkplaats wordt uitgerust met zonnepanelen en op termijn een batterijpakket voor opslag, om de business case voor uurmatching te toetsen.
- Waterstof wordt voorlopig op projectbasis ingekocht in combinatie met tankstations, er is nog geen ontwikkelde markt van vraag en aanbod. Die is er wel voor fossiele waterstof uit aardgas, maar in de projecten voor OV wordt vanwege de CO₂-doelen gekozen voor het aanmerkelijk duurdere groene waterstof uit waterelektrolyse.

Hoe groot is het potentieel voor eigen opwek op het terrein van vervoerders?

Deze vraag is behandeld in §3.5:

- Eigen energie-opwek door partijen in de OV- en spoorsector (en soms lokale opwek door derden, zoals bij HTM) betreft kleinschalige projecten ten behoeve van facilitaire energievraag (stations, facilitaire voorzieningen) of levering aan energiecoöperaties. Van de PDOVS-partijen heeft ProRail het grootste potentieel op haar assets met 220 GWh (0,8 PJ) per jaar.
- Een goede raming van de mogelijkheden is met de beschikbare informatie niet mogelijk, maar het is duidelijk dat de potentiële bijdrage van eigen opwek door de sectorpartijen aan de energievraag in de sector klein is. Rekenen we alleen met het potentieel van ProRail: de elektriciteitsvraag in de sector is vandaag 6 PJ en groeit naar mogelijk 12 PJ in 2050. 0,8 PJ betekent dan 13% resp. 7%.

Biedt collectief inkopen van duurzame energie binnen de OV- en spoorsector voordelen boven ieder zijn eigen contract?

Deze vraag is behandeld in §4.3.1. Aan de PDOVS-partijen en enkele andere vervoerders is gevraagd hoe zij staan ten opzichte van collectieve inkoop van energie:

- Voordelen: kracht van bundeling om sterk te staan ten opzichte van de energieleveranciers; prijsvoordelen vanwege het volume en voordelen qua contractcondities die partijen individueel niet zouden krijgen; ontzorging. Collectief inkopen samen met een grote partij als NS lijkt met name voor kleinere partijen voordelig. De vorm van een raamcontract met gezamenlijke voorwaarden maar met de mogelijkheid dat elke vervoerder zelf de gebruiksprijs bepaalt (vastklikken van de prijs voor een periode naar keuze) wordt als geschikt gezien.
- Nadelen: er gaat tijd en moeite in overleg met contractpartners zitten; boven bepaalde omvang biedt een groter volume geen prijsvoordeel; optrekken met een grote partij kan ook betekenen dat de grote partij de lijnen uitzet; een te groot contract kan riskant zijn voor kleinere energieleveranciers.
- Belemmeringen: bestaande langlopende contracten zitten collectief inkopen in de weg; wil en bereidheid om samen te werken aan inkoop ontbreekt soms binnen en tussen organisaties; duurzaamheid, waaronder duurzame energie-inkoop, wordt gezien als thema om bij aanbestedingen verschil te maken.
- Alternatieven: kennisuitwisseling over ervaringen met energiecontracten en business cases voor innovaties; bundeling van energie-inkoop samen met de buitenlandse moeder en zusters is denkbaar maar nu nog lastig vorm te geven.

Samengevat is de belangrijkste vraag: “wat willen we bereiken als we gezamenlijk energie inkopen?” Waar aanvankelijk de vraag over gezamenlijke inkoop vooral economisch

gemotiveerd was (lagere prijs door schaalvoordeel), is nu de vraag of door gezamenlijk optreden de duurzame energieketen beter georganiseerd kan worden en tot kostenvoordelen kan leiden door het leveren van netdiensten (netbalancering en uurmatching).

Hoe kunnen we de energie voor OV en spoorgoederen- en -personenvervoer (verder) vergroenen?

Dit is behandeld in §4.3.2 en §4.4. Het OV kan waarde voor Nederland scheppen door de energievraag meer voorspelbaar te maken en daarmee het aanbod beter planbaar te maken. Je kunt de pieken voorspellen, helpen afvlakken door uitgesteld laden ten behoeve van netbalancering, en de dalen benutten, bijvoorbeeld voor waterstofproductie. Het energiegebruiksprofiel van VIVENS heeft de vorm van een kamelenbult, met een diep nachtdal (§2.3). Dat gaat goed samen met het energiegebruiksprofiel van bus-OV als dit voornamelijk nachtladen betreft. Door spoor en bus in een gezamenlijk inkoopcontract onder te brengen kun je de benutting van opwek-assets (met name wind) verbeteren. Dat levert lagere energiekosten op en maatschappelijke baten omdat je meer opwek kunt realiseren met de assets.

De sector kan via een collectief energie-inkoopcontract (of meerdere) voor het OV en spoor afspraken maken met een energieleverancier (of meerdere) over 1) **additionele hernieuwbare opwek in Nederland** (zoals al in enkele contracten opgenomen), met (2) **verbetering van uurmatching** en (3) een **partnership over netbalancering** via planning van laadmomenten op de depots. Een dergelijk energiecontract omvat de inkoop van zowel nieuw te realiseren opwek in Nederland, als nieuw te realiseren energieconversie- of opslag in Nederland, als het gezamenlijk aanbieden van netbalancering als collectieve dienst van de busvervoerders. Het verbeteren van de uurmatching gedurende het contract kan worden uitgevraagd aan de inschrijvende energieleveranciers als aanbestedings-

criterium. Een collectief contract met uurmatching-doelstelling kan mogelijk gunstig uitpakken voor business cases voor energieconversie of -opslag.

Net als het VIVENS-contract zou het een raamcontract moeten betreffen met collectieve voorwaarden en individuele prijsonderhandeling. Omdat de hoeveelheid energie die een vervoerder nodig heeft afhangt van het winnen van concessie-aanbestedingen moet mogelijk zijn dat vervoerders percelen aan elkaar overdragen. Het model van het Dutch Corporate PPA Collective (§2.4) is een voorbeeld hoe een voorloper kan starten en vervolgens kan uitgroeien naar een collectief. Een andere mogelijke uitbreiding van een collectief energie-inkoopcontract is het mogelijk maken dat ketenpartners (scope 3-partijen) toetreden.

Juist in een gezamenlijk energiecontract wordt het onderdeel netbalancering interessant vanwege de potentie van opschaling. Het collectief kan handelen via het door TenneT gecreëerde platform Equigy. Een partnership voor netbalancering zou open kunnen staan voor meerdere energieleveranciers en meerdere vervoerders (raamcontractvorm), zodat ook de stadsvervoerders die nog langdurige energiecontracten hebben desgewenst aan het partnership kunnen meedoen. Dit kan een gezamenlijk project voor alle busvervoerders zijn, eventueel onderdeel van een planmatige aanpak om optimaal laadlocaties te kiezen, zoals netbeheerders bepleiten. Nader onderzoek naar de mogelijkheden en beperkingen is uiteraard nodig. Het beproeven van V2G-mogelijkheden hoort hier ook bij.

Er is in PvE's voor OV-aanbestedingen nog niet gevraagd naar hernieuwbare energie waarbij niet alleen het volume vergroend wordt maar ook de back-up. Een bezwaar is dat dit op korte termijn een prijsopdrijvend effect zou hebben, vreest een vervoerder. Het zou ook praktisch moeilijk te organiseren zijn: de vervoerder moet dan contracten sluiten voor back-up op laadmomenten die bepaald worden door de beoogde dienstregeling, maar als de dienstregeling verandert zouden ook die contracten aangepast moeten worden. Of dit

inderdaad zo werkt of anders moet nader onderzocht worden. Gezien de nog schaarse ervaringen met uurmatchingcontracten is het niet verstandig deze meteen te eisen, maar initiatieven wel te belonen. De verwachting is dat naarmate het aanbod van groen groeit ook de inkoop van groene back-up gemakkelijker zal worden.

Hoewel het potentieel van eigen/lokale opwek door de OV en spoorsector beperkt is, is het zinvol om de RES-plannen door te nemen en met de Laadkaart-OV van DOVA, de TEV-kaart van ProRail, en de kaarten van de netbeheerders te combineren om te zien waar kansen liggen voor koppeling van lokale opwek aan afname voor OV. Dit is een pragmatische manier van integreren van de beleidsdomeinen RES, NAL en OV.

Geef aanbevelingen hoe vervoerders en overheid dit kunnen oppakken, met aandacht voor de rol die overheden, netwerkbeheerders en energiebedrijven willen/kunnen/moeten invullen.

De volgende rol- en takenverdeling is aan te bevelen (uitgewerkt in §4.2):

- **Vervoerders** optimaliseren de vervoerketen en organiseren de energie-inkoop, en zetten hun assets (bussen met laadinfra en tractienetten) in ten behoeve van smart grid diensten in de energieketen.
- **Energiepartijen (energieleveranciers, energieproducenten, netbeheerders)** optimaliseren de energieketen, waarbij assets van **vervoerders** worden betrokken voor netbalancering en uurmatching.
- **De regionale overheid** voert regie op de vervoerketen en bijbehorende energie-inkoop via de OV-concessieverlening (doelen en kaders stellen zodat de vervoerder de vervoerketen en energie-inkoop en aanbod van netdiensten kan optimaliseren) en op de koppeling van lokale opwek aan OV en spoor, waar mogelijk via Regionale Energie Strategieën (RES) en Regionale Mobiliteitsplannen (RMP).

- Het **Rijk** schept de juiste wettelijke en beleidsmatige randvoorwaarden, zoals toestemming geven aan infrabeheerder ProRail om lokale opwek en afnemers aan te koppelen, en toestemming geven aan de netbeheerders om proactief congestiemanagement toe te passen en te investeren in energieopslag.

Aanbevelingen aan PDOVS (-leden)

- **Vervoerders:** Onderzoek de mogelijkheden om via een collectief energie-inkoopcontract (of meerdere) voor het OV en spoor afspraken te maken met een energieleverancier (of meerdere) over 1) additionele hernieuwbare opwek in Nederland (zoals al in enkele contracten opgenomen), met (2) verbetering van uurmatching en (3) een partnership over netbalanceren via planning van laadmomenten op de depots.
- **Vervoersautoriteiten:** stimuleer dit door in een concessie-aanbesteding of onderhandse gunning aan te bieden dat vervoerders die energie gezamenlijk inkopen via het collectief, datgene wat ze verdienen ten opzichte van een baseline inkoopprijs zelf mogen houden. Ook zou het inzichtelijk maken bij een aanbidding hoe je als vervoerder bijdraagt aan de balans van het netwerk, een extra waardering kunnen opleveren bij het beoordelen van een concessie-aanbidding (gunningspunten).
- **Vervoersautoriteiten:** Neem de regie om samen met vervoerders, netbeheerders en energieproducenten op basis van de laadkaart-OV, locaties van onderstations van tractienetten en concept-RES' en een kanskaart voor (eigen) lokale opwek door en ten behoeve van de OV- en spoorsector op te stellen. Zoek hierbij concrete mogelijkheden voor koppeling van lokale energie-opwek-initiatieven met de energie-infrastructuur voor OV en spoor. Met andere woorden: zoek mogelijkheden voor meervoudig gebruik van netaansluitingen. Begin met een pilot in een of twee RES-gebieden.
- **Vervoersautoriteiten:** Neem, om lokale opwek te koppelen aan OV en spoor, in het PvE van de concessieaanbesteding of concessieovereenkomst bij onderhandse gunning op dat vervoerders mee moeten werken om lokaal opgewekte energie af te nemen, op basis van business cases, in de looptijd van de concessie.
- **PDOVS:** Bevorder de samenwerking tussen de vervoerketen en de energieketen. Organiseer een matchingsessie tussen NVDE- en PDOVS-leden. Dit kan op korte termijn in de vorm van een webinar, NVDE heeft een succesvolle sessie gehad voor de doelgroep industrie.

1. Inleiding

1.1 Transitiepaden PDOVS

Het Platform Duurzaam OV en Spoor (PDOVS) is opgericht door 12 sectorpartijen die in 2016 ter gelegenheid van de wereldklimaatconferentie ("Train to Paris") de *CO₂-visie OV en Spoor 2050* ondertekenden. In opdracht van het platform is in 2018 een Roadmap¹ opgesteld om te onderbouwen hoe de doelen in de visie bereikt kunnen worden, te weten: klimaatneutraal OV en spoor in 2050, 40% verbetering energie-efficiency en een modal shift naar OV en spoor. De Roadmap stelt acties voor verdeeld over 7 transitiepaden:

1. Inkoop hernieuwbare energie (elektriciteit) / eigen opwekking.
2. Vermindering CO₂-uitstoot door bussen.
3. Verbetering energie-efficiency spoor (besparingsmaatregelen).
4. Vermindering CO₂-uitstoot door materiaalgebruik infrastructuur en rollend materieel.
5. Vermindering CO₂-uitstoot door goederentreinen.
6. Vermindering CO₂-uitstoot door personendieseltreinen.
7. Toename OV- en spoorgebruik en modal shift.

Voor dit onderzoek zijn met name twee transitiepaden van belang:

- **Transitiepad 1 energievoorziening:** Het doel is het verder verduurzamen van met name de elektrische energievoorziening voor OV en spoor door (gezamenlijke) inkoop en/of eigen opwekking van uitsluitend hernieuwbare elektriciteit door de sector, het verbeteren van gelijktijdigheid van aanbod en vraag (matching van leverings- en gebruiksprofielen door vraagmanagement en buffering) en benutting van OV- en spoorassets voor de bredere energietransitie, en zo bij te dragen aan de doel-

stellingen van de visie om CO₂-neutraal OV en spoor in 2050 te kunnen realiseren.

- **Transitiepad 5 verduurzaming goederentreinen:** Om de CO₂-uitstoot van het spoorgoederen-vervoer te verminderen is het doel om enerzijds energiezuiniger te rijden en anderzijds op termijn over te stappen naar volledig zero-emissie treinen (verdere elektrificatie of inzet van waterstof). Hierbij hoort dan ook het gebruik van duurzame elektriciteit resp. waterstof. Op korte termijn kan de duurdere HVO als transitiebrandstof gebruikt worden.

1.2 Projectgroep Energievoorziening

Onder de vlag van PDOVS is een Projectgroep Energievoorziening in het leven geroepen die de haalbaarheid en wenselijkheid van mogelijke maatregelen onderzoekt. Deze projectgroep is gaan kijken naar de ontwikkeling van de energievraag in OV en spoor, naar de energie-infrastructuur, naar inkoop van hernieuwbare energie (eventueel gezamenlijk als sector) en naar eigen opwekking door sectorpartijen. De projectgroep is begonnen met PDOVS-leden, met name vervoerders, maar vanwege de complexiteit van het onderwerp is de groep uitgebreid met verschillende stakeholders, zoals energieproducenten en leveranciers, netbeheerders en concessie-verleners. Dat is waardevol gebleken om betere inzichten te krijgen in de problematiek en mogelijke oplossingen.

Aanvullend onderzoek² laat zien dat de absolute energievraag voor OV en spoor, afhankelijk van scenario's, sterk kan toenemen, ook als de energie-efficiency toeneemt. Vanwege de trend naar elektrificatie vertaalt zich dit in een elektriciteitsvraag die kan verubbelen. Prognoses laten zien dat er in Nederland voldoende hernieuwbare energie

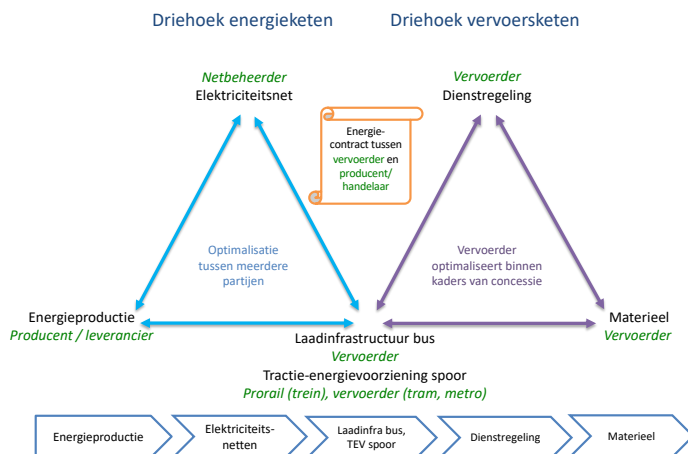
¹ CE Delft, Roadmap duurzaam OV en spoor. Advies aan het PDOVS over CO₂-emissiereductie, energie-efficiencyverbetering en modal shift, juni 2018.

² CE Delft, Energievraag en -aanbod OV- en Spoorsector tot 2050, december 2019.

zal zijn, ook voor OV en spoor, maar dat er bij toename van wind en zon er steeds meer onbalans tussen vraag en aanbod zal zijn. Dat betekent sterke prijschommelingen, en daar krijgt het OV dan ook mee te maken. Tegelijkertijd is er veel discussie in het land over de vraag of de elektriciteitsnetten de elektrificatie in alle sectoren wel aan kan. Schaarste van netcapaciteit treft ook OV en spoor. Traditioneel in bus-OV hoort energie (diesel) bij de exploitatie van een concessie en ligt dit in handen van vervoerders. Met elektrificatie is dat tot nu toe in aanbestedingen ook zo, maar dat begint complex te worden en tijdige aanleg van laadinfrastructuur wordt steeds lastiger. Netbeheerders willen eerder betrokken worden, er zijn aanbieders van laadinfra die een rol vragen, overheden willen ook aandacht voor lokale energieopwekking, en energieproducenten zien kansen voor directe levering aan OV en spoor.

Het helpt om een tweedeling te maken in domeinen, die samenkomen in de tractie-energievoorziening spoor resp. laadinfrastructuur voor bussen: de driehoek *energieketen* en de driehoek *vervoerketen* (zie figuur).³ Dit wordt in hoofdstuk 4 uitgewerkt. De driehoek vervoerketen is het domein van vervoerders, binnen door de concessieverleners bepaalde kaders, en betreft de optimalisatie van de driehoek (1) rijdend materieel, (2) dienstregeling en (3) laadinfra (bus) resp. tractie-energievoorziening (trein, tram, metro). Met de verduurzaming van de vervoerketen is veel ervaring opgebouwd de afgelopen jaren. Verduurzaming van de driehoek energieketen voor OV en spoor is nu nog niet goed belegd. Vervoerders kopen groene energie in op de markt voor garanties van oorsprong, maar verduurzaming door afstemming in de driehoek (1) energieopwekking, (2) infrabehoefte en (3) afname voor aandrijving van OV is nog onontgonnen terrein.

Figuur 1 – Driehoek energieketen en driehoek vervoerketen.



³ Bewerking van Witteveen+Bos/Van der Staak, Visie en strategie ZeroEmissie Busvervoer, Provincies Overijssel, Gelderland, Flevoland, 23 oktober 2017.

Het eerste jaar heeft de projectgroep vooral besteed aan scherp krijgen van de opgave, daarna is zij op zoek gegaan naar oplossingen, met name in de afstemming tussen de rollen van verschillende partijen.

1.3 Over dit rapport

Het onderhavige rapport is bedoeld om de oogst van anderhalf jaar onderzoek en discussie in de Projectgroep Energievoorziening samen te vatten, te verdiepen met aanvullend onderzoek en op basis hiervan aanbevelingen te doen aan de PDOVS stuurgroep over vervolgacties.

Het onderzoek richt zich voornamelijk op elektriciteit en summier op waterstof. De voorziening van diesel en gas (en hernieuwbare varianten hiervan zoals HVO en groengas) in het OV krijgt geen aandacht omdat dit door de CO₂- en NOx-beleidsdoelstellingen een aflopende zaak is.

Energiebesparing is essentieel voor een duurzaam energievoorziening, immers dit beperkt de noodzaak aan hernieuwbare opwek. Dit is wel een thema voor PDOVS maar is geen onderwerp van dit rapport, al komt het op sommige plekken wel ter sprake.

De onderzoeksvragen zijn de volgende:

- Hoe wordt door de OV- en Spoorvervoerders nu stroom en waterstof ingekocht en in hoeverre is die groen?
- Hoe kunnen we de energie voor OV en spoorgoederen- en -personenvervoer (verder) vergroenen?
- Biedt collectief inkopen van duurzame energie binnen de OV- en spoorsector voordelen boven ieder zijn eigen contract? Maak hierbij clusteringen naar Bus, Tram, Metro (BTM), Spoorpersonen- en spoorgoederenvervoer.
- Hoe groot is het potentieel voor eigen opwek op het terrein van vervoerders?
- Breng de kansen en belemmeringen in beeld.
- Kom met een gedragen advies, gebruik makend van al eerder in de projectgroep verzamelde kennis en inzichten.
- Geef aanbevelingen hoe vervoerders en overheid dit kunnen oppakken, met name

aandacht voor de rol die overheden, netwerkbeheerders en energiebedrijven willen/kunnen/moeten gaan invullen.

Dit conceptrapport is opgesteld op basis van (video)besprekken met:

- Spencer Milburn en Bart Kraayenvanger, Connexion
- Ted Luiten, ProRail
- Thijs van de Grift, Eneco
- Paul Broos, ElaadNL
- Caroline van Loenen, Keolis
- Han van der Wal, Han2BV (en ten tijde van interview werkzaam voor Keolis)
- Wim Dijkstra, provincie Overijssel
- Theo Konijnendijk, RET
- Talitha Koek, GVB
- Sanne van Breukelen, VRA en DOVA
- Rob Dado/Erik Schepens, Liander
- Henk Kruizinga, Gert Naber, André Veenendaal, Arriva
- Katja Pilzecker, DB Cargo
- Bram van den Beukel, HTM
- Wouter Langendoen, NVDE
- Cees Steendijk, Strukton
- Maarten Post, provincie Noord-Brabant
- Tom Selten, Esmee Ruiter, Lightyear
- Mea Westerbeek, Daiane Piva, NS

Van de gesprekken zijn verslagen gemaakt en deze zijn toegestuurd ter controle; de gecontroleerde versies waren uitgangspunt voor de verwerking in het rapport tenzij geen reactie kwam op het verslag. Alle teksten zijn voor de verantwoording van de auteur.

In dit stadium is zoveel mogelijk informatie uit de gesprekken verwerkt. Daardoor is het een breedvoerig (concept)-rapport geworden. Afhankelijk van de discussie in de werkgroep en keuzes over eventuele vervolgacties kan een (of meer) kortere samenvattende tekst(en) afgeleid worden over deelonderwerpen.

Hoofdstuk 2 gaat in op de (verwachte) energievraag van het OV en spoor, het (verwachte) aanbod van hernieuwbare energie, de toenemende onbalans tussen vraag en aanbod, en de rollen van energiepartijen bij het bewaken van de balans. Er wordt ingezoomd op het vraagstuk van

uurmatching in relatie tot de energiegebruiksprofielen van het OV. Ook wordt aandacht gegeven aan een aantal mechanismen met betrekking tot hernieuwbare energie, namelijk Garanties van Oorsprong, Power Purchase Agreements, en Hernieuwbare Brandstof Eenheden. Tenslotte wordt op hoofdlijnen ingegaan op de betekenis van waterstof als alternatief voor elektriciteit in OV en spoor.

Hoofdstuk 3 geeft een overzicht van de huidige energielevering, contracten en initiatieven met betrekking tot energievoorziening aan OV en spoor. Dit gebeurt in drie blokken: spoorpersonenvervoer, spoorgoederenvervoer, en bus-tram-metro. De nadruk ligt op de elektrische energievoorziening, maar ook waterstof wordt

behandeld. Een aparte paragraaf is gewijd aan eigen/lokale opwek door sectorpartijen.

Hoofdstuk 4 gaat in op de rolverdeling en taakopvatting van de verschillende partijen als het gaat om de energievoorziening voor OV en spoor. Dit wordt gevolgd door een aantal voorstellen hoe deze energievoorziening verder verduurzaamd kan worden, 1) door middel van collectieve energiecontracten met aandacht voor additionele hernieuwbare opwek, verbetering van uurmatching en gezamenlijke netbalancing; en 2) door middel van lokale opwek gekoppeld aan OV en spoorassets met behulp van een kanskaart die initiatieven uit RES, NAL en OV verbindt.

Hoofdstuk 5 bevat conclusies en aanbevelingen. De lezer met weinig tijd kan zich in eerste instantie hiertoe beperken.

Tenslotte volgen enkele bijlagen.

2. Energievraag en aanbod hernieuwbaar

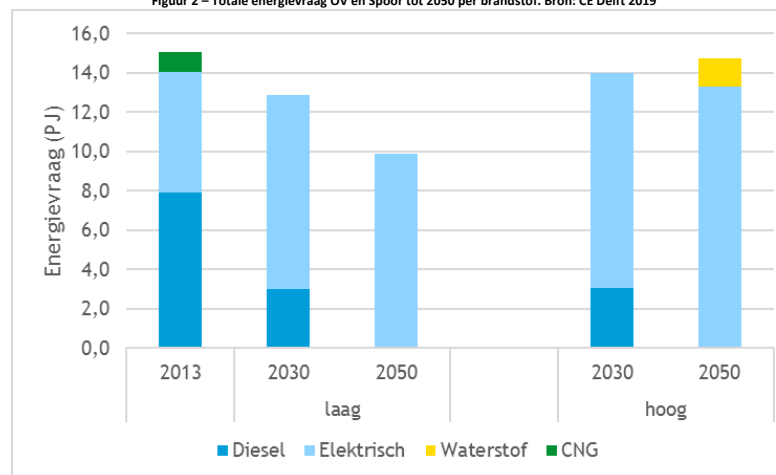
2.1 Energievraag OV en spoor

Dit onderzoek richt zich op de energievoorziening voor het personen- en goederenvervoer over het spoor en overig openbaar vervoer. Dit betreft de energie die nodig is voor het laten rijden van voertuigen en het functioneren van de infrastructuur en stations. De focus ligt op elektriciteit en waterstof. Momenteel maakt diesel en gas nog de helft uit van de totale energievraag in het OV en spoor. Dit betreft voornamelijk de vraag in het busvervoer, maar ook in het regionaal railvervoer en het goederenvervoer (nog zo'n 25% van het spoornet in Nederland heeft geen bovenleiding).

Als aanvulling op de Roadmap voor PDOVS heeft CE Delft in 2019 de ontwikkeling van de energievraag voor OV en spoor tot 2050

onderzocht.⁴ Deze vraag hangt samen met drie zaken: de groei van het vervoer per OV en spoor, de verwachte ontwikkeling van de energie-efficiency en de transitie naar zero-emissie voertuigen. Figuur 2 laat de ontwikkeling van de energievraag voor OV en Spoor zien tot 2050 in een hoog en een laag scenario, en vergeleken met de energievraag in 2013.⁵ In beide scenario's is sprake van een grote verschuiving van diesel en gas naar elektriciteit en waterstof, zodanig dat in het hoge scenario de elektriciteitsvraag, ondanks efficiencyverbeteringen, verdubbelt van 6 PJ vandaag naar 12 PJ in 2050 (figuur 3). Deze groei zit met name bij bussen.⁶ Daarnaast is er een additionele elektriciteitsvraag voor de opwekking van waterstof door water-elektrolyse. 6PJ is omstreeks 1,5% van het huidige Nederlandse elektriciteitsgebruik.

Figuur 2 – Totale energievraag OV en Spoor tot 2050 per brandstof. Bron: CE Delft 2019

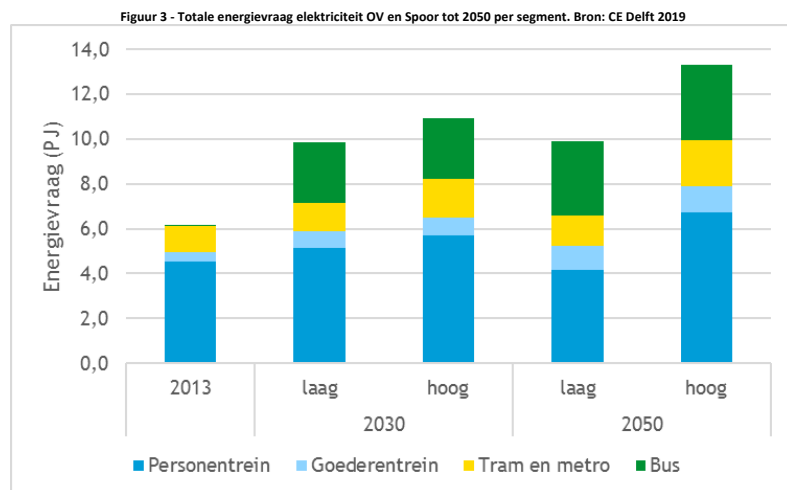


⁴ CE Delft, Energievraag en -aanbod OV- en Spoorsector tot 2050, december 2019.

⁵ In het hoge scenario is gerekend met een relatief hoge reizigersgroei, lage energie-efficiency en een hoger aandeel waterstof. In het lage scenario is een lagere reizigersgroei aangenomen, een hogere energie-

efficiency door energiebesparingsmaatregelen en een hogere benuttingsgraad.

⁶ Elektrische bussen hadden vaak nog verwarming op diesel of HVO om de batterij te sparen maar ook de verwarming wordt steeds vaker elektrisch.



2.2 Aanbod hernieuwbaar en onbalans

De ambitie uit het Klimaatakkoord voor hernieuwbare elektriciteitsopwekking in 2030 is om 49 TWh (176 PJ) op te wekken uit wind op zee en 35 TWh (126 PJ) met een combinatie van wind op land en zon-pv groter dan 15 kW. Het totaal is 84 TWh (302 PJ), en dat is 75% van de verwachte elektriciteitsproductie in 2030. Dit is exclusief nieuwe vraag door extra elektrificatie; deze groei moet hernieuwbaar worden ingevuld zodat het percentage hernieuwbaar verder stijgt.

Deze toename van het aanbod betekent dat er ook voor OV en spoor waarschijnlijk voldoende aanbod zal zijn om de duurzame doelstellingen te bereiken. Wel is er sprake van knelpunten bij de netinpassing en het maatschappelijk draagvlak voor hernieuwbare energie. Er is ook behoefte aan meer geschikte locaties voor hernieuwbare energieopwekking. Hier kan de OV-sector aan bijdragen door gronden en daken ter beschikking te stellen.

Balans op het net

Om het elektriciteitsnet te laten functioneren moeten vraag en aanbod op het (landelijke en regionale transport- en distributie-) net in

balans blijven zodat de netfrequentie stabiel blijft en er nergens en nooit een overschot of tekort aan vermogen ontstaat dat zo groot wordt dat het plaatselijke net het niet meer kan aan- of afvoeren. Traditioneel kan aanbod de vraag volgen door snel op- of afschakelen van vermogen aan de aanbodkant, aanvullend op vermogen met een lange responstijd dat voorziet in de basislast (de ondergrens in het continue stroomgebruik). Dit verandert nu er steeds meer energie met wind en zon wordt opgewekt in plaats van conventionele centrales: de schommelingen in het aanbod nemen sterk toe. Wind en zon vullen elkaar maar deels aan. Er is veel meer opgesteld vermogen nodig vanwege de lagere beschikbaarheid. Ook de vraagkant verandert omdat er in steeds meer sectoren elektrificatie plaatsvindt, waaronder het wegvervoer.

Het energiesysteem verandert zo van een centraal model (met centrales die produceren waar op dat moment vraag naar is) naar een systeem met talloze decentrale bronnen. Steeds meer decentraal opgewekte energie wordt door de opwekker zelf of in diens directe omgeving gebruikt. Verder vindt een grootschalige elektrificatie in verkeer en industrie plaats. Dit betekent dat de behoefte

toeneemt naar flexibiliteit van het energiesysteem. De illustratieve profielen in figuur 4 laten zien dat de elektriciteitsproductie en de -vraag in 2030 sterk uiteen gaan lopen.⁷

Wanneer het aandeel in de elektriciteitsproductie van wind- en zonvermogen groeit naar meer dan 70%, kunnen er grote prijschommelingen ontstaan tussen goedkope uren (als het waait en de zon schijnt) en dure uren (als dit niet het geval is). Dit kan een risico vormen voor de OV-sector die een lage flexibiliteit in energiegebruik in het primaire proces kent: de voertuigen moeten immers vooral volgens dienstregeling blijven rijden. Voor een deel van de operaties (zoals bijvoorbeeld het voorverwarmen van treinen en verwarmen van wissels) is vraagsturing wel een optie.

Het opgestelde vermogen moet fors groeien omdat de jaarproductie van windturbines slechts 4.000 uur is en van zonne-energie 1.000 uur.

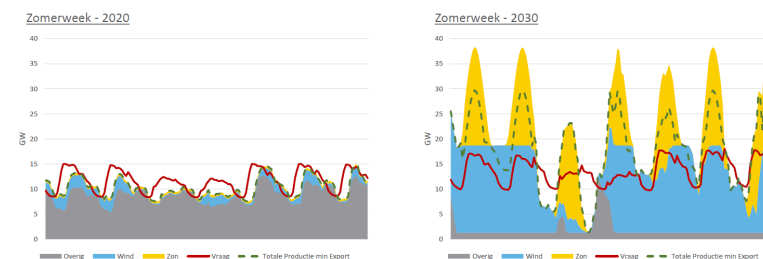
Afstemmen van de elektriciteitsvraag op het elektriciteitsaanbod door vraagverschuiving (in de tijd) of opslag wordt daarom belangrijk. Het OV kan hieraan bijdragen door het opladen te verschuiven naar momenten van overschot (dat kan nachtladen van batterijbussen betekenen en/of overdag laden uit op momenten van overschot geladen stationaire batterijopslag) of door waterstof te gebruiken. De verschuiving van overdag laden

naar laden op momenten van overschot wordt steeds beter mogelijk doordat de capaciteit van batterijen toeneemt. De toepassing van grotere batterijen in bussen vermindert de vraag naar snellaadpunten onderweg. Dit maakt tevens de complexe inpassing van snellaadpunten in binnensteden en op OV-stations minder noodzakelijk. De inpassing van stationaire batterijopslag om bussen mee te laden vergt voorlopig echter ook nog veel ruimte. Ook de toepassing van waterstof vermindert de noodzaak voor uitbreiding van netten en snellaadpunten.

Rolverdeling energiepartijen

Voor een goed werkende energiemarkt is een rolverdeling ingevoerd tussen energiepartijen. De **netbeheerders** zorgen voor voldoende transportcapaciteit en balans tussen aanbod en vraag, waarbij ze aan de markt overlaten hoe het vermogen wordt geproduceerd. **Energieproducenten** concurreren met elkaar om energie te leveren aan energieleveranciers; sommige bedrijven zijn zowel producent als leverancier. **Energieleveranciers** kopen elektriciteit in van verschillende bronnen en leveren dit aan afnemers, zodanig dat wordt voorzien in het gebruiksprofiel van de afnemer. Tenslotte zijn er de **programmaveerantwoordelijken**.

Figuur 4 – Illustratieve profielen productie en energievraag 2020 en 2030. Bron: Netbeheer Nederland 2020



⁷ Profiel van elektriciteitsproductie en -vraag in Nederland gedurende een zomerweek in 2020 en 2030, gebaseerd op het scenario Ontwerp Klimaatakkoord uit

het Energietransitiemodel van Quintel. Overgenomen uit Netbeheer Nederland, *Position Paper voor het Rondetafelgesprek over Netcapaciteit*, 25 november 2019.

Deze rol wordt veelal ingevuld door energieleveranciers maar kleinere besteden dit vaak uit. Zij moeten per dag aan TenneT opgeven hoeveel elektriciteit zij de volgende dag denken te leveren. Hoe beter de inschatting, hoe gunstiger men kan inkopen op de goedkopere lange-termijnmarkt en hoe minder men moet bijkopen of verkopen op de korte-termijnmarkt, waar prijzen sterk kunnen verschillen. Partijen die handelen in energie maken gebruik van deze prijsverschillen.

Programmaverantwoordelijkheid gaat alleen over nationale balanshandhaving, niet over lokale netcongestie. Daar ligt ook een belangenverschil: Tennet is gebaat bij een sluitende landelijke systeembalans; de regionale netbeheerders bij het voorkomen van lokale netcongestie.

Om met de nieuwe werkelijkheid van grillig vermogen om te gaan wordt een smart grid ontwikkeld: slimme technologieën (data-gedreven) en variabele stroomtarieven kunnen bijdragen aan het afvlakken van schommelingen in de vraag, en opslagtechnieken kunnen door buffering overschotten en tekorten op het elektriciteitsnet verwerken. De netbeheerders hebben een wettelijke aansluitverplichting voor producenten en afnemers, maar kunnen op dit moment in delen van het land niet garanderen dat er ook voldoende transportcapaciteit op het distributienet is. Als klanten voor de zekerheid alvast extra capaciteit reserveren maar op korte termijn niet gebruiken, draagt dit toch bij aan de congestie (administratief).

Capaciteitsgebrek kan worden aangepakt door capaciteitsvergroting of verschillende oplossingen voor meer ruimte op het elektriciteitsnet, zoals slim laden van elektrische mobiliteit, verhandelen van capaciteitsbenutting via de “flexmarkt”, zonneparken op afstand uitzetten, en congestie-management.⁸

De netbeheerders werken volgens hun wettelijke taak aan uitbreiding van hun

netwerken, maar capaciteitsvergroting is duur (voor de netbeheerder) en kan lang duren (voor de klant: een onderstation plaatsen kan 10 jaar duren - 8 jaar procedure, 2 jaar bouw). De komende 10 jaar investeren de netbeheerders volgens een inventarisatie van de ACM zo’n €40 miljard om het Nederlandse elektriciteitsnet te verdubbelen.⁹

Als er een knelpunt is moeten eerst alle betrokkenen worden geïnformeerd dat de capaciteit wordt bevroren en dat men niet meer kan groeien. Daarna kan pas congestie-management worden gedaan, waarbij de beschikbare capaciteit wordt herverdeeld over de betrokken producenten en grootverbruikers (kleinverbruikers worden ontzien). Dit gebeurt op basis van marktwerking (flexmarkt): als het stroomaanbod of de stroomvraag groter is dan het netwerk in een bepaald gebied aankan, doet de netbeheerder een oproep aan aangesloten partijen om meer of minder elektriciteit te gebruiken of in te voeren. Grootverbruikers geven vervolgens aan tegen welke prijs zij willen op- of afregelen. Volgordelijk moet eerst congestie-management worden ingezet, als het niet lukt om daar invulling aan te geven is een transportbeperking mogelijk. Er is een lijst met voorzieningen die voorrang krijgen maar daar staat vervoer niet op.

2.3 Energiegebruiksprofielen OV en uurmatching

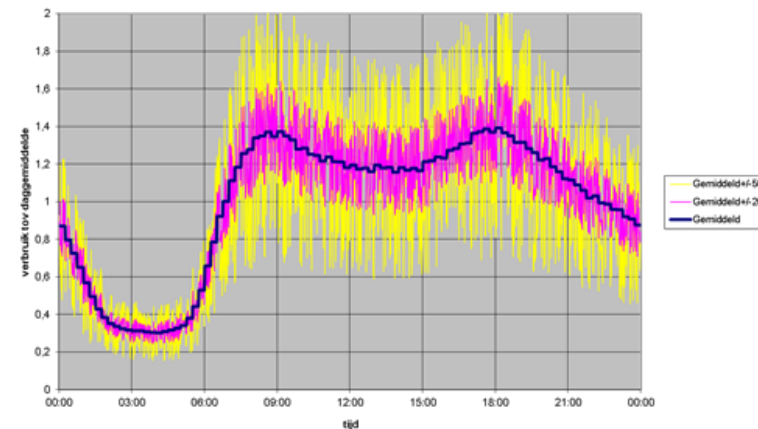
Het energiegebruiksprofiel in de OV-sector is stabiel dankzij dienstregelingen. Daardoor kan de gecontracteerde leverancier goed voldoen aan zijn plicht als Programmaverantwoordelijke om opgave te doen aan de netbeheerder van elektriciteitsvraag en -aanbod. Voor goederenvervoer geldt dit minder maar dit is een fractie van het totale volume elektriciteit.

⁹ <https://www.netbeheernederland.nl/nieuws/netbeheerders-verhogen-investeringen-naar-recordhoogte-1396>

⁸ Liander bevordert slim aansluiten en daaraan gerelateerde mogelijkheden op haar website: <https://www.liander.nl/grootzakelijk/aansluitingen/capaciteit-stroomnet/oplossingen/?ref=20459>

Figuur 5: Energiegebruiksprofiel VIVENS. Bron: VIVENS 2019.

Onbekend hoe groot variatie binnen kwartier



Het energiegebruiksprofiel van VIVENS heeft de vorm van een kamelenbult: een piekvraag in de ochtendspits, een piekvraag in de avondspsits en een diep dal in de nacht (zie figuur 5). Het leveringsprofiel van de wind-energie door Eneco en de afname door VIVENS lopen niet gelijk. Op jaarbasis wordt evenveel groene energie ingekocht als dat door de treinen wordt gebruikt. Op uurbasis moeten er voor ca. 40% van de uren nog andere bronnen worden bijgeschakeld (door Eneco of een partner van Eneco). Omdat dit deels fossiele bronnen zijn is dit uit het oogpunt van energietransitie niet wenselijk. Het kan ook een mikpunt van kritiek zijn: “NS zegt wel dat ze 100% op wind rijden, maar hoe zit dat dan op windstille dagen, wordt dan kolenstroom bijgeschakeld.

Met Garanties van Oorsprong (GvO's, zie §2.4) wordt een “jaarmatching” verzorgd, de wens is nu om de “uurmatching” te vergroten. Mogelijkheden om dit te bereiken zijn:

- **Aanbodkant:** Combineren van wind- en zonne-energie in een contract. Deze hebben redelijk aanvullende

leveringsprofielen. Daarbij ook kijken naar optimale spreiding qua geografische ligging van opwek, bijvoorbeeld wind vanaf verschillende plekken in Europe combineren in een contract. Het waait meestal niet op alle plekken evenveel. Dan is gebrekkige interconnectie tussen nationale energienetten echter een probleem. Mogelijk zijn daarom meerdere leveranciers nodig om te komen tot 100% matching.¹⁰ Ook kunnen aanvullende hernieuwbare bronnen anders dan wind en zon worden toegepast (waarbij discussiepunt is welke bronnen als duurzaam gelden, bio-energie bijvoorbeeld?)

- **Vraagkant:** Er zijn beperkte mogelijkheden om bij treinen afnamepieken weg te nemen door vraagzijdemanagement, bijvoorbeeld de wisselverwarming later aandoen. NS heeft dergelijke maatregelen samen met ProRail bekeken. Er kan worden geleerd van ervaringen in Zwitserland. Een optie is combineren met andere afnemers met een aanvullend

¹⁰ Idealiter lost Europese interconnectie veel onbalans op omdat dan zonne-energie van zuid naar noord en windenergie van noord naar zuid kan worden verdeeld.

Zo lang is het echter nog lang niet, de Europese landen zijn onderling matig verbonden.

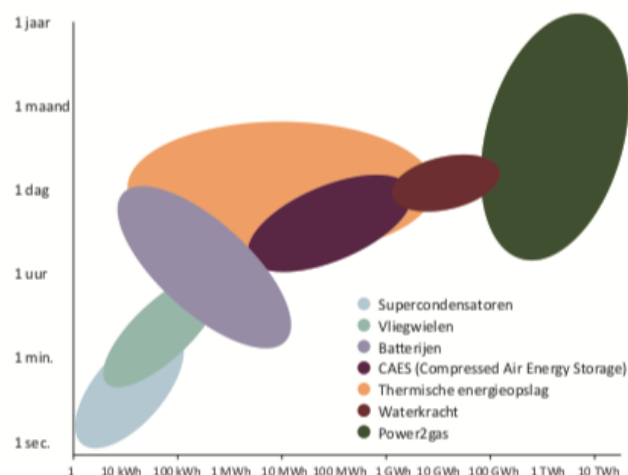
gebruiksprofiel (gebruik juist op momenten van mismatch op het spoor, of de mogelijkheid om gebruik te verschuiven naar zulke momenten). Daarbij kan men ook kijken naar import vanuit omringende landen, in combinatie met inkoop van interconnectie-capaciteit. Volgens Eneco, die hiernaar heeft gezocht, zijn dergelijke aanvullende afnemers echter nauwelijks te vinden; als ze er al zijn, zijn ze niet eenvoudig te contracteren, en als dat al zou kunnen blijft de onvoorspelbaarheid van wind en zon een spelbreker. Het slim opladen van de groeiende vloot elektrische bussen biedt echter nieuwe mogelijkheden.

- *Opslag* van overtollige hernieuwbare energie in daluren en levering bij piekvraag (opslag in Nederland zoals in de vorm van waterstof voor stuurbare, flexibele elektriciteitscentrales of een buitenlands stuwmeer dat met hernieuwbare energie¹¹ wordt volgepompt).

Hoe groter het contractvolume hernieuwbare energie, hoe groter qua volume ook de mismatch zal zijn, en hoe groter de opgave om opslag te organiseren. Voor het VIVENS-contract is volgens Eneco een eerste inschatting dat je een opslagmedium met 55 GWh opgesteld vermogen nodig hebt. Bepalend voor de keuze is zowel de capaciteit van de opslag als de snelheid waarmee energie opgeslagen en afgegeven kan worden. De capaciteit dient een veelvoud te zijn van de per keer opgeslagen/afgegeven hoeveelheid.

Er zijn meerdere voorbeelden van grootschalige opslag met batterijen. Eneco doet in Noord-Duitsland ervaring op met het batterijpark EnspireME (10.000 lithium-batterijen, >50 MWh, 48 MW) dat wordt ingezet om reservecapaciteit te bieden als back-up voor windparken. Vattenfall doet vergelijkbare ervaring op met batterijpakketten bij windmolens.

Figuur 6: Overzicht van opslagtechnologieën, hun capaciteit en opslagduur. Bron: FME 2017.



¹¹ Dus niet met fossiele energie op kernenergie, in zulke gevallen mag waterkracht eigenlijk niet groen heten.

Ook andere partijen dan energieleveranciers zien kansen: zo onderzoekt KPN met diverse bedrijven in de energiesector hoe de honderden back-up batterijen in telefooncentrales ingezet kunnen worden bij een tekort of overschot van groene energie.

55 GWh is een factor duizend groter dan het voorbeeld EnspireME. Hiervoor zijn andere oplossingen nodig, zoals opslag met waterkrachtcentrales of chemische conversie naar waterstof, ammoniak of methaan (power2gas), of nog andere opties (zie figuur 6).¹² Deze opslagtechnieken moeten dan ook weer snel omgezet kunnen worden in elektriciteit, of afgeschakeld als het conversie betreft, om een rol te kunnen spelen bij uurmatching.

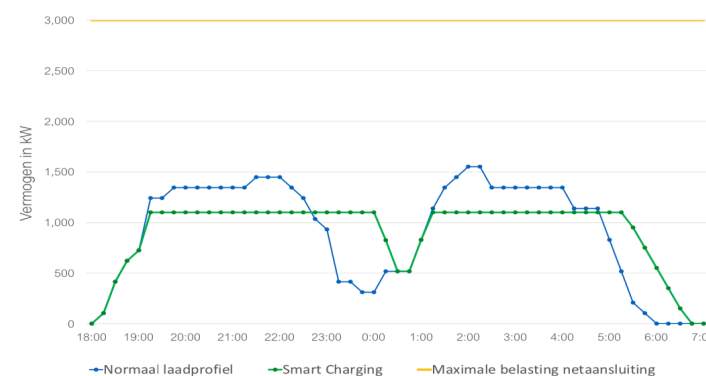
Een voorbeeld van balanceren van dalen en pieken in de productie van offshore wind is de demonstratie bij het toekomstige windpark Hollandse Kust (noord) van technieken die in de toekomst grootschalig gebruikt kunnen worden: een drijvend zonnepark; accu-opslag

voor de korte termijn; turbines die optimaal zijn afgestemd op elkaar om de onderlinge negatieve 'windschaduw'-effecten te beperken; groene waterstof gemaakt door elektrolyse als een andere opslagtechniek en de combinatie van deze individuele maatregelen tezamen om een continue stroomvoorziening te garanderen, ongeacht de windsituatie.¹³

Het energiegebruiksprofiel van tram en metro is vergelijkbaar met spoorvervoer: ook trams, metro's en bussen rijden van 's ochtends vroeg tot 's avonds laat, met hogere frequentie in de spits. Gebruiksprofielen van elektrische busvloten zien er daarentegen heel anders uit. Bij batterijbussen die 's nachts opladen is er een grote energievraag in de nachtelijke uren (zie voorbeeld in figuur 7).¹⁴ Bij batterijbussen die overdag snelladen (opportunity laden) zijn er juist overdag grote piekvragen van wel 10x de gemiddelde vraag.

Figuur 7: Laadprofiel scenario 60 BEV-bussen. Bron: ElaadNL 2019.

Laadprofiel scenario 60 BEV-bussen



¹² https://www.deingenieur.nl/uploads/media/59e74e9e54310/FME-Visiedocument-Energieopslag-2017_Web.pdf

¹³ <https://www.fme.nl/system/files/publicaties/ESNL%20NAPEOC%202019%20web.pdf>

¹⁴ Consortium Crosswind van Shell en Eneco; windpark van 759 MW met opbrengst 3,3 TWh per jaar met ingang van 2023.

<https://www.shell.nl/media/persberichten/2020-media-releases/crosswind-wint-aanbesteding-windpark-hollandse-kust-noord.html>

¹⁴ https://www.elaad.nl/uploads/files/initiatiefnemers/ElaadNL_Outlook_E-bussen.pdf De figuur laat ook zien dat smart charging kan worden toegepast om de vermogenspiek te verlagen met 30%.

2.4 GvO's, PPA's, eigen opwek, HBE's

Garanties van oorsprong

De gangbare manier om groene stroom in te kopen is door een contract te sluiten waarbij men hernieuwbare elektriciteit inkoop op basis van garanties van oorsprong (GvO's). Een GvO is een bewijs dat er ergens een bepaalde hoeveelheid hernieuwbare elektriciteit is geproduceerd. Dit bewijs wordt eenmalig uitgegeven om dubbeltelling en dubbele betaling te voorkomen. Wie een groene-stroom-contract afsluit krijgt "gewone" stroom geleverd met daarbij het bewijs van groene-stroomproductie. GvO's worden op jaarbasis uitgegeven: ze leggen geen koppeling tussen de gelijktijdige beschikbaarheid van zon- en/of windstroom en de afname ervan. Men kan ook een leveringscontract voor grijze stroom afsluiten bij een leverancier en afzonderlijk GvO's inkopen om de grijze stroom hiermee te vergroenen.

Voor uitgifte¹⁵ van GvO's komen verschillende hernieuwbare bronnen in aanmerking. Aanvankelijk waren GvO's van bijvoorbeeld Noorse waterkrachtcentrales populair, ook bij Nederlandse OV-partijen. De inkoop van deze GvO's draagt echter niet bij aan het opbouwen van Nederlandse opwekcapaciteit voor hernieuwbare energie. Daarom wordt tegenwoordig bij aanbestedingen vaak additionele opwek in Nederland uitgevraagd. De prijzen van GvO's lopen uiteen van dubbeltjes voor volop voorradige Noorse waterkracht-GvO's tot €7-10 voor schaarse GvO's van Nederlandse wind (in 2018, inmiddels lager).

Natuur & Milieu, Consumentenbond, Greenpeace en WISE hebben een methodiek ontwikkeld voor *ranking* van de duurzaamheid van verschillende soorten groene stroom.¹⁶ In hun methodologie wordt gekeken welke effecten de bronnen en technieken op het milieu hebben, zoals CO₂-uitstoot, emissies van fijnstof, stikstofoxiden en andere schadelijke

stoffen, radioactief afval, impact op ecosystemen en biodiversiteit, en uitputting van grondstoffen. Zon en wind, kleinschalige waterkracht en "overige hernieuwbaar" zoals getijdencentrales behalen de hoogste score. Biomassa scoort lager maar met een flinke spreiding afhankelijk van gebruikte techniek, herkomst en duurzaamheidscertificatie. Biomassa kan daarom beter en slechter uit de bus komen dan afvalverbranding en met aardgas.

Power Purchase Agreements

De inkoop van geproduceerde stroom en GvO's wordt vastgelegd in een Power Purchase Agreement. Een PPA omvat alle voorwaarden voor deze overeenkomst, zoals de hoeveelheid te leveren elektriciteit, de onderhandelde prijs, wie welke risico's draagt, de vereiste boekhouding en de boetes indien het contract niet nageleefd wordt.¹⁷ Doorgaans is een PPA een overeenkomst van lange duur, zoals tien of vijftien jaar. Ze neemt daarbij het risico op schommelingen op de elektriciteitsmarkten (gedeeltelijk) weg. De energieproducent heeft een dergelijke overeenkomst nodig voor zijn financiering. Er zijn diverse soorten PPA's, zoals corporate PPA's (tussen afnemer en producent) en merchant PPA's (tussen energiehandelaar en producent). Corporate PPA's (oftewel C-PPA's) zijn internationaal sterk in opkomst, en ook in Nederland zijn er meerdere voorbeelden, waaronder de VIVENS- en CIEBR-contracten. Het beëindigen van feed-in-tariffs en subsidieregelingen draagt bij aan deze populariteit.

Motivaties voor het aangaan van PPA's zijn voor de afnemers:

- Zekerstellen van hernieuwbare elektriciteitslevering voor lange termijn
- Betere prijsstelling (electriciteit & Garanties van Oorsprong)
- Additionaliteit (nieuwe assets)

content/uploads/2019/11/Definitief-rapport-stroomranking-2019.pdf

¹⁷ <https://www.hieropgewekt.nl/kennisdossiers/wat-sprek-je-af-in-een-power-purchase-agreement>

Implicaties zijn:

- Langere looptijd van contracten
- Inhuren van een Balancing Services Party (Programmaverantwoordelijke)
- Meervoudige contracten (inkoop energie en Programmaverantwoordelijkheid)

Bij een PPA moet een Programma-verantwoordelijke (PV) worden ingeschakeld. Elke elektriciteitsleverancier moet een PV hebben (of zelf zijn). Deze koopt energie in op de groothandelsmarkt namens de energieleveranciers en meldt dagelijks aan TenneT hoeveel energie zij de volgende dag denken te gaan afnemen. De leverancier koopt zo nauwkeurig mogelijk elektriciteit in bij producenten, meestal op de lange-termijnbeurs Endex. Het verschil in verwacht verbruik en ingekocht volume voor een dag wordt door de PV ingekocht (bij een tekort) of verkocht (bij een overschot) op de korte-termijnbeurs APX. Omdat de prijzen op de APX behoorlijk fluctueren is het essentieel dat de leverancier zo nauwkeurig mogelijk inkoop. Anders ontstaat er onbalans, de veroorzaakte onbalans wordt door TenneT in rekening gebracht bij de PV.

Trend in PPA's

Vanwege de verwachte grote prijs-schommelingen wordt wel geopperd dat de contractvormen in de toekomst mogelijk veranderen zodat de klant alleen hernieuwbare energie kan inkopen op basis van gelijktijdigheid van het aanbod en de daadwerkelijke vraag (uurmatching). Er zijn de eerste voorbeelden van energiecontracten gebaseerd op het afstemmen van de levering

¹⁸ <https://www.dnvg.com/article/2020-s-hot-topics-in-renewable-energy-procurement-171046>

¹⁹ <https://www.duurzaambedrijfsleven.nl/change-energy/33087/greenchoice-altijd-groen>

²⁰ Eneco promoot het product nog niet openbaar, wel in een aantal tenders. Eneco wil eerst positieve praktische ervaring opdoen voordat er media-aandacht komt.

²¹ <https://www.vattenfall.se/foretag/miljo/24-7-matching> Vattenfall en Microsoft voeren een pilot uit, waarbij Vattenfall volledig hernieuwbare energie uit wind en waterkracht levert met uurmatching voor beide hoofdkantoren in Stockholm. Vraag en aanbod worden

van hernieuwbare energie op het 24/7 consumptiepatroon van de koper.¹⁸ Overeenkomsten zoals die tussen Microsoft en Vattenfall en tussen Daimler en Statkraft zijn gebaseerd op realtime balanceren van vraag en aanbod om in de volledige groene elektriciteitsbehoefte van de koper te voorzien. De details verschillen van contract tot contract, maar zijn afhankelijk van slimme combinaties van wind- en zonne-energie met een back-up voor deze variabele bronnen zoals waterkracht of energieopslag. Dergelijke "24/7 PPA's" voor het matchen van consumptie zouden ook een impuls kunnen geven aan opkomende technologieën voor energieopslag.

Meerdere energieleveranciers zijn actief met een contractvorm voor hernieuwbare energie met uurmatching: Greenchoice met "altijd groen",¹⁹ Eneco met "groen groeien",²⁰ Vattenfall met "24/7 Matching",²¹ en Statkraft in Duitsland.²² Het doel is om niet alleen op jaarbasis evenveel groene stroom op het net te brengen als dat er aan de klanten geleverd wordt, maar op elk moment van de dag, ook als het niet waait of de zon niet schijnt.

Royal Haskoning DHV en Vattenfall hebben recent een tienjarig corporate PPA gesloten op basis van windenergie uit windpark IJmuiden aangevuld met levering van andere groene stroom wanneer er onvoldoende windenergie is. Interessant is het groeiemodel in het contract: drie turbines van samen 7 MW wekken jaarlijks ongeveer 25 GWh op, hiervan is 4 GWh gereserveerd voor RHDHV, en de resterende 21 GWh zijn beschikbaar voor bedrijven en organisaties die zich willen aansluiten bij dit zg. Dutch Corporate PPA Collective.²³

afgestemd met intelligente energiemeters en een ICT-platform van Microsoft.

²² Daimler en Statkraft hebben een contract gesloten voor hernieuwbare energie met uurmatching voor alle Duitse vestigingen van Daimler, waarbij waterkracht fungeert als back-up voor wind- en zonne-energie. Energieleverancier Enovos is betrokken als de balancing service partner. De omvang van het contract is niet bekend gemaakt. <https://www.statkraft.com/newsroom/news-and-stories/archive/2020/daimler-agreement/> ²³ <https://www.royalhaskoningdhv.com/nl-nederland/nieuws/nieuwsberichten/lancering-dutch-corporate-ppa-collective/11066>

¹⁵ GvO's worden uitgegeven door CertiQ, www.certiq.nl

¹⁶ *Stroomranking 2019*, <https://www.natuurenmilieu.nl/wp->

Een tweede trend is dat bedrijven het gebruik van hernieuwbare energie vragen of eisen van hun ketenpartners (scope 3). Omdat het hierbij deels gaat om kleine bedrijven met weinig ervaring met PPA's en beperkte inkoopkracht wordt voorgesteld dat grote bedrijven hun ketenpartners ondersteunen en mogelijk meenemen in PPA's.

Een derde trend is discussie over grensoverschrijdende PPA's. Door verschillen in regelgeving tussen Europese landen is het nu moeilijk voor een leverancier in het ene land om een langetermijncontract te sluiten met een afnemer in een ander land. Er vindt echter discussie plaats tussen landen en op EU-niveau om regelgeving te harmoniseren en grensoverschrijdende PPA's mogelijk te maken.

Eigen opwek

Een alternatief voor energie-inkoop is eigen opwek, meestal met zonnepanelen. Met eigen opwek kan een OV-partij zijn inkoopvolume beperken en daarmee de energiekosten. Dan moet de opgewekte energie wel achter de meter gebruikt worden (stations, stallingen) of rechtstreeks aan tractienetten geleverd worden. Wordt aan het openbare net geleverd dan levert dit wel inkomsten op maar geen besparing op de energiekosten. Met eigen opwek kan SDE+-subsidie worden verkregen (en GvO's). In de SDE+-regeling geldt voor levering aan openbare netten een hoger subsidietarief (gegarandeerde inkomsten gedurende 15 jaar) dan voor niet-netlevering (eigen gebruik), omdat eigen gebruik al een groter financieel voordeel oplevert. Partijen in de OV en spoorsector moeten dus afwegen hoe ze de eigen opwek het best kunnen inzetten: voor eigen gebruik (niet-netlevering) of gebruik door derden zoals een lokale energiecoöperatie (netlevering).

Hernieuwbare brandstofeenheden

Bedrijven die elektriciteit leveren aan wegvoertuigen in Nederland kunnen de leveringen onder voorwaarden inboeken op

hun rekening in het Register Energie voor Vervoer (REV) bij de Nederlandse Emissieautoriteit (NEa). Zij ontvangen daarvoor Hernieuwbare Brandstofeenheden (HBE's) van de soort HBE Overig. Een HBE staat voor 1 gigajoule (GJ) hernieuwbare energie die is geleverd aan de Nederlandse vervoersmarkt. Leveranciers van benzine en diesel aan de vervoersmarkt kunnen hiermee voldoen aan hun jaarverplichting (percentage te leveren hernieuwbare energie) en aan hun reductieverplichting voor het kalenderjaar 2020. Rekeninghouders in het REV kunnen HBE's onderling verhandelen. Alleen bedrijven met een jaarverplichting, inboekers (zoals dus partijen die elektriciteit leveren aan wegvoertuigen) en andere houders van een accijnsgoederenplaats (AGP)-vergunning kunnen een rekening hebben in het REV.

Het aantal HBE Overig wordt berekend als: [omvang levering in kWh] * 0,0036 * [weegfactor 5 vanwege energie-efficiëntie van elektrisch rijden] * [forfait hernieuwbaar: aandeel hernieuwbare elektriciteit in Europese mix, is 30,8% in 2020].²⁴ Het maakt niet uit of het gaat om grijze of groene elektriciteit: er wordt gerekend met het aandeel groen in de Europese mix. Alleen elektriciteit die is geleverd via exclusief daarvoor bestemde aansluitingen van de bedrijven op het elektriciteitsnet telt mee. Als er op de aansluiting ook elektriciteit voor andere toepassingen wordt geleverd kan hier met het Codebesluit meerdere leveranciers op één aansluiting wel een oplossing voor worden gevonden. De gemeten hoeveelheid door het bemeterde leverpunt op het laadpunt is leidend bij het inboeken, niet de hoeveelheid op de inkoopmeter (laadverliezen worden dus niet meegeteld voor de HBE's).

HBE-prijzen zijn niet openbaar; de ordegrrootte is € 10 – € 15 per GJ. Dit vertaalt zich naar zo'n 6 cent per kWh,²⁵ betaald door een benzine/dieselleverancier aan de exploitant van een laadpunt, zoals een elektrische busvervoerder.

²⁵ Bron: NVDE.

De verkoop van een HBE brengt met zich mee dat de groenwaarde van hernieuwbare elektriciteit wordt overgedragen aan een leverancier van benzine/diesel. De voor de bussen gebruikte elektriciteit, volgens het REV voor 30,8% groen, wordt dan grijs. Het is nog onduidelijk of dit in het geval van een 100% hernieuwbare PPA betekent dat de bussen voor 69% (namelijk 100% minus het Europees gemiddelde) hernieuwbaar rijden. Het effect van het inboeken van de "elektrische HBE's" is wel dat de druk op leveranciers van benzine en diesel afneemt om binnen het eigen leveringsaanbod hun jaarverplichting te voldoen.

Het is geen optie om de groenwaarde van HBE's aan een vervoersautoriteit over te dragen. Het OV-bureau Groningen Drenthe schrijft voor dat: "De Concessiehouder draagt jaarlijks de claim op duurzaamheid en CO₂-reductie over aan het OV-bureau. Minimaal worden de eigendomsrechten op de relevante certificaten, garantie van oorsprong, hernieuwbare brandstofeenheden aantoonbaar overgedragen. De Concessiehouder garandeert dat de duurzaamheid en CO₂-reductie niet elders wordt geclaimd." De overheid is echter geen partij in de HBE-handel: zij heeft geen jaarverplichting, boekt niet in, en is geen AGP-vergunninghouder. Het doel van de HBE's is juist dat de duurzaamheid en CO₂-reductie elders kan worden geclaimd, namelijk door de bedrijven met jaarverplichting.

In het najaar houdt het ministerie van IenW een internetconsultatie voor de implementatie van RED2 (herziene Renewable Energy Directive). Er worden twee wijzigingen voorgesteld:

- Het aantal "elektrische HBE" wordt berekend met het aandeel groen in de Europese mix, dat wordt straks de nationale mix, dat is dus minder gunstig.
- Ook wil IenW de eis van additionaliteit stellen. In dat geval heeft niet alle aan laadpalen geleverde hernieuwbare energie HBE-waarde, maar alleen levering uit nieuwe productiecapaciteit. Dit zou

dan de mogelijkheid van 100% inboekbaarheid betekenen. De vraag is hoe dat er uit ziet. Moet dan voor elk nieuwe laadpunt een nieuwe windmolen/zonneveld in gebruik worden genomen? Een uitwerking kan ook zijn dat er PPA's moeten worden gesloten tussen opwek en afname bij laadpunten.

De genoemde wijzigingen bij RED2 worden niet op korte termijn verwacht (niet in de aankomende wetswijziging), omdat er nog een heel Europees proces nodig is. De komende jaren zal het inboeken op de huidige manier gaan. Wat al wel verandert: de Nederlandse mix wordt bepalend in plaats van de Europese, en de multiplier is nog niet bepaald.

Opwek op voertuigen

Een nieuwe, aanvullende optie om het energiegebruik van de sector te verduurzamen is PV op voertuigen. In Nederland is bijvoorbeeld NVDE-lid Lightyear hier mee bezig, niet alleen voor hun personenauto Lightyear One maar ook voor bussen en treinen. Zulke voertuigen hebben een aanzienlijk oppervlak dat kan worden bedekt met flexibele cellen en folies. Andere partijen hebben eerste ervaringen opgedaan met treinen in India, vrachtwagenopleggers in Engeland en sinds kort Nederland, en ook (diesel)-bussen. Flixbus en Kupers Touringcars passen flexibele zonnepanelen van leverancier TRAILAR toe op het dak van een lijnbus om alle elektronica aan boord van energie te voorzien. Dit bespaart 7% op het dieselgebruik. De Britse vervoerder Bluestar past dezelfde panelen toe op 18 bussen.²⁶

Lightyear bereidt een praktijkproef voor met zonnepanelen op elektrische bussen. De verwachte opbrengst in Nederland is genoeg om 5% van de kilometers van een bus op directe zonne-energie af te leggen; in zonnige zuidelijke landen is dit meer. Dit vertaalt zich in minder energie-inkoop, kortere laadtijd, minder benodigde batterijcapaciteit, lager

²⁴ <https://www.emissieautoriteit.nl/onderwerpen/inboek-en-ev/inboeken-hernieuwbare-energie/inboeken-elektriciteit>

²⁶ <https://www.sustainable-bus.com/coach/flixbus-places-solar-panels-on-buses-on-board-equipments-are-green-powered/>, <https://www.trailar.co.uk/post/go-ahead-buses-on-track-to-save-over-25-000-litres-of-diesel-this-year-with-our-solar-technology>

totaalvoertuiggewicht, langere levensduur van de batterijen, en betere Life Cycle Analysis-score van de bus. Of de investering direct uit besparingen kan worden terugverdiend moet worden vastgesteld, maar het is gunstig als de afgeleide voordelen meegeteld worden in een TCO. DSM gaat met Lightyear samenwerken om zonnedaken te ontwikkelen en commercialiseren.

2.5 Waterstof

Waterstof wordt in het Nederlandse OV en spoorvervoer nog weinig toegepast, maar de verwachting is wel dat dit groeit. De aandacht voor waterstof is sterk toegenomen, met name in het afgelopen jaar. Zowel overheden als industrie hebben grootschalige initiatieven afgekondigd die kunnen leiden tot de benodigde schaalgroottes waarbij de kosten van techniek en waterstof sterk zullen dalen. Het gaat om projecten in de industrie voor grootschalige waterelektrolyse en om projecten in het (zwaar) wegvervoer. De eerste groep kan zorgen voor sterke kostenreductie van duurzame waterstof-productie, de tweede groep kan zorgen voor grotere vraag naar brandstofcellen systemen waar vervolgens ook bussen en treinen van kunnen profiteren.

Waterstof kan in meer of mindere mate groen zijn. Waterstof uit elektrolyse is groen als de gebruikte stroom groen is, waterstof dat is gemaakt uit aardgas kan worden vergroend met groengascertificaten, en waterstof dat als bijproduct vrij komt uit chemische industrie kan ook als duurzaam worden beschouwd. Er is een Europees systeem voor waterstof-GvO's ontwikkeld.²⁷ Waterstof uit hernieuwbare bron komt ook in aanmerking voor HBE's.

De omzetting van hernieuwbare elektriciteit naar waterstof op een productielocatie, compressie van waterstof en van waterstof naar elektriciteit in een voertuig betekent extra processtappen met energieverlies. Volgens sommige *well-to-*

wheel analyses²⁸ is batterij-elektrisch 3 maal zuiniger dan waterstof met de techniek van vandaag, maar dit is afhankelijk van aannames. Het beeld wordt gunstiger als doorontwikkeling van elektrolyse en brandstofcel-techniek en energieverliezen bij grootschalige elektriciteitsopslag meegenomen worden (factor 2 en lager). Ook zou bij een complete *well-to-wheel* vergelijking het lage rendement moeten worden meegerekend van een aardgascentrale of kolencentrale die anders de flexibiliteit resp. basislast levert. In dat geval komen de *well-to-wheel* scores dicht bij elkaar uit, maar batterij-elektrisch blijft wel het meest energie-efficiënt.

Tegenover de hogere energieverliezen staat dat voor waterstof minder schaarse metalen nodig zijn dan voor batterijen, materialen waarvan de winning aanzienlijke milieuschade meebrengt en die moeilijk te recyclen zijn. Ook wordt voorzien dat bij grootschalige wind op zee en zonneparken en wind op land niet meer mogelijk is om alle energie via het elektriciteitsnet te transporteren en vervolgens op te slaan. Transport en opslag in de vorm van waterstof is dan aanvullend nodig om de capaciteit van de windparken maximaal te benutten.

In de afweging van vervoerders tussen de nul-emissie alternatieven is efficiency en duurzaamheid zeker een belangrijk onderdeel, maar niet het enige. Waterstof biedt operationele voordelen die voor bussen met name voortkomen uit de korte tanktijd, waardoor een lange inzetbaarheid per dag mogelijk is zonder noodzaak om meer materieel en daarmee samenhangend meer chauffeurs in te zetten. Voor treinen op waterstof is de inzet op niet-geëlektrificeerde lijnen interessant. Uiteindelijk is voor de gebruiker de *total cost of ownership* bepalend, waarin zowel efficiency als operationele aspecten, naast kosten van materieel en energie, hun weerslag vinden.

²⁸https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2018_11_2050_synthesis_report_transport_decarbonisation.pdf

²⁷ <https://www.certify.eu>. Stichting Natuur & Milieu heeft een Waterstofladder ontwikkeld om schaarse duurzame waterstof ook zo duurzaam mogelijk in te zetten.

3. Huidige energielevering, contracten, en initiatieven

3.1 Cijfers energie-inkoop 2018

Het volgende overzicht is een bewerking van de gegevensverzameling voor de CO₂-monitoring

OV en Spoor 2018 door Ricardo in opdracht van PDOVS. Vanwege afspraken die gemaakt zijn bij het inzamelen van data worden alleen subtotalen gegeven.

Tabel 1: Elektriciteitsinkoop 2018. Bron: CO₂ monitor OV en spoor 2020

kWh	Personentrein	Goederentrein	BTM	Stations	Spoorweginfra	Overhead	Totaal	
Totaal	1.326.969.703	158.740.241	316.589.556	112.490.259	76.654.237	82.555.133	2.073.999.129	
	64%	8%	15%	5%	4%	4%	100%	
Groen	1.326.969.703	118.584.520	315.964.556	112.490.259	76.654.237	75.036.854	2.025.700.129	98%
Grijs		40.155.721	625.000			7.518.279	48.299.000	2%

VIVENS + CIEBR: 1.485.709.944 (plus deel van stations/spoorweginfra ProRail)
Waarvan grijs 2,7%

Onder Overhead worden verschillende energiegebruiken gerapporteerd: Kantoren, Stations, Werkplaatsen, Wissels, Verbruik facilitaire gebouwen en kleinverbruik; Verbruik dienstauto's.
Spoorweginfra betreft: Wisselverwarming, treinbeveiliging, infra, VL-posten, spoor tunnels, ongevallenbestrijding.

3.2 Spoor: personenvervoer

3.2.1 Stroomvoorziening spoornet

ProRail beheert als onderdeel van de hoofdspoorweginfrastructuur een gesloten distributienet voor de energievoorziening van de treinen, het Tractie-Energie-Voorzieningsnet (TEV) voor het spoor. De bovenleiding krijgt de 1500 V gelijkstroom aangevoerd via ±250 onderstations die om de 3 tot 14 km op de trajecten staan.²⁹ In de onderstations wordt de hoog(wissel)spanning van het elektriciteitsnet omgevormd naar de gelijkstroom voor tractie. ProRail is een aanbesteding gestart om de komende 5 jaar de techniek in de helft van de onderstations te vervangen, verzwaren of uit te breiden om knelpunten in de capaciteit van de energievoorziening weg te nemen.³⁰ Dit gebeurt met bestaande technologie maar ook wordt gekeken naar innovaties, zoals bi-directionele onderstations. Er is nog geen formeel beleid om de installaties hier op te ontwerpen.

²⁹ Kaart Onderstations en schakelstations voor 1500V tractie-energievoorziening, <https://maps.ProRail.nl/portal/sharing/rest/content/ite/ms/0fabf779a2a049598d1bedaf23dc9c3b/data?token=>

De jaarlijkse energievraag voor treinen is 1,5 TWh (5,3 PJ) waarvan 1,3 TWh (4,6 PJ) voor NS. Het elektriciteitsgebruik voor railinfrastructuur en stations bedraagt 10% van de elektriciteitsvraag voor tractie.

ProRail mag wettelijk geen energiebronnen van derden aansluiten en ProRail-infra kan nu niet meerdere leveranciers op een afsluiting aan. ProRail is bezig om de voorwaarden te scheppen voor vrije leverancierskeuze, onder meer door te gaan verrekennen op grond van meters (in treinen en bij installaties).

De Nederlandse situatie met twee inkoopconsortia van vervoerders is bijzonder. In andere EU-landen wordt de energie-inkoop door de infrabeheerder gedaan en het verbruik wordt doorberekend aan de vervoerders.

3.2.2 Energie-inkoopcontract VIVENS

De spoorsector (personen- en goederenvervoer) heeft voor het hoofdniet een gezamenlijk inkoopcontract voor tractie-energie (elektriciteit) met Eneco, dat loopt tot

³⁰<https://www.spoorpro.nl/spoorbouw/2020/04/08/ProRail-zet-eerste-stap-in-uitbreiding-energievoorziening-tractie/?gdpr=accept>

eind 2024. De contractpartner is de coöperatie van spoorwegvervoerders VIVENS (Coöperatief Verenigd Inkoop en Verbruik van Energie op het Nederlandse Spoorwagennet).³¹ Naast inkoop is de taak van VIVENS ook om de kosten te verdelen. Er zijn raamcontracten gesloten voor elektriciteit (met Eneco) en diesel en leveringscontracten per afnemer (railvervoerders). Eneco levert aan VIVENS groene stroom op basis van GvO's van windenergie uit Nederlandse, Belgische, Zweedse en Finse windparken.³² Groene elektriciteit is niet voor elke afnemer verplicht maar 98% is groen (2018, zie tabel in §3.1); enkele goederenvervoerders hebben niet voor inkoop van GvO's gekozen en rijden met grijze stroom.

Het contract heeft betrekking op het hele spoornet behalve de Betuwelijn, waarvoor een apart inkoopcontract bestaat (zie §3.2). In beide gevallen gaat het om tractie-energie; ProRail koopt energie voor de railinfrastructuur volledig groen in (GvO's van Nederlandse wind).³³

Deelnemers in VIVENS zijn NS, ProRail,³⁴ de streekvervoerders Arriva, Connexxion en Keolis, Abellio Rail NRW, en goederenvervoerders als Kombi Rail Europe, DB Cargo, ERS Railways, HSL Logistiek, Rotterdam Rail Feeding en Ruhrthalbahn.³⁵ NS heeft een grote rol binnen het VIVENS-collectief, als grootste partij en als het om duurzaamheid gaat een sterk leidende rol. NS beschikt over een grote duurzaamheidsafdeling en is daarmee goed in staat een nieuwe duurzame visie te vormen, waar de andere partijen graag op meeliftten. De leden hebben allemaal evenveel stemrecht maar geen gelijke afname. Het betreft een raamcontract, daarbinnen sluiten de leden

aparte contracten. De contractvoorwaarden zijn voor alle leden gelijk. Binnen het contract kan elke vervoerder individueel zijn prijs vastklikken. De meeste contracten zijn met GvO's vergoed, enkele zijn grijs (zie §3.3.3).

De onderlinge verrekening gebeurt deels op basis van kentallen die door Ricardo worden opgesteld, en deels op basis van meetdata. Deze kentallen zijn gerelateerd aan traject en materieel. Verder betaalt elke vervoerder mee aan de energieverliezen van het net. De precieze omvang is onbekend maar blijkt aanzienlijk (een vervoerder schat deze op 12-12,5%).³⁶ ProRail doet nu onderzoek om de verliezen inzichtelijk te maken. Dit onderzoek is één van diverse maatregelen uit een enkele jaren geleden doorlopen mediation traject binnen VIVENS (goederenvervoerders, personenvervoerders, ProRail) over het aanpassen van kengetallen in de destijds bestaande verrekeningsystematiek en het doorberekenen van deze verliezen aan de vervoerders en ProRail. Ook betaalt elke vervoerder toeslagen voor o.a. verwarming.

De Europese Verordeningen 1301/2014 en 1302/2014 en de Uitvoeringsverordening 2018/868 maakten het ook voor Nederland noodzakelijk om een systeem in te richten, dat de verrekening van tractie-energie op basis van energiemeters faciliteert. VIVENS, CIEBR en ProRail hebben in 2018 een gemeenschappelijk project gestart om aan deze eis te voldoen en vanaf juli 2020 een systeem in Nederland te implementeren. De nieuwe afrekeningsystematiek op basis van meetdata moest onafhankelijk van personen- of goederenvervoer en de verschillende inkoopcoöperaties toepasbaar zijn. Dit maakte het noodzakelijk

dat beide coöperaties samen met ProRail een nieuwe IT-platform startten en de in beide coöperaties verschillende afrekeningsystematieken op een gezamenlijk systematiek aanpasten, ook als er bij verschillende leveranciers stroom wordt ingekocht.

VIVENS, CIEBR en ProRail hebben voor de implementatie van Exrex als overkoepelend systeem en IT-platform gekozen om het afrekenen op basis van meetdata te faciliteren. Exrex is van de European Partnership for Railway Energy Settlement Systems (ERESS).

Om de benodigde data over afgelegde trajecten van treinen per vervoerder aan Exrex te kunnen leveren, informatie die vanuit het systeem van de infrabeheerder moet komen, heeft ProRail een Energie Verzamel Applicatie ontwikkeld. Deze EVA verzamelt de door vervoerders aan te leveren informatie over hun materieel en verrijkt daarmee verkeersdata. ProRail als "settlement responsible" levert deze informatie aan Exrex (VIVENS en CIEBR). Exrex combineert dit met data van energiemeters in de treinen die door de vervoerders wordt aangeleverd. De combinatie van beide datasets wordt gebruikt voor verrekening van de energiekosten van gebruikte elektriciteit. De energiecoöperaties verrekenen op basis van deze data de kosten voor de afgenomen stroom aan de vervoerders. ProRail factureert de kosten voor EVA separaat aan de vervoerders via de dienst tractie-energievoorziening, onderdeel van het minimumtoegangspakket. Ook worden kosten voor het ter beschikking stellen van de bovenleiding voor de transport van stroom separaat van ProRail aan de vervoerders verrekend.

Door het gebruik van meetdata van de energiemeters in treinen worden de onzekerheden die voortkomen uit kentallen uitgefilterd. Er kan dan dus worden afgerekend op basis van data in plaats van kentallen; een vervoerder bestempelt dit als mijlpaal.

3.2.3 Facilitaire energie-inkoop

NS hanteert de trias energetica: 1) energie besparen, 2) eigen gronden en gebouwen inzetten voor duurzame opwek, 3) fossielvrij inkopen. De inkoop is al 100% duurzaam op

basis van GvO's. De intentie is om het aandeel uren dat er geen fossiele back-up elektriciteit nodig is om wind- en zonne-energie aan te vullen, terug te brengen. Met andere woorden, verhogen van de uurmatching. Hoe dit te doen, is een zoektocht. De eerste gelegenheid is het contract voor facilitaire energie.

NS en Prorail kopen samen facilitaire energie in. NS doet dan ook voor huurders op de stations en enkele andere partijen. Dit contract wordt in 2022 vernieuwd en de marktconsultatie voor de aanbesteding loopt najaar 2020. Het aandeel fossielvrij op uurbasis binnen de facilitaire energie-inkoop is nu niet bekend. Een eis stellen in het PvE is daarom niet mogelijk, eerst moet de nulsituatie vastgesteld worden.

Verkend wordt of in het contract een onderdeel ingebracht kan worden zodat samen met de leverancier bijvoorbeeld een concrete locatie fossielvrij kan worden gemaakt. Te vergelijken met de aanpak van RET (werkplaats Kleiweg, zie §3.4.1), maar NS wil zo mogelijk nog een stap verder gaan.

De lessen uit het facilitaire contract kunnen vervolgens worden benut bij de aanbesteding van het vervolg op het VIVENS-contract.

Voor het bereiken van fossielvrij zijn volgens NS smart grids met energieopslag nodig. Voor NS is daarbij vooral een rol weggelegd als het om de facilitaire energie gaat, voor tractie-energie is dat eerder Prorail.

3.2.4 Recuperatie remenergie regionale lijnen

Een belangrijk energietema voor de regionale spoorvervoerders is de terugwinning van remenergie. Keolis en Connexxion hebben state-of-the-art elektrische treinen (Stadler Flirt) gekocht die remenergie kunnen recupereren, maar ze kunnen de energie niet kwijt op de enkelspoor trajecten waar ze rijden. Als twee treinen in hetzelfde baanvak rijden kunnen ze remenergie overdragen, maar dat kan niet op enkelspoor (en sommige stukken dubbelspoor). De groeiende drukte op het spoor heeft uit oogpunt van energiegebruik voor- en nadelen: meer kans op overdracht van

³¹ <http://www.vivens.info/>

³² Overzicht van de betrokken windparken: <https://www.ns.nl/over-nieuw-duurzaamheid/klimaatneutraal/groene-energie-voor-trein-bus-en-station.html>

³³ Voor spoorwisselverwarming wordt gas gebruikt. Deze vraag wordt in stappen geheel vergoed met groengascertificaten. De contractpartij investeert in nieuwe groengasopwekking.

³⁴ Op sommige plekken neemt ProRail via het tractienet energie af voor facilitaire doeleinden.

³⁵ Volledige ledenlijst: <https://vivens.info/organisatie/leden/>

³⁶ De energieverliezen zijn minder bij 3kV, zodat een overstap naar 3kV in het belang van de energierekening van vervoerders is. Goederenloks kunnen al op 3kV vanwege hun inzetbaarheid in België, sommige typen kunnen zelfs 4 of 5 spanningsniveaus aan maar dat maakt ze wel duurder. De goederenvervoerders hebben in de afgelopen jaren in Mehrfrequenz-Lokomotiven geïnvesteerd om het aantal lokwisselingen op de internationale transportcorridors te beperken, zodat een locomotief bijv. vanaf Rotterdam naar Milaan kan doorrijden. Aanpassing van de reizigerstreinen aan 3kV is een grotere operatie.

remenergie tussen treinen, maar ook meer noodzaak tot sportief en minder zuinig rijden. De vervoerders hebben duurdere treinen aangeschaft maar kunnen deze niet optimaal inzetten, en de potentiële energiebesparing wordt dus niet behaald. De inschatting is dat optimale benutting van remenergie 30% energiebesparing oplevert afhankelijk van baanvak, rijgedrag etc. Als ProRail investeert in aanpassingen van onderstations kan het 40% worden, volgens een vervoerder. Het is de wens van streekvervoerders aan ProRail om hier meer op in te zetten vanwege een grote verduurzamingskans.

Arriva heeft voor de noordelijke lijnen Stadler Wink-treinen met supercaps besteld die remenergie kunnen benutten in de trein zelf, voldoende voor facilitair gebruik maar niet om de trein mee in beweging te krijgen. De Flirt-treinen achteraf uitrusten met batterij of supercap is duur en gaat ten koste van de zitplaatsen. Opslag naast het onderstation van door de remmende trein aan de bovenleiding geleverde energie is een andere manier om de remenergie te benutten. In de markt zijn technische oplossingen verkrijgbaar voor opslag naast het onderstation en dan levering van overschot aan omliggende gebruikers buiten het spoor (smart grid).

Concessieverleners moeten hier volgens de vervoerders ook beter over nadenken: de integratie/ match tussen materieel en infra wordt niet van tevoren gemaakt, en als gevolg draagt de vervoerder dan de aanpassingskosten, en krijgt een hogere energierekening dan nodig is. Er zit ook een veiligheidsaspect aan: bij recupereren kan geremd worden op de motor, maar als de energie niet weg kan moet je pneumatisch remmen, en dat is met name voor onervaren machinisten moeilijker.

ProRail, NS en NVDE hebben aan de tafel elektriciteit van het Klimaatakkoord voorgesteld om een innovatieproeftuin spoorsector te starten over realisatie van opslagcapaciteit rond het spoor, en inzet van bestaande en nieuwe capaciteit voor

elektriciteitstransport. Dit heeft destijds geen vervolg gekregen door technische en wettelijke belemmeringen.

3.2.5 Elektrificatie van diesellijnen, waaronder waterstof

Een kwart van de spoorlijnen in Nederland, veelal enkelspoor, is niet geëlektrificeerd. Deze lijnen worden bediend met dieseltreinen. Er zijn al veel studies uitgevoerd naar mogelijkheden om deze lijnen te elektrificeren met onderstations en bovenleiding, of partieel elektrisch (batterijtrein) of met waterstof. Er is veel reken- en tekentafelkennis, maar er is weinig getest.

In Duitsland zijn tientallen waterstof-treinen in bestelling voor inzet op regionale lijnen zonder bovenleiding. In Bremervörde wordt het eerste vaste tankstation gebouwd dat 14 treinen gaat bedienen in noord-Duitsland. Daarvoor kan het tankstation 1.600 kg waterstof per dag produceren door elektrolyse. De treinen hebben voldoende tankinhoud om 1.000 km op een vulling te rijden, zodat eenmaal tanken per dag volstaat.³⁷

In maart 2020 vond een eerste Nederlandse proef plaats met een waterstoftrein in Groningen. Hiervoor werd waterstof met een gelegenheidsoplossing geleverd, bij inzet in de dienstregeling zullen er op emplacementen geschikte waterstof-tankstations moeten komen. Hiervoor wordt gekeken naar de lijn naar Veendam.

Vervoerders pleiten voor meer praktijktesten met alternatieven om tegenwicht te brengen in de door conventionele elektrificatie bepaalde kennisbasis. Zo stelt Keolis voor om op het traject Zutphen-Hengelo waterstof en/of partieel elektrische (batterij-treinen in de reguliere dienst op te nemen (er is bovenleiding in beide steden)).³⁸

ProRail doet in opdracht van het ministerie van IenW voor deze en andere lijnen onderzoek naar opties voor vervanging van dieseltreinen door elektrische varianten. Het doel is om een

afgestemde keuze te maken. Het streven naar een afgestemde keuze is eerder aanbevolen door PDOVS op basis van de door Movares uitgevoerde *Metastudie alternatieven voor diesel op regionale diesellijnen* (2017).³⁹ Een van de conclusies luidde: als op de resterende niet-geëlektrificeerde regionale lijnen uiteenlopende oplossingen worden gekozen verhindert dat het behalen van schaalvoordelen bij de aanschaf en inzet van (uitwisselbaar) materieel.

De concessieverleners hebben verschillende voorkeuren. ProRail is belanghebbend vanwege investeringskeuzes: investering in elektrificatie of mogelijk in tankstations, net zoals ProRail nu 19 tankplaten voor diesel beheert. Er is sprake van een belangenverschil: elektrificatie met bovenleidingen wordt betaald door het Rijk, de inzet van batterij- of waterstoftreinen komt op het budget van de regionale concessieverlener. Een integrale kostenafweging is wenselijk om de maatschappelijk beste keuze te maken. Resultaat was beoogd in mei, maar er bleek meer tijd nodig om het onderzoek af te ronden, dat wordt nu september. Een mogelijke uitkomst naast een afgestemde keuze is dat elke provincie zijn eigen keuze maakt.

De mogelijkheid om nieuw aan te leggen tractienet ook voor transport van lokale energie-opwek te gebruiken kan een argument zijn voor aanleg van bovenleiding. In Gelderland is dit argument in de discussie gebracht.⁴⁰

3.3 Spoorgoederenvervoer

3.3.1 Stroomvoorziening Betuweroute

Naar schatting 80% van de treinen op de Betuweroute rijdt elektrisch. De 25kV

wisselspanning op de bovenleiding van de Betuweroute wordt via onderstations betrokken van het 150/180 kV hoogspanningsnet. Er zijn voor de hele route 3 punten waar 150kV gevoed wordt. Langs het spoor ligt ook een 10kV-net om de facilitaire energie te leveren.

3.3.2 Energie-inkoopcontract CIEBR

De inkoop van stroom voor elektrische goederentreinen is verdeeld over het VIVENS-contract voor het gemengde net (zie §3.1) en het CIEBR-contract. CIEBR staat voor Coöperatieve Inkoopvereniging Elektriciteit Betuweroute U.A. en is opgericht in 2010 voor het gezamenlijk inkopen van elektriciteit, waardoor betere tarieven worden gekregen en de deelnemers een beter inzicht krijgen in de langere-termijnkosten van elektriciteitsgebruik.⁴¹ DB Cargo is de grootste partij binnen CIEBR.

CIEBR heeft voor de elektriciteit op de Betuweroute een contract met energieleverancier Vattenfall. De energie-tarieven van CIEBR wisselen jaarlijks.⁴² Alle deelnemers in de coöperatie hebben hetzelfde contract en betalen hetzelfde tarief. Dit inkoopcontract eindigt aan het eind van 2022. CIEBR heeft eind 2020 via een tender een uitvraag gedaan aan 5 partijen waaronder Vattenfall om een contract voor 2023 en 2024 af te sluiten. Dit heeft geresulteerd in een aanvullend contract met Vattenfall. Dan eindigt het nieuwe contract tegelijk met het VIVENS-contract, en is een optie om eventueel samen te gaan in een enkele coöperatie als de leden dit zouden willen.

Cargo Netherlands B.V., SBB Cargo Deutschland GmbH, en TX Logistik AG.

⁴² De tarieven zijn afhankelijk van het geprognosticeerde, gerealiseerde jaarvolume en tijdstip van verbruik. Tarieven 2020 peak: € 67,13 per MWh; off-peak: € 53,36 per MWh, inclusief toeslag van € 0,92 per MWh voor vergroening en exclusief EB, ODE en BTW. Tarieven onder voorbehoud van het totaalverbruik en eventuele inkoop/verkoop van overschot/tekort op spotmarkt. Bron: website CIEBR.

³⁷ <https://www.waterstofmagazine.nl/11-nieuws/898-duitsland-bouw-van-eerste-waterstof-tankstation-voor-treinen-ter-wereld-gestart>

³⁸ De volgende concessie start eind 2024, of na een eventuele verlenging eind 2027.

³⁹ <https://platformduurzaamovenspoor.nl/thema-projecten/alternatieven/>

⁴⁰ <https://www.gelderlander.nl/arnhem/de-bovenleiding-van-spoorlijnen-gebruiken-als-stroomkabel-de-provincie-gaat-het-onderzoeken~ac4b3061/>

⁴¹ Deelnemers: HSL Netherlands BV, Rail Force One B.V., Lineas NV, Captrain Netherlands B.V., DB Cargo Nederland N.V., KombiRail Europe B.V., LTE Netherlands B.V., Rotterdam Rail Feeding, RTB

3.3.3 Groene en grijze stroom in het spoorgoederenvervoer

Het goederenvervoer gebruikte in 2018 119 GWh groene stroom (verbruikscijfers VIVENS en CIEBR) en 40 GWh grijze stroom (verbruikscijfers VIVENS); zie ook tabel in §3.1.⁴³ Het gebruik van grijze stroom bedroeg in 2018 57% meer dan in 2016. Het gaat in absolute zin om een toename van 15 GWh, oftewel 9% van het totale stroomgebruik door spoorgoederenvervoer. Er is sprake van een stijgende trend: in 2018 was ongeveer 20% niet groen (40 GWh van 159 GWh), in 2020 was dat bijna 28%.

De toename is te verklaren door:

- Verdere elektrificatie van de goederenvloot
- Toename vervoerd volume (met 6%)
- Toename aantal vervoerders
- Een deel van de vervoerders neemt onder de Raamovereenkomst geen GvO's af.

Van de 17 vervoerders op het spoor in 2018 waren er 9 volledig vergoend door afname van GvO's. In 2020 zijn 11 partijen van de 21 duurzaam. De grote vervoerders komen elk jaar weer terug, maar onder de kleinere goederenvervoerders is er flink verloop. Het aantal vervoerders dat actief is, is toegenomen en daarmee ook het verbruik. Elke vervoerder maakt zijn eigen afwegingen, maar prijs zal een belangrijk argument zijn. Bij de kleinere partijen zijn de inkomsten lager en de marges dunner. Dat geldt zeker onder de huidige economische malaise.

3.4 Bus, Tram, Metro (BTM)

3.4.1 Stroomvoorziening voor BTM

De tram- en metronetten van stadsvervoerders zijn net als het TEV gesloten, maar met een enkele gebruiker zodat er geen verbruiken verrekend hoeven te worden. Metro gebruikt een derde rail met meestal 750V gelijkspanning, trams worden gevoed met een

bovenleiding met meestal 600V of 750V gelijkspanning. De tractienetten worden beheerd door de vervoerders, eigendom ligt bij de vervoerders of de aandeelhouder (gemeente).

Buslaadpunten in de remises of laadpalen op straat zijn meestal op het openbare net aangesloten, soms op de elektranetten voor tram en metro. Zo sluit RET snelladers voor bussen waar mogelijk aan op het eigen tram/metronet. Het inpassen van snelladers voor bussen in de stad blijkt vaak problematisch vanwege ruimtegebrek, gebrek aan capaciteit in het openbare energienet, en een veelvoud van bouwprojecten.

De elektriciteitsvraag van tram en metro bedraagt ~295 GWh/jr (1,1 PJ), dus 20% van het gebruik op het spoor. De energievraag van de OV-busvloot bij volledige overschakeling op elektrisch wordt geschat op 600 GWh/jr (2,2 PJ), dus 40% van het gebruik op het spoor.

3.4.2 Energie-inkoopcontracten

Na VIVENS hebben de stadsvervoerders de grootste energiecontracten. De stadsvervoerders hebben van oudsher stroomcontracten voor hun tram- en metrodiensten, waar nu ook elektrische bussen onder geschaard worden. De streekvervoerders hebben ook eigen energiecontracten voor hun elektrische busvloten. De praktijk is dat de OV-vervoerders contracten sluiten per concessie, met tussentijds aanpassingen. Dit is meestal grijze elektriciteitslevering met daarbij groencertificaten. Per concessie worden hierbij GvO's ingekocht, naar gelang de eisen aan vergroening die in de PvE's worden gesteld. Hierin is vaak sprake van "zoveel mogelijk regionaal opgewekt", waarbij regionaal niet nader bepaald is.⁴⁴ Het zou volgens vervoerders helpen als provincies "lokaal" beter omschrijven, maar hoe kleiner het gebied waaruit de groene stroom mag komen, hoe moeilijker (duurder) het wordt.

hernieuwbare energie of brandstof, die met het oog op economische ontwikkeling zoveel mogelijk regionaal wordt opgewekt."

GVB

GVB wil in 2025 uitstootvrij werken en stapt daarom over op elektrische bussen en elektrische veren. Tram en metro zijn al van oudsher elektrisch. GVB heeft een 10-jarig energiecontract met Vattenfall (1/1/2019 – 31/12/2028) met omvang 160 GWh nu ($\pm 10\%$ van NS-volume), toenemend tot 190 GWh (0,7 PJ) aan het eind door groei bij metro en elektrificatie van bussen.

In de concessieafspraken uit 2007 is het doel opgenomen om over te stappen op groene stroom met milieukeur. Op dat moment gebruikte GVB nog stroom van AEB (afvalverbranding met deels biomassa) en Noorse waterkracht-GvO's. Het Milieukeur is een consumentenmerk, niet geschikt voor de zakelijke markt want er is te weinig aanbod met Milieukeur. In overleg met VRA is een andere eis opgesteld. 100% lokale opwekking was niet realistisch omdat er weinig lokaal opwekpotentieel was, dus vroeg GVB in het PvE 100% additioneel Nederlandse opwek uit, te realiseren uiterlijk na 5 jaar met bonuspunten als het eerder gerealiseerd zou worden. Additioneel betekende dat oplevering na start van het contract moest gebeuren. Vattenfall kon hier gunstig op inschrijven omdat ze windmolens konden reserveren van park Borssele dat destijds in aanbouw was.

Een andere vraag was het samen ontwikkelen van de showcase "energy hub", waarbij een GVB-pand van een groot zonnedak zou worden voorzien met opwek deels voor burgers. Het idee is echter ingeruild door een pilot met elektrische aggregaten om de dieselaggregaten te vervangen die worden gebruikt bij onderhoudswerkzaamheden van tram en metro. Bij succes wordt dit uitgerold, GVB heeft standaard 4 dieselgeneratoren per project in gebruik en gemiddeld lopen er 4 projecten tegelijk.

Verder werd van de inschrijvers gevraagd om op te treden als strategisch partner van GVB in de energiemarkt, om mee te denken met nieuwe mogelijkheden, zoals uurmatchen. Dat is iets om later in de looptijd van het contract te verkennen. Voor

energieleveranciers zijn niet zozeer de hoeveelheid kWh interessant omdat daar niet veel marge op zit, als wel de relatie met een belangrijke zakelijke klant en het ontwikkelen van nieuwe diensten.

Het is belangrijk om in-house kennis over de energiemarkt te ontwikkelen, en niet alleen te leunen op de energieleverancier. Risico daarvan is een lock-in op de ideeën van deze leverancier. Er is veel geld te besparen en te verdienen met energie als je dat goed doet. GVB heeft een studie laten uitvoeren door het bureau Spectral over het thema: hoe kunnen we als GVB ageren op de energiemarkt. Het werkte als second opinion op sommige voorstellen van Vattenfall. Inzicht in de energiemarkt leidde tot het advies en vervolgens besluit om de buslaadpalen meteen geschikt te maken voor bi-directioneel laden.

RET

RET heeft voor de periode 2020-2030 een 100% hernieuwbare energiecontract gesloten met Eneco met de doelstelling om energiepositief te worden: meer energie op te wekken dan RET verbruikt. Het jaarlijks verbruik is omstreeks 135 GWh (0,5 PJ). De eis in het PvE was de levering van 100% duurzame energie uit additionele binnenlandse opwek, zo spoedig mogelijk in de loop van het contract, en het aangaan van een partnerschap met RET voor het realiseren van een showcase op werkplaats Kleiweg. Hier moet volledige uurmatching worden bereikt tussen opwek en gebruik door een combinatie van energiebesparing, zonnepanelen op het dak en energieopslag met second-life batterijen van elektrische RET-bussen.

Eneco bood additionele, regionaal opgewekte windenergie. Voor 80% van de opwekking zijn plannen gemaakt en voor de overige 20% worden deze gedurende het contract opgesteld op basis van business cases. De uurmatching-doelstelling geldt eerst alleen voor deze werkplaats. Bij succes kan het op business case basis worden uitgerold naar de andere werkplaatsen/stallingen en uiteindelijk ook naar tractie.

⁴³ Ricardo Rail, Onderweg Naar Duurzaamheid - CO₂ Footprint 2018 OV- en Spoorsector, 29 november 2019.

⁴⁴ Doelstelling in het Bestuursakkoord ZE Busvervoer is dat "de nieuwe bussen in 2025 gebruik maken van 100%

Het gaat om de nieuwste, energiezuinig gebouwde werkplaats, waar 1.900 zonnepanelen op het dak komen. Het is de bedoeling dat het gebouw bij productiepieken ook overtollige elektriciteit kan doorleveren aan reizigers en buurtbewoners.⁴⁵ Voorlopig is levering van overschot aan omwonenden nog niet haalbaar, met een vol dak zou dat wel kunnen. Er is ook ruimte om zonnepanelen op de buslaadportalen te leggen; op deze vestiging worden 55 elektrische bussen geladen.

De vergroening van de energie maakt bij RET zo een ontwikkeling door van GvO's op basis van Noorse waterkracht, naar Europese wind, naar Nederlandse wind, en van jaarmatching naar (een deel) uurmatching. De volgende stap zou volledige uurmatching en zelfs kwartiermatching kunnen zijn.

HTM

HTM heeft net een nieuw energiecontract met Engie. Engie levert alle elektra voor gebouwen, laadpalen, spoogerelateerde installaties en tractie, en gas alleen voor verwarming gebouwen; Pitpoint levert CNG voor de gasbussen. Naar een gezamenlijk contract met RET is wel gekeken door de inkopers maar niet heel diepgaand. Begin jaren 2000 is er een gezamenlijk contract met RET geweest (kortlopend), daar bleken toen geen voordelen uit. Als je gebruikers met zelfde profiel combineert wordt de prijs niet beter, je moet juist combinatie zoeken om het profiel af te vlakken ("binnen de badkuip blijven").

Arriva, Keolis en Connexxion

Voor elektrische bussen en stallingen/kantoren heeft Arriva een raamcontract met Eneco. Dit staat los van het contract voor de trein. Eneco levert aan Arriva GvO's vanuit windpark Goeree Overflakkee en zonnepark Ameland. De prijs is recent voor 2 jaar vastgeklit op een gunstig tarief, een buitenkans vanwege de huidige lage stroomprijs.

De keuze voor de leverancier wordt bepaald door: groen, voldoende aanbod,

bereikbaarheid en dienstverlening, en voldoen aan eisen van de Emissieautoriteit (NEA). Vervoerders moeten alle energielevering aan het wegvervoer administreren conform NEA-regels. Gunstige bijkomstigheid is dat de levering van hernieuwbare energie aan de bussen HBE's oplevert die geld opbrengen.

Bij concessieaanbestedingen wordt vaak om lokale hernieuwbare energie gevraagd. Hieraan kan meestal niet worden voldaan, omdat er te weinig lokaal aanbod is, en bij gedwongen winkelen als een concessieverlener een producent aanwijst wordt de prijs te hoog. De praktijk is dat Arriva bij concessies inschrijft via het centrale contract, vervolgens kijkt of er in betreffende regio een lokaal project is van Eneco, om hier een LOI over bij de bieding te voegen.

Keolis heeft aparte inkoopcontracten voor trein (via VIVENS) en bus. Naar gecombineerde inkoop voor spoor en bus is nog niet gekeken.

Connexxion koopt GvO's in bij handelaren maar neemt ook direct af van producenten.

3.4.4 Implementatie ZE busvervoer

De huidige taakverdeling waarbij de vervoerders investeren in de assets (bussen en bovengrondse laadinfra) en energie inkopen, en de overheid helpt met locatieonderzoek, voorbereidingen en eventueel aanvragen van netaansluitingen, is goed werkbaar volgens de partijen. Dit is ook een conclusie uit de evaluatie van diverse aanbestedingen door APPM/CROW.⁴⁶ Het energienetwerk is het kritische punt. Beperkte netcapaciteit is in Nederland een belemmering voor energielevering aan OV. Het gaat om twee aspecten: transportcapaciteit en doorlooptijd.

Transportcapaciteit

De boodschap van netbeheerders aan het OV (en anderen) is: vraag een aansluiting op tijd aan, anders kunnen we deze niet garanderen. Maar een netaansluiting tijdig aanvragen is niet alles: als dat niet in overleg gebeurt, kan men later onverhoopt met een transportbeperking

(d.w.z. verplicht congestie-management) geconfronteerd worden. Als er een knelpunt is in het net zoeken netbeheerders via congestie-management eerst een oplossing op vrijwillige basis onder de aangesloten grootverbruikers met inzet van een prijsmechanisme. Als vrijwilligheid onvoldoende oplevert kan deelname ook verplicht worden.

Doorlooptijd

Vervoerders en netbeheerders vinden de implementatieperiode voor bus-OV te kort. Zeker als dit moet gebeuren met de tijdsdruk van een concessiewissel; implementatie binnen een concessie geeft meer ruimte. Vervoerders geven aan dat ze op zich wel uit de voeten kunnen met de wettelijke termijnen voor realisatie van aansluitingen van netbeheerders, mits deze dan ook worden gehaald.

Het maakt voor zowel capaciteit als doorlooptijd uit welke laadstrategie de vervoerder volgt. De strategie om laders te spreiden over het concessiegebied is wat dit betreft gunstig. De ervaring van Arriva met tot nu toe 200 geplaatste laders is dat de aansluitingen beperkt blijven, er zijn weinig problemen met aansluitingen. Het wordt anders als je laders gaat concentreren tot laadhubs, laadpleinen en in stallingen, als je daarbij over de 2MVA gaat. Met de trend naar steeds grotere batterijpakketten in bussen (nu al vaak 300 kWh en toenemend naar 400 kWh en meer) wordt het laden in de stallingen steeds belangrijker, en groeit de behoefte aan zware netaansluitingen.

Planmatige aanpak laadinfra

In de huidige concessieaanpak wordt ZE OV functioneel aanbesteed. De vervoerder wordt vrijgelaten in zijn keuze voor ZE-techniek. Hij kan kiezen voor grote batterijen en remiselaan, en/of kleine batterijen met snellaadpunten op straat, met een geheel verschillend effect op netaansluitingen. Na gunning is er een tot anderhalf jaar tijd om de netaansluitingen te regelen. De netbeheerder ontvangt pas laat een aanvraag en dat brengt risico op late aansluiting mee. Om verbetering in de keten te brengen zou je strategische

keuzes moeten maken, aldus een netbeheerder. Je moet een optimum zoeken tussen belangen van netbeheer en OV.

Vanuit dit perspectief wordt bepleit om te kiezen voor remiselaan als primaire laadplek. Het laden op de remise verdient vanuit een maatschappelijke business case de voorkeur boven inzet van snelladers op straat, en een investering in infrastructuur kent een langere economische afschrijftermijn dan de looptijd van de concessie. De vervoerder kan dan tegen lagere kosten aanbieden en er is geen overdrachtsbepaling nodig voor de elektrische infrastructuur.

Bekijk en bepaal dan ruim voordat de nieuwe concessieperiode begint waar de remises moeten komen, en wel op plekken waar voldoende netcapaciteit geboden kan worden of tijdig uitgebreid kan worden. Idealiter een zichttermijn van 5-7 jaar. De remise en bijbehorende laadinfra kan voor meerdere concessieperiodes gebruikt worden, het lijnennet blijft toch in grote lijnen hetzelfde.

Terwijl netbeheerders een planmatige aanpak bepleiten met een ruim van tevoren bekende laadvraag op stallingslocaties, werpen vervoerders tegen dat in de concessie-methodiek en met de snel veranderende techniek de uitrol van ZE-busvervoer zich niet laat plannen. Bijvoorbeeld: Arriva in Leeuwarden rijdt nu met 6 elektrische bussen en hiervoor volstaat een 630 kVA aansluiting. In de volgende concessie is aannemelijk dat er ruim 20 bussen elektrisch worden, dus alvast investeren in een grotere aansluiting lijkt verstandig. Maar de zittende vervoerder doet het niet want hij weet niet of hij blijft, en welke bustechniek hij tegen die tijd wil aanschaffen.

Tot nu toe plaatsen vervoerders laders voor hun eigen concessiegebied, maar er gaan steeds meer knoppunten komen waar meerdere vervoerders uit verschillende concessiegebieden samenkomen. Als die allemaal hun eigen laders plaatsen ontstaat een warboel en ruimtegebrek. Er is een vorm van sturing nodig van de overheid op uitwisselbaarheid van laders, mogelijk enige uniformering waar het kan. Een gerelateerde discussie is of de laadinfra losgeknipt zou

⁴⁵ <https://www.businessinsider.nl/ov-bedrijf-ret-wil-zelf-energie-opwekken-maar-niet-enkel-voor-de-planeet-eneco/>

⁴⁶ https://platformduurzaamovenspoor.nl/publish/pages/164191/rapport_inventarisatie_uitdagingen_zeb.pdf

moeten worden van de concessie en apart aanbesteed. De keuze voor de overheid is de vervoerder meer uit handen nemen (laadinfra verzorgen) en de implementatietijd zo laten, versus de vervoerder de vrije hand geven maar met meer implementatietijd.

Laadkaart-OV

DOVA werkt aan een Laadkaart-OV waarop de busomlopen en mogelijke laadlocaties in alle concessiegebieden worden geplaatst. Dit is bedoeld als een instrument voor het onderling gesprek tussen OV-autoriteiten en netbeheerders. Als de netbeheerder bijvoorbeeld een vraag krijgt over een laadlocatie voor auto's kan men zoeken naar een combinatie met een buslaadpunt. Ook helpt het om in te schatten waar knelpunten in het net te verwachten zijn. De kaart wordt webbased, open source, en blijft in beheer bij DOVA. De kaart is nu in de testfase en eind Q3/begin Q4 gereed. Tijdens het PDOVS-webcongres op 9 oktober is een presentatie gegeven.

De wens binnen DOVA is om deze kaart uit te breiden met onderstations van netbeheerders, onderstations van tractienetten, opweklocaties volgens RES'en, locaties voor energieopslag, waterstof, Het is de bedoeling om partijen te vragen om de kaart aan te vullen, zoals NVDE, spoorpartijen, PDOVS, etc. Toevoegen van informatie over opwek en dergelijke zou software-technisch geen probleem moeten zijn. Door kaarten over elkaar heen te leggen kun je locaties opsporen waar je opwek direct kunt koppelen aan OV of andere vragers, en meervoudig gebruik van aansluitingen kunt bevorderen.

Netbeheerders zien graag dat deze laadkaart een instrument wordt voor een planmatige aanpak zoals boven geschetst. Het zou geen "offerteaanvraagstelsel" moeten worden, dat bij concessieaanbestedingen wordt gebruikt door inschrijvende vervoerders om voor alle bekende locaties informatie over netaansluitingen aan te vragen.

Benutten van tractienetten voor laden van bussen

De wijdvertakte tractienetten van de stadsvervoerders kunnen worden gebruikt om buslaadpunten te voeden als alternatief voor de openbare netten. RET in Rotterdam heeft enkele buslaadpunten aan het eigen tractienet gekoppeld, en ook HTM in Den Haag ziet kansen om busladers te voeden vanuit het fijn vertakte tractienet voor de trams.

Als ProRail andere afnemers dan spoorvervoerders mag aankoppelen (zie §3.5.2) ontstaat ook de mogelijkheid om buslaadpunten in combinatie met energieopslag aan het tractienet te koppelen, zoals voorgesteld door de firma Hedgehog Applications. Ook Liander vindt de gedachte om bussen te laden bij treinstations vanuit het ProRailnet met behulp van een batterij interessant, omdat het de aanleg van dubbele infra kan voorkomen. Keolis heeft in de projectgroep van station Zwolle voorgesteld om het onderstation te combineren met een batterijpakket en dan de nieuwe elektrische bussen uit de batterij op te laden met remenergie van de treinen. Het onderstation moest toch worden vernieuwd. Het voorstel is echter niet opgepakt.

Aankoppeling van afnemers biedt op geëlektrificeerd enkelspoor de mogelijkheid om remenergie van treinen te benutten die nu verloren gaat.

3.4.5 Smart charging en smart grids

Smart Charging betreft het variëren van laadvermogens en laadrichting bij het (ont)laden van voertuigen met batterijen, zoals OV-bussen. Smart Charging kan vier doelen dienen, al dan niet in combinatie met lokale energieopslag:⁴⁷

- optimaal gebruik van de netaansluiting, zodat een lichtere en goedkopere netaansluiting volstaat (bij een stalling of bij snellaadpunten).
- netbalancering: afstemmen van energievraag en -aanbod om de stabiliteit van het net te waarborgen. Dit gebeurt met een

prijsmechanisme: elektrische rijders kunnen geld verdienen door te laden of terug te leveren (vehicle-to-grid, V2G) op momenten dat transmissienetbeheerder TenneT hier behoefte aan heeft.

- optimaal gebruik van duurzame opwek. Laadbeurten afstemmen met momenten dat er veel duurzame energie beschikbaar is, vermindert de noodzaak om duurzame opwek bij meer aanbod dan vraag af te schakelen, of dat een niet-duurzame centrale moet draaien om zekerheid te bieden aan een inflexibele energievraag. Energieopslag maakt aanvullend mogelijk om productiepieken te benutten voor later gebruik.
- economische motieven: vervoerders kunnen besparen op energiekosten of geld verdienen aan energiehandel door te laden wanneer energieprijzen laag zijn en eventueel terug te leveren wanneer energieprijzen hoog zijn. Via prijsprykkels wordt dit financiële motief voor vervoerders ingezet voor netbalancering en zo kan het ook ingezet worden voor optimaal gebruik van duurzame opwek.

Bij de eerste projecten met batterijbussen lag de focus op het op de weg krijgen van de bussen. Nu dat lukt is er ruimte om te optimaliseren door load shifting (plannen van laadmomenten zodanig dat een kleine netwerkaansluiting volstaat) en energieopslag (snel bussen laden vanuit een langzaam opgeladen opslagbatterij zodat een kleine netwerkaansluiting volstaat). Smart charging wordt volgens ElaadNL inmiddels door bijna alle busvervoerders standaard toegepast bij hun stallingen om de capaciteit van de netaansluiting en contractvermogen te beperken. Dit gebeurt marktgedreven omdat het kosten bespaart.

Een concrete casus die is uitgewerkt door RET is busladen op Zuidplein: een nieuwe netaansluiting maken zou duur zijn omdat daarvoor een afstand van 2,5 km overbrugd

moest worden. Er is een ontwerp gemaakt met eigen opwek (PV) en batterijopslag om de bestaande netaansluitingen te ontlasten. Hierbij bleek echter dat het ook moet lukken de laders voor deze batch bussen zonder batterij aan te sluiten.

Keolis gaat in IJssel-Vecht smart charging toepassen in de stallingen, in eerste instantie om de netaansluiting te optimaliseren. Het voornemen is om behalve met de dienstregeling ook met de weersverwachting te plannen. Het weer ken je een paar dagen vooruit. Je hoeft niet meer te laden dan nodig is om de dienstregeling te halen, of je laadt juist extra veel als de stroom goedkoop (of negatief) is. Zo kun je de laadmomenten mee laten bewegen met de energieprijzen en het aanbod van wind en zon. Als je teveel geladen hebt kun je in principe ook terug leveren (V2G, zie verder). Dit wordt wel minder interessant als het energietarief daalt.

Als de busvloot grotendeels elektrisch is geworden is sprake van 1-2 GWh rijdende energieopslag.⁴⁸ Dit is een aanzienlijk potentieel om bij te dragen aan netbalancering en optimaal gebruik van duurzame opwek door uitgesteld laden.

De mogelijkheden voor smart charging zijn groter in geval van remiseladen dan voor Opportunity Charging. Bij toepassing van steeds grotere batterijen is OC minder nodig, maar waar al voorhanden kan OC nog wel een rol spelen in de energieplanning: het tijdstip van OC-laden (wel laden of een beurt overslaan) kun je kiezen op basis van de marktprijs en state of charge. Een OC-laadpaal kost zomaar enkele tonnen euro's, zodat je dan wel veel inkomsten uit netbalancering over de jaren nodig hebt om dat financieel terug te verdienen.

Business case energieopslag voor smart charging

Terwijl smart charging in veel gevallen marktgedreven wordt toegepast, is de business case voor energieopslag ten behoeve van

⁴⁷https://platformduurzaamovenspoor.nl/publish/pages/164191/rapport_inventarisatie_uitdagingen_zeb.pdf

⁴⁸ Ordegrootte 3.500-4.000 bussen met 300-500 kWh batterijen, rekening houdend met een aandeel waterstofbussen.

peakshaving nog niet goed genoeg, zeker niet voor een tienjarige concessie. Een lichtere netaansluiting levert wel een kostenvoordeel op, maar batterijen met energiemangementensysteem zijn nog te duur, de elektriciteit is voor OV-partijen met grootverbruikerstarief goedkoop, en daarmee de terugverdientijd lang. Het beeld verandert misschien als second life batterijen beschikbaar komen, uit de eigen bussen bijvoorbeeld.

Omdat veel remises in handen zijn van vastgoedpartijen zal een vervoerder zelf niet investeren in energieopslag die niet wordt terugverdiend tijdens de concessieduur. Een OV-concessieverlener zou de investering wel kunnen doen vanuit publiek belang. Een opslagsysteem wordt tot dusver niet gezien als een asset die in een overnameregeling valt. Een overheid als remise-eigenaar zou hierin kunnen investeren, maar dit is een minderheid van de gevallen. En dan nog wordt vaak de “veilige weg” ingeslagen: zo heeft GVB bijvoorbeeld voor Garage West, waar de elektrische bussen geladen worden, gekozen voor een zware netaansluiting om ook de vlootuitbreiding van 30 naar 100 aan te kunnen. Daarbij speelt mee dat transportcapaciteit in Amsterdam mede vanwege de vele datacenters schaars is en dan kun je die met het oog op uitbreiding beter al vastleggen.

Verschillende derden zien kansen om energieopslag toe te passen in combinatie met busladen, zoals:

- Allerlei marktpartijen benaderen OV-autoriteiten met slimme oplossingen voor laden in combinatie met opslag. Het gaat deels om startups met ICT-achtergrond, die oplossingen bieden voor peakshaving op grond van “algoritmisch laden”. Hierbij wordt rekenkundig geoptimaliseerd hoe lang een bus moet laden om de dienstregeling te kunnen rijden bij gebruik van zo min mogelijk laders, energieopslag

en een kleine netaansluiting. Deze bedrijven denken dat de business case juist bij bus-OV gunstig is omdat de laadvolumes groot zijn en de batterijen als mobiele opslag kunnen fungeren. Het ontbreekt nog aan casussen, er zijn pilots nodig, het vraagt bestuurlijk lef om zulke ideeën een kans te geven.⁴⁹

- Eneco is bereid om op eigen kosten batterijpakketten als buffers te plaatsen op locaties waar het elektriciteitsnet te weinig capaciteit heeft om bussen te kunnen laden, of als er op windstille dagen te weinig groene elektriciteit is. Hier is een business case voor door verschillende toepassingen te mixen, hoewel er in veel gevallen voorlopig nog een onrendabele top overblijft.
- De firma Hedgehog Applications zoekt een locatie voor toepassing van haar Smart Grid Centre concept, waarbij een batterijbuffer wordt opgeladen vanuit een kleine netaansluiting en de bovenleiding van het spoor, en bussen worden geladen vanuit de buffer. Tot dusver is het niet gelukt om het concept in een OV-concessie in te passen.⁵⁰
- Voor snelladen worden laadpunten aangeboden met geïntegreerde batterij. Dit biedt een oplossing op plekken waar alleen een kleine aansluiting mogelijk is (tot 160 kVA) en weinig bussen komen laden zodat de batterij tussen de buslaadbeurten op kan laden uit het net.⁵¹

De zwakke plek in de business case van energieopslag is dat de besparingen die worden behaald op netaansluitingskosten voornamelijk publiek zijn (vermeden netverzwaring) maar de investeringen zijn privaat (vervoerder, derden). Een kleinere netaansluiting brengt voordeel voor de aanvrager, maar het grootste voordeel van een vermeden netverzwaring ligt bij de

van het spoor vereist dat ProRail een dergelijke aansluiting mag, kan en wil maken.

⁵¹ <https://www.topsectorenergie.nl/spotlight/snellader-voor-e-trucks-en-e-bussen-kan-elektriciteitsnet-ontlasten>

⁴⁹ In het activiteitenplan van BAZEB 2020-2021 is een pitch/prijsvraag opgenomen - een idee is een pitch van ideeën van startups te organiseren tijdens de BAZEB-PDOVS bijeenkomst in het najaar.

⁵⁰ www.hedgehogapplications.nl Toepassing van het complete concept inclusief koppeling aan de bovenleiding

netbeheerders. Netbeheerders zien dit ook: opwek wordt steeds goedkoper, transport wordt duurder omdat veel netaanpassingen nodig zijn en daarom wordt opslag aantrekkelijker zowel uit oogpunt van netbeheer als uit oogpunt van klanten.

Netbeheerders zijn belanghebbend maar mogen wettelijk niet in energieopslag investeren. Experimenteren met opslag mag wel, maar zonder perspectief op herhaling is dat niet aantrekkelijk. Wat de voorgenomen wijziging van de Energiewet in verband met energietransitie op dit vlak gaat brengen is nog onduidelijk. In het netwerk van de toekomst zal energieopslag zeker nodig zijn. Het zou volgens netbeheerders goed zijn om dit planmatig op te zetten, maar eerst moet het beleid bepalen welk rol energieopslag speelt en wat netbeheerders willen en mogen.

Het is interessant voor marktpartijen om te handelen met energie (FCR-markt), maar dat betekent ook meer transport en dus belasting van het net, dat is nadelig uit perspectief van netbeheerkosten. Energieopslag ten behoeve van handel kan dus ook ongunstig uitpakken voor het net.

V2G voor netbalancing

Vehicle-to-grid laden gebeurt nog niet met bussen, wel met auto's. Bussen kunnen daar in principe in mee. TenneT zet V2G in voor netstabilisatie via het platform Equigy.⁵² Voor netstabilisatie is instantaan extra vermogen nodig. Als voertuigen toch lang staan te laden ('s nachts, maar in concessies met sterk piekvervoer ook tijdens daluren overdag) kan de laadrichting tijdelijk worden omgedraaid, tegen vergoeding. Het laden duurt dan wel langer dus daar moet een busvervoerder rekening mee houden. Vooralsnog zijn de

meeste bussen niet geschikt voor bi-directioneel laden, en de laders nu ook niet. Er zal moeten worden meegewogen wat V2G doet met de levensduur van batterijen en afspraken met busleveranciers. De batterijen lopen eerder uit hun garantie, die is op basis van het aantal laadcycli. Naarmate batterijen beter worden zodat ze niet lijden onder bi-directioneel laden, nemen de kansen voor marktgedreven inzet van V2G met OV-bussen toe.

Of V2G voor OV-bussen echt kansen biedt zal in proeven moeten blijken. Volgens een vervoerder zou het initiatief daarvoor van de netbeheerder moeten komen, die heeft er het meest belang bij. Een initiatief om de inzet van bussen voor V2G te verkennen vindt plaats in Utrecht: Qbuzz neemt deel in een lokaal project met LomboXnet in Utrecht waarbij de bussen in de nieuwe remise Westraven zullen worden geladen met lokale zonne-energie en de overschotten na de dienst terug leveren aan het stroomnet.⁵³ De bedoeling is dat 10 van de 55 nieuwe e-bussen aan deze proef meedoen.

In Londen wordt een driejarige proef gestart waarbij aanvankelijk 28 elektrische dubbeldekkerbussen op een remise bi-directioneel worden geladen. Het doel is peakshaving om het netwerk efficiënter te laten werken. Gezamenlijk zijn ze in staat om ruim 1 MW aan het net te leveren.⁵⁴

Huidige obstakels zijn dat bij V2G dubbele energiebelasting wordt gerekend (bij laden en ontladen) en dat HBE-inkomsten (Hernieuwbare Energie Eenheden) vervallen. Door laadpalen geleverde hernieuwbare elektriciteit heeft een verhandelbare waarde die bijdraagt aan de businesscase van de laadinfra. Voorwaarde om HBE's te verzilveren is echter dat de netaansluiting alleen wordt gebruikt voor laden van bussen.⁵⁵ Dus niet voor

⁵² <https://fleet-mobility.nl/fleet/overig/21392-ev-rijders-kunnen-elektriciteit-gaan-verkopen-via-tennet> Om in aanmerking te komen voor vergoeding via TenneT moet een partij minimaal 1 MW vermogen kunnen bieden, maar dat mag door aggregatie (een heleboel auto's, of bussen, stationaire batterijen, of ...)

⁵³ https://irissmartcities.eu/system/files/private/irissmartcities/d5.5_launch_of_t.t.3_activities_on_smart_e-mobility_utrecht.pdf

⁵⁴ <https://www.standard.co.uk/news/london/northumberland-park-bus-garage-virtual-power-station-a4523446.html>

⁵⁵ Bedrijven mogen alleen elektriciteit inboeken die aan wegvoertuigen is geleverd via exclusief daarvoor bestemde aansluitingen van deze bedrijven op het elektriciteitsnet. Achter de aansluiting mag dus geen andere bestemming van de elektriciteit zijn, dan elektrische voertuigen. Dit is geregeld in artikel 10 van het Besluit energie vervoer.

levering van energie of vehicle-to-grid. Eigen opwek heeft geen effect op de HBE's als het achter de meter blijft, maar als je V2G zou willen toepassen vervalt de HBE-regeling omdat de aansluiting dan niet meer alleen voor laden van bussen wordt gebruikt. Er zou dan voor V2G een separate netwerkaansluiting nodig zijn. Het contracteren van Meerdere leveranciers op een aansluiting (MLOEA) is alleen voor leveringen vanuit het net en niet naar het net.

De Emissieautoriteit (NEa) ziet alleen wat de bus in gaat als energie, verliezen in trafo's etc. komen voor rekening van de vervoerder. V2G zorgt er voor dat je de energieverliezen bij het laden nog een keer krijgt omdat de terug geleverde energie rendementsverliezen heeft, en dat er dus weer extra geladen moet worden. De NEa zal V2G niet zomaar accepteren want dan is levering van hernieuwbare elektriciteit aan wegvervoer ten behoeve van HBE's heel moeilijk en complex vast te stellen.

Smart grids met tractienetten tram en metro

De stadsvervoerders onderzoeken en investeren in maatregelen voor energiebesparing en het benutten van het tractienet als smart grid. RET en HTM werken hieraan vanuit een overeenkomst met MRDH met het doel om 30% energiebesparing te bereiken. HTM heeft in de laatste jaren 20% tractie-energie bespaard door het energiegebruik van de trams door te meten en te kijken waar de efficiency hoger kan. Het doorkoppelen van het tractienet maakt meer remenergierecuperatie mogelijk, en door het gelijkmatiger maken van de gelijkspanning in het net gebruiken de trams de energie efficiënter. Het scheelt per maatregel steeds procenten maar dat telt op. HTM heeft geleerd dat bij 50% minder ritten door corona, er maar 40% minder energie wordt gebruikt. Er is dus 10% efficiencyverlies omdat er minder mogelijkheden zijn om remenergie tussen de trams te delen.⁵⁶

<https://www.emissieautoriteit.nl/onderwerpen/inboeken-gv/inboeken-hernieuwbare-energie/inboeken-elektriciteit>

RET en GVB onderzoeken mogelijkheden voor betere benutting van remenergie van de metro. De metrostellen kunnen remenergie recupereren, maar deze energie kan nu alleen worden benut als er optrekkende metrostellen in de buurt zijn. Om meer energie te benutten gaat RET de omrichters aanpassen om stroom terug te leveren aan het tractienet, die de vervoerder vervolgens zelf kan gebruiken of terugleveren aan de lokale netbeheerder of derden. GVB staat voor een investeringsbeslissing om een terugleverstation te plaatsen om remenergie van de metro te kunnen benutten voor het eigen tractienet. GVB richt zich eerst op het meest rendabele station, meeliftend met de noodzaak tot tractieverzwaring door het groeiende gebruik van de metro. Later volgen er meer terugleverstations. Er komt geen batterijopslag bij, dat maakte de casus duurder, en die kosten zijn met het grootverbruiktarif niet terug te verdienen. De tramcasus is lastiger en volgt later omdat het tractienet daarvoor achterstallig onderhoud kent dat eerst moet worden aangepakt.

Energieopslag is ook de volgende stap vanuit de overeenkomst met MRDH: er is afgesteld dat RET zich richt op opslag langs de baan en HTM op de voertuigen, en ervaringen worden uitgewisseld. Onderzocht wordt wat de vermogensvraag is en welke mogelijkheden batterijen en supercaps bieden.

Een laatste thema is bredere inzet van de tractienetten. RET, Stedin en de gemeente Rotterdam onderzoeken of het RET-tractienet en het Stedin-net elkaar kunnen ondersteunen op plaatsen in Rotterdam waar er een spanningstekort is. Het gaat om een technische en juridische verkenning. In Den Haag is het HTM-tractienet tamelijk fijnmazig en op alle OV knooppunten aanwezig, met goed energiemangement kan men deze capaciteit dus heel goed gebruiken om bussen mee te laden.

⁵⁶ MRDH heeft aangekondigd 400 miljoen te steken in het Haagse tramnet, waarvan de helft voor 60 nieuwe trams vanaf 2026. In hoeverre hierbij aandacht is voor energiebesparing is nog niet bekend.

3.4.6 Waterstof voor bussen

Waterstof wordt in het Nederlandse OV en spoorvervoer nog weinig toegepast: het huidige aantal bussen in gebruik is omstreeks 10 maar groeit het komende jaar naar 60. De eerste bussen maakten noodgedwongen gebruik van de waterstoftankstations die voor personenauto's en hooguit enkele bussen werden ontworpen.⁵⁷ Voor grotere busvloeden voldoen deze stations niet meer. In Groningen won Shell een door het OV-bureau uitgeschreven aanbesteding voor de duurzame waterstoflevering aan 22 waterstofbussen via een nieuw tankstation op de busremise. In Zuid-Holland won de Deense leverancier Everfuel de door de provincie uitgeschreven aanbesteding voor waterstoflevering aan 24 bussen vanuit een nieuw te bouwen tankstation. De verplichting om met waterstofbussen te rijden maakte in beide gevallen onderdeel uit van het PvE voor de concessies.

Er zijn nog geen voorbeelden van vervoerders die in een OV-aanbesteding uit eigen beweging waterstofbussen hebben aangeboden. Wanneer dit wel gebeurt zal het ook de vervoerder zijn die zelf de voorziening regelt. Hiervoor bestaan in principe meerdere modellen, waaronder lokale productie bij het tankstation of het aanvoeren van waterstof met een pijpleiding of tankauto. Vervoerders kunnen hiervoor terecht bij diverse leveranciers uit de energie-, industriële gassen- elektrotechnische industrie. Als wordt gekozen voor compressie van waterstof op het tankstation is een zware elektrische netaansluiting nodig en is beschikbare netcapaciteit alsnog een aandachtspunt.

Een succesfactor voor waterstof als busbrandstof is het bewerkstelligen van schaalvergroting. Een forse prijsdaling aan de kant van de bussen onder invloed van Europese demonstratieprogramma's is al zichtbaar. De levensduur van de brandstofcel gaat van 7,5

naar 15 jaar. Doorslaggevend voor de TCO is dan de brandstofprijs. Die bedraagt nu € 8-8,5/kg als elke vervoerder individueel elektrolyse regelt op een schaal van 1-2 MW. De prijs wordt veel gunstiger bij grotere schaal. Everfuel committeert zich bij afname voor 50 bussen in een Nederlandse stad als onderdeel van een batch van >600 bussen in Europa aan een prijs van € 4,5-5,0/kg groene waterstof. Dat vraagt 200 MW centrale elektrolyse. Een grote brandstofpartij is bereid daarin te investeren. Op deze manier zou het gebruik van waterstof voor busaandrijving over 2-3 jaar concurrerend met of goedkoper kunnen zijn dan batterijbussen, verwachten sommigen.

3.5 Eigen/lokale opwek

3.5.1 Initiatieven van OV- en spoorpartijen

ProRail

De meeste vaste spoorassets zijn in handen van ProRail. ProRail heeft de ambitie om in 2030 de omvang van de eigen vraag "equivalent op te wekken". Dat wil zeggen dat niet per se alle opwek ook inkoop moet verdringen, derden kunnen ook op ProRail-terrein opwekken zonder dat ProRail dit afneemt. Doelstellingen voor eigen opwek zijn opgenomen in het interne programma Energietransitie. De duurzame energiepotentie van spoorassets wordt ingeschat op 220 GWh (0,8 PJ) (zie bijlage 2).

Lopende projecten zijn:

- Noise Energy Wall Rail (NEWRAIL): een zonneluiddoel scherm langs het spoor in Horst-America. De stroom wordt geleverd aan een lokale energiecoöperatie.⁵⁸
- Haalbaarheidsstudie aansluiting van een zonnepark in Breda (met een derde partij)
- Zonnepanelen op stationsdaken, o.a. Rotterdam, Eindhoven, Zwolle⁵⁹

⁵⁷ Arnhem: 2 bussen Keolis; Rotterdam: 2 bussen RET; Zuid-Holland: 4 bussen Connexxion; Delfzijl: 2 bussen Qbuzz.

⁵⁸ <https://solar magazine.nl/nieuws-zonne-energie/t21545/ProRail-gaat-geluidschermen-langs-spoor-america-van-zonnepanelen-voorzien>

⁵⁹ De aanleg van een collectieve zonne-installatie van een energiecoöperatie op de overkapping van station Groningen-Noord is afgeblazen omdat de dakconstructie niet sterk genoeg bleek.

- PV langs de Betuweroute staat ook op de onderzoekagenda. Vanwege de oostwestligging is toepassing van zonnepanelen in principe heel geschikt.

De doelstelling is niet eenvoudig te halen omdat het benodigde volume groot is en de praktische haalbaarheid lastig in de complexe omgeving van spoorterreinen met strenge veiligheidsnormen. De focus ligt op zonnepanelen op geluidschermen en op perronoverkappingen en fietsenstallingen; dit kan standaard worden in bouwbestekken voor stations. ProRail trekt veel op met Rijkswaterstaat in het kader van het Petaplan omdat beiden veel naastgelegen gronden hebben.⁶⁰ ProRail heeft akkoord nodig van lenW om te investeren in eigen opwek. Men wil voor eind van het jaar met een propositie naar de markt. De kosten van aansluiting op het openbare net zijn cruciaal voor de levensvatbaarheid van de projecten, is de ervaring tot nu toe.

ProRail wordt regelmatig benaderd door partijen die vragen om energie te kunnen leveren aan het tractienet, bijvoorbeeld zonneparken of windparks nabij spoorlijnen. ProRail bestudeert dit. Dit komt terug in §4.5.

NS

NS wil haar gronden en gebouwen inzetten voor duurzame opwek van energie. Dit kan voor eigen gebruik zijn of voor levering aan derden. Daarbij is de ambitie niet om energieneutraal te worden. De facilitaire vraag afdekken zou haalbaar kunnen zijn maar het is geen doel.

De potentie voor eigen opwek met zon en wind is deels in kaart gebracht en die exercitie loopt door. Daarnaast wordt ook gekeken naar energiebesparing, dit wordt samengebracht in een integrale vastgoedstrategie waarin ook warmtevoorziening en onderhoudsplannen

<https://grunnegerpower.nl/gezamenlijke-zonne-installatie-in-noorderplantsoenbuurt-mogelijk-uitgesteld-extra-daken-gezocht/>

⁶⁰ Enkele overheidsorganisaties waaronder ProRail, RWS en Staatsbosbeheer onderzoeken met netbeheerders (Lander, Stedin en Enxsis) de kansen om op rijksgronden

aandacht krijgen. De strategie is ook nodig om prioriteiten te stellen en keuzes te maken.

Locaties zijn sneller geschikt voor zon dan voor wind. Windpark Nieuwe Hemweg in Amsterdam, samen met Vattenfall, is na vele hobbels, doordat op de locatie ook een opstel terrein voorzien is, gelukt. Hierbij speelde mee dat er al eerder veel kleinere windmolens stonden, maar in het algemeen is er sprake van lokale weerstand en taai procedures. De groene stroom die het windpark oplevert, wordt mogelijk via energieleverancier Powerpeers aan reizigers, lokale bedrijven en omwonenden aangeboden.⁶¹ De opening is voorzien in 2021. Er is nog een nieuw windproject in beeld. Voor zon melden zich vaker derden met initiatieven.

Strukton

Strukton heeft in Zutphen een werkplaats waar eigen spoormaterieel (voor spooronderhoud e.d.) en treinen van Arriva worden onderhouden. Op het dak van de werkplaats is plaats voor aanzienlijke capaciteit zonnepanelen. Men heeft het idee om deze zonnestroom direct aan de treinbovenleiding te leveren, die dichtbij de werkplaats loopt. Elders in het land is Strukton met ProRail in gesprek om het zonnedak van een station direct aan de bovenleiding te koppelen. Dezelfde oplossing zou men in Zutphen kunnen gebruiken voor het zonnedak van de werkplaats. Een punt van aandacht is dat als zonnepanelen op een gebouw energie leveren aan het tractienet, het gebouw niet meer als zelfvoorzienend/energie neutraal/klimaatneutraal te boek staat.

GVB

De mogelijkheden voor eigen opwek op GVB-assets is beperkt want er is weinig ruimte, en de business case is niet erg aantrekkelijk vanwege het grootverbruiktarief. Het poten-

hieuwbare energie op te wekken ("Petaplan"). ProRail voert in dit kader de pilot railgebonden gebouwen uit. Verreweg het grootste potentieel zit bij Rijkswaterstaat.

⁶¹ <https://www.powerpeers.nl/over-ons/nieuws/2020-windstroom-van-opstel-terrein-treinen-voor-reizigers/>

tiel is klein ten opzichte van de energievraag maar de maatregel is wel zichtbaar en bespaart op energie-inkoop en het is daarom goed om te doen. Projecten zijn PV op garages en remises voor eigen gebruik, PV op station Ganzenhoef met verhuur aan energiecoöperatie in de buurt, PV op 13 metrostations voor de roltrappen, liften e.d., en onderzoek naar plekken voor PV langs het spoor op taluds, samen met de gemeente. Voor dit laatste wordt volgend jaar een investeringsbeslissing genomen. Op alle projecten is SDE+ aangevraagd, dit brengt de terugverdientijd terug van 20 jaar naar 12 jaar.

RET

Zoals eerder beschreven wordt werkplaats Kleiweg voorzien van een zonnedak. Verder wekt RET zelf energie op met zonnepanelen op metrostation Slinge. De panelen leveren energie voor roltrappen en dergelijke, en voorzien een derde tot de helft van de energiebehoefte van het station. RET heeft een plan voor verdere uitrol, waarbij ook remises worden bekeken. Het gaat om assets van MRDH die door RET beheerd worden. RET deed een uitvraag voor de panelen en installeerde ze zelf. Aanleg door derden op MRDH-assets is tot nu toe niet gebeurd. Voor de eigen gebouwen zou RET dat kunnen overwegen.

HTM

HTM gaat een deel van RandstadRail voeden vanuit een zonnepark dat energieleverancier Energie van Hollandsche Bodem bouwde in Den Haag. De gelijkstroom van de zonnepanelen zou volgens de plannen rechtstreeks worden geleverd aan de gelijkstroom tramelektra zonder tussenkomst van het openbare net, met een positieve business case als resultaat.⁶² Omdat leveranciers bij gebrek aan ervaring hiermee erg voorzichtig bleken is in eerste instantie gekozen voor invoeden op de 10kV-kabel tussen het Stedin-onderstation en het HTM-onderstation. Er moet dan dus toch een DC-AC

⁶² <https://www.htm.nl/nieuws/nieuw-haags-zonnepark-geopend-htm-tram-3-en-4-rijden-straks-op-zonne-energie>

omvorming plaatsvinden. Ook wil HTM zonnepanelen opslaan in batterijen die gelijkstroom leveren aan de bovenleiding als er geen of weinig daglicht is. Aan PV op stallingen wordt ook gewerkt, er is SDE+ voor ontvangen. PV op tramstations is onderdeel van de overeenkomst met MRDH en die steekt er geld in.

Connexxion, Arriva, Keolis

Connexxion wekt beperkt eigen energie op met PV op stallingdaken. Levering van lokaal opgewekte energie door derden zou interessant kunnen zijn maar de energievraag voor bussen is erg hoog, dan heb je grote PV-installaties nodig. Voor PV op daken van elektrische bussen is nauwelijks plaats.

Arriva heeft op daken van diverse vestigingen zonnepanelen gelegd. Een aantal panden is zelfvoorzienend. Maar ten opzichte van de totale energievraag is het volume klein. Daarvoor zou je heel grote parken nodig hebben maar dan is transport een probleem, het openbare net is te zwak voor grote projecten. Zelf opwekken van energie ligt buiten de core business van een vervoerder, dat kun je beter overlaten aan een energiepartij, vindt Arriva.

Keolis heeft geen voorbeelden van eigen opwek. Op de eigen remise in Zwolle en op de rest van de uitbestede stallingen liggen geen zonnepanelen voor zover bekend.

Samengevat

Eigen energie-opwek door partijen in de OV- en spoorsector (en soms lokale opwek door derden, zoals bij HTM) betreft kleinschalige projecten ten behoeve van eigen facilitaire energievraag (stations, facilitaire voorzieningen) of levering aan energiecoöperaties. Van de PDOVS-partijen heeft ProRail het grootste potentieel op haar assets met 220 GWh (0,8 PJ) per jaar. Het potentieel voor eigen opwek bij andere sectorpartijen is klein. NS en stadsvervoerders hebben opstel-terreinen voor railmaterieel, en stadsvervoerders hebben ook remises en

werkplaatsen in eigen beheer, met ruimte voor zonnepanelen op daken. De streekvervoerders hebben beperkte beschikking over vaste assets: veelal huren zij stallingen. Provincies hebben wel relevante grondposities en initiatieven om hier opwek te organiseren (langs wegen, op geluidswallen e.d.) maar deze zijn voor deze studie niet geïnventariseerd.

Een goede raming van de mogelijkheden is met de beschikbare informatie niet mogelijk, maar het is duidelijk dat de potentiële bijdrage van eigen opwek door de sectorpartijen aan de energievraag in de sector klein is. Rekenen we alleen met het potentieel van ProRail: de elektriciteitsvraag in de sector is vandaag 6 PJ en groeit naar mogelijk 12 PJ in 2050. 0,8 PJ betekent dan 13% resp. 7%.

Het is vervolgens de vraag wat de gunstigste inzet van de eigen opwek uit zonne-energie is. In de SDE+-regeling geldt voor levering aan openbare netten een hoger subsidietarief dan voor niet-netlevering (eigen gebruik), omdat eigen gebruik al een groter financieel voordeel oplevert. Bij levering aan het openbare net komt de eigen opwek ten gunste van anderen dan de opwekker zelf. De eigen opwek door de OV- en spoorpartijen komt dus niet in alle gevallen ten gunste van de sector zelf beschikbaar. ProRail noemt dit equivalente opwek.

Er kan ook sprake zijn van conflicterende duurzame (communicatie)-doelen. Als een zonnedak stroom levert voor eigen gebruik kan de claim van een zelfvoorzienend, energieneutraal of klimaatneutraal gebouw gelden. Levert een station met zonnedak de stroom aan het tractienet dan vervalt die claim.

Volgens de NVDE zal voor een directe koppeling tussen opwek en laden nog altijd een netaansluiting nodig zijn, anders is voor piekmomenten een buitensporige (dure) lokale opslag nodig. De combinatie netaansluiting – lokale opslag maakt een kleinere netaansluiting en kleinere opslag mogelijk.⁶³

3.5.2 Aankoppeling lokale opwek op TEV van ProRail

Het thema eigen opwek en lokale opwek is dus met name interessant voor ProRail. Te meer als ProRail niet alleen assets en gronden ter beschikking stelt voor lokale opwek door derden, maar ook aankoppeling aan haar tractienet mogelijk zou maken. Dan zou ProRail ook lokale opwek kunnen faciliteren op terrein dat niet van haarzelf is maar bijvoorbeeld andere Rijksgronden of private terreinen betreft.

Vanwege de steeds vaker optredende capaciteitsbeperkingen op het openbare elektriciteitsnet die het aankoppelen van zonneparken belemmeren wordt wel geopperd om gebruik te maken van het gesloten distributienet (GDS) van ProRail. Het feit dat zowel zonneparken als de treinbovenleiding op gelijkstroom werken is hierbij aantrekkelijk. Ook wordt de spoorsector gezien als een stabiele afnemer met een uitgebreide infrastructuur. ProRail krijgt regelmatig vragen van partijen die het tractienet willen gebruiken om hernieuwbare energiebronnen aan te sluiten of om buslaadinfra aan te sluiten.

IenW/DGMO/OVS (de afdeling OV en spoor) en ProRail voeren een verkenning uit naar de casus energie voor ProRail. Onderzocht wordt (o.a.) het openstellen van het elektriciteitsnet van ProRail voor verschillende bronnen en afnemers. Hierdoor zouden de regionale netbeheerders het net van ProRail kunnen gebruiken om meer stroom te leveren aan ProRail en aan derden.

De juridische context is belangrijk: ProRail is in gesprek met ACM (Autoriteit Consument & Mededinging) over wat zij mag en wat niet uit het perspectief van de Energiewet en de Spoorwegwet. Het moet duidelijk zijn wat onder het gesloten distributiesysteem valt en welke rechten en plichten ProRail dan heeft. Er is ook een discussie op een hoger niveau, dan gaat het over uitwisseling en onderlinge ondersteuning van netten.

De capaciteit van het ProRail-net is echter veel kleiner dan van de openbare netten, dus moet men er niet te veel van verwachten als medium voor “afvoer” van hernieuwbare energie-opwek. Het bovenleidingnet is uitgelegd om gedurende korte tijd grote hoeveelheden elektriciteit te transporteren, maar bij langdurig transport van veel elektriciteit wordt het net te heet. Er zijn wel mogelijkheden om opwek te koppelen en zo lokaal netcongestie oplossen, bijvoorbeeld het aansluiten van een niet te groot PV-veld op een onderstation. Overigens heeft ook ProRail capaciteitsknelpunten.

De ProRail-onderstations worden gevoed vanuit het openbare net met 10kV-kabels, deze zou je ook kunnen gebruiken om op in te voeden. Het gaat dan om wisselstroom. ProRail onderzoekt de aanleg van een 10kV-net langs het hele spoor, los van de bovenleiding, om de facilitaire voorzieningen op aan te schakelen. Langs de Betuweroute bestaat dit al. Op dit net zouden derden dan ook kunnen invoeden. Een groot zonnepark of windpark (>10MW) moet worden aangesloten op 50kV-onderstations, en komt dus niet in aanmerking voor aansluiting door ProRail (10 kV). 10MW bereik je al met enkele windmolens.

Op 3 juli jl. organiseerden ProRail en de directie OV en Spoor van het Ministerie van IenW een brainstorm over het wederzijds benutten van het energienetwerk van ProRail en andere netwerken zoals die van de

regionale netbeheerders. In september willen zij concrete initiatieven opstarten; drie gebieden die hierbij genoemd worden zijn:

1. Het ondersteunen bij netbalanceren waaronder ontsluiten van duurzaam opgewekte stroom – transport of beschikbaar stellen van onderstation(s) van ProRail
2. Opslag van energie
3. Het beschikbaar stellen van grond

Als ProRail lokale producenten en andere afnemers dan spoorvervoerders mag en technisch kan aankoppelen is een volgende discussie die met VIVENS en diens energieleverancier over de verdeling van de elektriciteit op het tractienet.

Als ProRail andere afnemers mag aankoppelen ontstaat ook de mogelijkheid om buslaadpunten in combinatie met energieopslag aan het tractienet te koppelen, zoals eerder besproken (§3.4.5). Aankoppeling van afnemers biedt op geëlektrificeerd enkelspoor de mogelijkheid om remenergie van treinen te benutten die nu verloren gaat.

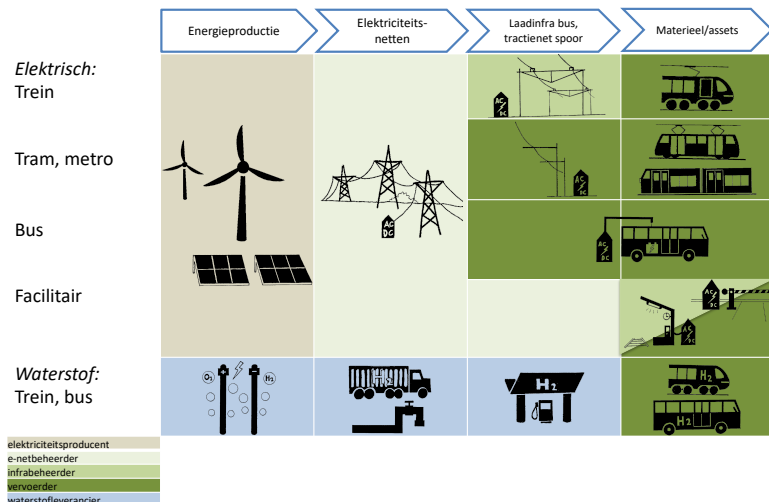
3.6 Samenvatting energieketens OV en spoor

De volgende figuur 8 geeft een schematisch overzicht van de energieketens voor OV en spoor.

⁶³ RWS onderzoekt een pilot om snellaadstations langs de snelweg direct met lokale opwek te voeden met een netaansluiting als back-up. NVDE is daarbij betrokken.

Figuur 8: Energieketens voor OV en spoor: elektrisch en waterstof.

Energieketens OV en spoor



4. Verduurzaming van de energieketen voor OV en spoor

4.1 Onderscheid vervoerketen en energieketen

In de OV-sector wordt al geruime tijd gewerkt aan de verduurzaming van spoor en BTM. Voor de bussen is daartoe het Bestuursakkoord Zero Emissie Bus de leidraad, voor de treinen maar ook busvervoer en stadsrail is het PDOVS actief. De noodzaak van deze transitie is ook vastgelegd in het toekomstbeeld OV2040 en het Klimaatakkoord. Een belangrijk argument voor verduurzaming van OV is onder meer dat de overheid, die verantwoordelijk is voor het OV, hiermee een goed voorbeeld kan geven voor andere te verduurzamen modaliteiten.

Bij de verduurzaming van de sector dient het te gaan over de gehele keten van opwek van hernieuwbare energie tot het rijden van de dienstregeling. Dit is ook uitgangspunt van de Roadmap PDOVS. In onderstaand schema is dit weergegeven. Tot op heden is er bij verduurzaming van OV vooral aandacht voor het rechterdeel van deze opgave, een vervoerkundige/financiële optimalisatie van rijdend materieel, dienstregeling en tractienetten resp. laadinfrastructuur. Dit deel noemen we de vervoerketen. In de railsector is al heel lang sprake van elektrificatie, bij het busvervoer komt dit pas recent op gang.

De opgave dient echter ook te gaan over het linkerdeel van het schema, de energieketen. De ambitie uit het Klimaatakkoord voor hernieuwbare elektriciteitsopwekking in 2030 is om 49 TWh op te wekken uit wind op zee en 35 TWh met een combinatie van wind op land en zon-pv groter dan 15 kW. Beide hebben hun uitdagingen, zowel wat de opwekking als het transport betreft. Het vraagstuk is: hoe krijgen we op een ruimtelijk/financieel optimale wijze hernieuwbare energie naar de railtractienetten en buslaadpunten? Daarbij is het belangrijk om goed te kijken naar transport en opslag van energie. Energie wordt immers niet altijd op dezelfde plek en hetzelfde moment opgewekt als waar het voor OV gevraagd wordt. De bredere context is bovendien een integrale

zoektocht naar energievoorziening voor wonen, werken en mobiliteit.

We kunnen hier twee varianten onderscheiden, die elkaar aanvullen:

1. Opwek direct bij of in de buurt van laadpunten en onderstations voor OV
2. Opwek op afstand met GvO's, transport via het distributienet.

1. Opwek direct bij of in de buurt van laadpunten/onderstations OV

De treinen in Nederland worden gevoed via ongeveer 250 onderstations, de trams en metro's via hun eigen onderstations, en de elektrische bussen op strategische plekken binnen een concessie, met name remises en knooppunten/busstations. Dit zijn de plekken waar gezocht moet gaan worden naar mogelijkheden voor opwek (zon en/of wind) en opslag van hernieuwbare energie, zodat transport van energie zoveel mogelijk wordt voorkomen en het centrale elektriciteitsnetwerk wordt ontlast. Dat is ook nodig, want ProRail en netbeheerders hebben aangegeven dat er op veel plekken al knelpunten ontstaan en voor de verdere toekomst bij verdere groei van de energievraag nog meer knelpunten kunnen/zullen volgen.

Er zijn in Nederland op dit moment nog weinig gevallen waar lokale energie-opwek direct aan tractienetten of buslaadinfra is gekoppeld. In het voorgaande zijn voorbeelden beschreven bij RET en HTM. ProRail mag hier momenteel niet aan meewerken, maar onderzoekt wel mogelijkheden. Het zal ook niet altijd ruimtelijk mogelijk en kostenefficiënt zijn om de opwek en opslag bij alle afzonderlijke laadpunten of onderstations voor het OV te realiseren. Een reële mogelijkheid is dan om aan te sluiten bij regionale zon- en windenergieprojecten in de buurt van de laadpunten of onderstations voor OV. Vaak gaat het dan om de grote zonne- en windparken van de grote energieleveranciers of kleinere initiatieven van lokale energiecoöperaties. De opgave is hier waar mogelijk de verbinding te zoeken vanuit OV en

spoor en/of eigen initiatieven te starten in samenwerking met die partijen.

2. Opwek op afstand, transport via distributienet

Bij opwek in de buurt is het voordeel dat transport van energie slechts over beperkte afstand nodig is en dat er synergie en schaalvoordeel met de opwek ten behoeve van wonen en werken gezocht kan worden. Toch is het mogelijk en waarschijnlijk dat er in de buurt onvoldoende opwekcapaciteit zal blijken te zijn. Natuur en landbouw blijven immers ook ruimte vragen, en de energievraag van OV en spoor zal volgens prognoses groeien. Voor de resterende energievraag is het daarom nodig om gebruik te maken van de grootschalige energie-opwekprojecten, zoals wind op zee, met de systematiek van inkoop van groene stroom door middel van garanties van oorsprong. Ook kan er in navolging van een initiatief als het "Dutch Wind Consortium" onderzocht worden of er op een aantal strategische plekken in Nederland grootschalige opwek specifiek voor OV en spoor gerealiseerd kan worden, die groene stroom in het landelijke elektriciteitsnet invoedt. Elektriciteit en GvO's worden hierbij gebundeld afgenomen. Een vraagstuk hierbij is of energie-inkoop in collectief verband of ieder voor zich de voorkeur verdient.

4.2 Rolverdeling en taakopvatting van betrokken partijen

4.2.1 Inleiding

In de huidige praktijk kopen de vervoerders de energie in voor de operatie van elektrische treinen en bussen. Voor treinen gebeurt dit via VIVENS en CIEBR, voor tram, metro en bus door de individuele concessiehouders. Vervoerders zijn in de energieketen voornamelijk actief als inkoper van "opwek op afstand". Busvervoerders maken veelal wel gebruik van smart charging voor elektrische bussen, maar de eigenlijke energieopgave ligt hoofdzakelijk bij de energieleveranciers en netbeheerders.

De volgende rol- en takenverdeling is aan te bevelen:

- vervoerders optimaliseren de vervoerketen en organiseren de energie-inkoop, en zetten hun assets (bussen met laadinfra en tractienetten) in ten behoeve van smart grid diensten in de energieketen.
- energieprijzen (energieleveranciers, energieproducenten, netbeheerders) optimaliseren de energieketen, waarbij assets van vervoerders worden betrokken voor netbalancing en uurmatching.
- de regionale overheid voert regie op de vervoerketen en bijbehorende energie-inkoop via de OV-concessieverlening (doelen en kaders stellen zodat de vervoerder de vervoerketen en energie-inkoop en aanbod van netdiensten kan optimaliseren) en op de koppeling van lokale opwek aan OV en spoor, waar mogelijk via Regionale Energie Strategieën (RES) en Regionale Mobiliteitsplannen (RMP).
- Het Rijk schept de juiste wettelijke en beleidsmatige randvoorwaarden.

De rol- en taakopvatting van de partijen wordt hierna uitgewerkt.

4.2.2 OV-vervoerders verantwoordelijk voor de vervoerketen en energie-inkoop

De vervoerders willen maximale controle over hun primaire proces en daar hoort energie-inkoop volgens hen ook bij. In de driehoek vervoerketen handelen vervoerders sneller en innovatiever samen met andere marktpartijen dan de overheid tot nu toe en is er al veel kennis en ervaring met het efficiënt plaatsen van laadpunten, inregelen van de dienstregeling etc. Stadsvervoerders hebben bovendien jarenlange ervaring met beheer van tractienetten en spelen zo een rol in de energieketen.

Vervoerders zeggen dat ze de energie-inkoop zelf willen blijven doen omdat duurzaamheid een onderscheidend thema is bij aanbestedingen. In feite is datgene wat ze doen GvO's kopen. Dat is een gemakkelijke

oplossing, het kost een aantal duizend euro per jaar op een contract, maar draagt zeer beperkt bij aan een duurzaam energiesysteem. Aan de andere kant, alles wat een vervoerder meer doet en wat meer kost levert in een concessie-aanbesteding ook geen extra waardering op (behalve een goede beoordeling van het duurzaamheidsplan), dus er is ook geen prikkel voor. Overigens levert het voor PR, stakeholdermanagement en aandeelhouderswaarde wel degelijk iets op.

Busvervoerders staan tot nu toe veelal buiten de energieketen, maar kunnen hier met hun laadinfra en voertuigen wel een rol spelen. Samenwerken met energieleveranciers heeft (sommige) vervoerders inzicht gegeven in de energiemarkt en hoe je fluctuaties kunt benutten. Dit speelt vooral op het niveau van TenneT, dus het landelijke net. Daar is behoefte aan netbalancing. Er is dan voor primaire onbalansmarkt of noodvermogen wel een zekere omvang nodig. Streekvervoerders betalen ordegrrootte 4 ct/kWh voor de stroominkoop plus 4 ct/kWh voor de transportkosten, belasting etc. Die (zeg) 4 ct/kWh inkoopprijs kan omlaag als je grootschalig inkoopt en manieren vindt om met smart charging oplossingen netbalancing als dienst aan te bieden. Dat geldt ook voor inzet van smart charging om de benutting van duurzame opwek te optimaliseren. Vervoerders kunnen dus ook in de energieketen een rol van betekenis spelen.

De huidige taakverdeling, waarbij de vervoerders investeren in de assets (bussen en bovengrondse laadinfra) en energie inkopen, en de overheid de kaders bepaalt en helpt met locatieonderzoek, voorbereidingen en eventueel aanvragen van netaansluitingen is dan, zoals eerder geconcludeerd in de BAZEB-evaluatie, de juiste. Vervoerders moeten niet worden verplicht om zelf energie op te wekken, omdat dit afleidt van de hoofdtaken, en andere partijen kunnen dit beter. Vervoerders kunnen wel worden gestimuleerd om hun assets (bussen met laadinfra en

tractienetten) in te zetten ten behoeve van smart grid-diensten.

4.2.3 Energiepartijen en netbeheerders verantwoordelijk voor de energieketen

Energieproducenten en energieleveranciers

In de driehoek energieketen zijn producenten, leveranciers en netbeheerders actief. De energieproducent wekt energie (lees elektriciteit) op en verkoopt dit aan een energieleverancier, die het via het openbare net aflevert bij de afnemers. Producenten en leveranciers kunnen dezelfde partij zijn, en producenten kunnen via C-PPA's rechtstreeks aan afnemers leveren. Het kan gaan om gevestigde energiemaatschappijen maar ook ontwikkelaars van wind- en zonneparken en lokale energie-coöperaties. De energieleverancier moet op grond van het leveringscontract ervoor zorgen dat er altijd genoeg energie beschikbaar is om aan de (verwachte) vraag te voldoen. Naarmate de omvang het contract toeneemt heeft het voor een kleine producent zoals een energie-coöperatie meerwaarde om een gevestigde energieleverancier als tussenpartij/partner in te schakelen.

De minister van EZK roept in zijn brief over netcapaciteit producenten van duurzame energie op te bekijken hoe ze de opgewekte elektriciteit waar mogelijk direct kunnen (laten) gebruiken of op kunnen opslaan om het op een later tijdstip in te kunnen voeden op het net, om daarmee zo efficiënt mogelijk met de beschikbare transportcapaciteit om te kunnen gaan.⁶⁴

OV en spoor zijn vanwege de grote energievraag interessant voor zowel de grote commerciële energieprijzen als de lokale energiecollectieven als afnemers van "opwek op afstand" evenals van lokale opwek. Ook bij het organiseren van energieopslag ten behoeve van smart charging/smart grids kunnen deze partijen de afnemers van diensten zijn. Voor waterstof lijkt de

⁶⁴ <https://www.netbeheernederland.nl/nieuws/minister-wiebes-netten-beter-benutten-met-nieuwe-spelregels-en-systeembenadering-1378>

energieketen op die voor conventionele brandstoffen als benzine en diesel. Er is (nog) geen sprake van een openbaar waterstofnet. Producenten en leveranciers zijn vaak dezelfde partij zodat vervoerders met maar een enkele partij zaken hoeven te doen.

Netbeheerders

De netbeheerders hebben de wettelijke taak om energie te transporteren en spelen daarbij als partner/adviseur een faciliterende rol met betrekking tot capaciteitsvraagstukken rond het centrale elektriciteitsnetwerk en het mogelijk maken van “opwek dichtbij OV”.

Om te voorkomen dat een OV-vervoerder wordt geconfronteerd met een capaciteitsknelpunt in de energievoorziening vragen de netbeheerders hen tijdig te betrekken bij die ontwikkelingen.⁶⁵ Netbeheerders bepleiten bij vervoersautoriteiten en vervoerders een planmatige aanpak bij het ontwikkelen van laadinfrastructuur. Onder meer de laadkaart-OV is hiervoor bedoeld (§3.4.4). Het aantal zware aansluitingen op het net is als gevolg van elektrificatie in diverse sectoren sterk toegenomen en groeit naar verwachting nog veel verder.⁶⁶ Als er een knelpunt is moeten eerst alle betrokkenen worden geïnformeerd dat de capaciteit wordt bevroren/dat men niet meer kan groeien, daarna kan pas congestiemanagement worden gedaan. Bij de betrokkenen gaat het om al aangesloten partijen, niet om nieuwe kandidaten zoals een vervoerder die wil gaan elektrificeren. De (in)transparantie van congestie-onderzoeken is een punt van zorg; de minister van EZK schrijft dat marktpartijen, ACM en netbeheerders inmiddels gesprekken hebben gevoerd over hoe zij in de toekomst om zullen gaan met nieuwe congestie-onderzoeken en in lijn met de uitkomsten van deze gesprekken gaan de

netbeheerders de nieuwe onderzoeken publiceren.⁶⁷

Het voornemen is ook om in de Energiewet het wettelijk kader voor aansluiten en transporteren te herzien. Het recht op een aansluiting blijft in stand, maar in aanvulling daarop wordt een grondslag geschapen op basis waarvan netbeheerders een aansluitverzoek niet onmiddellijk hoeven in te willigen zolang sprake is van netcongestie. De netbeheerder blijft daarbij wel verplicht om de transportcapaciteit uit te breiden, zodat aansluiting van en transport ten behoeve van nieuwe partijen op termijn alsnog mogelijk wordt.

Netbeheerder ProRail

Een energienetbeheerder met bijzondere status is ProRail. Als beheerder van een gesloten net levert ProRail op dit moment uitsluitend transportcapaciteit aan spoorgerelateerde bedrijven. Ontwikkelingen in de energiemarkt zoals de toename van de opwekking van duurzame energie, meer decentrale productie en de toenemende elektrificatie maken het interessant om nieuwe mogelijkheden te onderzoeken om een bijdrage te leveren aan een duurzame toekomst. ProRail kan een bijdrage leveren door een ruimer gebruik van zijn assets, waaronder het breder benutten van het elektriciteitsnetwerk dan alleen direct voor het spoor. Hier kunnen ook de regionale netbeheerders en hun klanten voordeel uit halen. Vragen die dan opkomen zijn: waar liggen kansen, welke partijen zouden hier een rol in moeten en willen spelen.

https://www.elaad.nl/uploads/files/initiatiefnemers/EladNL_Outlook_F-bussen.pdf

⁶⁶ Illustratief filmpje: <https://nos.nl/video/2301849-hoe-datacentra-zonneparken-en-bussen-de-elektriciteitsmarkt-op-z-n-kop-zetten.html>

⁶⁷ https://www.netbeheernederland.nl/_upload/RadFiles/New/Documents/kamerbrief-over-vervolg-op-toezeggingen-gebrek-transportcapaciteit.pdf

⁶⁵ De Outlook Elektrische Bussen van ElaadNL verwacht op basis van een analyse van de verwachte laadlocaties in remises en op straat dat er weinig knelpunten zullen zijn in de zin van capaciteitsgebrek op de onderzochte locaties. Netbeheerders wijzen er echter op dat als vandaag genoeg capaciteit beschikbaar is, er geen garantie is dat dit over 3 maanden ook nog zo is.

4.2.4 Overheid (concessieverlener) opdrachtgever en regisseur, Rijk voor voorwaarden

De overheid (landelijk en regionale concessieverleners) dient als regisseur de rol te vervullen om de vervoerketen en de energieketen voor OV en spoor optimaal te verbinden, en om randvoorwaarden qua wet- en regelgeving en marktordening daarvoor te scheppen. In de evaluatie van BAZEB (april 2019) kwam het vraagstuk van energie ook aan de orde.⁶⁸ De concessieverleners hebben zich aanvankelijk vooral gericht op de aansluiting van elektrisch OV op het elektriciteitsnet. Het is daarnaast nodig om nauwer betrokken te raken bij de bredere energietransitie en te zorgen dat OV en spoor een plek krijgen in nationale en/of regionale energiestrategieën. Doelstelling in het landelijke Bestuursakkoord ZE Busvervoer is dat “de nieuwe bussen vanaf 2025 gebruikmaken van 100% hernieuwbare energie of brandstof, die met het oog op economische ontwikkeling zo veel mogelijk regionaal wordt opgewekt”.

De OV-autoriteiten verschillen over de vraag in hoeverre de energie regionaal moet zijn. Bijlage 4 bevat de tekstfragmenten over energie in de bestekken van de laatste 10 concessieaanbestedingen. Voor sommigen moet de energie regionaal opgewekt zijn, anderen vinden het alleen wenselijk. Er is wel consensus dat de duurzame energie aantoonbaar uit Nederland moet komen. Daartoe kan ook teruggewonnen remenergie worden gerekend, en het gebruiken van de batterijen van bussen als onderdeel van een smart grid (zoals het project Lomboxnet dat vehicle-to-grid beproeft). Ook zouden knooppunten OV geschikt kunnen zijn voor opslag en verdeling energie (smart grid centres).

Provincie Noord-Brabant stelde vast dat het voortzetten van de huidige manier van OV aanbesteden niet leidt tot nieuw regionaal aanbod van duurzame energie, en voerde daarom een verkenning uit naar rollen die de

⁶⁸ https://platformduurzaamovenspoor.nl/publish/pages/164191/rapport_inventarisatie_uitdagingen_zeb.pdf

provincie in het energiesysteem kan spelen om de BAZEB-doelen te halen.⁶⁹ Vanaf de start van de concessie de afname van regionaal aanbod eisen wordt te duur bevonden en wordt belemmerd door schaarse netcapaciteit, maar een ingroeimodel (overgang naar lokale energie in de loop van de concessie) wordt als kansrijk ingeschat. De rol van de provincie als producent brengt juridische en financiële risico's mee, die kunnen worden vermeden als samenwerking wordt gezocht met de markt en andere overheden (gemeenten). Hierbij treedt de provincie op als facilitator die gronden, expertise en middelen voor realisatie ter beschikking stelt. De rol van energieleverancier werd afgeraden omdat het eveneens kosten en risico's meebrengt maar ook geen voordelen qua duurzaamheid oplevert ten opzichte van marktpartijen als leveranciers.

Met betrekking tot het energienet kunnen de provincies de rol van regisseur oppakken: waar de netbeheerders volgens de wet niet proactief netaansluitingen kunnen realiseren op grond van toekomstige behoeften kunnen provincies wel strategische aansluitpunten initiëren. Discussies over de rolopvatting spelen bijvoorbeeld binnen provincie Noord-Brabant.

Concessieverlening

In genoemde BAZEB-evaluatie waren partijen het eens dat het niet wenselijk is om nieuw te realiseren duurzame opwekking onderdeel van de OV-aanbesteding te maken. Dit moet niet de verantwoordelijkheid van vervoerders zijn, de implementatie van ZEB is al ingewikkeld genoeg. Om de sector te stimuleren duurzame opwekking te (helpen) realiseren zouden volgens de evaluatie wegen buiten de OV-aanbesteding moeten worden gezocht.

Echter, om *energiepartijen* te stimuleren te investeren in opwek en eventueel opslag van hernieuwbare energie voor OV is een mogelijkheid om de vervoerders via PvE's of concessieovereenkomsten te verplichten om lokaal opgewekte en via laadpunten /

⁶⁹ Verkenning naar rollen van Provincie Noord-Brabant in het energiesysteem, Het Energiebureau, in opdracht van Provincie Noord-Brabant, 18 december 2019.

onderstations aangeleverde energie af te nemen, op basis van business cases. Daartoe via de OV-aanbestedingen gemotiveerd sluiten vervoerders dan nog altijd zelfstandig of collectief energie-inkoop-contracten voor OV af met energieleveranciers, maar maken ze hierin ruimte voor lokale energieprojecten van (mogelijk andere) leveranciers. Dit is te vergelijken met het in veel PvE's voorkomende innovatieartikel, dat vervoerders verplicht om mee te werken met door concessieverleners aangedragen innovatieprojecten, op basis van een aparte projectbegroting en financiering (zie bijlage 4).

De overheid als regisseur maakt zo de realisatie van lokale opwekprojecten mogelijk door de koppeling met energie-infra voor het OV en met afname door vervoerders. Een vergelijkbare aanpak is gevolgd door 8 provincies bij een gezamenlijke inkoop van duurzame elektriciteit en groen gas voor publieke voorzieningen zoals tunnels, openbare verlichting, gemalen en provinciale gebouwen.⁷⁰ Zij hebben eind 2019 een vijfjarig contract gesloten, waarin is geregeld dat de provincies de ruimte hebben om deels zelf GvO's aan te leveren uit lokale projecten.

RES, RMP en NAL

Voor het opsporen van kansen voor lokale hernieuwbare opwek en energieopslag en koppeling met het OV en spoor bieden de uit het Klimaatakkoord voortgekomen Regionale Energie Strategieën (RES), Regionale Mobiliteits Plannen (RMP) en Nationale Agenda Laadinfrastructuur (NAL) in principe goede mogelijkheden. Het zijn echter tot nu toe parallelle sporen die nog niet bij elkaar worden gebracht. Veel van de betrokkenen in sector en overheden (IPO, VNG, Rijk) zijn in principe dezelfde maar integratie van RES met NAL moet operationeel nog gebeuren. Voor RES is een wettelijke titel, voor de NAL niet. RES valt onder het ministerie van EZK, NAL primair onder het ministerie van IenW. RES is verdeeld in 30 regio's, NAL in 6.

De RES richten zich voornamelijk op aanbod van hernieuwbare energie en het ontwikkelen van draagvlak voor opwek, maar de vraag wat je met die energie doet is nauwelijks gesteld. De RES zijn voornamelijk op de gebouwde omgeving gericht. De RES zijn bedoeld om alle aspecten mee te wegen om het energienetwerk van de toekomst te ontwikkelen. De discussie moet worden opgetild van "opwekprojecten aansluiten" naar "ontwikkelen van een toekomstbestendig netwerk". Door opwek en afname in samenhang te beschouwen kun je vaststellen waar je combinaties kunt maken. Voor busconcessies zijn grote aansluitingen nodig, als je die dan maakt wil je die liefst voor meerdere toepassingen waaronder lokale opwek inzetten. DOVA wil kijken naar afname door OV, maar ook naar vraag in de gebouwde omgeving, bijvoorbeeld koppeling van een woonwijk aan een opweklocatie.

Tot nu toe ontbreekt laadinfra voor alle mobiliteit in de RES-aanpak. Mobiliteit moet erin worden gebracht via de later gestarte RMP. De verbinding met de NAL moet vervolgens ook worden gelegd. Het doel van de Nationale Agenda Laadinfrastructuur (NAL) is ervoor te zorgen dat de beschikbaarheid van laadinfrastructuur niet belemmerend is voor de grootschalige uitrol van elektrisch vervoer, waaronder OV. Hoe deze trajecten worden verbonden is nog onduidelijk. Hoewel dit gebrek aan samenhang ontmoedigend kan werken biedt het tegelijk een uitdaging aan de OV en spoorsector om zelf een integraal plan te maken over een duurzame energievoorziening voor het OV en spoor.

Dit was ook advies aan de BAZEB-partijen in de aangehaalde evaluatie: breng samen de energievraag van het busvervoer in beeld en stel mogelijke scenario's op hoe aan die vraag voldaan kan worden (bijvoorbeeld op nationaal of regionaal niveau). Hierbij zouden onder andere de RES, de RMP, de NAL en PDOVS betrokken moeten worden. Dit zou moeten leiden tot een gezamenlijke interpretatie hoe om te gaan met de BAZEB-doelstelling over

duurzame energie. DOVA richt zich nu op in kaart brengen van de energievraag van ZE OV-bussen (Laadkaart-OV, zie §3.4.4). Het voornemen is om kennis over de energiebehoefte vanuit de OV-sector in te brengen in de RES-processen.

Wet- en regelgeving

Een taak voor het Rijk is ook om de randvoorwaarden te scheppen zodat partijen hun rol- en taakopvatting kunnen invullen. Het Rijk is voornemens in de Energiewet het wettelijk kader voor aansluiten en transporteren te herzien, en zou daarbij mogelijk moeten maken dat de netbeheerders kunnen investeren in energieopslag, en infrabeheerder ProRail toestemming moeten geven om lokale opwek en afnemers aan te koppelen.

4.3 Duurzame collectieve energie-inkoop 2.0

4.3.1 Kansen voor collectieve energie-inkoop voor de OV- en spoorsector

In hoofdstuk 3 is de huidige situatie van energie-inkoop voor het OV en spoor beschreven. Kort samengevat:

- Energie voor de elektrische treinen wordt collectief en vrijwel helemaal groen (met GvO's) ingekocht door twee coöperaties van spoorvervoerders: VIVENS voor het gemengde net en CIEBR voor de Betuweroute. ProRail en NS kopen daarnaast facilitaire energie in. De looptijd van het VIVENS-contract is gelijk aan de huidige NS-concessie (tot eind 2024), CIEBR heeft levering gecontracteerd tot eind 2024. Een overweging is om CIEBR daarna samen te voegen met VIVENS.
- Energie voor tram, metro en elektrische bussen wordt groen (met GvO's) ingekocht door individuele stads- en streekvervoerders. Dit gebeurt per concessie.

Projectgroep Energievoorziening van PDOVS heeft het thema (gezamenlijk) aanbesteden van hernieuwbare energie door/voor de OV en

spoorsector onderzocht. Uitgangspunt hierbij was dat het niet alleen over commerciële voordelen moet gaan, maar over het bereiken van energietransitie-doelen. Het gaat om "collectieve energie-inkoop 2.0", rekening houdend met bijv. profielen van energielevering en -vraag (netbalancing, betere uurmatching), en met mogelijke synergie om "eigen" resp. lokale opwek te realiseren om en rond het spoor. Hierbij is ook de vraag gesteld wat we kunnen leren van ervaringen in andere sectoren. Zo is het Dutch Wind Consortium onder de loep genomen (bijlage 1).

Opties na de huidige collectieve contracten

Het is niet mogelijk om andere OV-modaliteiten toe te laten treden tot het huidige VIVENS-contract, o.a. omdat dit contract geldt voor energielevering via het tractienet van ProRail. Maar het is in principe mogelijk om na de looptijd van het huidige contract (vanaf 2025) een nieuw gezamenlijk contract voor de *hele OV- en spoorsector* (of delen ervan) na te streven.

Er wordt door de contractpartijen nagedacht over de toekomst. Er zijn na de huidige contractperiodes in principe drie opties:

1. Voortzetting van de inkoopcoöperaties (en eventueel samengaan van VIVENS en CIEBR); dit biedt potentieel gunstige contractvoorwaarden, belasting- en prijsvoordelen met name voor kleine partijen.
2. Iedere vervoerder koopt afzonderlijk energie in bij mogelijk verschillende leveranciers, of in deel-collectieven. Dit is voorlopig niet mogelijk, maar wel als al het rijdend materieel is voorzien van energiemeters en het systeem van settlement (Erex) wordt toegepast. De intentie is dat vanaf 2025 vrije leverancierskeuze kan worden gefaciliteerd. Dat valt samen met het eind van het huidige VIVENS-contract.
3. ProRail faciliteert de energie-inkoop. Dit is het model zoals het bestaat in andere landen, waar de energie-inkoop door de infrabeheerder wordt gedaan en het

⁷⁰ Flevoland, Gelderland, Limburg, Noord-Brabant, Noord-Holland, Utrecht, Zeeland en Zuid-Holland.

verbruik wordt doorberekend aan de vervoerders. Dit zou betekenen dat er geen inkoopcoöperaties meer zijn in Nederland. Dit past niet in de Nederlandse marktordening met een scheiding tussen energieleveranciers en netbeheerders. In principe zou deze optie wel onderdeel kunnen zijn van ProRail's bredere heroriëntatie op energie (aanpak eigen opwek). Dan zou eigen opwek ten behoeve van de sector aangevuld kunnen worden met energie-inkoop voor de sector.

Optie 1 ligt voorlopig het meest voor de hand. Een variant hierop is de uitbreiding met andere OV-partijen en/of modaliteiten (BTM). De streekvervoerders zouden de stroom voor de bussen onder het contract kunnen brengen, de stadsvervoerders zouden dat kunnen doen met BTM.

Bij optie 2 is denkbaar dat partijen kiezen voor andere bundelingen (goederenvervoerders apart; streekvervoerders apart; tractienet met of zonder stations en facilitair gebruik). Ook genoemd worden een korterlopend collectief contract, of de mogelijkheid om vervroegd uit te stappen zonder boete, of de variant dat ieder zelf energielevering inkoopt, maar gezamenlijk een balancing service contract sluit met een Programma-verantwoordelijke.

Veelal zijn er vanwege het grotere volume voordelen te behalen. De jaarlijkse energievraag voor treinen is 1,5 TWh (5,3 PJ) waarvan 1,3 TWh (4,6 PJ) voor NS. De aanvullende facilitaire energievraag is 0,1 TWh (0,4 PJ). De elektriciteitsvraag van tram en metro bedraagt 0,3 TWh/jr (1,1 PJ), dus 20% van het gebruik op het spoor. De jaarlijkse energievraag van de OV-busvloot bij volledige overschakeling op elektrisch wordt geschat op 0,6 TWh (2,2 PJ), dus 40% van het gebruik op het spoor. Dit brengt het totaal voor de sector op ~2,5 TWh (9 PJ) waarvan 50% voor NS. Dit is niet gerekend met de verwachte groei van energiegebruik in de sector.

Echter, meer volume leidt niet altijd tot betere prijzen, zeker niet als alle deelnemende partijen een vergelijkbaar afnameprofiel

hebben. Vanwege het gebruiksprofiel betaalt VIVENS volgens betrokkenen niet het laagste tarief. Verbreding naar de hele sector is alleen voordelig als de kamelenbult in het gebruiksprofiel voor het spoor wordt afgevlakt. In een gezamenlijk inkoopcontract kunnen vanwege de grotere omvang mogelijk wel kosteneffectievere maatregelen worden genomen om de uurmatching te vergroten. Zo kan conversie naar bijvoorbeeld waterstof op grote schaal goedkoper worden gerealiseerd.

Interesse in collectieve energie-inkoop

Aan de PDOVS-partijen en enkele andere vervoerders is gevraagd hoe zij staan ten opzichte van collectieve inkoop van energie:

- Partijen geloven in de kracht van bundeling om sterk te staan ten opzichte van de energieleveranciers. Aansluiten bij de grootste afnemer NS blijft aantrekkelijk voor de andere spoorpartijen, het biedt prijsvoordelen vanwege het volume en (niet nader benoemde) voordelen qua contractcondities die partijen individueel niet zouden krijgen. De vorm van een raamcontract met gezamenlijke voorwaarden maar met de mogelijkheid dat elke vervoerder zelf de gebruiksprijs bepaalt (vastklikken van de prijs voor een periode naar keuze) is geschikt.
- Een voordeel van gezamenlijk optreden is ontzorging: hieraan heeft iedereen behoefte. Daar staat tegenover dat er ook tijd en moeite in overleg met contractpartners gaat zitten.
- GVB, RET en HTM hebben nog langlopende contracten en voorlopig geen reden om na te denken over deelnemen in een collectieve aanbesteding. De omvang van deze contracten is al voldoende interessant voor de markt om scherp te

bieden, bundeling is daarvoor niet nodig.⁷¹ Kennisuitwisseling over ervaringen met contracten en business cases is wel waardevol en gebeurt ook. GVB en RET wisselen kennis uit op gebied van energie. RET heeft voor het PvE inspiratie opgedaan bij o.a. GVB, door inzet van dezelfde adviseurs bij het opstellen ervan. Ook met NS wordt kennis uitgewisseld. Daar is meer opgebouwde kennis van energie omdat er een heel team is, bij de stadsvervoerders slechts enkele mensen.

- ProRail heeft al nu voordeel van het optrekken met NS bij energie-inkoop. Van samengaan met andere inkopende organisaties wordt geen voordeel verwacht, de schaal is nu al goed.
- Een streekvervoerder oppert dat bundeling van energie-inkoop samen met de buitenlandse moeder en zusters een alternatief kan zijn om schaalvoordeel te behalen. Dan moet je wel een internationaal contract kunnen sluiten, het is nu nog onduidelijk hoe dat zou werken. Daarbij moet worden bedacht dat Nederland ten opzichte van omliggende landen lage tarieven kent.
- Gewaarschuwd wordt dat een te groot contract riskant kan zijn voor energieleveranciers. Ook de energieleverancier heeft te maken met de prijschommelingen en moet hier op bedacht zijn in zijn rol als programmaverantwoordelijke. Een verkeerde inschatting van de leveringen betekent dat dure stroom moet worden bijgekocht op de kortetermijnmarkt, resp. overschot met verlies moet worden gedumpt.
- Een voorwaarde voor collectief optreden is wil en bereidheid. Er zijn verschillende voorbeelden genoemd waar inkopers van verschillende afdelingen (spoor en bus) of verschillende bedrijven liever hun eigen gang gingen dan samenwerkten. Daarbij is duurzaamheid voor streekvervoerders een thema waarop zij zich kunnen

onderscheiden bij aanbestedingen. Er zijn punten te verdienen met een goed duurzaamheidsplan. Zeker vervoerders die hier al veel in geïnvesteerd hebben koesteren dit onderscheidend vermogen. Collectief inkopen van energie past daar niet bij. Een ander geluid is de suggestie om energie buiten de aanbesteding te houden, omdat de aanbiedingen in feite toch niet veel verschillen.

Samengevat is de belangrijkste vraag: "wat willen we bereiken als we gezamenlijk energie inkopen?" Waar aanvankelijk de vraag over gezamenlijke inkoop vooral economisch gemotiveerd was (lagere prijs door schaalvoordeel), is nu de vraag **of door gezamenlijk optreden de duurzame energieketen beter georganiseerd kan worden en tot kostenvoordelen kan leiden door het leveren van netdiensten (netbalancing en uurmatching).**

Voordelen van gezamenlijk energie inkopen door de OV- en spoorsector kunnen ook worden ontleend aan initiatieven van grote energiegebruikers die inkoopcoöperaties hebben gevormd. Een voorbeeld is het consortium van DSM, Google, Nouryon (voorheen AkzoNobel) en Philips, het Dutch Wind Consortium, dat PPA's heeft afgesloten met windenergieproducenten. De voordelen van het opzetten van een innovatief inkoopconsortium zijn volgens deze partijen:

- Inkoop van hernieuwbare energie tegen concurrerende prijzen waarmee wordt voldaan aan duurzaamheidsambities
- Benutten van gezamenlijke kennis van multinationale bedrijven
- Risicospreiding door portfoliobenadering (meervoudige windprojecten)
- Kosten delen voor marktverkenning en transacties
- Resources delen om projecten te volbrengen (interne capaciteit van juridische zaken, accounting, en inkoop)

Het nadeel is dat gezamenlijk optreden ten dele afhankelijk maakt van elkaar.

Zie de casusbeschrijving in bijlage 1.

⁷¹ GVB en gemeente Amsterdam hebben bundeling overwogen maar niet doorgezet, het aandeel van GVB zou dan 60% zijn geweest.

4.3.2 Collectief energie-inkoopcontract 2.0

Nederland loopt in Europa achter met opwekking van hernieuwbare energie. De OV- en spoorsector draagt nu alleen bij met inkoop van GvO's. Maar dat is vergroenen van de output ("wat er uit het stopcontact komt"), niet het verduurzamen van de input ("wat er in het stopcontact gaat"). De huidige groene energiecontracten dekken de energievraag op jaarbasis af met GvO's. Op tijden dat de vraag het aanbod van hernieuwbare energie overtreft wordt grijze energie als back-up geleverd. Vanwege de verwachte grote prijsschommelingen wordt geopperd dat de contractvormen in de toekomst mogelijk veranderen zodat de klant alleen hernieuwbare energie kan inkopen op basis van gelijktijdigheid van het aanbod en de daadwerkelijke vraag.

Het "energie-inkoopcontract 2.0" zou dan kunnen gaan over de inkoop van het benodigd volume met een zo hoog mogelijke uurmatch en afdekking van onbalans uit idealiter nieuw in Nederland te realiseren energieopslag van duurzame bronnen. Een eerste voorbeeld in de OV-sector is het contract tussen RET en Eneco, waarin een werkplaats wordt uitgerust met zonnepanelen en op termijn een batterijpakket voor opslag, om de business case voor uurmatching te toetsen. Dit is nog op een bescheiden schaal, voor een groot contract kan een ingroei-model worden gekozen.

Het OV kan waarde voor Nederland scheppen door de energievraag meer voorspelbaar te maken en daarmee het aanbod beter planbaar te maken. Je kunt de pieken voorspellen, helpen afvlakken door uitgesteld laden ten behoeve van netbalancing, en de dalen benutten, bijvoorbeeld voor waterstofproductie. Het energiegebruiksprofiel van VIVENS heeft de vorm van een kamelenbult, met een diep nachtdal (§2.3). Dat gaat goed samen met het energiegebruiksprofiel van bus-OV als dit voornamelijk nachtladen betreft. Door spoor en bus in een gezamenlijk inkoopcontract onder te brengen kun je de benutting van opwek-assets (met name wind) verbeteren. Dat levert lagere energiekosten op en

maatschappelijke baten omdat je meer opwek kunt realiseren met de assets.

Collectief energie-inkoopcontract: Nederlandse opwek met netbalancing en uurmatching

Samengevat, de sector kan via een collectief energie-inkoopcontract (of meerdere) voor het OV en spoor afspraken maken met een energieleverancier (of meerdere) over 1) **additionele hernieuwbare opwek in Nederland** (zoals al in enkele contracten opgenomen), met (2) **verbetering van uurmatching** en (3) een **partnership over netbalancing** via planning van laadmomenten op de depots. Een dergelijk energiecontract omvat de inkoop van zowel nieuw te realiseren opwek in Nederland, als nieuw te realiseren energieconversie- of opslag in Nederland, als het gezamenlijk aanbieden van netbalancing als collectieve dienst van de busvervoerders. Het verbeteren van de uurmatching gedurende het contract kan worden uitgevraagd aan de inschrijvende energieleveranciers als aanbestedings-criterium. Een collectief contract met uurmatching-doelstelling kan mogelijk gunstig uitpakken voor business cases voor energieconversie of -opslag.

Net als het VIVENS-contract zou het een raamcontract moeten betreffen met collectieve voorwaarden en individuele prijsonderhandeling. Omdat de hoeveelheid energie die een vervoerder nodig heeft afhangt van het winnen van concessie-aanbestedingen moet mogelijk zijn dat vervoerders percelen aan elkaar overdragen. Het model van het Dutch Corporate PPA Collective (§2.4) is een voorbeeld hoe een voorloper kan starten en vervolgens kan uitgroeien naar een collectief. Een andere mogelijke uitbreiding van een collectief energie-inkoopcontract is het mogelijk maken dat ketenpartners (scope 3-partijen) toetreden.

Juist in een gezamenlijk energiecontract wordt het onderdeel netbalancing interessant vanwege de potentie van opschaling. Het collectief kan handelen via het door TenneT gecreëerde platform Equigy. Een

partnership voor netbalancing zou open kunnen staan voor meerdere energieleveranciers en meerdere vervoerders (raamcontractvorm), zodat ook de stadsvervoerders die nog langdurige energiecontracten hebben desgewenst aan het partnership kunnen meedoen. Dit kan een gezamenlijk project voor alle busvervoerders zijn, eventueel onderdeel van een planmatige aanpak om optimaal laadlocaties te kiezen, zoals netbeheerders bepleiten. Nader onderzoek naar de mogelijkheden en beperkingen is uiteraard nodig. Het beproeven van V2G-mogelijkheden hoort hier ook bij.

Er is in PvE's voor OV-aanbestedingen nog niet gevraagd naar hernieuwbare energie waarbij niet alleen het volume vergroend wordt maar ook de back-up. Een bezwaar is dat dit op korte termijn een prijsopdrijvend effect zou hebben, vreest een vervoerder. Het zou ook praktisch moeilijk te organiseren zijn: de vervoerder moet dan contracten sluiten voor back-up op laadmomenten die bepaald worden door de beoogde dienstregeling, maar als de dienstregeling verandert zouden ook die contracten aangepast moeten worden. Of dit inderdaad zo werkt of anders moet nader onderzocht worden. Gezien de nog schaarse ervaringen met uurmatching in contracten is het niet verstandig deze meteen te eisen, maar initiatieven wel te belonen. De verwachting is dat naarmate het aanbod van groen groeit ook de inkoop van groene back-up gemakkelijker zal worden.

Rol concessieverleners

De overheid kan ervoor kiezen om energie niet meer onderscheidend te laten zijn in concessieaanbestedingen: iedereen doet nu toch bijna hetzelfde (GvO's kopen, al zit er nog wel verschil in type GvO, zowel in prijs als hoe ze worden gewaardeerd door bijv. NGO's). De overheid kan bevorderen dat (bus)vervoerders een energie-inkoopcollectief vormen of toetreden tot een bestaand collectief (zoals de opvolger van VIVENS). Dat vergroot ook het

level playing field bij aanbestedingen, het haalt verschillen in koopkracht tussen grote en kleine vervoerders eruit.⁷²

De vervoersautoriteiten kunnen dit stimuleren door in een concessieaanbesteding of onderhandse gunning aan te bieden dat vervoerders die energie gezamenlijk inkopen via het collectief, datgene wat ze verdienen ten opzichte van een baseline van (zeg) 4 ct/kWh inkoopprijs zelf mogen houden. Dat geeft een prikkel om deel te nemen aan het collectief, zonder dwang. Ook zou het inzichtelijk maken bij een aanbieding hoe je als vervoerder aan de balans van het netwerk bijdraagt een extra waardering kunnen opleveren bij het beoordelen van een concessieaanbieding (gunningspunten).

Het gaat slecht in het OV, er wordt nauwelijks winst gemaakt, er dreigen faillissementen - nu vooral vanwege corona, maar de marges in het OV waren sowieso al laag. Op de meeste contracten wordt eerst jaren verlies geleden en pas in latere jaren winst zodat de vervoerder net quitte speelt. Het is dan prettig als het OV de kans krijgt om te verdienen aan het mede-vormgeven van een duurzaam energiesysteem, aldus een vervoerder.

4.4 Kansenkaart lokale opwek voor OV en spoor

In §3.5.1 is geconcludeerd dat de potentiële bijdrage van eigen opwek door de OV- en spoorpartijen aan de energievraag in de sector klein is (ordegrootte 1 PJ, oftewel 7-13% van de elektriciteitsvraag in de sector vandaag resp. in 2050). Het potentieel van lokale opwek door derden ten behoeve van OV- en spoorpartijen is veel groter. De ambitie uit het Klimaatakkoord voor hernieuwbare elektriciteitsopwekking in 2030 is om 126 PJ op te wekken met een combinatie van wind op land en zon-pv groter dan 15 kW. Er is behoefte aan ruimte voor opwek, aan lokale afname van de opwek, en aan netcapaciteit om de opgewekte

⁷² Er is een parallel met laadinfra: het level playing field bij een concessieaanbesteding wordt groter door de laadinfra onder te brengen bij een neutrale partij, een

commercieel infrabeheerder zoals Pitpoint, Allego of Engie. Dat neemt ook de zorg weg dat de vertrekkende vervoerder het laatste jaar geen onderhoud meer pleegt.

energie te transporteren als lokaal gebruik van de energie niet mogelijk is.

In 30 energieregio's in Nederland wordt onderzocht waar en hoe het best duurzame elektriciteit op land (wind en zon) opgewekt kan worden en warmtebronnen beschikbaar zijn om de gebouwde omgeving zonder aardgas te verwarmen, en de benodigde opslag- en energie-infrastructuur. Onderzocht wordt waar ruimte is en hoeveel, of de plekken acceptabel zijn voor omwonenden, en of keuzes financieel haalbaar zijn. In een Regionale Energie Strategie (RES) beschrijft elke regio zijn eigen keuzes. Het betreft een samenwerking tussen gemeenten, provincies, waterschappen, netbeheerders, maatschappelijke organisaties, inwoners en (energie)-bedrijven.⁷³

In maart 2020 waren er openbare 20 concept-RES'en gereed, naar verluidt van uiteenlopende kwaliteit. Er komt veel zon in voor en weinig wind. Dat is juist uit nationaal perspectief niet gunstig, en er zal daarom nog op bijgestuurd moeten worden. De oorspronkelijke inleverdatum van de concept-RES'en ten behoeve van de beoordeling door het Planbureau van de Leefomgeving was 1 juni, maar is vanwege de maatregelen tegen het coronavirus verruimd naar 1 oktober dit jaar. Uit de analyse van PBL (tot 1 februari 2021) moet blijken in hoeverre de RES-ambities realiseerbaar zijn.

Van laadkaart naar kansenkaart lokale opwek voor OV en spoor

Het is zinvol om de RES-plannen door te nemen en met de Laadkaart-OV van DOVA, de TEV-kaart van ProRail, en de kaarten van de netbeheerders te combineren om te zien waar kansen liggen voor koppeling van lokale opwek aan afname voor OV, of breder: kansen voor meervoudig gebruik van netaansluitingen. Dit is een pragmatische manier van integreren van de beleidsdomeinen RES, NAL en OV. Hierbij zijn 3 varianten te onderscheiden:

- Directe levering van lokale opwek aan laadlocaties (stallingen, laadpleinen, snel-laadpunten), buiten het openbare net om.
- Directe levering van lokale opwek aan tractienetten voor spoor, tram en metro, buiten het openbare net om. Met dien verstande dat koppeling aan het gesloten distributienet van ProRail vandaag (nog) niet kan, zie §4.5.
- Indirecte levering van lokale opwek aan OV en spoor in de regio via het openbare net, waarbij de koppeling wordt gelegd in een energie-inkoopcontract. Hierbij is beschikbaarheid van voldoende netcapaciteit een aandachtspunt.

Stap 1 is het inventariseren van locaties waar koppeling kansrijk is. Hierbij hoort een kwantitatieve inschatting: hoeveel is de bedoeling dat door in de RES'en opgenomen initiatieven van lokale coöperaties en commerciële energiepartijen wordt opgewekt, welk deel heeft al een bestemming (voor woningen en bedrijven), en hoeveel bedraagt de energievraag op de laadlocaties en bij de onderstations? Zowel vraag als aanbod zullen hierbij bandbreedtes kennen. Als blijkt dat er weinig concrete koppelingskansen zijn of dat potentieel aanbod weinig invulling kan geven aan de verwachte vraag door OV en spoor wordt de vergroening van energie-inkoop "op afstand" des te belangrijker.

Vragen die beantwoord dienen te worden om mogelijkheden voor meervoudig gebruik van aansluitingen te verkennen zijn:

- Is opwek met directe levering aan buslaadpunten resp. onderstations mogelijk en nodig of wenselijk om transport via het openbare elektriciteitsnet en daarmee eventuele netverzwaring te voorkomen?
- Is energieopslag dichtbij buslaadpunten resp. onderstations nodig of wenselijk ten behoeve van netbalancering?
- Zijn buslaadlocaties resp. onderstations geschikt om "smart grids" voor de hele omgeving mogelijk te maken (dus

koppeling met bredere energietransitie in de buurt)?

Hierbij kan gebruik worden gemaakt van de RE matching tool die is ontwikkeld door Firan, onderdeel van Alliander.⁷⁴ Deze tool maakt zichtbaar waar slimme lokale koppelingen mogelijk zijn tussen wind- en zonneparken, en tussen producenten en afnemers van groene stroom. Dat biedt ruimte voor duurzame energie-opwek, zonder dat een nieuwe aansluiting op het elektriciteitsnet noodzakelijk is.

De tool is opgebouwd uit verschillende soorten data die zijn samengebracht in een grafisch informatiesysteem. Gegevens over onder meer windparken, grootverbruikers, onderstations en congestiegebieden zijn gecombineerd met ervaringen uit de markt over de technische en financiële succesfactoren van projecten voor duurzame energie. De RE-matchingtool wordt maandelijks geactualiseerd met nieuwe data over onder andere netcongesties en toekomstige zonne- en windparken. Hiermee ontstaat een dynamische plattegrond van Nederland met een overzicht van gebieden waar mogelijkheden liggen om aansluitingen te realiseren naast het bestaande elektriciteitsnet.

Stap 2 is het verzilveren van de kansen. In de eerder beschreven rol- en taakverdeling is energie-inkoop de verantwoordelijkheid van vervoerders, maar is de productie en transport van energie de verantwoordelijkheid van energiepartijen. De verantwoordelijkheid van de overheid is om doelen en optimale kaders te stellen aan vervoerders en infrabeheerders via de concessieverlening.

Opnemen in PVE's en concessieovereenkomsten

Om lokale opwek te koppelen aan OV en spoor kan de vervoerautoriteit in het PVE van de concessieaanbesteding of concessieovereenkomst bij onderhandse gunning opnemen dat vervoerders mee moeten werken

om lokaal opgewekte energie af te nemen op basis van business cases, in de looptijd van de concessie. Dit schept een motivatie voor vervoerders om ruimte voor lokale opwek te maken in de energie-inkoopcontracten die zij sluiten met energieleveranciers, ook als deze lokale opwek wordt gerealiseerd door een andere energiepartij.

Bijlage 4 bevat voorbeelden uit PVE's van de 10 meest recente aanbestedingen, zoals IJssel-Vecht (2019): "De Concessiehouder verleent zijn medewerking aan de uitvoering van beleid en initiatieven/pilots van of namens de Concessieverleners gericht op een verdere verduurzaming van de uitvoering van de Concessie IJssel-Vecht, waaronder pilots met waterstofbussen en smart grid centres. De extra kosten ten opzichte van de Inschrijving komen in dat geval voor rekening van de Concessieverleners. De Concessiehouder stelt hiertoe een business case op overeenkomstig het bepaalde in artikel 21 van de Financiële bepalingen." Of Noord-Holland (2016): "Tijdens de looptijd van de Concessie is er ruimte voor doorontwikkeling en innovatie op het gebied van Zero emissie. Concessiehouder is verplicht hier volledige medewerking aan te verlenen."

Een variant is dat de overheid de buslaadpunten en onderstations opknipt in kleinere of grotere kavels en vervolgens energielevering hiernaartoe aanbesteedt, waarna de vervoerder deze energie volgens het PVE moet afnemen. Het vraagt echter een flinke inspanning om dergelijke aanbestedingen uit te schrijven. Deze oplossing kan achter de hand worden gehouden of beproefd in een pilot. Ook kan de overheid in overleg met netbeheerders sturen in de locaties voor opwek om ruimtelijke optimalisatie/ concentratie ervan te bewerkstelligen, leidend tot strategisch gelegen opwek- en opslaglocaties. Dat kan door gronden ter beschikking te stellen voor ontwikkeling, maar ook door het wettelijke uitgangspunt te herzien dat de netbeheerder

⁷³ <https://www.regionale-energiestrategie.nl/>

⁷⁴ <https://www.firan.nl/nieuws/nieuwe-matching-tool-onthult-kansen-voor-slimme-combinaties-zon-en-windenergie/>

iedereen die er om verzoekt van een aansluiting moet voorzien, ondanks het feit dat er in de praktijk geen transportcapaciteit beschikbaar is.⁷⁵

Pilot voor enkele RES-gebieden

In de aanvankelijke uitvraag voor het onderzoek van CE Delft (zie hoofdstuk 2) zat ook het volgende onderdeel, dat door tekortschietend budget is weggelaten:

- a) Breng de totale energievraag van de huidige en verwachte ZE bussen in 2 RES-regio's in kaart en stel bijbehorende scenario's op om invulling te geven aan

die vraag (aanbod). Neem daarbij de ontwikkelingen in de energievragen (elektriciteit en waterstof) vanuit de RES en de NAL in acht.

- b) Deze uitwerking dient ook ter vaststelling van de juiste methodiek die toepasbaar is in alle RES-regio's. In hoeverre is er al een geschikte methodiek en indien er meerdere zijn, welke kiezen we? Wellicht kunnen er meerdere methodes worden "getest" in de 2 RES-regio's.

Mogelijk kan deze vraagstelling (alsnog) worden opgepakt samen met DOVA/BAZEB.

⁷⁵https://www.netbeheernederland.nl/_upload/RadFiles/New/Documents/kamerbrief-over-vervolg-op-toezeggingen-gebrek-transportcapaciteit.pdf

5. Conclusies en aanbevelingen

Hoe kopen de OV- en Spoorvervoerders nu stroom en waterstof in en in hoeverre is die groen?

In hoofdstuk 3 is de huidige situatie van energie-inkoop voor het OV en spoor beschreven:

- Energie voor de elektrische treinen wordt collectief en vrijwel helemaal groen (met GvO's) ingekocht door twee coöperaties van spoorvervoerders: VIVENS voor het gemengde net en CIEBR voor de Betuweroute. ProRail en NS kopen daarnaast facilitaire energie in. De looptijd van het VIVENS-contract is gelijk aan de huidige NS-concessie (tot eind 2024), CIEBR heeft levering gecontracteerd tot eind 2024. Een overweging is om CIEBR daarna samen te voegen met VIVENS.
- Energie voor tram, metro en elektrische bussen wordt groen (met GvO's) ingekocht door individuele stads- en streekvervoerders. Dit gebeurt per concessie. NS is de grootste individuele energiegebruiker maar ook de energiecontracten van de stadsvervoerders zijn dankzij tram en metro omvangrijk.
- 98% van de ingekochte energie door de sectorpartijen is groen. De resterende 2% grijs betreft met name goederenspoorvervoerders die binnen het VIVENS-contract hebben afgezien van inkoop van GvO's. Er is sprake van een stijgende trend: in 2018 was 20% van de door goederenvervoerders gebruikte elektriciteit grijs (40 GWh van 159 GWh), in 2020 was dat bijna 28%.
- De huidige groene energiecontracten dekken de energievraag op jaarbasis af met GvO's. Op tijden dat de vraag het aanbod van hernieuwbare energie overtreft wordt grijze energie als back-up geleverd. Er worden eerste aanzetten gemaakt om uurmatching te organiseren, zoals in het contract tussen RET en Eneco, waarin een werkplaats wordt uitgerust met zonnepanelen en op termijn een

batterijpakket voor opslag, om de business case voor uurmatching te toetsen.

- Waterstof wordt voorlopig op projectbasis ingekocht in combinatie met tankstations, er is nog geen ontwikkelde markt van vraag en aanbod. Die is er wel voor fossiele waterstof uit aardgas, maar in de projecten voor OV wordt vanwege de CO₂-doelen gekozen voor het aanmerkelijk duurdere groene waterstof uit waterelektrolyse.

Hoe groot is het potentieel voor eigen opwek op het terrein van vervoerders?

Deze vraag is behandeld in §3.5:

- Eigen energie-opwek door partijen in de OV- en spoorsector (en soms lokale opwek door derden, zoals bij HTM) betreft kleinschalige projecten ten behoeve van facilitaire energievraag (stations, facilitaire voorzieningen) of levering aan energiecoöperaties. Van de PDOVS-partijen heeft ProRail het grootste potentieel op haar assets met 220 GWh (0,8 PJ) per jaar.
- Een goede raming van de mogelijkheden is met de beschikbare informatie niet mogelijk, maar het is duidelijk dat de potentiële bijdrage van eigen opwek door de sectorpartijen aan de energievraag in de sector klein is. Rekenen we alleen met het potentieel van ProRail: de elektriciteitsvraag in de sector is vandaag 6 PJ en groeit naar mogelijk 12 PJ in 2050. 0,8 PJ betekent dan 13% resp. 7%.

Biedt collectief inkopen van duurzame energie binnen de OV- en spoorsector voordelen boven ieder zijn eigen contract?

Deze vraag is behandeld in §4.3.1. Aan de PDOVS-partijen en enkele andere vervoerders is gevraagd hoe zij staan ten opzichte van collectieve inkoop van energie:

- Voordelen: kracht van bundeling om sterk te staan ten opzichte van de energie-

leveranciers; prijsvoordelen vanwege het volume en voordelen qua contractcondities die partijen individueel niet zouden krijgen; ontzorging. Collectief inkopen samen met een grote partij als NS lijkt met name voor kleinere partijen voordelig. De vorm van een raamcontract met gezamenlijke voorwaarden maar met de mogelijkheid dat elke vervoerder zelf de gebruiksprijs bepaalt (vastklikken van de prijs voor een periode naar keuze) wordt als geschikt gezien.

- Nadelen: er gaat tijd en moeite in overleg met contractpartners zitten; boven bepaalde omvang biedt een groter volume geen prijsvoordeel; optrekken met een grote partij kan ook betekenen dat de grote partij de lijnen uitzet; een te groot contract kan riskant zijn voor kleinere energieleveranciers.
- Belemmeringen: bestaande langlopende contracten zitten collectief inkopen in de weg; wil en bereidheid om samen te werken aan inkoop ontbreekt soms binnen en tussen organisaties; duurzaamheid, waaronder duurzame energie-inkoop, wordt gezien als thema om bij aanbestedingen verschil te maken.
- Alternatieven: kennisuitwisseling over ervaringen met energiecontracten en business cases voor innovaties; bundeling van energie-inkoop samen met de buitenlandse moeder en zusters is denkbaar maar nu nog lastig vorm te geven.

Samengevat is de belangrijkste vraag: “wat willen we bereiken als we gezamenlijk energie inkopen?” Waar aanvankelijk de vraag over gezamenlijke inkoop vooral economisch gemotiveerd was (lagere prijs door schaalvoordeel), is nu de vraag of door gezamenlijk optreden de duurzame energieketen beter georganiseerd kan worden en tot kostenvoordelen kan leiden door het leveren van netdiensten (netbalancing en uurmatching).

Hoe kunnen we de energie voor OV en spoorgoederen- en -personenvervoer (verder) vergroenen?

Dit is behandeld in §4.3.2 en §4.4. Het OV kan waarde voor Nederland scheppen door de energievraag meer voorspelbaar te maken en daarmee het aanbod beter planbaar te maken. Je kunt de pieken voorspellen, helpen afvlakken door uitgesteld laden ten behoeve van netbalancing, en de dalen benutten, bijvoorbeeld voor waterstofproductie. Het energiegebruiksprofiel van VIVENS heeft de vorm van een kamelenbult, met een diep nachtdal (§2.3). Dat gaat goed samen met het energiegebruiksprofiel van bus-OV als dit voornamelijk nachtladen betreft. Door spoor en bus in een gezamenlijk inkoopcontract onder te brengen kun je de benutting van opwek-assets (met name wind) verbeteren. Dat levert lagere energiekosten op en maatschappelijke baten omdat je meer opwek kunt realiseren met de assets.

De sector kan via een collectief energie-inkoopcontract (of meerdere) voor het OV en spoor afspraken maken met een energieleverancier (of meerdere) over 1) **additionele hernieuwbare opwek in Nederland** (zoals al in enkele contracten opgenomen), met (2) **verbetering van uurmatching** en (3) een **partnership over netbalancing** via planning van laadmomenten op de depots. Een dergelijk energiecontract omvat de inkoop van zowel nieuw te realiseren opwek in Nederland, als nieuw te realiseren energieconversie- of opslag in Nederland, als het gezamenlijk aanbieden van netbalancing als collectieve dienst van de busvervoerders. Het verbeteren van de uurmatching gedurende het contract kan worden uitgevraagd aan de inschrijvende energieleveranciers als aanbestedingscriterium. Een collectief contract met uurmatching-doelstelling kan mogelijk gunstig uitpakken voor business cases voor energieconversie of -opslag.

Net als het VIVENS-contract zou het een raamcontract moeten betreffen met collectieve voorwaarden en individuele prijsonderhandeling. Omdat de hoeveelheid

energie die een vervoerder nodig heeft afhangt van het winnen van concessie-aanbestedingen moet mogelijk zijn dat vervoerders percelen aan elkaar overdragen. Het model van het Dutch Corporate PPA Collective (§2.4) is een voorbeeld hoe een voorloper kan starten en vervolgens kan uitgroeien naar een collectief. Een andere mogelijke uitbreiding van een collectief energie-inkoopcontract is het mogelijk maken dat ketenpartners (scope 3-partijen) toetreden.

Juist in een gezamenlijk energiecontract wordt het onderdeel netbalancing interessant vanwege de potentie van opschaling. Het collectief kan handelen via het door TenneT gecreëerde platform Equigy. Een partnership voor netbalancing zou open kunnen staan voor meerdere energieleveranciers en meerdere vervoerders (raamcontractvorm), zodat ook de stadsvervoerders die nog langdurige energiecontracten hebben desgewenst aan het partnership kunnen meedoen. Dit kan een gezamenlijk project voor alle busvervoerders zijn, eventueel onderdeel van een planmatige aanpak om optimaal laadlocaties te kiezen, zoals netbeheerders bepleiten. Nader onderzoek naar de mogelijkheden en beperkingen is uiteraard nodig. Het beproeven van V2G-mogelijkheden hoort hier ook bij.

Er is in PvE's voor OV-aanbestedingen nog niet gevraagd naar hernieuwbare energie waarbij niet alleen het volume vergroend wordt maar ook de back-up. Een bezwaar is dat dit op korte termijn een prijsopdrijvend effect zou hebben, vreest een vervoerder. Het zou ook praktisch moeilijk te organiseren zijn: de vervoerder moet dan contracten sluiten voor back-up op laadmomenten die bepaald worden door de beoogde dienstregeling, maar als de dienstregeling verandert zouden ook die contracten aangepast moeten worden. Of dit inderdaad zo werkt of anders moet nader onderzocht worden. Gezien de nog schaarse ervaringen met uurmatchingcontracten is het niet verstandig deze meteen te eisen, maar initiatieven wel te belonen. De verwachting is dat naarmate het aanbod van groen groeit ook de inkoop van groene back-up gemakkelijker zal worden.

Hoewel het potentieel van eigen/lokale opwek door de OV en spoorsector beperkt is, is het zinvol om de RES-plannen door te nemen en met de Laadkaart-OV van DOVA, de TEV-kaart van ProRail, en de kaarten van de netbeheerders te combineren om te zien waar kansen liggen voor koppeling van lokale opwek aan afname voor OV. Dit is een pragmatische manier van integreren van de beleidsdomeinen RES, NAL en OV.

Geef aanbevelingen hoe vervoerders en overheid dit kunnen oppakken, met aandacht voor de rol die overheden, netwerkbeheerders en energiebedrijven willen/kunnen/moeten invullen.

De volgende rol- en takenverdeling is aan te bevelen (uitgewerkt in §4.2):

- **Vervoerders** optimaliseren de vervoerketen en organiseren de energie-inkoop, en zetten hun assets (bussen met laadinfra en tractienetten) in ten behoeve van smart grid diensten in de energieketen.
- **Energiepartijen (energieleveranciers, energieproducenten, netbeheerders)** optimaliseren de energieketen, waarbij assets van vervoerders worden betrokken voor netbalancing en uurmatching.
- De **regionale overheid** voert regie op de vervoerketen en bijbehorende energie-inkoop via de OV-concessieverlening (doelen en kaders stellen zodat de vervoerder de vervoerketen en energie-inkoop en aanbod van netdiensten kan optimaliseren) en op de koppeling van lokale opwek aan OV en spoor, waar mogelijk via Regionale Energie Strategieën (RES) en Regionale Mobiliteitsplannen (RMP).
- Het **Rijk** schept de juiste wettelijke en beleidsmatige randvoorwaarden, zoals toestemming geven aan infrabeheerder ProRail om lokale opwek en afnemers aan te koppelen, en toestemming geven aan de netbeheerders om proactief congestiemanagement toe te passen en te investeren in energieopslag.

Aanbevelingen aan PDOVS (-leden)

- **Vervoerders:** Onderzoek de mogelijkheden om via een collectief energie-inkoopcontract (of meerdere) voor het OV en spoor afspraken te maken met een energieleverancier (of meerdere) over 1) additionele hernieuwbare opwek in Nederland (zoals al in enkele contracten opgenomen), met (2) verbetering van uurmatching en (3) een partnership over netbalancerende via planning van laadmomenten op de depots.
- **Vervoersautoriteiten:** stimuleer dit door in een concessie-aanbesteding of onderhandse gunning aan te bieden dat vervoerders die energie gezamenlijk inkopen via het collectief, datgene wat ze verdienen ten opzichte van een baseline inkoopprijs zelf mogen houden. Ook zou het inzichtelijk maken bij een aanbidding hoe je als vervoerder bijdraagt aan de balans van het netwerk, een extra waardering kunnen opleveren bij het beoordelen van een concessie-aanbidding (gunningspunten).
- **Vervoersautoriteiten:** Neem de regie om samen met vervoerders, netbeheerders en energieproducenten op basis van de laadkaart-OV, locaties van onderstations

van tractienetten en concept-RES'en een kanskaart voor (eigen) lokale opwek door en ten behoeve van de OV- en spoorsector op te stellen. Zoek hierbij concrete mogelijkheden voor koppeling van lokale energie-opwek-initiatieven met de energie-infrastructuur voor OV en spoor. Met andere woorden: zoek mogelijkheden voor meervoudig gebruik van netaansluitingen. Begin met een pilot in een of twee RES-gebieden.

- **Vervoersautoriteiten:** Neem, om lokale opwek te koppelen aan OV en spoor, in het PvE van de concessieaanbesteding of concessieovereenkomst bij onderhandse gunning op dat vervoerders mee moeten werken om lokaal opgewekte energie af te nemen, op basis van business cases, in de looptijd van de concessie.
- **PDOVS:** Bevorder de samenwerking tussen de vervoerketen en de energieketen. Organiseer een matchmakingssessie tussen NVDE- en PDOVS-leden. Dit kan op korte termijn in de vorm van een webinar, NVDE heeft een succesvolle sessie gehad voor de doelgroep industrie.

Bijlage 1: Casus Dutch Wind Consortium

Op basis van Sim van der Linde (project director renewable energy DSM), Dutch Wind Consortium, Purchasing Renewable Electricity by DSM, Google, Nouryon & Philips, presentatie in PDOVS Projectgroep Energievoorziening, 22 februari 2019.⁷⁶

In 2014 zijn DSM, Google, Nouryon en Philips een lange-termijnovereenkomst aangegaan om in Nederland gezamenlijk elektriciteit af te nemen van duurzame energieprojecten. Met dit consortium verkennen zij kansen op het gebied van duurzame energie-inkoop gezamenlijk, zoals nieuwe manieren voor duurzaamheidsprojecten om financiering bij banken en equity-investeerders te vergroten en voor de realisatie van nieuwe windparken.

Een eerste stap in de samenwerking is de overeenkomst tussen de vier bedrijven voor de inkoop van in totaal 350 GWh van het Windpark Krammer, zodra dit in 2019 in bedrijf wordt genomen. De tweede overeenkomst is gesloten voor het windpark Bouwdokken. Er is door de bedrijven rechtstreeks onderhandeld met de projectontwikkelaars zonder betrokkenheid van een energiebedrijf. Beide windparken staan op RWS-areaal (de Deltawerken).

Windpark Krammer heeft een capaciteit van 35 maal 3 is 105 MW (nu 34 molens operationeel), Bouwdokken heeft een capaciteit van 9 molens van 4,2 MW is 35 MW (nu 7 molens operationeel). Aandeelhouders van Krammer zijn twee lokale energiecoöperaties (4.000 leden) en een windmolenleverancier, en van Bouwdokken een projectontwikkelaar en een lokale coöperatie.

Hoe hebben de bedrijven de onderlinge samenwerking geregeld?

De constructie is in beide gevallen als volgt: er zijn 4 identieke PPA's (purchase power agreements)⁷⁷ gesloten tussen elke consortiumpartij met de producent, en 4 contracten met de programma-verantwoordelijke (balancing service party, BSP). Normaal moet de producent zorgen voor een programmaverantwoordelijke (net-balanceren via Tennet), in dit geval heeft het consortium dat op zich genomen.

Er zijn 4 x 4 contracten gesloten: naast de PPA en BSP is er ook het Consortium Agreement dat besluitvorming regelt, en er zijn nog contracten met de bank over ingrijpen bij evt. tekortschieten van het windpark. Er is sprake van een "non-incorporated consortium": de leden praten wel met één mond, maar er is gekozen voor aparte contacten zodat de bedrijven niet van elkaar afhankelijk zijn. Elke partij heeft evenveel stemrecht en neemt evenveel energie af.

Er zijn dus 2 geldstromen: via de PPA's en via de BSP. Voor de BSP wordt een service fee betaald, en de BSP handelt ook de onbalanskosten af (dat is een veel groter bedrag dan de fee). De consortiumpartijen konden kiezen uit 3 opties:

1. energie rechtstreeks doorzetten (dit kan bij een vast groot energiegebruik)
2. basislastblokken afnemen en dan fluctuaties bijkopen⁷⁸, en
3. alles verkopen en certificaten houden (indirect PPA).

De producenten zijn gevonden via tenders. Het consortium ging eerst praten met windinitiatieven, maar dat werkte niet (die waren al te ver, of niet ver genoeg). Toen is besloten om aan tenders mee te doen. Men schatte in welke prijs de energieleveranciers zouden bieden en overbood deze met succes.

⁷⁶ Meer over de casus is te lezen op www.BusinessRenewables.org/case-studies/

⁷⁷ Het gaat om direct PPA's: de elektriciteit wordt op het net gezet voor eigen gebruik. Dit is in tegenstelling tot indirect PPA's, waarbij alle productie tegen de actuele

marktprijs wordt verkocht terwijl de afnemer de certificaten behoudt.

⁷⁸ DSM koos in Nederland optie 2 en nam Eneco in de arm voor het balanceren.

Het vormen van het consortium en het voorbereiden van het eerste contract duurde 2,5 jaar:

4. Vorming consortium
5. Uitvoeren marktverkenning (door een gezamenlijk ingehuurd consultant)
6. Shortlist van kansrijke projecten (ong. 10)
7. Onderhandelingen met meest kansrijke projecten
8. Externe juridische ondersteuning over PPA's, overeenkomsten met banken, Consortium Agreement, Balancing Services Agreement
9. Opzetten van de operationele structuur.

Door het geleerde in praktijk te brengen kon het tweede contract in 7 maanden gesloten worden.

Waarom hebben de leden voor elkaar gekozen? Waren er ook andere kandidaten en waarom doen die niet mee?

Er waren aanvankelijk zo'n 8-9 bedrijven die gezamenlijke inkoop met elkaar verkend hebben. De andere kandidaten vielen om verschillende, met name praktische, redenen af (niet passende timing, lopende contracten etc.). Er is nu een template voor samenwerking ontwikkeld. DSM is klaar voor Nederland (100% afname duurzame stroom), de andere partijen werken aan nieuwe projecten met ook nieuwe instappers.

Waarom is gekozen voor contracten met projectontwikkelaars i.p.v. met een energieleverancier?

In de gekozen constructie is het traditionele energiebedrijf geen partij (alleen als balancerder voor DSM). Dit verlaagt de kosten: het consortium kon zo een lagere afnameprijs bieden en de coöperatie kon genoeg nemen met een lagere verkoopprijs dan de marktprijs. De constructie geeft beide partijen ook zekerheid over een langere periode. Dit maakte het project *bankable*.

De voordelen van *direct sourcing* zijn voor de windparken: zekerheid over langdurige afname, bankability en schaalvoordeel. Voor het consortium zijn de voordelen: lange-

termijn hernieuwbare energielevering, druk op de aanbodkant, vermindering overheadkosten, vermijden van kosten van tussenpartijen, en zichtbaarheid van het project.

Hoe is programmaverantwoordelijkheid ingeregeld?

De gekozen Balancing Service Party is het van oorsprong Noorse bedrijf Kinect Energy (ex-Bergen Energy) dat netbalancing verzorgt vanuit Noorwegen op basis van windprognoses. De les is dat het niet zo is dat "het altijd wel ergens waait", er vallen echt gaten. Mettertijd worden voorspellingen nauwkeuriger en daarmee ook de nominatie (opgegeven voorspelling van productie-levering) aan Tennet. Hoe nauwkeuriger, hoe lager de kosten op de onbalansmarkt: als je te veel elektriciteit levert moet er ergens worden afgeschakeld, als je te weinig levert moet er worden bijgeschakeld.

In hoeverre matchen leveringsprofiel en afnameprofiel? Hoe wordt omgegaan met mismatch?

Niet bekend.

Welke voordelen zien de bedrijven bij gezamenlijk inkopen boven individueel inkopen, en welke nadelen?

De voordelen van het opzetten van een innovatief inkoopconsortium zijn:

1. Inkoop van hernieuwbare energie tegen concurrerende prijzen waarmee wordt aan duurzaamheidsambities
2. Benutten van gezamenlijke kennis van multinationale bedrijven
3. Risicospreiding door portfoliobenadering (meervoudige windprojecten)
4. Kosten delen voor marktverkenning en transacties
5. Resources delen om projecten te volbrengen (interne capaciteit van juridische zaken, accounting, en inkoop)

Het nadeel is dat gezamenlijk optreden ten dele afhankelijk maakt van elkaar.

Het gaat in zekere zin om een gelegenheidssamenwerking die nu nodig is om het aandeel hernieuwbare opwekking in

Nederland te vergroten. DSM wil additionaliteit: nieuwe capaciteit, geen certificaten van bestaande opwekking. Als het aanbod van hernieuwbare opwekking ruim genoeg is geworden is de samenwerking niet meer nodig en kan elk bedrijf weer zijn eigen inkoop zelf regelen.

Wat is het effect van gezamenlijk optreden geweest voor de resulterende energie-inkoopprijs?

De PPA's hebben een concurrerende inkoopprijs opgeleverd. Daarnaast kan samenwerking helpen om overheadkosten te verminderen.

Doen de bedrijven ook aan eigen energieopwekking of hebben zij dit overwogen?

DSM wil geen eigen opwekking maar duurzame inkoop want men wil energieproductie niet op de bedrijfsbalans hebben. Men wil geen investering doen maar langjarige contracten

afsluiten gedurende de SDE+-periode en langer. Op die basis kan een partij financiering rondbrengen en gaan bouwen.

Welke lessen heeft men voor de OV-sectorpartijen als deze nog breder gezamenlijk inkopen overwegen?

Het consortium geeft de volgende adviezen:

1. Kies partners met bijpassende strategie, doelen en cultuur
2. Betrek vanwege de complexiteit van de transactie in een vroeg stadium de interne stakeholders (binnen de bedrijven) en projectontwikkelaars
3. Houd de governance eenvoudig (non-incorporated consortium) en leg de focus op wat nodig is om energie in te kopen
4. Zorg voor expertise voor accounting van PPA's volgens IFRS-normen (International Financing Reporting Standards)
5. Zorg dat externe adviseurs de juiste prikkels ervaren om het initiatief tot succes te maken.

Samengevat

Motivatie voor PPA	• Zekerstellen van hernieuwbare elektriciteitslevering voor lange termijn • Betere prijsstelling (elektriciteit & Garanties van Oorsprong) • Additionaliteit (nieuwe assets)
Implicaties	• Langere looptijd van contracten • Inhuren van een Balancing Services Party (Programmaverantwoordelijke) • Meervoudige contracten
Houd rekening met	• Complexiteit van de transactie • Projectrisico's • IFRS accounting regels (houd het project off-balance)
De belangrijkste lessen	• Betrek stakeholders vroeg (men moet een leercurve doorlopen) • Samenwerking brengt voordelen (houd het eenvoudig en effectief) • PPA's voor hernieuwbare energie hebben een gunstige business case

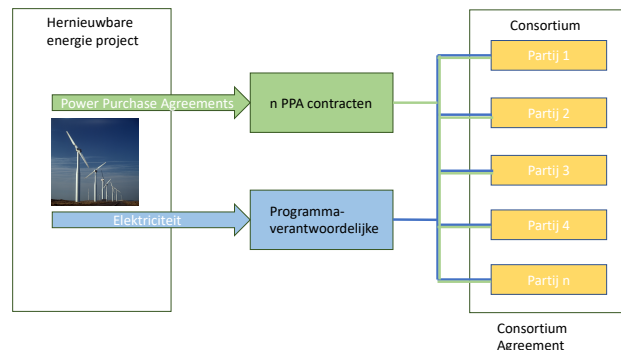
Voorstel: hoe kan PDOVS met gezamenlijke energie-inkoop omgaan

Het Dutch Wind Consortium heeft een organisatiemodel neergelegd voor direct sourcing van hernieuwbare energie, dat ook

toepasbaar is voor de OV en Spoorsector. Onderstaande afbeelding geeft de structuur weer.⁷⁹

Gezien de omvang van de energievraag in de sector zal er behoefte zijn aan een veelvoud van projecten.

⁷⁹ Bewerking van Van der Linde 2019.



Als partijen in de OV en Spoorsector deze aanpak willen overnemen moeten de volgende stappen worden gezet (niet strikt volgtijdelijk):

1. Vorming consortium. In de OV-sector zijn partijen veelal concurrenten.
2. Uitvoeren marktverkenning (door een gezamenlijk ingehuurde consultant)
3. Shortlist maken van kansrijke projecten. Windenergie loopt voor op zonne-energie wat betreft schaal van projecten en kostprijs van energie.
4. Onderhandelingen met meest kansrijke projecten (contractduur, prijs, risico's)
5. Vaststellen van taken van Programmamanagerantwoordelijke en kiezen ervan
6. Externe juridische ondersteuning over PPA's, overeenkomsten met banken,

Consortium Agreement, Balancing Services Agreement. Hierbij kan (tegen vergoeding) gebruik gemaakt worden van door het Dutch Wind Consortium ontwikkelde templates.

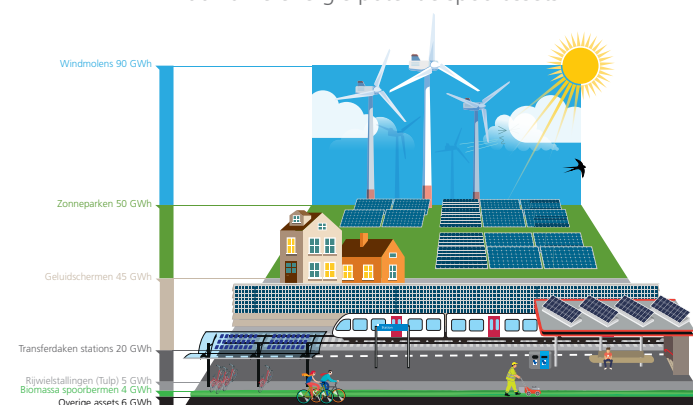
7. Opzetten van de operationele structuur.

Een aandachtspunt vanwege de aard van de OV-sector is dat contracten zodanig moeten worden opgesteld dat vervoersbedrijven in een consortium percelen aan elkaar of aan derden moeten kunnen overdragen als een OV-concessie overgaat van de ene partij op de andere. De concessieverlener kan hierbij sturing geven door middel van een overnameregeling in de concessieaanbesteding.

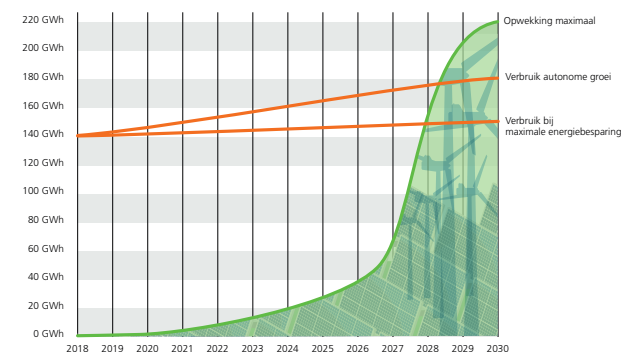
Bijlage 2: Visual ProRail

Hoe worden we elektriciteitsneutraal?

Duurzame energie potentie spoorassets



Prognose verbruik en scenario's opwekking



Bijlage 3: Hernieuwbare energie-inkoop voor OV in naburige landen

De Nederlandse spoorsector loopt voorop met inkoop van hernieuwbare energie (net als Zwitserland). Ook in Duitsland en Frankrijk zijn corporate power purchase agreements afgesloten in de spoorsector.

- Deutsche Bahn wekt in Duitsland zelf energie op voor zijn operaties via de dochter DB Energie om onafhankelijk te zijn. Van oudsher maakt het Duitse spoor gebruik van 15kV wisselstroom met een lagere frequentie dan die van het openbare elektriciteitsnet. DB wil 100% hernieuwbare energie gebruiken in 2038, in 2019 was het aandeel 57% uit verschillende bronnen. In 2011 sloot DB een PPA voor 0,9 TWh per jaar uit waterkrachtcentrales. Dit werd het afgelopen jaar gevolgd door een 25 MW offshore wind corporate Power Purchase Agreement voor 5 jaar en een contract voor een 42 MW zonnepark met een opbrengst van 38 GWh stroom per jaar.⁸⁰ DB gebruikt jaarlijks 10 TWh (36 PJ) energie.
- In Frankrijk heeft SNCF een PPA afgesloten voor 143 MW zonneparken met een opbrengst ter hoogte van 3-4% van het energiegebruik voor SNCF's treinen gedurende 25 jaar. Gesprekken waren gaande voor een uitbreiding van het contract tot het zevenvoudige.⁸¹ Het doel is om 100% groen te zijn in 2035.

In België voeden sinds 2017 16 windmolens (32 MW) van het park Greensky elektriciteit in op een hoogspanningspost van Infrabel die een hogesnelheidslijn en twee reguliere spoorlijnen van stroom voorziet, naast levering aan naburige woonwijken. Infrabel is behalve hoofdafnemer een aandeelhouder in het windpark. Infrabel is ook afnemer van stroom van de Solar Tunnel Antwerpen, een 3,4 km lange spoortunnel waarvan het dak sinds 2011 bedekt is met 50.000 m² zonnepanelen. Dit levert een bescheiden 3.300 MWh per jaar op. Beide projecten zijn gefinancierd met behulp van subsidie op basis van certificaten.⁸²

Transport for London wil dat de Londense metro gaat rijden op 100% groene stroom (wind en zon) in 2030, en 10% in 2022. Het energiegebruik van TfL bedraagt 1,6 TWh per jaar, met name voor de metro. Dit is vergelijkbaar met de omvang van het VIVENS-contract.⁸³

Een Engelse firma heeft met infrabeheerder Network Rail gedemonstreerd dat het mogelijk is om zonne-PV-systemen direct op de stroomvoorziening van het spoor (derde rail) aan te sluiten.⁸⁴ Met vervoersautoriteit Transport for Wales wordt aan opschaling gewerkt.

Geen naburig land maar wel indrukwekkend: in Melbourne rijdt het gehele tramnet (450 trams) op energie uit een lokaal zonnepark. Het park met een oppervlakte van 515 hectare wekt 255 GWh op voor de trams.⁸⁵

⁸⁰ <https://iam.innogy.com/en/about-innogy/innogy-innovation-technology/renewables/power-purchase-agreements/ppa-forerunner>, https://uic.org/com/uic-e-news/660/article/germany-offshore-green-electricity-for-deutsche-bahn-trains?page=modal_enews, <https://www.pv-magazine.com/2020/01/23/railway-connected-large-scale-pv-project-announced-in-germany/>, <https://www.py-tech.org/news/solar-powered-trains-propel-frances-dormant-ppa-scene>

⁸² <https://nl.metrotime.be/2017/06/06/must-read/nieuwe-windmolens-duwen-treinen-vooruit/>, <https://www.railwaygazette.com/business/solar-tunnel-turned-on/36007.article>

⁸³ https://www.railtech.com/infrastructure/2020/07/20/london-underground-to-be-powered-with-green-energy/?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=Newsletter%20week%202020-30

⁸⁴ <https://www.ridingsunbeams.org> met video.

⁸⁵ <https://www.railtech.com/policy/2019/08/13/melbourne-tram-network-becomes-more-solar-powered/>

Bijlage 4: Energie in bestekteksten busvervoer

Afgelopen 5 jaar. Verzameld door Gerard van Kesteren, CROW-KpVV, oktober 2019.

Relevante trefwoorden: elektriciteit, stroom, waterstof, pilot, experiment, innovatie, business case

Niet: groen gas, hernieuwbare brandstoffen, energiebesparing

Zaanstreek-Waterland (2019)

Naar een CO₂-neutraal mobiliteitssysteem

b. De nieuwe bussen maken in 2025 gebruik van 100% hernieuwbare energie of brandstof, die met het oog op economische ontwikkeling zoveel mogelijk regionaal wordt opgewekt.

Gooi en Vechtstreek (2019)

15.3.6 Groene stroom en levering gegevens energiegebruik

Indien Concessiehouder gebruik maakt van elektriciteit voor het laden van de voertuigen dient (aantoonbaar) uitsluitend Groene stroom te worden gebruikt. Deze Groene stroom wordt bij voorkeur regionaal opgewekt.

Voor een goede benutting van het energienet is inzicht in het gebruik door het ZE-materieel essentieel. Concessiehouder levert desgevraagd gegevens over het energiegebruik van de laadinfrastructuur. Zowel over het laadpunt als over het inkoopstation. De Concessieverlener mag deze gegevens delen met de netbeheerders.

IJssel-Vecht (2019)

6.3.1. De Concessiehouder streeft bij de uitvoering van het Openbaar Vervoer blijvend naar:

- beperking van het energieverbruik;
- zoveel mogelijk gebruik van Hernieuwbare energie of brandstof, waarbij nieuwe Bussen die vanaf 2025 instromen in ieder geval volledig van Hernieuwbare energie of brandstof gebruikmaken;
- minimalisatie van de uitstoot van schadelijke stoffen, geluids- en trillingshinder, emissie van zware metalen en chemisch afval.

6.3.2. De Hernieuwbare energie of brandstof waarvan de Concessiehouder gebruik maakt is met het oog op economische ontwikkeling zoveel mogelijk regionaal opgewekt.

6.3.7. De Concessiehouder verleent zijn medewerking aan de uitvoering van beleid en initiatieven/ pilots van of namens de Concessieverleners gericht op een verdere verduurzaming van de uitvoering van de Concessie IJssel-Vecht, waaronder pilots met waterstofbussen en smart grid centres.

De extra kosten ten opzichte van de Inschrijving komen in dat geval voor rekening van de Concessieverleners. De Concessiehouder stelt hiertoe een business case op overeenkomstig het bepaalde in artikel 21 van de Financiële bepalingen.

Concessie Groningen Drenthe 2017

C.8.6.46 Bij vervanging van Voertuigen tijdens de Concessieperiode stromen in beginsel Zero-emissie Voertuigen in conform het, het bestuursakkoord "Zero Emissie Regionaal Openbaar Vervoer Per Bus". De Concessiehouder neemt alle maatregelen om energieverbruik, CO₂- en uitlaatemissies te reduceren welke binnen vier jaar kunnen worden terugverdiend. Dit geldt gedurende de Concessie met uitzondering van de laatste twee jaren. De Concessiehouder draagt jaarlijks de claim op duurzaamheid en CO₂-reductie over aan het OV-bureau. Minimaal worden de eigendomsrechten op de relevante certificaten, garantie van oorsprong, hernieuwbare brandstofeenheden aantoonbaar overgedragen. De Concessiehouder garandeert dat de duurzaamheid en CO₂-reductie niet elders wordt geclaimd.

C.8.6.51 Als het OV-bureau een experiment met Bussen met alternatieve (duurzamere) technologie wil starten, moet de Concessiehouder daaraan meewerken. Voor ieder experiment wordt door het OV-bureau en Concessiehouder gezamenlijk een businesscase opgesteld.

Waterstof

In het kader van het Highvelocity project (<http://highvelocity.eu>) is het OV-bureau in 2017 met een aantal partners een pilot gestart met de inzet van waterstof als energiedrager in het openbaar vervoer. De pilot loopt van december 2017 tot eind van de dienstregeling 2022. De deelnemende partijen in het consortium dat de pilot uitvoert zijn: OV-bureau Groningen Drenthe, Provincie Groningen, AKZO, Pitpoint en de Concessiehouder. Het OV-bureau heeft de intentie dat na afloop van de Highvelocity pilot de inzet van de Brandstofcelvoertuigen wordt voortgezet, zo mogelijk met gebruikmaking van de tankfaciliteit in Delfzijl.

C.8.6.57 De Concessiehouder zet de twee (2) verplicht over te nemen Brandstofcelvoertuigen (zie C.8.6.3) in de Concessie in. Hierbij geldt dat:

- Concessiehouder gaat een contract afsluit met Pitpoint om waterstof te tanken bij het tankstation in Delfzijl voor een periode van 3 jaar, ingaande vanaf start van de Concessie, tot ten minste het einde van de Dienstregeling 2022;
- De Concessiehouder per jaar in de jaren 2020, 2021 en 2022 18.500 kilogram waterstof afneemt bij Pitpoint voor een jaarlijkse Opex vergoeding van €6.000,00 (dit bedrag wordt niet geïndexeerd);
- Iedere Bus ten minste 80.000 Dienstregelingskilometers per Dienstregelingsjaar wordt ingezet;
- De Bussen zijn herkenbaar als een bus met brandstofcel aandrijving.

C.8.6.58 De Concessiehouder is verplicht om, in aanvulling op de twee in C.8.6.57 genoemde Bussen, twintig (20) Brandstofcelvoertuigen van 12,0 meter of langer met als bouwjaar 2019 of 2020 in de Concessie in te zetten. Hierbij geldt dat:

- De Bussen uiterlijk in 2020 instromen;
- Iedere Bus ten minste 60.000 Dienstregelingskilometers per Dienstregelingsjaar wordt ingezet;
- Ten minste 110 ton Waterstof per kalenderjaar ten behoeve van gebruik in de

Concessie af moet worden genomen bij het, door een derde partij nog te realiseren, H2-vulpunt aan de Peizerweg in Groningen, waarbij geldt dat maximaal 160 ton Waterstof per kalenderjaar tegen de garantieprijs van €3,50 per kilogram afgenomen kan worden (deze garantieprijs wordt niet geïndexeerd);

- Het OV-bureau kan uiterlijk in januari 2019 besluit nemen om af te zien van deze verplichting.
- NB: De Concessiehouder kan in beginsel rekening houden met de volgende specificaties voor het H2-vulpunt:
- Tankfaciliteit: capaciteit ten minste: 250 kg H2 per uur, tot maximaal 500 kg achter elkaar, 400-600 kg per dag productie c.q. aanlevering, 2 vulpunten (dispensers) en druk in voertuig 350 bar
- Kwaliteit: ≥ 99.999% zuiverheid (minimum mol fractie) en ISO 14687-2 norm.

Drechtsteden, Alblasserwaard-Vijfheerenlanden (2017)

Artikel 5.3.1 Energiebronnen

Voor het MLL-traject en voor het laden van Nulemissievoertuigen dient de Concessiehouder volledig gebruik te maken van gecertificeerde groene energie afkomstig uit hernieuwbare bronnen (windenergie, zonne-energie, waterkracht en geothermische energie; het gebruik van biomassa voor de opwekking van elektriciteit is dus niet toegestaan.). Deze energie wordt zoveel als mogelijk in het Concessiegebied opgewekt. De Concessiehouder rapporteert hierover in het duurzaamheidsjaarverslag (zie Bijlage Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.).

Artikel 5.1.2 Inzet Nulemissievoertuigen

De Concessiehouder verleent onvoorwaardelijk medewerking aan de inzet van brandstofcelbussen op waterstof als daarvoor door de Concessieverlener uit onder andere Europese subsidieprogramma's subsidie is verworven. De eventuele meerkosten voor de aanschaf en exploitatie zijn voor eigen rekening en risico van de Concessieverlener.

MRDH Busconcessies (2017)

Eis bij einde concessie: 100% hernieuwbare energie.

Wensen: zo spoedig en zoveel mogelijk zero-emissievoertuigen en 100% hernieuwbare energie (...)

De MRDH vraagt daarom van de vervoerder om een integraal duurzaamheidsplan op te stellen waarvan het transitiepad richting zero-emissievoertuigen één van de onderdelen is. Andere onderdelen zijn:

- (...) herkomst van brandstoffen en energiebronnen, waaronder de mate waarin gebruik wordt gemaakt van regionaal opgewekte energie,

Amstelland-Meerlanden (2016)

Ad a) Transitieplan naar Zero-Emissie Openbaar Vervoer

De Concessieverlener wenst dat het Materieel dat de Concessiehouder voor de uitvoering van de Concessie inzet zoveel mogelijk bestaat uit Zero-Emissie Materieel dat op 100% hernieuwbare brandstof/energie rijdt. (...) Het Transitieplan omvat twee onderdelen, te weten:

1. de Euronormen van het Materieel dat de Inschrijver tijdens de looptijd van de Concessie inzet (G4.1);
2. de brandstoffen of energiedragers waarvan de Inschrijver gebruik maakt en de andere maatregelen die hij treft om de CO₂-uitstoot (well-to-wheel) te beperken (G4.2). (...) Voor hernieuwbare energie en biobrandstof worden de definities gevolgd uit de Europese Richtlijn 2009/28/EG ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen.

Almere (2016)

Stadsbussen kunnen vol-elektrisch en/of (plug-in) hybride worden. Groene stroom heeft hier de voorkeur.

Noord-Holland Noord (2016)

16.4 Transitie naar Zero emissie

Indien de Concessiehouder gebruik maakt van elektriciteit voor het laden van de voertuigen dient (aantoonbaar) uitsluitend Groene stroom te worden gebruikt. (...)

Tijdens de looptijd van de Concessie is er ruimte voor doorontwikkeling en innovatie op het gebied van Zero emissie. Concessiehouder is verplicht hier volledige medewerking aan te verlenen.

Zuidoost-Brabant (2015)

C.5.10 Indien de Concessiehouder gebruik maakt van elektriciteit voor het laden van de voertuigen dient (aantoonbaar) uitsluitend Groene stroom te worden gebruikt.

C.1.14 Concessiehouder verstrekt volledige medewerking aan het doorvoeren van innovaties en/of pilots in de Concessie, waaronder (maar niet uitsluitend) op het vlak van de transitie naar een mobiliteitsconcessie en op het vlak van zero emissie vervoer.

C.1.15 De volledige medewerking aan eventuele pilots en innovaties dient direct na gunning (derhalve reeds tijdens de implementatiefase) te starten.

C.1.16 Per innovatie / pilot wordt een projectplan opgesteld en worden specifieke financiële afspraken gemaakt, conform het gestelde in bepaling E.6.5 tot en met E.6.7 van de Financiële Bepalingen. Het streven hierbij is te allen tijde een voor de Concessiehouder budgettair neutrale business case.