Verkenning brandstoffenmixbeleid

Provincie Noord-Holland

Februari 2019

1. Inleiding

1.1 Aanleiding: actualisering van het tankstationbeleid

De provincie Noord-Holland is verantwoordelijk voor de beschikbaarheid van verzorgingsplaatsen langs de provinciale wegen. In het provinciale tankstationbeleid beschrijft de provincie onder meer kaders en privaatrechtelijke aspecten voor tankstations langs de provinciale wegen. Gedeputeerde Staten hebben besloten dit tankstationbeleid te actualiseren.

Voorafgaand aan de actualisatie van het tankstationbeleid is deze verkenning 'brandstoffenmixbeleid' uitgevoerd. Voor tankstations geldt dat het aanbod van fossiele brandstoffen wordt uitgebreid met alternatieve, duurzame energiedragers. Er komt vooral in toenemende mate vraag naar laadinfrastructuur voor elektrische auto's. Gedeputeerde Staten hebben om deze reden in februari 2018 opdracht gegeven om brandstoffenmixbeleid te ontwikkelen. Deze verkenning vormt een basis voor het brandstoffenmixbeleid.

Deze verkenning geeft inzicht in de ontwikkeling, voordelen en toepassing van duurzame brandstoffen - zogenaamde 'energiedragers'. Ook geeft het inzicht in de uitfasering van conventionele, fossiele brandstoffen. Verderop in deze verkenning wordt een mogelijk provinciaal handelingsperspectief geschetst om specifieke ontwikkelingen rondom duurzame energiedragers in de provincie te faciliteren en/of te stimuleren. Hierbij wordt rekening gehouden met autonome ontwikkelingen ten aanzien van de verduurzaming van mobiliteit. Deze autonome ontwikkelingen vinden plaats in de markt en bij de overheid op mondiaal, Europees, nationaal en lokaal niveau.

1.2 Trends en ontwikkelingen

Klimaatverandering en de energietransitie

In 2015 tekenden 195 landen het Klimaatverdrag van Parijs. Hierin spraken deze landen af om de mondiale temperatuurstijging te beperken tot ruim onder de twee graden Celsius. Daarbij streeft men naar een verdere beperking tot anderhalve graad Celsius. Om deze doelstelling te bereiken moet onder andere een einde komen aan het gebruik van fossiele brandstoffen.

Over de doelstellingen van het Klimaatverdrag van Parijs stelt de huidige nationale regering dat het de "plicht [is] om er alles aan te doen om deze doelstelling te halen". In hetzelfde regeerakkoord is daarom afgesproken een 'nationaal Klimaat- en energieakkoord op' te stellen. Op moment van schrijven is het 'ontwerp Klimaatakkoord' gepresenteerd. Mobiliteit is een onderdeel van dit Klimaatakkoord. De mobiliteitssector moet een CO_2–reductie realiseren van 7,3 Mton.

De wereld van mobiliteit is al aan het verduurzamen

In de wereld van mobiliteit wordt volop ingezet op verduurzaming. Zo is er een duidelijke trend naar elektrisch aangedreven vervoer. Autofabrikanten kondigen massaal de ontwikkeling van elektrische personenauto's aan. Ook bij andere vervoerstypen zijn ontwikkelingen richting elektrificering. In 2016 spraken bijvoorbeeld alle provincies en twee vervoerregio's in een bestuursakkoord af om regionaal openbaar vervoer per bus emissieloos te maken. Zij streven naar gebruik van uitsluitend emissieloze bussen (batterij-elektrisch of waterstof-elektrisch) in 2030.

De trias mobilica

De trias mobilica is een methode om mobiliteit te verduurzamen. De methode bestaat uit drie elementen: verminderen, veranderen en verbeteren. Vermindering van mobiliteit wordt bijvoorbeeld bereikt door het stimuleren van thuiswerken. Verandering van mobiliteit betekent het stimuleren van gebruik van andere modaliteiten zoals de fiets of het openbaar vervoer. De verkenning beperkt zich tot het onderdeel verbetering: alles wat rijdt, rijdt met zo min mogelijk impact op klimaat en leefomgeving.



Het energiesysteem ondergaat een transformatie en geeft nieuwe kansen

Bronnen als wind en zon worden steeds meer aangewend voor energieproductie. Hierdoor ondergaat het energiesysteem van energieproductie en -consumptie een transformatie. Energieproductie uit deze bronnen vindt steeds meer lokaal plaats. Dit geeft steeds meer partijen – inclusief particulieren – de mogelijkheid zelf stroom op te wekken. Particulieren kunnen deze zelfopgewekte stroom gebruiken voor eigen consumptie (bijvoorbeeld voor het opladen van de elektrische auto), maar kunnen ook terugleveren aan het elektriciteitsnet. In de toekomst komen hier veel mogelijkheden bij. Met slimme IT-oplossingen tezamen met lokale opslagmogelijkheden, krijgen particuliere energieproducenten steeds meer regie over hun energieproductie en -consumptie. Bijvoorbeeld: stroom uit je eigen elektrische auto kan worden teruggeleverd aan je eigen huis, je elektrische auto kan laden als elektriciteit het goedkoopst is en zelf opgewekte energie kan worden geleverd aan het elektriciteitsnet. In de toekomst wordt het ook mogelijk dat je je eigen stroom overal in het land kunt gebruiken voor het opladen van je eigen elektrische auto.

Al deze mogelijkheden maken het gebruik van goedkope en duurzame energie mogelijk en bieden kansen voor de verduurzaming van mobiliteit.

Kansen voor Noord-Holland

De verduurzaming van mobiliteit biedt kansen voor provincie Noord-Holland. Naast de bijdrage aan de klimaatdoelstellingen, levert duurzame mobiliteit een bijdrage aan de leefbaarheid in de provincie door bijvoorbeeld het verbeteren van de luchtkwaliteit. Bovendien biedt verduurzaming van mobiliteit ook economische kansen. Bijvoorbeeld voor bedrijven in de waardeketen van elektrisch vervoer die innovatieve producten en diensten aanbieden in een nieuwe markt.

1.3 Centrale vraagstelling

De verkenning brandstoffenmixbeleid geeft antwoord op de volgende vragen:

1. Wat zijn de ontwikkelingen ten aanzien van duurzame brandstoffen en energiedragers?
2. Wat betekent dit voor de uitfasering van bestaande (fossiele/niet duurzame) brandstoffen?
3. Op welke wijze kan de provincie omgaan met deze ontwikkelingen?

1.4 Scope verkenning:

In de verkenning wordt voornamelijk gekeken naar vervoerstypen met een gewicht tot 3,5 ton die gebruik maken van tankstations langs provinciale wegen. Immers, de wens voor het brandstoffenmixbeleid komt voort uit de noodzaak het provinciale tankstationbeleid te actualiseren.

Het zijn met name deze vervoerstypen die behoefte hebben aan het gebruik van tankmogelijkheden langs de provinciale wegen:

- Personenauto's;
- Bestelvervoer en lichte vracht.

Ook wordt er – in mindere mate – aandacht besteed aan de volgende vervoerstypen met een gewicht van meer dan 3,5 ton:

- Openbaar vervoer per bus;
- Zware vracht (vrachtwagens);
- Binnenvaart.

Deze vervoerstypen hebben elk hun eigen tank- en laadinfrastructuur.

Gezien de snelle ontwikkelingen wordt bij de verkenning gekeken naar de periode 2019 tot 2025.

1.5 Opbouw verkenning

De verkenning is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de internationale, Europese en nationale beleidslijnen ten aanzien van de verduurzaming van mobiliteit en daarmee de verduurzaming van energiedragers. Hoofdstuk 3 bevat een overzicht van beschikbare duurzame energiedragers. Er zal worden ingegaan op de voor- en nadelen, de toepasbaarheid voor verschillende vervoerstypen en de benodigde energie-infrastructuur. Hierbij worden ook de hiermee samenhangende implicaties voor de uitfasering van fossiele brandstoffen geschetst. Hiermee wordt antwoord gegeven op de vragen 1 en 2 van de centrale vraagstelling. In hoofdstuk 4 zijn de mogelijke provinciale doelen ten aanzien van het brandstoffenmixbeleid opgenomen tezamen met een mogelijk handelingsperspectief voor de provincie. Daarmee wordt antwoord gegeven op vraag 3 van de centrale vraagstelling.

2. Bestaand beleid: van internationaal tot provinciaal

Op verschillende niveaus voeren overheden beleid dat impact heeft op de verduurzaming van mobiliteit. Dit hoofdstuk bevat een overzicht van de belangrijkste ontwikkelingen.

2.1 Internationaal: het akkoord van Parijs

In het akkoord van Parijs dat in 2015 is ondertekend, heeft de internationale gemeenschap afgesproken de opwarming van de aarde te beperken tot twee graden Celsius, waarbij gestreefd wordt naar maximaal anderhalve graad. Om dat te bereiken moet een eind komen aan het gebruik van fossiele brandstoffen. De ondertekenaars van het akkoord van Parijs hebben om deze reden afgesproken nationale klimaatplannen te maken. Op moment van schrijven is in Nederland het ontwerp Klimaatakkoord gepresenteerd (21 december 2018). In dit akkoord, dat tot stand is gekomen in samenwerking met bedrijven, maatschappelijke organisaties en overheden, worden concrete voorstellen gedaan voor de verduurzaming van mobiliteit (Klimaatberaad 2018).

2.2 Europa

Op Europees niveau worden eisen gesteld aan de maximale uitstoot van CO_2 van nieuwe personenauto's en bestelwagens. EU lidstaten en het Europees Parlement zijn op 17 december 2018 onder meer overeengekomen dat nieuwe personenauto's in 2030 37,5% minder CO_2 moeten uitstoten dan in 2021. Voor nieuwe bestelwagens ligt dit op 31% (EU, 2018).

Verschillende Europese lidstaten hebben ambities vastgelegd ten aanzien van de verduurzaming van personenauto's. Een overzicht van deze ambities is weergeven in onderstaande tabel.

Land	**Ambities**
België	• 2020: 90.000 elektrische auto's (1,6%)
Denemarken	• 2020: 200.000 elektrische auto's (10%) • 2030: verbod op verbrandingsmotor • 2050: fossiel-vrij wagenpark
Duitsland	• 2020: 1 miljoen elektrische auto's (2,3%) • 2030: alle nieuwverkoop zero emissie
Finland	• 2030: 250.000 elektrische auto's (8%)
Frankrijk	• 2040: verbod op verkoop verbrandingsmotor
Ierland	• 2030: stop op verkopen verbrandingsmotor, 500.000 elektrische auto's
Nederland	• 2030: alle nieuwverkoop zero emissie
Noorwegen	• 2025: alle nieuwverkoop zero emissie
Oostenrijk	• 2020: 250.000 elektrische auto's (5,5%)
Portugal	• 2020: 200.000 elektrische auto's (4,7%)
Schotland	• 2030: stop op verkopen verbrandingsmotor
Slovenië	• 2030: stop op verkopen verbrandingsmotor
Spanje	• 2020: 2,5 miljoen elektrische auto's (11%)
Verenigd Koninkrijk	• 2030: 50-70% nieuwverkopen lage emissie (< 75g/km CO_2) • 2040: uitfasering personenauto's met fossiele bandstoffen • 2050: volledig CO2-vrij wagenpark
Zweden	• 2020: 600.000 elektrische auto's (15%) • 2025: alle nieuwverkoop zero emissie

*Zero emissie = volledig batterij-elektrisch of waterstof-elektrisch. (*bron: Fier Automotive, 2018).

2.3 Nationaal

Kabinetsbeleid

In het regeerakkoord van het huidige kabinet (Rutte III) is het streven vastgelegd dat alle nieuw verkochte auto's in 2030 emissieloos (batterij-elektrisch of waterstof-elektrisch) zijn. Fiscale stimulering van emissieloze auto's wordt in lijn gebracht met deze ambitie. Tevens stelt het kabinet dat voldoende tank- en laadinfrastructuur nodig is om deze ambitie te kunnen waarmaken. Uitwerking hiervan wordt meegenomen in een nationaal klimaatakkoord (VVD, CDA, D66 en ChristenUnie, 2017).

Akkoorden en Green Deals

Tot op heden zijn verschillende overeenkomsten gesloten in de vervoersketens met als doel mobiliteit te verduurzamen. Dit zijn onder meer:

Het bestuursakkoord zero emissie regionaal openbaar vervoer per bus

In dit akkoord hebben alle provincies en de twee vervoerregio's de ambitie vastgelegd om alle bussen in 2030 volledig emissievrij bij de uitlaat te laten zijn. Daarnaast zijn uiterlijk in 2025 alle nieuw instromende bussen emissievrij aan de uitlaat. De nieuwe bussen maken vanaf 2025 gebruik van 100% hernieuwbare energie die zoveel mogelijk regionaal wordt opgewekt.

Green Deal Elektrisch Vervoer

Metropoolregio Amsterdam heeft – gezamenlijk met 18 partijen, waaronder de Rijksoverheid – de Green Deal Elektrisch Vervoer ondertekend. Het doel van de Green Deal Elektrisch Vervoer is het vasthouden van de Nederlandse koploperspositie op het gebied van elektrisch vervoer. Voor 2020 is de ambitie vastgelegd dat 10% van de nieuw verkochte auto's een elektrische aandrijflijn en een stekker heeft. Daarbij wordt ernaar gestreefd dat 75.000 particulieren in Nederland een elektrisch aangedreven auto hebben, waarvan 50.000 tweedehands en 25.000 nieuw. In 2025 moet 50% van de nieuw verkochte auto's voorzien zijn van een elektrische aandrijflijn en een stekker. Minimaal 30% daarvan dient volledig elektrisch te zijn.

Green Deal Openbaar Toegankelijke Elektrische Laadinfrastructuur

In de Green Deal Openbaar Toegankelijke Elektrische Laadinfrastructuur is de ambitie vastgelegd om de kosten voor publieke laadinfrastructuur tegen eind 2017 met 70% gereduceerd te hebben (ten opzichte van een gemiddeld niveau in 2013). Deze Green Deal is ondertekend door onder meer de Metropoolregio Amsterdam, de Rijksoverheid en negen andere overheden en organisaties.

Green Deal Zero Emissie Stadslogistiek

Het doel van de Green Deal Zero Emissie Stadslogistiek is om in 2025 schadelijke emissies en geluid als gevolg van stadslogistiek tot nul gereduceerd te hebben. Om te onderzoeken op welke wijze dit bewerkstelligd kan worden, wordt op lokale schaal geëxperimenteerd. Hiervoor zijn zogenaamde living labs gestart. Deze Green Deal is ondertekend door een groot aantal overheden, bedrijven en belangenorganisaties.

Ontwerp Klimaatakkoord (concept afspraken)

Zoals vastgelegd in het regeerakkoord wordt er een nationaal Klimaatakkoord gemaakt, "waarbij we met alle partijen de CO2-uitstoot fors gaan verlagen […] We leggen de lat hoog. We willen de meest ambitieuze doelstelling van Parijs". (VVD, CDA, D66 en ChristenUnie, 2017).

Op moment van schrijven (februari 2019) is er een ontwerp Klimaatakkoord. In dit akkoord hebben bedrijfsleven, belangenorganisaties en overheden voorstellen gedaan voor maatregelen om CO2-

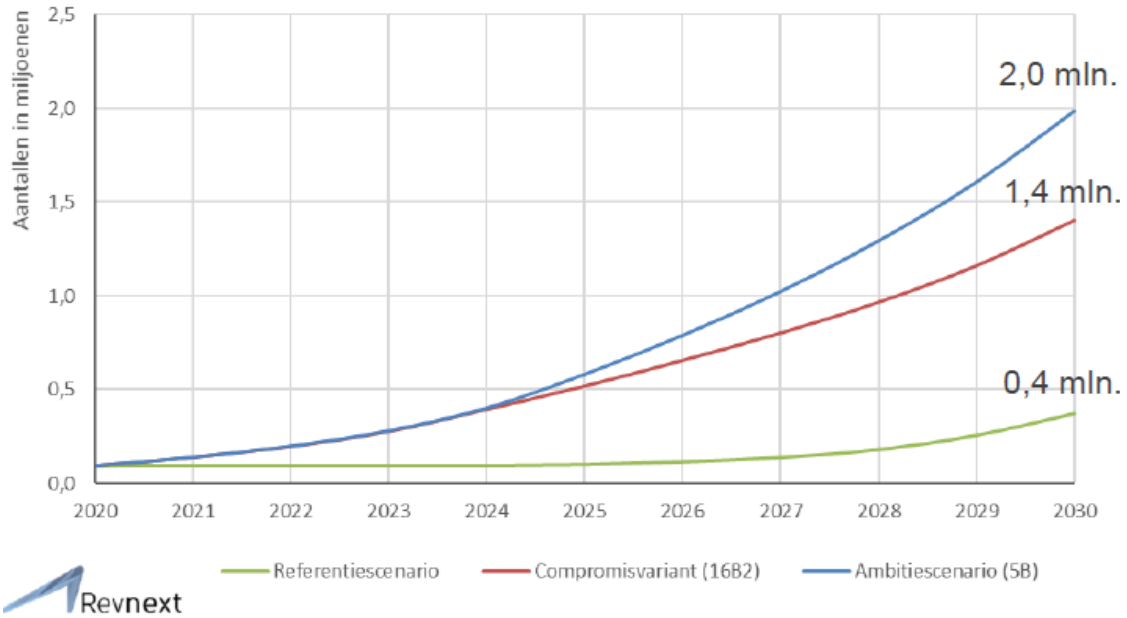
uitstoot te reduceren. Het akkoord bestaat uit vijf onderdelen, waar mobiliteit er één van is. Het Centraal Planbureau en het Planbureau voor de Leefomgeving gaan deze voorstellen doorrekenen. Het kabinet heeft de ambitie dit akkoord in de zomer van 2019 gereed te hebben.

Voor wat betreft mobiliteit is ten aanzien van 'duurzaam hernieuwbare energiedragers' het volgende in het ontwerp Klimaatakkoord opgenomen:

"Centraal in de vergroening van de mobiliteitssector staat de beweging naar het gebruik van meer duurzame energie voor alle transportmodaliteiten op de weg, water en in de lucht. […] Dit vraagt om inzet op batterij-elektrisch, groene waterstof, zonne-energie, hernieuwbare brandstoffen zoals Power-to-X en synthetische brandstoffen en duurzame biobrandstoffen. In de strategie voor het verduurzamen van de verschillende vervoersmiddelen ligt de prioritering op elektrificeren en is de inzet van hernieuwbare brandstoffen een middel om tijdig de emissiereducties te bereiken. De hoop en de verwachting is dat de elektrificering van het personenvervoer en korte afstandentransport zich sterk zal versnellen de komende jaren […] en grootschalige inzet van biomassa in deze sectoren niet noodzakelijk is voor het bereiken van de nationale doelstellingen. […] De schaarse duurzame biobrandstoffen worden bij voorkeur ingezet voor de zwaardere segmenten daarbinnen". (Klimaatberaad, 2018)

Concreet wordt er in het ontwerp Klimaatakkoord onder meer ingezet op:

1. Het gebruik van hernieuwbare brandstoffen in transport met als uitgangspunt dat deze biobrandstoffen overwegend uit duurzame reststoffen worden gehaald.
2. Stimulering van waterstof, waarbij de energiedrager zeker bij de toepassing in zwaar transport als belangrijk wordt gezien.
3. Stimulering van elektrisch vervoer, met de nieuwverkoop van uitsluitend volledig emissieloze auto's in 2030. Dit is uitgewerkt in een pakket met normering, flankerend beleid, versnelde uitrol van infrastructuur en fiscale stimulering. Realisatie van deze doelstelling leidt tot een vloot van circa twee miljoen elektrische auto's (zie figuur 1, de blauwe lijn). Hiervoor zijn 1,8 miljoen laadpunten nodig.
4. Verduurzaming in logistiek, door middelgrote zero emissiezones in 30-40 grotere gemeenten in 2025, zero emissie bouwverkeer en mobiele werktuigen, logistieke efficiencyverbeteringen en CO2-reductie in de binnenvaart.



Figuur 1: Aantal elektrische voertuigen in wagenpark (Revnext, 2018)

Voor de stimulering van elektrisch vervoer wordt een Nationale Agenda Laadinfrastructuur opgesteld. In deze agenda zijn afspraken opgenomen over:

1. Het versnellen van het proces en vaststellen van basisvoorwaarden voor de uitrol van publieke laadinfrastructuur voor elektrische voertuigen.
2. Het verbeteren van de informatievoorziening over de locatie en beschikbaarheid van laadpunten, laadprijstransparantie, gebruik van open protocollen in een open markt van laadinfrastructuur.
3. Het inzetten van 'slim laden' om te zorgen voor een stabiel elektriciteitsnetwerk waarin optimaal gebruik gemaakt kan worden van hernieuwbare energie en de voordelen daarvan voor elektrische rijders.
4. Het toekomstbestendig maken van laadinfrastructuur door in te zetten op innovatie.
5. Het realiseren van robuuste laadinfrastructuur voor (stads)logistiek die een verdere ingroei en ontwikkeling van elektrificering van mobiele werktuigen en elektrisch vervoer van goederen mogelijk maakt.

3. Energiedragers voor duurzame mobiliteit

Voor mobiliteit zijn verschillende alternatieve energiedragers voor fossiele brandstoffen beschikbaar en in ontwikkeling. In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de meest kansrijke alternatieven: batterijen, waterstof en biobrandstoffen.

Deze energiedragers zijn in beginsel duurzaam. Hiermee wordt bedoeld dat deze energiedragers het mogelijk maken energie vanuit duurzame bronnen te gebruiken voor mobiliteit.

Dit hoofdstuk bevat achtergrondinformatie over de genoemde energiedragers. Voordat wordt ingegaan op specifieke energiedragers, start het hoofdstuk met de vraag wanneer duurzame energiedragers toepasbaar zijn. Dit kan bepaald worden aan de hand van twee factoren: energiedichtheid en energie-efficiëntie.

Vervolgens worden de drie energiedragers beschreven aan de hand van hiervoor genoemde factoren, de toepasbaarheid en de benodigde energie-infrastructuur.

3.1 Toepasbaarheid duurzame energiedragers

Uiteindelijk zullen alle vervoerstypen – van personenauto's tot zeeschepen – gebruik moeten maken van duurzame energiebronnen. Maar welke energiedrager is geschikt voor welk vervoerstype?

Bij de keuze voor een energiedrager zijn er twee belangrijke criteria:

- De energiedrager moet voldoende energiedichtheid hebben, zodat het toepasbaar is voor het specifieke vervoerstype. Bij voorkeur heeft een energiedrager een zo hoog mogelijke energiedichtheid.
- Duurzame energie is niet onbeperkt beschikbaar, omdat voor de winning ervan ruimte nodig is. Daarom wordt beschikbare duurzame energie bij voorkeur zo efficiënt mogelijk ingezet. Bij de omzetting van de duurzame energiebron naar energie voor mobiliteit treedt zo min mogelijk energieverlies op. In het beste geval heeft een energiedrager daarom een zo hoog mogelijke energie-efficiëntie.

Energiedichtheid

Met energiedichtheid wordt de hoeveelheid energie per massa- of volume-eenheid van de energiedrager bedoeld. De hoogte van de energiedichtheid verschilt per energiedrager en maakt het meer of minder geschikt voor specifieke vervoerstypen.

Zo heeft een zware vrachtwagen die lange afstanden aflegt veel energie nodig. In zo'n geval is een energiedrager nodig met een hoge energiedichtheid, zoals bijvoorbeeld biobrandstof of waterstof. Een personenauto is daarentegen veel lichter en legt gemiddeld niet meer dan 50 km per dag af. In dit geval is het dus niet nodig grote hoeveelheden energie mee te dragen. Een energiedrager met een lagere energiedichtheid – zoals een batterij – is daarom ook geschikt.

Energie-efficiëntie

Duurzame mobiliteit maakt gebruik van hernieuwbare energiebronnen zoals zon, wind, water en geothermie. De centrale uitdaging is deze hernieuwbare energie om te zetten in bewegingsenergie. Hiervoor zijn energiedragers zoals batterijen, waterstof of biobrandstoffen de tussenschakel.

Bij de omzetting vanuit een duurzame energiebron naar bewegingsenergie, treedt energieverlies op. De mate waarin dit energieverlies optreedt vertaalt zich in energie-efficiëntie. Een schematisch weergave hiervan staat in onderstaand figuur.



Energieverlies kan optreden bij bijvoorbeeld het opladen van een batterij of door de omzetting van de gelijkstroom van de batterij in wisselstroom voor de elektromotor van een elektrische auto. Bij bijvoorbeeld waterstof treedt energieverlies op bij de omzetting van elektriciteit in waterstof door middel van elektrolyse. Ook treedt energieverlies op bij de verbranding van biobrandstoffen, waarbij een deel van de energie wordt omgezet in warmte.

Idealiter heeft een energiedrager een zo hoog mogelijke energie-efficiëntie. Dan kunnen schaarse duurzame energiebronnen zo optimaal mogelijk worden benut.

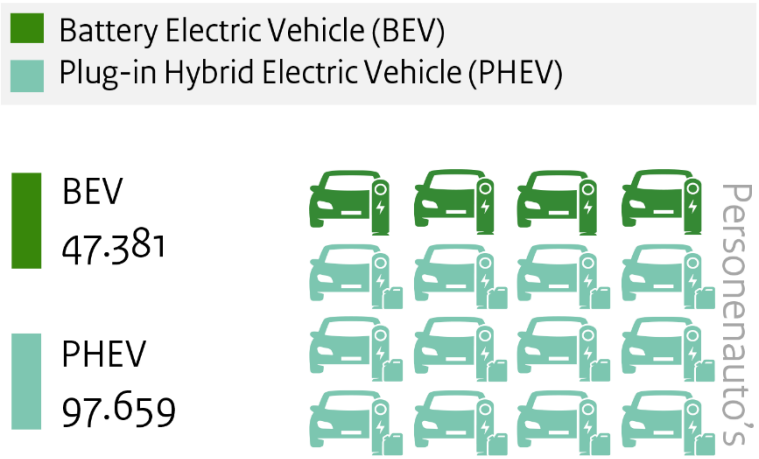
3.2 Duurzame energiedragers

Batterijen

Een batterij is een energiedrager die bestaat uit een of meerdere chemische cellen voor het leveren van elektriciteit. Een batterij kan worden opgeladen met elektriciteit uit duurzame bronnen. Met de batterij kan een elektromotor worden aangedreven.

Personenauto's

Op moment van schrijven zijn er veel batterij-elektrische voertuigen op de markt en in ontwikkeling. In Nederland reden er eind 2018 ongeveer 145.000 elektrische personenauto's op de wegen. Zie figuur 2. Gemiddeld was 6,5% van de nieuw verkochte personenauto's in 2018 elektrisch (RVO, 2019).



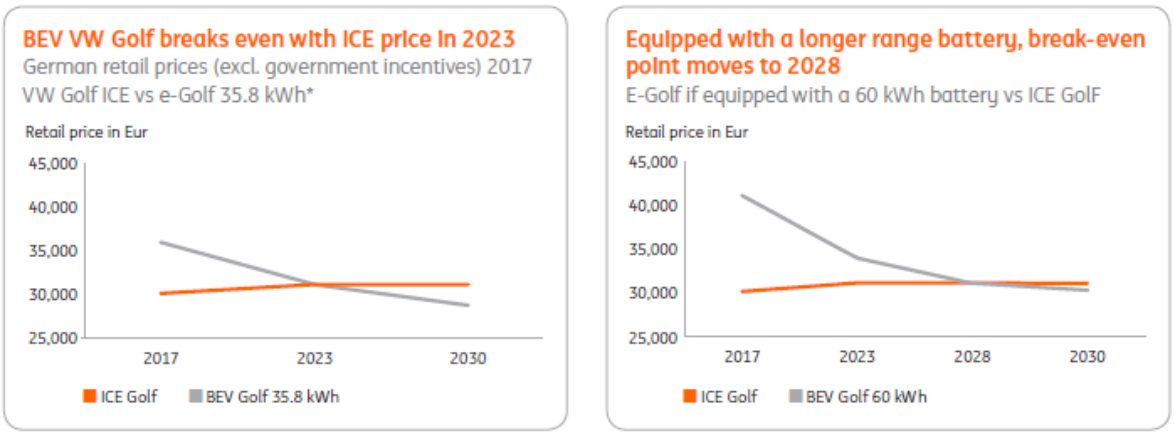
Figuur 2: Elektrische voertuigen op de Nederlandse wegen t/m 31 januari 2019 (bron: RVO, 2019)

Dit aantal zal naar verwachting exponentieel toenemen. Figuur 3 bevat een weergave van aangekondigde investeringen tussen 2018 en 2025 van grote autofabrikanten (Bloomberg New Energy Finance, 2018).



Figuur 3: Aangekondigde investeringen in van autofabrikanten in elektrische auto's (Bloomberg NEF, 2018)

De verwachte groei van elektrische auto's wordt in grote mate veroorzaakt door dalende batterijprijzen. De batterij is een kostbaar onderdeel van de elektrische auto. Door dalende batterijprijzen worden elektrische auto's goedkoper en daarmee een betaalbaar alternatief voor de conventionele auto met verbrandingsmotor. Het ING Economisch Bureau becijferde onlangs dat een elektrische Volkswagen Golf (met een beperkte actieradius) in aanschaf in 2023 evenveel zal kosten als een Volkswagen Golf met een verbrandingsmotor. Zie figuur 4 (ING Economisch Bureau, 2017).



Figuur 4: Verwachte prijsontwikkeling Volkswagen Golf en e-Golf (ING, 2017)

In het gebruik is een elektrische auto zelfs goedkoper dan een auto met verbrandingsmotor, omdat er minder kosten zijn voor onderhoud. Bovendien is het rijden op elektriciteit per kilometer meestal goedkoper dan op benzine of op diesel door de lagere energieprijs ten opzichte van benzine en diesel.

Batterij-elektrische bussen

Naast personenauto's worden ook bussen geëlektrificeerd. Vooral in China zijn hier grote stappen in gezet. In bijvoorbeeld de stad Shenzen was eind 2017 de gehele vloot volledig elektrisch. Dit betroffen 16.359 bussen (IEA, 2018). Ook buiten China zijn ontwikkelingen op het gebied van batterij-elektrische bussen. In Nederland wordt hier op ingezet binnen het bestuursakkoord Regionaal Openbaar Vervoer per Bus. Het aantal elektrische bussen stijgt dan ook gestaag. In Noord-Holland Noord rijden sinds medio 2018 21 elektrische bussen, met als ambitie in totaal 83 elektrische bussen op de weg te krijgen.

Batterij-elektrische vrachtwagens

Daarnaast worden er op verschillende plekken batterij-elektrische vrachtwagens ingezet. De inzet van deze vrachtwagens is vaak gelimiteerd tot kleinere demonstratievloten, maar verschillende fabrikanten hebben de ontwikkeling van elektrische trucks aangekondigd. Figuur 5 (IEA, 2018) geeft een overzicht van deze aankondigingen (niet uitputtend).

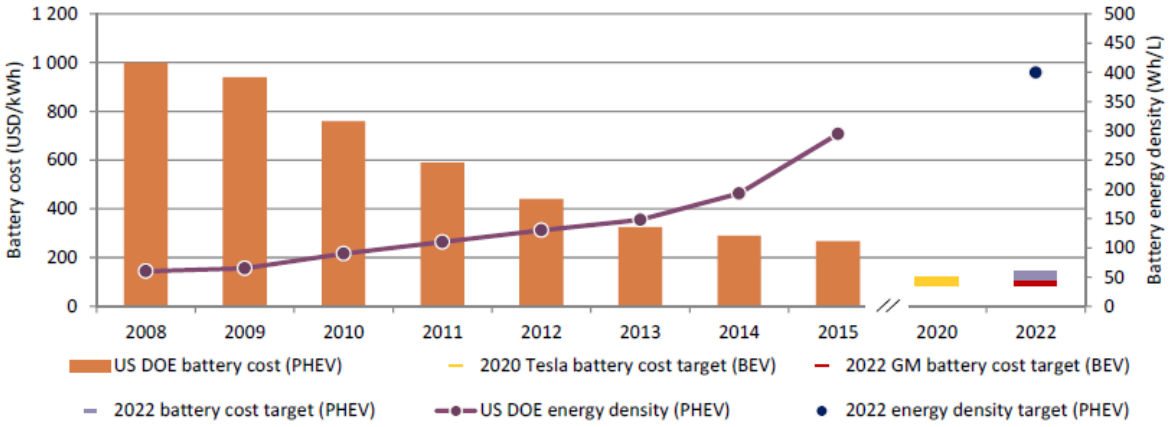
Jaar	**Fabrikant en type**	**Actieradius (km)**	**Categorie gewicht voertuig (ton)**
2018	Emoss range extender	500	8
	Eforce One E44	300	8
	VW MAN City track	200	36
2019	Tesla Semi – Long range	1.000	36
	Tesla Semi – Large version	500	36
	Volvo FL Electric	300	22
	Cummins AEOS	180	8
2022	Daimler E-Fuso One	380	22

Figuur 5: Aankondigingen elektrische vrachtwagens (IEA, 2018)

Batterij-elektrische binnenvaart en luchtvaart
In de binnenscheepvaart wordt geëxperimenteerd met batterij-elektrische aandrijving. Zo heeft het Nederlandse bedrijf Port-Liner in 2018 subsidie ontvangen om 11 volledig elektrische binnenvaartschepen te bouwen. Ook in de luchtvaart zijn ontwikkelingen richting batterij-elektrisch vliegen. Onderzoeksbureau Roland Berger publiceerde in 2017 een rapport waarin gesteld wordt dat elektrisch vliegen de toekomst heeft: 'Is aircraft electrification the next chapter in aviation? It is not a question of if, but when'. Praktijkvoorbeelden zijn er. Zo heeft het Sloveense bedrijf Pipestrel volledig elektrische twee- en vierzits vliegtuigen in productie. Bedrijven als Siemens en EasyJet hebben belangstelling getoond voor elektrisch vliegen. En de Noorse overheid stelde onlangs de ambitie om vanaf 2040 binnenlandse vluchten enkel elektrisch toe te staan.

De toepasbaarheid aan de hand van energiedichtheid en energie-efficiënte
Zoals te lezen is, is de energiedrager toepasbaar in allerlei vervoerstypen. De batterij kent echter een relatief lage energiedichtheid, waardoor het op dit moment lastig is de energiedrager in te zetten voor energie-intensieve vervoerstypen zoals zwaar vrachtvervoer of scheepvaart.

Hierin is echter wel een kentering zichtbaar. De energiedichtheid van de batterij is flink toegenomen en zal naar verwachting verder stijgen. Zie hiervoor de verwachtingen in figuur 6 (IEA, 2016). De verwachting is dat de batterij op den duur ook inzetbaar zal zijn bij de energie-intensievere vervoerstypen.



Figuur 6: Ontwikkelingen prijzen en energiedichtheid batterijen (IEA, 2016)

Het voordeel van batterijen in elektrische voertuigen is dat zij zorgen voor een hoge energie-efficiëntie. Bij 100 kWh elektriciteit vanuit een duurzame energiebron, gaat naar de omzetting in bewegingsenergie ongeveer 27 kWh verloren. Er treden hier dus ook energieverliezen op, maar deze blijven beperkt tot ongeveer een kwart (Transport & Environment, 2017, p.28). Batterij-elektrisch aangedreven voertuigen maken dus efficiënt gebruik van duurzame energiebronnen.
Een ander voordeel van de batterij is dat deze kan worden ingezet bij de verduurzaming van het toekomstige energienetwerk. Meer hierover in de paragraaf 'energie-infrastructuur'.

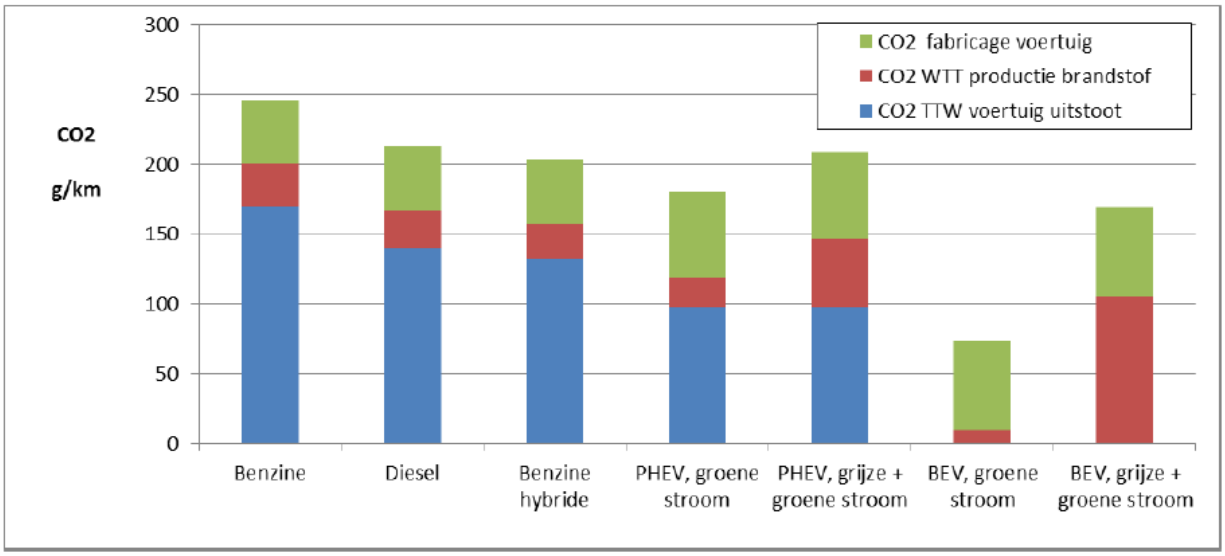
Impact op luchtkwaliteit en vermeden uitstoot broeikasgassen
Batterij-elektrische auto's stoten veel minder schadelijke stoffen uit dan auto's met conventionele verbrandingsmotoren. Figuur 7 geeft een overzicht van de uitstoot van NO_X en fijnstoffen van batterij-elektrische auto's vergeleken met verbrandingsmotoren.

mg/km	NO_x	Fijnstof motor	Fijnstof slijtage
Benzine	21	5	17
Diesel	365	1	17
Plug-in hybride (benzine)	15	4	13
Volledig elektrisch	0	0	13

Figuur 7: Directe verontreinigende praktijkemissies van personenauto's in mg/km (TNO, 2015)

Daarnaast vermijdt het rijden met een elektrische auto de uitstoot van het broeikasgas CO_2, zie figuur 8. In deze figuur is de CO2-uitstoot weergegeven van:

1. De fabricage van het voertuig (inclusief de productie van de batterij in het geval van een elektrische auto)
2. De productie van de brandstof, ofwel 'well to tank' (WTT)
3. De uitstoot van het voertuig, of wel 'tank to wheel' (TTW)



Figuur 8: CO2-emissie van conventionele en elektrische auto's op basis van 220.000 km. Fabricage van het voertuig is inclusief onderhoud en recycling (TNO, 2015)

Energie-infrastructuur

Er zijn grofweg twee manieren om een batterij-elektrisch voertuig op te laden: met bestemmingsladen en snelladen.

Bestemmingsladen doet men op plekken waar men verblijft: thuis, op het werk of bijvoorbeeld bij een bezoek aan een restaurant of pretpark. Het zijn plekken waar men doorgaans minimaal enkele uren doorbrengt. Binnen bestemmingsladen is een onderscheid in drie typen laadinfrastructuur:

- Privaat: laadinfrastructuur op eigen terrein en niet openbaar toegankelijk.
- Publiek: laadinfrastructuur in de openbare ruimte.
- Semi-publiek: laadinfrastructuur op plaatsen die openbaar toegankelijk zijn, maar privaat eigendom. Voorbeeld: een parkeerterrein bij een supermarkt.

Zie figuur 9 voor een overzicht van typen laadinfrastructuur.



Figuur 9: Typen laadinfrastructuur

Het laden van een elektrisch voertuig gaat op de plaats van bestemming vaak met bescheiden snelheden. Dit betekent dat het volledig opladen van een batterij uren kan duren. Dit is geen probleem wanneer het voertuig lang geparkeerd staat op een plek waar men toch al moet zijn. Bovendien biedt bestemmingsladen de kans om slim te laden (zie kader aan het einde van de paragraaf).

Van de Nederlandse huishoudens beschikt naar schatting 20 – 30% over een eigen oprit waar kan worden geparkeerd. Dit betekent dat het overgrote deel van de auto's wordt geparkeerd in de openbare ruimte. Als er op bestemming wordt geladen, is er dus laadinfrastructuur in de openbare ruimte nodig. Dit noemen we publieke laadinfrastructuur.

Veel gemeenten worstelen met de totstandkoming van publieke laadinfrastructuur. Er spelen onderwerpen zoals het vinden van een betrouwbare partij die de infrastructuur beheert, verdeling van verantwoordelijkheden tussen gemeenten en marktpartij, locatiekeuze (en de daar bij komende bezwaren van omwonenden) en lange doorlooptijden bij de totstandkoming van netaansluitingen. Om deze reden wordt de totstandkoming van deze laadinfrastructuur vaak georganiseerd in regionaal of provinciaal verband. De provincie Noord-Holland participeert hiervoor in MRA-elektrisch, samen met de provincies Flevoland, Utrecht, de gemeenten Amsterdam en Almere en de Vervoerregio Amsterdam.

Met deze regionale aanpak worden vaak aanbestedingen georganiseerd, waarbij een marktpartij in concessievorm het recht en de plicht krijgt laadinfrastructuur te plaatsen en exploiteren. Doel hiervan is het ontzorgen van gemeenten, het bereiken van schaalgrootte met bijbehorende lage prijzen voor elektrische rijder en overheid en het creëren van duidelijkheid aan de e-rijder. Deze aanpak heeft met MRA-elektrisch goed gewerkt (zie het kader 'Publieke laadinfrastructuur en de rol van MRA-elektrisch').

Met een dergelijke regionale aanpak wordt vaak samengewerkt met regionale netbeheerders. Het geeft overheden handvatten om eisen te stellen aan de laadinfrastructuur, zodat integratie van de laadinfrastructuur in een slim energienetwerk mogelijk wordt. Een slim energienetwerk, waarmee duurzaam opgewekte energie optimaal efficiënt wordt ingezet (zie het kader 'Slim laden').

Publieke laadinfrastructuur elektrisch vervoer en de rol van MRA-elektrisch

Onderzoeksinstelling TNO ondersteunde MRA-elektrisch en het samenwerkingsverband G4 bij het ontwikkelen van beleidsopties voor het bepalen van de rol van lokale overheden bij de realisatie van publieke laadinfrastructuur. TNO heeft hierbij geconcludeerd dat het aanbestedingsmodel – zoals dat gehanteerd wordt door MRA-elektrisch en TNO – een effectief instrument is. Het maakt het mogelijk om de gewenste hoeveelheid laadpunten te realiseren, specifieke locaties daarvoor aan te wijzen en om de energietransitie te faciliteren door goede systeemkeuzes te maken (TNO 2018).

Slim laden

De elektrisch auto kan een belangrijke rol spelen in het duurzame energienetwerk van de toekomst. Door het steeds grotere aanbod van elektriciteit uit duurzame bronnen zoals wind en zon, wordt het steeds belangrijker het elektriciteitsnet in 'balans' te houden. Met balans wordt de balans tussen vraag naar en aanbod van elektriciteit bedoeld. Deze dient te allen tijde gelijk te zijn.

Door een toenemend aanbod van zon en wind moet er gestuurd worden op de vraag naar elektriciteit. Hiervoor leent de elektrische auto zich uitstekend.

Omdat auto's op bestemming lang zijn ingeplugd, biedt bestemmingsladen mogelijkheden om elektriciteit vanuit duurzame bronnen efficiënt te gebruiken. Als het bijvoorbeeld hard waait in de nacht en er is weinig vraag naar stroom, dan laadt de auto snel op. Als het windstil is en er is een piek in energievraag (bijvoorbeeld van huishoudens rond 18.00 uur), dan laadt de auto langzamer of niet. Dit principe noemt men 'slim laden'.

Naast optimale benutting van duurzaam opgewekte energie is het in de toekomst noodzakelijk om belasting van het elektriciteitsnet te beperken. Bestaande elektriciteitsnetten zullen als gevolg van de hoge vermogens zwaarder belast worden. Door het laden van de auto's (automatisch en naar wens van de gebruiker) uit te stellen, kan deze belasting gelijkmatiger worden verdeeld over een etmaal. Ook dit noemt men 'slim laden'.

Met het principe van 'slim laden' kan de elektrische auto in de duurzame energievoorziening van de toekomst dus een belangrijke rol spelen. Hiervoor moet de laadinfrastructuur wel 'slim' gemaakt worden.

Met slim laden wordt de laadinfrastructuur onderdeel van het duurzame energienetwerk van de toekomst. In Nederland en daarbuiten worden daarom op allerlei plekken diensten ontwikkeld en pilots uitgevoerd waarmee slim laden van de grond komt.

Snelladen

Een andere manier om de elektrische auto op te laden is 'snelladen'. Snelladen lijkt eigenlijk meer op het tanken zoals we dat kennen van een benzine- of dieselvoertuig. Het gaat met een hoog vermogen en men doet het vaak onderweg. Men verblijft dus bij de auto op het moment dat deze geladen wordt. Snelladen is noodzakelijk bij het afleggen van lange afstanden. Snelladen is ook nodig om intensief gebruikte voertuigen als taxi's, bestelvervoer of elektrische bussen van stroom te voorzien. Ook wordt snelladen gezien als alternatief voor bestemmingsladen, in met name hoogstedelijke gebieden. Omdat de parkeerruimte daar beperkt is, is er ook minder ruimte voor laadinfrastructuur in de openbare ruimte.

De ontwikkelingen in de techniek van snelladen gaan snel. Er worden types snelladers ontwikkeld die met grote vermogens kunnen laden. De standaard is op moment van schrijven zo'n 50 kW, maar een bedrijf als Fastned plaatst op veel plekken al snelladers die tot 175 kW kunnen laden. Autofabrikanten als Porsche werken aan snelladers met een vermogen van 350 kW. Met laatstgenoemde snelheid kan in tien minuten ongeveer 300 kilometer actieradius worden bijgeladen.

Er zijn in Nederland verschillende bedrijven die snellaaddiensten aanbieden. Dit doen zij ook zonder subsidiering vanuit de overheid. Een bekend voorbeeld is Fastned die langs de autowegen en op de randen van de steden rond de 75 snellaadstations operationeel heeft. Andere voorbeelden van aanbieders zijn Ionity, Allego, Mr. Green, maar ook bedrijven als Shell, BP en Total.

Uit een rondgang langs deze bedrijven, en ook brancheverenigingen zoals VNPI en BETA, blijkt dat er verschillend gekeken wordt naar de wijze waarop deze snelladers tot stand dienen te komen. Ten eerste wordt er verschillend gekeken naar de rentabiliteit. Bedrijven zoals Fastned maken nog geen winst, maar hebben een sterk geloof in de groei van elektrisch rijden. Zij gaan uit van een exponentiële groei en zijn dus ook bereid te investeren zonder overheidssubsidie. Bestaande tankstationhouders kijken juist terughoudend naar de ontwikkelingen van elektrisch rijden en zien niet meteen aanleiding om op bestaande tankstations langs de provinciale wegen snelladers te plaatsen.

Daarnaast zijn er verschillende ideeën over de inrichting van een snellaadstation. Bedrijven als Shell zien snelladers als aanvulling op bestaande diensten en plaatsen snelladers naast bestaande parkeerplekken, net buiten de overkapping van het tankstation (vanwege het veiligheidsvoorschrift). Het bedrijf Fastned werkt daarentegen met een overkapping met herkenbare kleuren waarvoor minimaal 300 m^2 grond nodig is. Zij maken 'dedicated' snellaadstations, die ingericht zijn als tankstation met een vaste in- en uitrit. Zij zien dit als een concept dat gebruiksvriendelijk is en gemakkelijk kan worden opgeschaald naar grotere aantallen laders. Dit maakt het voor Fastned overigens ook lastig om geschikte locaties te vinden, omdat er meer ruimtegebruik is. Zo zal inpassing op bestaande tankstationlocaties langs de provinciale weg lastiger zijn.

Waterstof

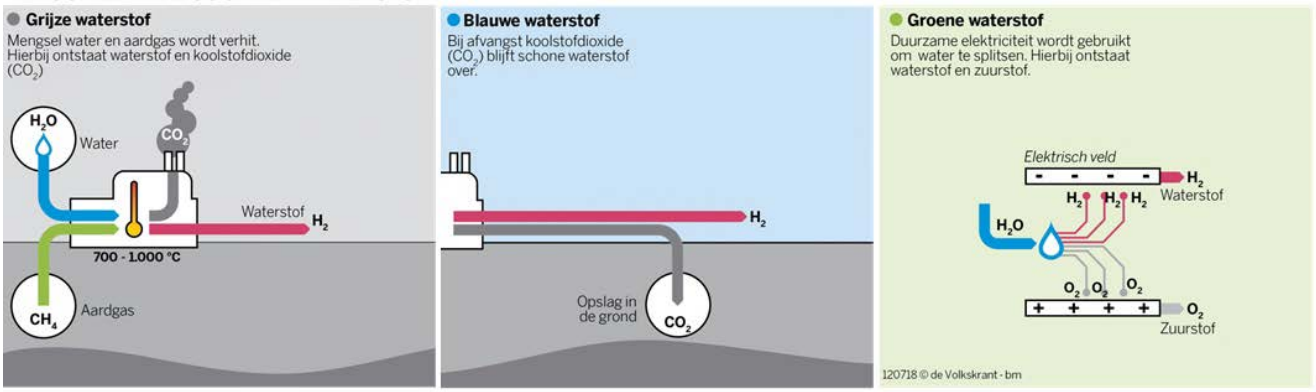
Algemeen

Waterstof is een energiedrager waarmee elektriciteit kan worden opgewekt, wanneer het reageert met zuurstof in een brandstofcel. Het restproduct is water. Waterstof is emissievrij en kan dus worden ingezet als duurzame energiedrager.

Er zijn grofweg vier toepassingen voor waterstof die belangrijk zullen zijn bij de verduurzaming van de energievoorziening: mobiliteit, industrie, warmtevoorziening en opslag van duurzame energie (uit bijvoorbeeld zon en wind). Voornamelijk in de industrie wordt vandaag de dag veel waterstof gebruikt. De energiedrager wordt gebruikt bij onder meer de productie van kunstmest, plastics en de raffinage van olie. Dit zijn processen waarbij alternatieven voor waterstof niet voorhanden zijn. Op dit moment wordt in de industrie uitsluitend grijze waterstof gebruikt.

Voor mobiliteit wordt waterstof mondjesmaat toegepast. Op dit moment is een aantal voertuigen op de markt dat waterstof gebruikt als energiedrager. Er zijn twee autofabrikanten die elk een personenauto op waterstof in productie hebben. Ook worden er vrachtwagens en bussen ontwikkeld. Het aantal blijft echter wel flink achter bij bijvoorbeeld batterij-elektrische personenauto's. Ter indicatie: eind 2018 reden er 50 waterstofpersonenauto's in Nederland, terwijl er 140.000 batterij-elektrische personenauto's reden.

Waterstof kan op verschillende manieren worden geproduceerd en kan daarom niet altijd als duurzaam worden aangemerkt. Er zijn drie typen: groene, grijze en blauwe waterstof. Groene waterstof wordt geproduceerd met elektriciteit vanuit hernieuwbare bronnen zoals zon en wind. Door middel van elektrolyse wordt water omgezet in waterstof en zuurstof. Groene waterstof is dus de duurzame variant met een beperkte uitstoot van CO_2. Grijze waterstof (vandaag de dag veel gebruikt in de industrie) wordt gewonnen uit aardgas. Grijze waterstof is geen duurzame energiebron, omdat bij de productie ervan CO_2 vrijkomt. Blauwe waterstof is grijze waterstof, waarbij de vrijkomende CO_2 wordt afgevangen en opgeslagen. Blauwe waterstof wordt vandaag de dag nog niet gebruikt. Zie figuur 10 voor een schematische weergave van de verschillende typen.



Figuur 10: Verschillende soorten waterstof (bron: de Volkskrant, 12 juli 2018)

Impact op luchtkwaliteit en vermeden uitstoot broeikasgassen
Waterstof-elektrische auto's stoten veel minder schadelijke stoffen uit dan auto's met conventionele verbrandingsmotoren. Exacte cijfers hiervan zijn er niet, maar het is veilig om er van uit te gaan dat emissies vergelijkbaar zijn met batterij-elektrische voertuigen. De aandrijving is immers elektrisch.

De vermeden uitstoot van broeikasgassen is moeilijk aan te geven en sterk afhankelijk van de wijze waarop de waterstof is geproduceerd. Het is veilig aan te nemen dat het gebruik van groene waterstof in minder uitstoot van broeikasgassen resulteert dan fossiele brandstoffen.

De toepasbaarheid aan de hand van energiedichtheid en energie-efficiënte
De energiedrager waterstof is inzetbaar voor allerlei vervoersvormen zoals personenauto's. Door de hoge energiedichtheid is de energiedrager ook te gebruiken door energie-intensievere vervoerstypen zoals zware vrachtwagens, bussen, en in de toekomst scheep- en luchtvaart.

De energie-efficiëntie van de energiedrager waterstof is lager dan die van de batterij. Bij de elektrolyse van waterstof en vervolgens de omgekeerde reactie gaat tot 78% van de duurzaam opgewekte energie verloren (Transport & Environment, 2017). Indien alle personenauto's rijden op groene waterstof is dus driemaal zo veel elektriciteit nodig als wanneer gebruik gemaakt wordt van de batterij. Dit hoeft overigens geen bezwaar te zijn, wanneer er een overschot is van duurzaam opgewekte energie. Echter dit is op de korte termijn geenszins het geval.

Omdat voor de productie van waterstof veel elektriciteit nodig is, is de energiedrager beperkt beschikbaar. Het is daarom verstandig waterstof vooral in te zetten op de plekken waar geen alternatief voor handen is. Bijvoorbeeld in de industrie of bij energie-intensieve toepassingen zoals zwaar transport.

Energie-infrastructuur
Waterstof kan op een min of meer conventionele manier getankt worden. Het is vergelijkbaar met het tanken van LPG of CNG. Er zijn twee standaarden: 700 bar en 350 bar. Verschillende vervoerstypen maken gebruik van één van deze vormen.

Groene waterstof wordt geproduceerd met elektriciteit uit duurzame bronnen in een elektrolyser. Deze elektrolyser zet water om in waterstof en zuurstof. De productie van waterstof vindt bij voorkeur plaats bij de tankinfrastructuur, zodat er geen waterstof hoeft te worden getransporteerd.

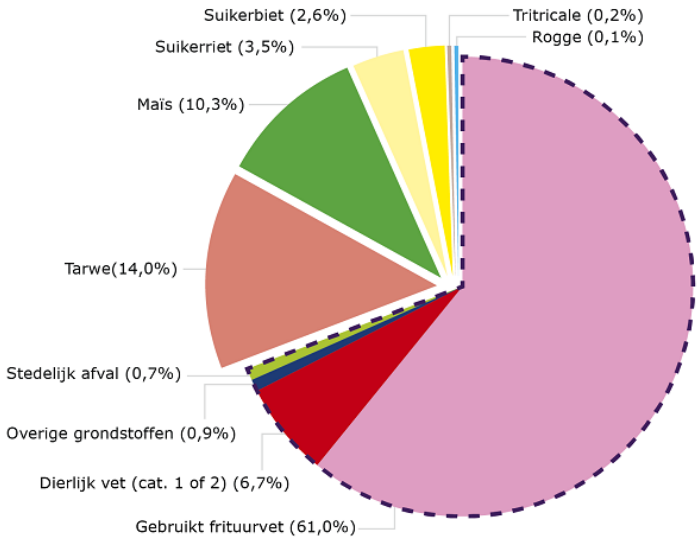
De kosten voor een station liggen minimaal rond de 1 miljoen Euro. Het aanbod van waterstof-elektrische voertuigen is nog zeer beperkt. Er is nu dus nog geen business case. Op dit moment zijn er vier waterstoftankstations in Nederland. In de komende jaren worden dit er elf. Zo heeft Shell onlangs een subsidie van twee miljoen euro gekregen voor de realisatie van vier stations. Hier wordt overigens in eerste instantie grijze waterstof aangeboden.

Biobrandstof

Biobrandstof is een verzamelnaam voor verschillende soorten brandstoffen, zowel in vloeibare als in gasvorm. De bekendste voorbeelden zijn groen gas (dezelfde samenstelling als CNG), biodiesel en bio-LNG. Biobrandstoffen worden gemaakt uit biomassa. Dit zijn producten zoals plantaardig landbouwmateriaal, plantaardig afval en houtafval. Doordat de koolstof in biobrandstoffen van biogene oorsprong is en relatief recent uit de atmosfeer is onttrokken (kort-cyclisch), is mondiaal afgesproken dat de emissies die vrijkomen bij de verbranding niet meetellen voor de CO2-emissies.
Een voordeel van biobrandstof is de relatief gemakkelijke toepassing binnen het bestaande wagenpark, omdat biobrandstoffen worden gebruikt in conventionele verbrandingsmotoren.

Biobrandstoffen moeten wel op een juiste wijze geproduceerd zijn, zodat de klimaatimpact beperkt is. Het is daarbij vooral belangrijk te kijken naar de oorsprong van de biomassa. De biobrandstoffen kunnen bijvoorbeeld geproduceerd worden uit palmolie waarvoor bossen zijn gekapt. Ook kan er bij de productie van biobrandstoffen kunstmest nodig zijn, die op haar beurt wordt geproduceerd met fossiele brandstoffen. Ook kan de productie van biobrandstoffen concurrentie met voedselproductie opleveren. Er worden om deze redenen duurzaamheidseisen gesteld op Europees niveau. Deze eisen zijn opgenomen in de Europese Richtlijn hernieuwbare energie (artikel 29 van RED II: Renewable Energy Directive).

In Nederland wordt veel gebruik gemaakt van biobrandstoffen door hoofdzakelijk de bijmenging in benzine en diesel. Daarvoor wordt in Nederland vooral gebruik gemaakt van afvalstoffen en residuen (zie figuur 11). Dit maakt biobrandstoffen schaars. In het ontwerp Klimaatakkoord hebben partijen daarom ook afgesproken om biobrandstoffen met name in te zetten voor de zwaardere segmenten.



Figuur 11: Grondstoffen voor biobrandstoffen in Nederland in 2017 (Nederlandse Emissie Autoriteit, 2017)

Biobrandstof wordt beschouwd als essentieel middel om ook op korte termijn de noodzakelijke CO_2-besparingen te bewerkstelligen. Het is echter in de meeste gevallen geen eindstation; het wordt vaak beschouwd als transitiebrandstof. Zoals eerder genoemd zijn biobrandstoffen beperkt beschikbaar. Daarnaast veroorzaken ze nog steeds emissies en hebben daarmee een negatieve impact op de luchtkwaliteit.

De toepasbaarheid aan de hand van energiedichtheid en energie-efficiëntie
Omdat biobrandstoffen gebruik maken van de verbrandingsmotor zijn ze toepasbaar in alle vervoerstypen. Een groot voordeel is dat de energiedichtheid hoog is. Het is daarmee goed mogelijk zware vracht en zelfs luchtvaart te verduurzamen. Omdat investeringen in nieuwe voertuigen en bijbehorende tankinfrastructuur beperkt nodig zijn, kunnen biobrandstoffen uitkomst bieden als transitiebrandstof.

De energie-efficiëntie door het gebruik van de brandstof is echter zeer laag. Dit komt in de eerste plaats door de lage efficiëntie van de verbrandingsmotor. Deze verliest veel energie door warmte. Daarnaast zijn biobrandstoffen beperkt beschikbaar. Restproducten uit bijvoorbeeld frituurvet bieden wel uitkomst, maar zijn beperkt beschikbaar.

Energie-infrastructuur
Het tanken van biobrandstoffen gaat op een gelijkwaardige wijze als het tanken van conventionele brandstoffen. Hiervoor kunnen bestaande tankstations – na uiteraard de nodige investeringen – voor worden ingericht.

	Biobrandstoffen	**Waterstof**	**Batterij**
Energiedichtheid	Hoog	Hoog	Laag
Energie-efficiëntie	Laag	Midden	Hoog

Figuur 12: Energiedichtheid en energie-efficiëntie per energiedrager

3.3 Toekomst conventionele brandstoffen

Als het streven van het kabinet gehaald wordt, worden in 2030 geen personenauto's met een verbrandingsmotor meer verkocht. In het huidige scenario dat wordt gehanteerd in het Klimaatakkoord wordt er vanuit gegaan dat er in 2030 ongeveer twee miljoen elektrische auto's in het Nederlandse wagenpark zijn. In datzelfde scenario wordt uitgegaan van ongeveer 600.000 elektrische personenauto's in 2025.

Er vanuit gaande dat de omvang van het wagenpark ongeveer gelijk blijft (ongeveer 8,5 miljoen personenauto's), zal de vloot van de personenauto's met een verbrandingsmotor in 2025 gekrompen zijn met 6 tot 8% en in 2030 met 20 tot 25%.

Uitgaande van een gemiddelde levensduur van een personenauto van 18 jaar (CBS, 2016) zijn de laatste personenauto's met verbrandingsmotor pas rond 2050 uit het wagenpark. Bij de tankstations langs de provinciale wegen blijft dus nog een behoorlijke tijd vraag naar conventionele brandstoffen, maar de vraag zal wel geleidelijk dalen. Hier zullen tankstation exploitanten rekening mee moeten houden.

3.4 Conclusie

Ten aanzien van personenauto's en lichte vrachtauto's is een duidelijke trend zichtbaar richting batterij-elektrische aandrijving. Batterij-elektrisch rijden voor personenauto's en lichte vrachtauto's heeft de voorkeur boven waterstof-elektrisch rijden. Het is energie-efficiënter en er is meer aanbod. In hoeverre vervoerstypen boven 3,5 ton zullen rijden op batterijen, hangt in hoge mate af van de ontwikkelingen in batterijtechnologie en dan met name de noodzakelijke verhoging van de energiedichtheid.

Het ligt meer voor de hand beperkt beschikbare waterstof in te zetten voor vervoerstypen zwaarder dan 3,5 ton (regionaal openbaar vervoer, binnenvaart) omdat batterij-elektrische aandrijving bij deze vervoerstypen lastiger toe te passen is in verband met de energiedichtheid.

Biobrandstof is voor vervoerstypen boven 3,5 ton op korte termijn een geschikt duurzaam alternatief voor CO_2-uitstootreductie. De beschikbaarheid is echter beperkt en er zijn veel nadelen (o.a. landgebruik en concurrentie met voedselproductie). Biobrandstof moet worden beschouwd als transitiebrandstof.

Wat betekent dit voor de provincie Noord-Holland? Zie hiervoor het volgende hoofdstuk 'Provinciale doelen en handelingsperspectief'.

4. Provinciale doelen en handelingsperspectief

In dit hoofdstuk zijn de mogelijke provinciale doelen voor het brandstoffenmixbeleid weergegeven. Deze doelstellingen komen voort uit de ontwikkelingen zoals geschetst in hoofdstuk 2 en de analyse van hoofdstuk 3. Daarnaast is bestaand beleid van de provincie Noord-Holland (zie paragraaf 4.1) aanleiding voor de formulering van deze doelstellingen van het brandstoffenmixbeleid. In de daarop volgende paragrafen wordt per doelstelling het handelingsperspectief van de provincie geschetst.

4.1 Bestaand beleid van de provincie Noord-Holland

De Omgevingsvisie NH2050

In de Omgevingsvisie NH2050 is een aantal hoofdthema's geformuleerd. Relevant voor het brandstoffenmixbeleid is het volgende.

Gebruik van de leefomgeving

Voor het gebruik van de leefomgeving is een aantal thema's geformuleerd:

- *Economische transitie*
  Een duurzame economie, met innovatie als belangrijke motor, is de ambitie van de provincie Noord-Holland. Er wordt daarom ruimte geboden aan onder meer de energietransitie.
- *Mobiliteit*
  Het is de ambitie dat de bedrijven en inwoners van Noord-Holland zichzelf of producten effectief, veilig en efficiënt kunnen verplaatsen, waarbij de negatieve gevolgen van mobiliteit op klimaat, gezondheid, natuur en landschap steeds nadrukkelijk worden meegewogen.

Energietransitie

Daarnaast is het de ambitie van de provincie om als samenleving in 2050 volledig klimaatneutraal en gebaseerd te zijn op (een maximale inzet op opwekking van) hernieuwbare energie. Daarom wordt ruimte geboden aan de noodzakelijke energietransitie en de daarvoor benodigde infrastructuur.

Visie: 'Op weg naar een economisch duurzame toekomst'

In de Omgevingsvisie staat de balans tussen economische groei en leefbaarheid centraal. In dat kader is één van de bewegingen 'nieuwe energie'. In deze beweging gaat het over het benutten van economische kansen van de energietransitie en circulaire economie. Om dat te bereiken worden 'vraag en aanbod van hernieuwbare energie […] zodanig gebundeld dat sprake is van efficiënte benutting van bestaande en nieuwe energie-infrastructuur […]'

Overige beleidsdoelstellingen

Voorts heeft de provincie zich gecommitteerd aan de volgende beleidsdoelstellingen.

Overeenkomst	**Afspraken**
Bestuursakkoord zero emissie regionaal openbaar vervoer per bus	Hierin is de ambitie vastgelegd dat bussen zero emissie zijn bij de uitlaat in 2030, nieuw instromende bussen vanaf 2025.
Het manifest maatschappelijk verantwoord inkopen	In dit actieplan zijn beleidsdoelen gesteld zoals het tegengaan van klimaatverandering, het verminderen van milieudruk, het stimuleren van hernieuwbare energieopwekking en energie-efficiëntie en het stimuleren van innovatie waarbij de provincie optreedt als lead-customer.
Green Deal Elektrisch Vervoer	In 2020 is 10% van de nieuwverkoop van personenauto's elektrisch, in 2025 is 50% van de nieuwverkoop elektrisch.
Interbestuurlijk programma 2018	Het Rijk, gemeenten, provincies en waterschappen hebben in dit programma afgesproken een groot aantal maatschappelijke opgaven aan te pakken. Binnen dit programma wordt onder meer toegewerkt naar concrete afspraken, waaronder een CO2-reductie van 49% in 2030.

Uitgaande van deze vastgelegde beleidsdoelstellingen zijn in de volgende paragrafen mogelijke provinciale doelstellingen voor het brandstoffenmixbeleid geformuleerd. Hierbij is ook een handelingsperspectief voorgesteld. Het nieuwe College van Gedeputeerde Staten heeft hier in de keuze. Hier wordt in de volgende twee paragrafen op ingegaan.

4.2 Vervoerstypen tot 3,5 ton: inzetten op batterij-elektrisch (voorstel)

Ten aanzien van de vervoerstypen tot 3,5 ton ziet de provincie met name potentie in batterij-elektrisch vervoer. Op basis van de analyse in hoofdstuk 3 is duidelijk dat batterij-elektrisch vervoer op het gebied van energie-efficiëntie het beste scoort ten opzichte van de alternatieven waterstof en biobrandstoffen. Met de batterij treedt immers de minste energieverlies op en wordt energie uit duurzame bronnen het meest doelmatig ingezet. Daarmee past het faciliteren en stimuleren van batterij-elektrisch vervoer goed in de ambitie van de provincie om in 2050 klimaatneutraal te zijn.

De lage energiedichtheid van de batterij – ten opzichte van de alternatieven waterstof en biobrandstoffen – is voor deze vervoerstypen geen belemmerende factor. Deze is nog steeds hoog genoeg om te kunnen dienen als volwaardig duurzaam alternatief.

De provincie onderkent het belang van 'slim laden' van elektrische voertuigen. Door slim te laden wordt er geladen op de momenten dat er voldoende aanbod is van elektriciteit uit met name duurzame bronnen. Daarnaast voorkomt slim laden overbelasting van het elektriciteitsnet door elektrische voertuigen op te laden op de momenten dat het elektriciteitsnet dit aankan. Zo wordt het met slim laden mogelijk om vraag en aanbod van hernieuwbare energie zodanig te bundelen dat er sprake is van efficiënte benutting van bestaande en nieuwe energie-infrastructuur (ambitie uit Omgevingsvisie NH2050). Met slim laden wordt laadinfrastructuur onderdeel van het duurzame energiesysteem van de toekomst.

Ook onderkent de provincie Noord-Holland de meerwaarde van batterij-elektrisch vervoer voor de leefomgeving door de beperkte invloed op luchtkwaliteit. Batterij-elektrisch vervoer is daarmee een goed middel om de negatieve impact van vervoersbewegingen op gezondheid te verminderen (ambitie uit Omgevingsvisie NH2050).

De provincie kan zich daarom de volgende doelen stellen:

1. 100.000 oplaadpunten voor bestemmingsladen in 2025
2. Voldoende snellaadpunten langs provinciale wegen
3. Zero emissie stadslogistiek in 2025 in een aantal grotere steden
4. Elektrificering van het provinciaal wagenpark
5. Monitoring van de ontwikkeling waterstof-elektrische personenauto's

Ad. 1. 100.000 oplaadpunten voor bestemmingsladen van personenauto's in 2025

De provincie kan zich aansluiten bij de ambitie zoals vastgelegd in het ontwerp Klimaatakkoord om in 2030 landelijk 2 miljoen elektrische personenauto's in het wagenpark te hebben. De provincie Noord-Holland onderschrijft hiermee het groeipad dat is genomen als uitgangspunt in het ontwerp Klimaatakkoord. In dit groeipad wordt uitgegaan van ongeveer 600.000 elektrische auto's op landelijk niveau in 2025. Voor Noord-Holland resulteert dit in 80.000 tot 90.000 elektrische auto's. Dit betekent dat in 2025 circa 7% van de personenauto's in Noord-Holland batterij-elektrisch is.

In het kader van Klimaatakkoord is ook een doorrekening gemaakt van het benodigd aantal laadpunten per provincie. In deze doorrekening schat men dat in de provincie Noord-Holland een behoefte is aan 100.000 laadpunten in 2025. Dit betreft alle typen laadpunten – van snelladen tot bestemmingsladen. Op dit moment heeft de provincie ongeveer 25.000 laadpunten (RVO, 2019).

De realisatie van laadinfrastructuur vergt dus een enorme opgave. De provincie is zich ervan bewust dat dit in de eerste plaats een opgave is voor individuele gemeenten. Daarnaast onderkent de provincie de noodzaak voor laadinfrastructuur in de semipublieke ruimte, zoals parkeerterreinen bij winkels en kantoren. Ook ziet de provincie dat netbeheerders de taak hebben het elektriciteitsnet hier op voor te bereiden.

100.000 laadpunten voor bestemmingsladen van personenauto's in 2025

Handelingsperspectief

[De gehele tekst is één samenhangend voorstel voor een handelingsperspectief]

De provincie continueert de samenwerking met MRA-elektrisch. Binnen dit samenwerkingsverband wordt de totstandkoming van laadinfrastructuur in de gehele provincie vormgegeven. Deze samenwerking wordt ingericht in samenhang met de afspraken zoals vastgelegd in de Nationale Agenda Laadinfrastructuur. Overigens bevat de Nationale Agenda Laadinfrastructuur (NAL) nog concept-afspraken. Deze worden vastgelegd in het Klimaatakkoord. Deze uitwerking is gebaseerd op de huidige concept-afspraken in de NAL.

MRA-elektrisch zet zich in op het gebied van beleid, de contractering en de uitrol van laadinfrastructuur. Gemeenten die niet participeren in MRA-elektrisch worden ook betrokken.

Door een samenwerking in regionaal verband worden gemeenten ontzorgd bij de totstandkoming en het beheer en onderhoud van laadinfrastructuur in de openbare ruimte. Gemeenten worden geholpen bij het opstellen van plaatsingsbeleid, het selecteren van betrouwbare partijen die de

laadinfrastructuur kunnen plaatsen en beheren en de samenwerking met de netbeheerders bij de totstandkoming van netaansluitingen.

Binnen MRA-elektrisch maken gemeenten in bestaande en nieuwe samenwerkingsovereenkomsten met bedrijven aanvullende afspraken over de minimale hoeveelheid laadinfrastructuur voor bedrijventerreinen.

Daarnaast wordt er in regionaal verband toegewerkt naar oplossingen op het gebied van slim laden. Hiermee wordt in samenwerking met netbeheerders de toenemende druk als op het elektriciteitsnet gemitigeerd. Bovendien ontstaan hiermee mogelijkheden om duurzaam opgewekte energie optimaal te benutten, door bijvoorbeeld elektrische auto's te laden op de momenten dat er een overschot is aan duurzame energie. Om slim laden tot een succes te maken, is het onvermijdelijk dat hiervoor wordt samengewerkt met alle betrokken partijen: provincies, gemeenten, exploitanten van laadinfrastructuur, netbeheerders, energieleveranciers, de rijksoverheid en kennisinstellingen (zoals ElaadNL en het Nationaal Kennisplatform Laadinfrastructuur).

Concreet zet de provincie Noord-Holland zich in de periode tot 2025 in voor een continuering van het samenwerkingsverband met MRA-elektrisch. De provinciale samenwerkingsovereenkomst met MRA-elektrisch loop eind 2019 af. De provincie zet zich in voor een nieuwe samenwerkings-overeenkomst, waarmee bovengenoemde opgaven worden belegd bij MRA-elektrisch.

Ad. 2. Voldoende snellaadpunten langs provinciale wegen

De provincie kan het belang van snellaadinfrastructuur in de provincie onderkennen. Gezien de verwachte exponentiële groei van elektrische voertuigen, zijn deze snelladers nodig als alternatief voor bestemmingsladen en voor gebruikers die dagelijks veel kilometers afleggen. Marktpartijen zijn bereid hier in te investeren, afhankelijk van de hoeveelheid passerend verkeer en de garanties voor wat betreft exploitatie. Wel is duidelijk dat er in de markt verschillend gekeken wordt naar de inrichting van snellaadstations en het hiervoor benodigde grondgebruik. Het is soms een behoorlijke stap voor bestaande tankstation exploitanten om snelladers aan te bieden, deels omdat zij nog onvoldoende verdienpotentieel zien en deels omdat het lastig is om snelladers in te passen op bestaande tankstations.

Voldoende snellaadpunten langs provinciale wegen

Handelingsperspectief

[Onderstaand een aantal opties voor het provinciaal handelingsperspectief]

Korte termijn

[Optie 1.] Op de korte termijn faciliteert de provincie Noord-Holland gemeenten met informatie rondom snelladen. De provincie faciliteert hierin met standaard aanbestedingsdocumenten die gemeenten vervolgens zelfstandig kunnen publiceren.

[Optie 2.] De provincie stimuleert via MRA-elektrisch ondernemers om snelladers te realiseren. Dit doet de provincie door hen te informeren over de mogelijkheden, middels een brochure en een bijeenkomst.

[Optie 3.] De provincie faciliteert marktpartijen die actief op zoek zijn naar nieuwe locaties voor snelladers langs provinciale wegen en bereid zijn hier in te investeren. Indien hiervoor geschikte locaties gevonden worden, wordt deze partijen de mogelijkheid gegeven grond te huren en/of te pachten en/of te kopen tegen marktconforme prijzen.

Lange termijn
[Optie 4.] Op bestaande locaties van tankstations langs provinciale wegen wordt de totstandkoming van snellaadfaciliteiten gestimuleerd. Hiervoor worden bestaande overeenkomsten met tankstationhouders herzien. De bestaande overeenkomsten zijn voor onbepaalde tijd en zijn vaak al decennia oud.

[Optie 5.] Naast het bereiken van doelstellingen door middel van de uitgifte van grond (privaatrechtelijk) wordt bekeken in hoeverre publiek rechtelijke instrumenten zoals de Provinciale Wegenverordening ingezet kunnen worden ten einde een dekkend snellaadnetwerk te bereiken.

Ad. 3. Zero emissie stadslogistiek in 2025 in een aantal grotere steden

De provincie ziet het belang van zero emissie stadslogistiek vanwege met name de positieve effecten op luchtkwaliteit in de steden. De provincie kan de hiermee samenhangende uitdaging erkennen om deze zero emissie voertuigen te voorzien van energie en het ruimtegebruik dat daarmee is gemoeid. De provincie kan zich daarom ten doel stellen om gemeenten te ondersteunen, door gezamenlijk met hen locaties aan te wijzen voor zogenaamde 'hubs' langs provinciale wegen. Deze locaties kunnen meerdere steden tegelijkertijd bedienen.

Een hub bevordert de overgang naar zero emissie stadslogistiek door:

- Overslag van grotere vrachtwagens (met vaak nog een verbrandingsmotor) naar de kleinere zero emissie voertuigen.
- Het aanbieden (snel)laadfaciliteiten voor voertuigen die daadwerkelijk de stad in rijden.

Zero emissie stadslogistiek in 2025 in een aantal grotere steden

Handelingsperspectief
[Optie] De provincie verkent in samenwerking met gemeenten die ambities hebben met zero emissie stadslogistiek plaatsen waar hubs ten behoeve van zero emissie stadslogistiek kunnen worden gerealiseerd op gronden van de provincie. Gekeken wordt in hoeverre behoefte is aan dergelijke hubs.

Het is aan de betreffende gemeenten hieraan invulling te geven.

Ad. 4. Elektrificering provinciaal wagenpark

De provincie ziet dat elektrisch rijden een volwaardig alternatief wordt of al is voor de voertuigen met de conventionele verbrandingsmotor. De provincie kan het belang van elektrisch rijden uitdragen door het eigen wagenpark ook zo veel als mogelijk te elektrificeren.

De provincie heeft rond de 40 voertuigen in gebruik. Dit betreffen:

- Poolauto's voor de medewerkers;
- Voertuigen voor wegbeheer.

Elektrificering provinciaal wagenpark

Handelingsperspectief

[Optie] Bij het voornemen nieuwe voertuigen in gebruik te nemen, wordt er altijd naar gestreefd zero emissie varianten te kiezen, mits deze voldoen aan de eisen die gesteld worden aan het voertuig.

Uitgangspunt is dat de kosten voor de elektrische varianten voor het gebruik vergelijkbaar zijn met voertuigen met een conventionele verbrandingsmotor.

Ad. 5. Monitoring ontwikkeling waterstof-elektrische personenauto's

Zoals aangegeven is er een duidelijke trend ten aanzien van de verduurzaming van vervoerstypen tot 3,5 ton. Deze lijken met name batterij-elektrisch te worden. Hoewel de provincie de duurzaamheidswinst van waterstof-elektrische auto's kan onderkennen, is er vanuit het oogpunt van de lage energie-efficiëntie (en conform de ontwikkelingen in de markt) geen reden om hier als provincie actief op in te zetten.

Monitoring ontwikkeling waterstof-elektrische personenauto's

Handelingsperspectief

De provincie monitort de ontwikkelingen ten aanzien van waterstof-elektrisch. Indien hier aanleiding voor is, door een grote groei van waterstof-elektrische personenauto's, zal de provincie haar standpunt – voor wat betreft de tankinfrastructuur – heroverwegen.

4.3 Vervoerstypen zwaarder dan 3,5 ton: inzetten op meerdere duurzame alternatieven (voorstel)

Ten aanzien van de vervoerstypen zwaarder dan 3,5 ton ziet de provincie de noodzaak voor inzet op alle alternatieven: batterij-elektrisch, waterstof-elektrisch en biobrandstoffen. Hoewel het in het kader van energie-efficiëntie wenselijk is om zoveel mogelijk in te zetten op batterij-elektrisch, zijn bij het zwaardere vervoer biobrandstoffen en waterstof nodig door hun hogere energiedichtheid.

Biobrandstoffen

De provincie kan onderkennen dat biobrandstoffen op de korte termijn geschikte energiedragers zijn om energie-intensievere vervoerstypen te verduurzamen. Biobrandstoffen zijn met name geschikt voor goederenvervoer (zware vracht en scheepvaart). Voor de langere termijn is elektrificering (batterij en waterstof) mogelijk wel schaalbaar. De provincie kan daarom biobrandstoffen beschouwen als transitiebrandstof, maar niet als eindoplossing.

De provincie kan de meerwaarde van inzet van biobrandstoffen in goederenvervoer inzien. De provincie kan daarom waar mogelijk en relevant initiatieven ondersteunen voor de aanleg van tankinfrastructuur, specifiek bedoeld voor zware vracht en scheepvaart. Hierbij kan wel altijd nadrukkelijk een afweging worden gemaakt voor het duurzamere alternatief van elektrificering (batterij en waterstof).

Waterstof

De provincie kan de meerwaarde van het gebruik van waterstof voor vervoerstypen zwaarder dan 3,5 ton onderkennen, met name door de hoge energiedichtheid. Hiermee wordt het mogelijk om energie-intensieve vervoerstypen zoals zware vracht, scheepvaart en zelfs luchtvaart (hoewel op de langere termijn) te verduurzamen.

De provincie kan daarom waar mogelijk en relevant initiatieven voor de aanleg van tankinfrastructuur ondersteunen, specifiek bedoeld voor zware vracht en scheepvaart.

Voor wat betreft de vervoerstypen zwaarder dan 3,5 ton kan de provincie de volgende doelstellingen stellen:

1. Regionaal zero emissie openbaar vervoer per bus conform bestuursakkoord
2. Inzet op meerdere energiedragers voor goederenvervoer
3. Verkennen potentie van waterstof voor de provincie

Ad. 1. Regionaal zero emissie openbaar vervoer per bus conform bestuursakkoord

De provincie onderschrijft al de doelstellingen die zijn vastgelegd in het bestuursakkoord zero emissie busvervoer. Hierin is onder meer de afspraak gemaakt dat vanaf 2025 alle nieuw instromende bussen zero emissie zijn. In 2030 is de gehele vloot zero emissie. Dit is staand beleid.

Regionaal zero emissie openbaar vervoer per bus
Handelingsperspectief
De provincie geeft hieraan uitvoering door middel van concessieverlening.

Ad. 2. Inzet op meerdere energiedragers voor goederenvervoer

Het is nog onduidelijk welke energiedrager dominant wordt bij goederenvervoer per zware vracht. Hier liggen op de korte termijn kansen voor LNG, in de verdere toekomst ook voor batterij-elektrisch en waterstof. De provincie kan zich op het standpunt stellen dat het noodzakelijk is dat de hiervoor benodigde infrastructuur tot stand komt in samenwerking met andere overheden, teneinde een (landelijk of zelfs internationaal) dekkend netwerk te realiseren.

Inzet op meerdere energiedragers voor goederenvervoer
Handelingsperspectief
De provincie participeert in samenwerking met andere provincies in de programma-aanpak Goederenvervoercorridors ‘Clean Energy Hubs’. Binnen dit programma wordt bekeken wat er nodig is om goederenvervoer te verduurzamen door het gebruik van de energiedragers LNG, waterstof- en batterij-elektrisch. De provincie participeert hier reeds in.

Ad. 3. Verkennen potentie van waterstof voor de provincie

De provincie Noord-Holland ziet de potentie van waterstof in transport, industrie en energievoorziening (opslag). Om deze reden heeft de provincie (in samenwerking met Metropoolregio Amsterdam, Noord-Holland Noord en Oram) eind 2018 een ‘energielab’ georganiseerd. Tijdens dit energielab zijn de kansen voor waterstof in Noord-Holland verkend. Deelnemers uit het bedrijfsleven, kennisinstellingen en overheden zagen hier onder andere kansen voor de toepassing van waterstof in de scheepvaart en het transport.

Potentie waterstof voor de provincie
Handelingsperspectief
In samenwerking met de Metropoolregio Amsterdam, Noord-Holland Noord worden in de eerste helft van 2019 kansen en uitdagingen verkend voor de toepassing van waterstof binnen de provincie. Daarbij wordt ook ingegaan op de rollen die verschillende partijen hierin kunnen spelen. De bevindingen van deze verkenning worden in het najaar van 2019 verwacht.

Bijlage 1: Gesproken personen

Marktpartijen	**Naam**
ENGIE	Jacco van der Burg
Allego	Thomas Hoogeveen
Fastned	Bart Lubbers Pepijn Vloemans
Shell	Alfonso Dozzi
CBRE	Gemma van Kessel
Total	Erik Stienen
Belangenvereniging Tankstation (BETA)	Lisanne Henneveld
Vereniging Nederlandse Petroleum Industrie (VNPI)	Hélène Hol
Hygro / Duwaal	Jan Willem Langeraar
Avia	Dick-Jan Marees
Tamoil	Alexander de Bel
Nuon	Marjolein Kelder Pieter van Ommeren
Medeoverheden	
Gemeente Amsterdam	Dirk van der Woude
Rijkswaterstaat	Huub Cox
	Jeroen Hendrikx
	Rob de Groot
IPO	Christian Nobel
OD IJmond	Lars Hopman
Overige partijen	
Transport en Logistiek Nederland (TLN)	Rob Aarse
Bovag	Erik Stern
RAI Vereniging	Wout Benning
Platform Duurzame Biobrandstoffen	Loes Knotter Eric van den Heuvel

Bijlage 2: Bronnen

- *Handreiking EV advisering LNG*, Instituut Fysieke Veiligheid (november 2016)
- *Global Warming of 1,5°C,* International Panel on Climate Change (2018)
- *Omgevingswet 'Ruimte voor ontwikkeling, waarborgen voor kwaliteit (factsheet)*, Ministerie van Infrastructuur en Milieu (juni 2014)
- *Ontwerp van het klimaatakkoord*, Het Klimaatberaad (21 november 2018), te bezoeken via https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2018/12/21/ontwerp-klimaatakkoord
- *Vermindering van de uitstoot van auto's: nieuwe CO2 doelstellingen toegelicht,* Europees Parlement (27 september 2018) , te bezoeken via http://www.europarl.europa.eu/news/nl/headlines/priorities/klimaatverandering/20180920STO14027/vermindering-van-de-uitstoot-van-auto-s-nieuwe-co2-doelstellingen-toegelicht
- *Infographic International Incentives,* Fier Automotive & Mobility (25 november 2018)
- *Vertrouwen in de Toekomst, Regeerakkoord 2017 – 2021,* VVD, CDA, D66 en ChristenUnie (2017)
- *Fiscaal beleid personenauto's, een verkenning van fiscale beleidsscenario's en effecten tot 2030*, Revnext (27 november 2018)
- *Automakers Commitments to EVS*, Bloomberg Energy Finance (2018)
- *Omgevingsvisie NH2050*, Provincie Noord-Holland (2018)
- *Actieplan Maatschappelijk Verantwoord Inkopen*, Provincie Noord-Holland (oktober 2017)
- *Global EV Outlook 2016, towards cross-modal electrification*, International Energy Agency (2016)
- *Global EV Outlook 2018, towards cross-modal electrification*, International Energy Agency (2018)
- *Breakthrough of electric vehicle industry threatens European car Industry*, ING Economics Department (July 2017)
- *Cijfers elektrisch Vervoer,* Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2018), te bezoeken via: https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/energie-en-milieu-innovaties/elektrisch-rijden/stand-van-zaken/cijfers
- *Aircraft Electrical Propulsion – The Next Chapter of Aviation,* Roland Berger (September 2017)
- *Publieke Laadinfrastructuur Elektrisch Vervoer en de rol van MRA-e en G4*, TNO (10 juli 2018)
- *Roadmap to climate-friendly land freight and buses in Europe,* Transport and Environment (Juni 2017)
- *Energie- en milieu-aspecten van elektrische personenvoertuigen*, TNO (7 april, 2015)
- *Rapportage Energie voor Vervoer in Nederland*, Nederlandse Emissieautoriteit (18 juni 2017), te bezoeken via: https://www.emissieautoriteit.nl/actueel/nieuws/2018/07/04/groei-biobrandstoffen-zet-door-afvalstromen-leveren-belangrijkste-bijdrage
- *Personenauto's steeds ouder,* Centraal Bureau voor de Statistiek (juni 2016), te bezoeken via: https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2016/20/personenauto-s-steeds-ouder
- *Analyse Laadinfrastructuur,* APPM (19 oktober 2018). Deze analyse is gemaakt in het kader van de Nationale Agenda Laadinfrastructuur als onderdeel van het ontwerp Klimaatakkoord (niet openbaar)