

18 september 2019

Meerjarige Missiegedreven Innovatieprogramma Duurzame Mobiliteit

(2020 – 2024)

Van petropolis naar ecopolis

Samenvatting

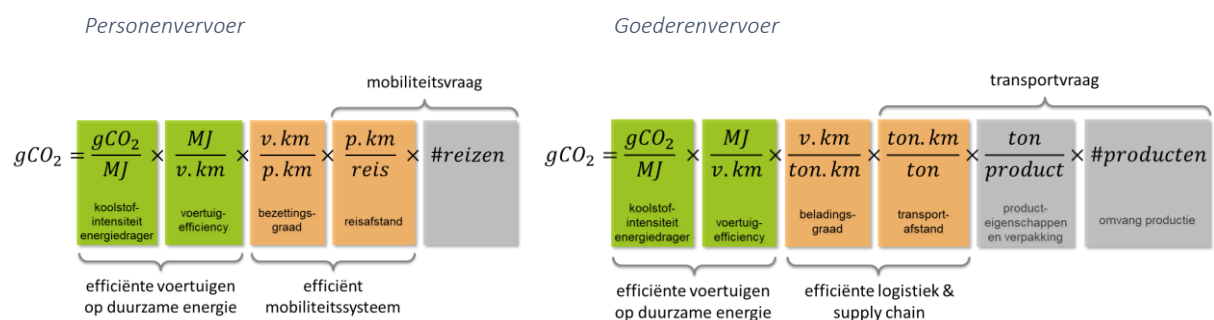
Het staat buiten kijf dat innovaties nodig zijn om de doelen uit het Klimaatakkoord te halen. De kennisvragen en innovatieopgaven daarvoor zijn gebundeld in de integrale kennis en innovatieagenda (IKIA) Energie & Klimaat. Deze agenda maakt onderdeel uit van het Klimaatakkoord en beschrijft de opgave in 13 meerjarige missiegedreven innovatieprogramma's (MMIP's). Twee van deze MMIP's, nr. 9 en 10, zijn rechtstreeks verbonden met de missie mobiliteit. Daarnaast zijn er links met andere MMIP's die de missie mobiliteit ondersteunen. Aan de MMIP's zijn geen middelen gekoppeld, maar ze geven inhoudelijk sturing op de inzet van rijksmiddelen, o.a. via het topsectorenbeleid, de kennisinvesteringsmiddelen van TO2-instellingen of NWO.

Belangrijkste boodschappen vanuit MMIP duurzame mobiliteit

- Creëer de randvoorwaarden om innovaties versneld te kunnen opschalen. Sterk innovatiebeleid geeft ook de ruimte voor het stevig kunnen inzetten van normeringsbeleid.
- De wisselwerking tussen innovaties en beleid moet heel nauw zijn. Dit vraagt ook beleidsinnovatie, niet alleen in bijv. de aanbestedingsregels maar ook in een systeemverandering. Oftewel in denken en handelen van de rijksoverheid.
- Vertrouwen vanuit de markt hangt samen met continuïteit en lange termijn zekerheid in overheidsbeleid. Zorg voor een stevig kernbesluit ('wat') en laat daarbinnen ruimte voor uitwerking ('hoe').
- Bekijk de opgave vanuit het mobiliteitssysteem als geheel en de bredere effecten die zij heeft in de samenleving. Gedragsverandering en sociale structuren zijn daarbij geen sluitpost van wetenschappelijke analyses of een bijkomstigheid in productontwikkeling. De menselijke maat en een gezonde, inspirerende leefomgeving zijn vertrekpunt om innovatiebeleid succesvol te maken.
- Overheid/lenW, neem de regie in de uitvoering van het missiegedreven innovatiebeleid voor mobiliteit in samenwerking met Topsectoren Logistiek, HTSM, Energie en Chemie.
- Organiseer een pré-competitieve publiek-private samenwerking om gezamenlijke richting te geven en te blijven sturen.

Aangrijpingspunten voor verduurzaming van mobiliteit

De doelstellingen uit het Klimaatakkoord om in 2030 de CO₂-uitstoot van mobiliteit te verlagen tot maximaal 25 Mton (7 Mton lager dan de huidige situatie) en in 2050 terug te brengen tot nagenoeg nul vragen om een versnelling. De transitie naar duurzame mobiliteit aanjagen is niet alleen een afspraak in het kader van het Parijsakkoord. Nationaal zijn maatschappelijke opgaven geformuleerd, die tegelijkertijd kansen bieden op het gebied van toekomstbestendig ondernemen binnen de mobiliteitssector. Om de CO₂-uitstoot van mobiliteit naar beneden te krijgen zijn er drie aangrijppunten: 1) beïnvloeden van de vraag, 2) verbeteren van de efficiëntie van het systeem en 3) de inzet van energiezuinige voertuigen op duurzame energie. Dit is, anders gezegd, een combinatie van de *trias mobilica* en *trias energetica*, en in formules als volgt weer te geven:



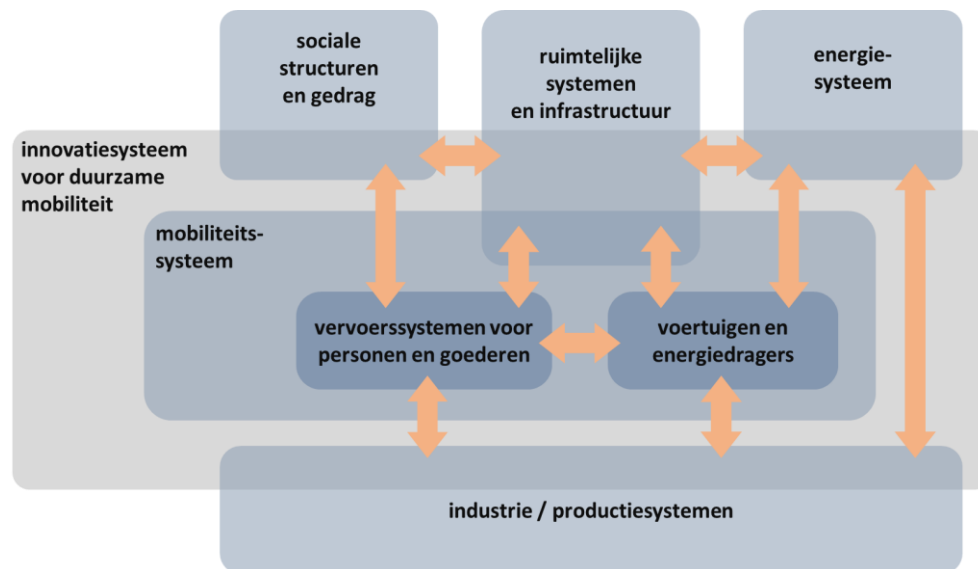
Gezien de enorme uitdaging om energiedragers te verduurzamen is er naast de primaire focus op CO₂-besparing dus ook blijvende aandacht nodig voor de duurzame herkomst van de energiedragers en de bij productie daarvan vrijkomende CO₂ en andere broeikasgassen. Energiedragers gebaseerd op fossiele koolwaterstoffen zijn de basis van onze havenconomie. De hoeveelheid mobiliteit en voertuigen die wereldwijd afhankelijk zijn van koolwaterstoffen is enorm. En zeker wat betreft luchtvaart en scheepvaart niet snel te vervangen. Als wij in staat zijn de circulaire herkomst van de koolstof in onze energiedragers te vergroten levert dit mogelijk een cruciaal toekomstpad op om grote emissiedoelstellingen tussen 2030 en 2050 te kunnen behalen. Dit kan bijvoorbeeld met Solar Fuels gemaakt van CO₂ uit de lucht.

Om te komen tot een mobiliteitssysteem zonder emissies hebben we systeeminnovatie nodig in samenhang met de trias mobilica. Tegelijkertijd bouwt deze systeemverandering op vele technologische innovaties van nieuwe producten en diensten. De innovaties die nodig zijn gaan over sociale structuren & gedrag, ruimtelijke systemen & infrastructuur, de inpassing van mobiliteit in energiesystemen en het verbeteren van vervoermiddelen (en hoe al deze systemen elkaar beïnvloeden).

Het innovatiesysteem voor systeeminnovaties in mobiliteit

Mobiliteit in de maatschappij kent meer functies dan alleen het bedienen van een vervoersvraag. Personenmobiliteit is nauw vervlochten met sociale en ruimtelijke systemen. Het biedt mensen meer mogelijkheden in het maken van keuzes over de invulling van werk en vrije tijd. Bewoners van steden en dorpen wonen en werken graag in een schone en veilige leefomgeving. Een vervoerssysteem waarbij de mens centraal staat en de verkeersinfrastructuur aansluit bij een goede leefomgeving verbetert het vestigingsklimaat en het leervermogen van de stad. Goederenvervoer is sterk verweven met de structuur van de economie. Nederlandse mainports en de logistieke sector verzorgen doorvoer van en naar Europa met boven- en ondergrondse infrastructuren. Meer en meer zal daarbij de kwaliteit van de logistieke dienstverlening belangrijker worden voor de toegevoegde waarde van logistiek in Nederland dan de focus op kwantiteit en laagste prijs.

Hernieuwbare energiedragers zullen in de toekomst steeds meer een commoditymarkt worden, waarin Nederland kan meegroeien van een *Petropolis* naar een *Ecopolis*. En het opnieuw uitvinden van onze procesindustrie en de omschakeling naar duurzame technologie biedt kansen voor groene groei gekoppeld aan de maakindustrie, onze maintenance sector en de procestechniek. De keuzes in dit document voor bepaalde technologievelden is ingegeven vanuit de kracht van de Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen, de kansen om op wereldschaal een cluster van betekenis te kunnen opbouwen en de grootte van de impact op de klimaatdoelstellingen. Daarmee verbindt Nederland duurzame mobiliteit aan toekomstbestendige werkgelegenheid.

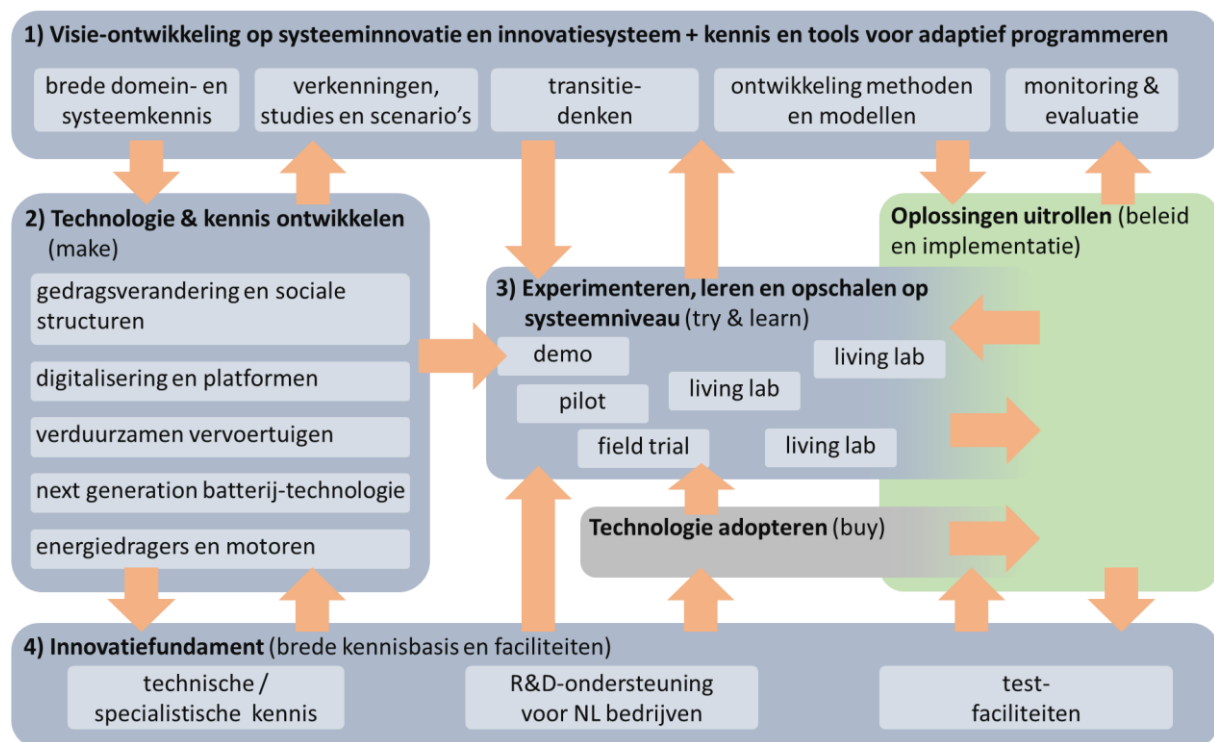


Programmatische structuur voor missiegedreven innovatie

Mobiliteit is een domein waarin vele partijen actief zijn. Op vele deelonderwerpen kent het netwerken en samenwerkingsverbanden. Het thema is aan veel trends onderhevig en de gebruiker/reiziger speelt een grote rol. De uitwerking van dit programma biedt een structuur om effectiever te innoveren en nieuwe producten en diensten te implementeren. In de figuur op de volgende pagina is die structuur weergegeven.

Op het hoogste systeemniveau zien we een pré-competitieve publiek-private samenwerking ontstaan (1) met betrekking tot systeeminnovaties en innovatiesystemen. Hierin bundelen we de brede domein- en systeemkennis, wordt gewerkt aan scenarioverkenningen en ontwikkelen we kennis en tools voor het ondersteunen van adaptief beleid van overheden en bedrijven. Dit past in het perspectief van missiegedreven innoveren, waarbij de overheid, en het ministerie van I&W in het bijzonder, hierin het voortouw neemt. Door het benaderen op systeemniveau kunnen ook andere maatschappelijke opgaven rondom mobiliteit, zoals gezondheid, veiligheid, betaalbaarheid en bereikbaarheid integraal worden meegenomen. Deels dragen innovaties bij aan meerdere maatschappelijke opgaven

en kunnen afwegingen op systeemniveau worden gemaakt. Hierin zien we de verbinding met de diverse topsectoren, waaronder Logistiek, HTSM, Chemie en Energie.



Bij het ontwikkelen van nieuwe kennis, technologie en diensten (2) onderscheiden wij 5 technologievelden die van wezenlijk belang zijn voor het behalen van de klimaatdoelen. Bij het maken van prioriteiten zijn deze 5 focusgebieden leidend, te weten:

1. Gedragsverandering en sociale structuren.
2. Integratie data, digitalisering en (deel)economie van de platformen (smart mobility, smart logistics, smart energy incl. certificatenhandel en smart grid).
3. Verduurzamen voer- en vaartuigen (incl. (cargo)bike, Light Electric Vehicles, doorontwikkeling zuinige en stille truck en trailer, schepen, stille logistiek).
4. Next generation batterijtechnologie incl. voertuigintegratie en managementsystemen.
5. Verduurzamen van energiedragers & motoren (waterstof, solar, synthetische brandstoffen en bijmengen biobased, incl. distributie & opslag).

Daarbij is sociale innovatie en kennis van gedrag van mensen (zowel burgers en eindgebruikers als groepen van mensen op Meta-niveau (klanten, bedrijven, intermediars etc)) van belang om het mobiliteitssysteem meer flexibel en op maat te kunnen aanpassen. Deze transitie doormaken zal niet eenvoudig zijn en vraagt juist daarom coördinatie en regie op nationaal niveau. Starre patronen en overtuigingen, terugslag, verwarring, weerstand alles komt voorbij en daar zal actief op moeten worden gehandeld. Afscheid nemen van bepaalde bestaande patronen is hierbij onvermijdelijk.

Er ontstaat een diversiteit aan nieuwe vervoersgebruiken en vervoersmiddelen, waarbij Nederland met trots haar positieve voorbeeldrol als fietsland kan uitbouwen naar een breed pallet van fiets en 'light electric vehicles' als praktisch en comfortabel alternatief voor personenvervoer in en rond de stad. Door inzet van digitalisering en platforms ontstaan nieuwe mogelijkheden en flexibiliteit om mobiliteit op maat aan te bieden als een dienst (Mobility as a Service) en het goederenvervoer te optimaliseren, te verduurzamen en zelforganiserend te maken. De deeleconomie floreert ook binnen mobiliteit. De energiebron van mobiliteit gaat veranderen van fossiel naar hernieuwbaar en van moleculen naar elektronen. Dit vraagt innovaties op productie van nieuwe energiedragers, aandrijf- en voertuigtechnologie (incl. managementsystemen) en de infrastructuur voor het tanken/laden. De doorontwikkeling van batterijtechnologie voor elektrische mobiliteit maakt het mogelijk om ook zwaardere segmenten te elektrificeren. Er blijven echter modaliteiten die veel effectiever met schone motoren en solar fuels kunnen worden

verduurzaamd. Ook voor de ontwikkeling hiervan heeft Nederland een goede uitgangspositie en biedt het kansen om internationaal op te schalen.

De onderzoeksprogramma's zijn verbonden met de topsectoren, TO2-instellingen en NWO en zullen vanuit dat instrumentarium worden bekostigd. Om die reden is vanaf het begin afstemming en samenwerking gezocht en is er overlap tussen de KIA's van de topsectoren en deze MMIP.

Om de stap van innovatie naar toepassing en opschaling te versnellen zijn experimenten en living labs (3) een belangrijk onderdeel van de programmastructuur. Door verschillende experimenten en innovaties meer bij elkaar te brengen kan onderlinge kennisuitwisseling plaatsvinden en vindt optimalisatie plaats op systeemniveau.

Specifiek voor mobiliteit is de Demonstratieregeling Klimaattechnologieën en -innovaties in transport (DKTI) een financieel instrument dat de demonstratiefases ondersteunt. Het is van belang om korte lijnen te bouwen met beleid om vanuit de opgedane kennis het beleidsinstrumentarium goed in te kunnen richten. Daarbij valt bijvoorbeeld te denken aan het opstellen van de randvoorwaarden van de DKTI-regeling of het uitwerken van een bestedingsplan voor terugsluis van de vrachtwagenheffing. Andere belangrijke instrumenten zijn de afspraken met de regio's in de BO MIRT's en op Europees niveau de SEF-programma's binnen DG MOVE. Daarbij is niet alleen geld een belangrijk beleidsinstrument. Juist ook innovaties in het sociaal en juridisch domein zijn nodig om technologie succesvol te kunnen testen en snel te kunnen opschalen. De verbinding met brede afspraken binnen het Klimaatakkoord is daarom cruciaal.

De focus ligt op 5 deelgebieden bij de inzet op ontwikkeling van innovatieve technologie en concepten. Daarnaast is er een brede kennisbasis noodzakelijk om bedrijven te helpen zowel incrementele als meer disruptieve innovaties tot technische wasdom te brengen. Nederland heeft al een innovatiefundament (4) maar dat moet verder versterkt worden. De verbinding met Wetenschapsagenda's houdt de instroom van nieuwe kennis vitaal. Individuele bedrijven en gebruikersgroepen hebben hier een plek om hun specifieke kennisvragen neer te leggen. Zodoende zijn ze dan expliciet betrokken bij de uitwerking van de vervolgvragen. Het is voor bedrijven en overheden nodig om als klant voldoende kennis te hebben om technologie in te kopen indien deze niet zelf wordt ontwikkeld.

Dit innovatiefundament sluit aan bij het regionaal innovatie-instrumentarium gericht op regionale clusters, versnellen van de valorisatie en opschaling van een dienst of product. Duurzame en slimme mobiliteit is in de meeste regio's een belangrijk topic. De regio's helpen met marktcreatie. Primair via inkoop en aanbesteding, maar ook via inzet van SBIR of gezamenlijke tenders voor duurzame oplossingen. Ze stimuleren starters en groeiers, vooral via de regionale ontwikkelmaatschappijen en onderhouden de contacten met onderwijsinstellingen en richten zich op arbeidsmarktbeleid.

Voor complexere vraagstukken en testen waarvoor duurdere faciliteiten nodig zijn, is er verbinding met een beperkt aantal nationale faciliteiten voor R&D-ondersteuning en testen/valideren bijv. in de vorm van het Joint Innovation Centre op de Automotive Campus. Een gezamenlijke, publiek-private financiële inspanning (regio, nationaal en Europa) gaat nodig zijn om het financieel haalbaar te maken.

De lagen 1,2, 3 en 4 worden verbonden en aangestuurd door een 'uitvoeringsorganisatie'. Zonder regie en innovatieve sturing van het proces blijft het mobiliteitsveld onoverzichtelijk en kan geen systeemtransitie worden doorgevoerd. Een trekkende rol van de overheid/lenW ligt voor de hand bij het missiegedreven innoveren. Daarnaast moeten de belangrijkste topsectoren, TO2- en NWO-instellingen goed zijn aangesloten. Tevens is het belangrijk om de verbinding te maken met regionale innovatieagenda's (middels de regioaanpak, onderdeel van het klimaatakkoord, sectorakkoord duurzame mobiliteit).

Een succesvol innovatie-ecosysteem kent een aantal belangrijke randvoorwaarden. Om versneld te kunnen opschalen zijn bij de start van innovatieprocessen richting en zekerheden nodig. Het gaat om consistent overheidsbeleid, dat ruimte biedt voor doorontwikkeling en een doorlopende financieringslijn van pre-seed tot later-stage. De programmadirectie duurzame mobiliteit bij lenW ontwikkelt hierop een financieringsstrategie die goed aansluit op deze innovatieagenda. Verder vraagt het professionals met de juiste competenties, zowel in het initiëren en het ontwikkelen van oplossingen als het toepassen in de samenleving. In samenwerking met onderwijsinstellingen wordt een human capital agenda opgesteld.

"Be good and tell it" is een belangrijke slogan om innovaties versneld te laten groeien. Daarbij is het belangrijk om voortgang te monitoren en hiervoor verantwoording te kunnen afleggen. Daartoe zijn kritische succesfactoren en indicatoren om dit te meten bepaald.

Inhoud

Samenvatting.....	2
Belangrijkste boodschappen vanuit MMIP duurzame mobiliteit	2
Aangrijpingspunten voor verduurzaming van mobiliteit	2
Het innovatiesysteem voor systeeminnovaties in mobiliteit.....	3
Programmatische structuur voor missiegedreven innovatie	3
Inhoud.....	6
1. Inleiding	8
1.1 Taakgroep Innovatie.....	8
1.2 Topsectorenbenadering	9
1.3 Transitiedynamiek	9
1.4 Leeswijzer	10
2. Duurzame mobiliteit: Nederland en haar bijzondere weg in de vaart der volkeren.....	11
2.1 Inleiding	11
Bron: https://www.brabankennis.nl/longread/energie-in-zicht/geraadpleegd-11-juli-2019	11
2.2 Van agropolis naar petropolis	11
2.3 Van petropolis naar ecopolis, innovatieve aanpak is noodzaak	12
2.4 Van lineair denken en opschrijven naar systemisch denken en doen.....	15
2.5 De essentie van een ambitieuze missiegedreven aanpak	16
2.6 Onderbouwing legitimatie.....	17
3. Structuur, focus en randvoorwaarden	19
3.1 De innovatiemotor: kortere time to market, sneller & meer impact	19
3.2 Open innovatie-ecosysteem voor mobiliteit.....	20
3.3 Vijf onderzoeksprogramma's met focus op impact.....	21
Gedragsverandering en sociale structuren	21
Integratie data, digitalisering en (deel)economie van de platformen	22
Verduurzamen van voer- en vaartuigen	22
Next generation batterijtechnologie incl. voertuigintegratie en managementsystemen.....	22
Verduurzamen van energiedragers & motoren.....	22
3.4 Systeemniveau: experimenteren, leren en opschalen	23
3.5 Innovatiefundament: brede kennisbasis op mobiliteit, mondiaal verbonden	24
4. Beschrijving van de innovatieopgave	25
4.1 MMIP 9 - Innovatieve aandrijving en gebruik van duurzame energiedragers voor mobiliteit	26
4.1.1 Deelprogramma 9.1 - Zero Emissie aandrijftechnologie en voertuigen.....	26
4.1.2 Deelprogramma 9.2 - Energiedistributie voor elektrische voer- en vaartuigen.....	28
4.1.3 Deelprogramma 9.3 - Distributie van waterstof en andere energiedragers voor brandstofcelvoer- en vaartuigen.....	29
4.1.4 Deelprogramma 9.4 - Distributie en gebruik van hernieuwbare, koolstofhoudende brandstoffen.....	30
4.1.5 Deelprogramma 9.5 - Zuinige voertuigen	31
4.2 MMIP 10 - Doelmatige vervoersbewegingen voor mensen en goederen.....	32
4.2.1 Deelprogramma 10.1 - Weten wat mensen beweegt	32

Sociale innovatie gekoppeld aan technologische innovatie	32
Kennis van gedrag algemeen.....	33
Sociale innovatie in het innovatieproces	34
4.2.2 Deelprogramma 10.2 - CO ₂ -reductie door nieuwe mobiliteitsconcepten voor personenvervoer	34
4.2.3 Deelprogramma 10.3 - CO ₂ -reductie door innovaties in logistiek.....	35
4.2.4 Deelprogramma 10.4 - Transitieondersteunende kennis en tools (publiek perspectief) t.b.v. adaptief programmeren	36
5. Governance, monitoring & verantwoording.....	39
5.1 Governance-structuur	39
Het programmabureau	39
5.2 Doorlopende financieringslijn	40
5.3 Human capital agenda.....	41
Noodzakelijke competenties	41
Innovatie- en kennisecosysteem.....	42
5.4 Monitoring & verantwoording	42
6. Bedankt.....	44
Samenstelling van het projectteam	44
Bijlage 1: Overzicht publieke regelingen gericht op mobiliteit.....	45

1. Inleiding

De vijf sectortafels van het Nederlandse Klimaatakkoord hebben breed gedragen afspraken gemaakt over concrete doelen en oplossingsrichtingen om de maatschappelijke opgave voor de energietransitie aan te pakken. Voor mobiliteit is de ambitie: Zorgeloze mobiliteit, voor alles en iedereen in 2050. Geen emissies, uitstekende bereikbaarheid toegankelijk voor jong en oud, arm en rijk, valide en mindervalide. Betaalbaar, veilig, comfortabel, makkelijk én gezond. Slimme, duurzame, compacte steden met optimale doorstroming van mensen en goederen. Mooie, leefbare en goed ontsloten gebieden en dorpen waarbij mobiliteit de schakel is tussen wonen, werken en vrije tijd. De sectordoorstelling voor mobiliteit is een CO₂-uitstoot van maximaal 25 Mton in 2030. Uitgaande van de huidige emissies en de verwachte mobiliteitsontwikkelingen leidt dit tot een reductieopgave van minimaal 7,3 Megaton CO₂ in 2030, als tussendoel naar het nationale doel om in 2050 de CO₂-uitstoot met minimaal 95 procent ten opzichte van 1990 teruggedrongen te hebben.

De sectortafels hebben ook afspraken gemaakt over de maatregelen en instrumenten die nodig zijn om de missies te volbrengen, zoals het maken van roadmaps, wegnemen van belemmeringen, aanpassen van wet- en regelgeving, het creëren van financieringsruimte, het creëren van een markt voor oplossingen via beprijzing, normstelling, aanbesteding of subsidies. Ook het ontwikkelen of verbeteren van technologie, nieuwe methodes, businessmodellen en sociale innovaties voor de maatschappelijke implementatie van technologie zijn onderdeel van het afsprakenpakket. Dit laatste betreft de kennis- en innovatieopgave, hetgeen dus onderdeel uitmaakt van het geheel aan afspraken om de missies te realiseren.

De kennisvragen en innovatieopgaven voor het Klimaatakkoord zijn gebundeld in de integrale kennis en innovatieagenda (IKIA) Energie & Klimaat. Deze agenda beschrijft de opgave in 13 meerjarige missiegedreven innovatieprogramma's (MMIP's). Twee van deze MMIP's, nr. 9 en 10, zijn rechtstreeks verbonden met de missie mobiliteit. MMIP's 9 en 10 zijn in dit document samengevoegd tot een overkoepelende MMIP Duurzame Mobiliteit met als belangrijkste doelen:

1. Het binnen handbereik krijgen van de klimaatdoelstellingen voor mobiliteit door:
 - a. versnellen van de ontwikkeling én opschaling van duurzame mobiliteitsoplossingen.
 - b. het optimaliseren van de oplossingen vanuit het totale mobiliteitssysteem.
2. Het stimuleren van economisch groene groei en toekomstbestendige werkgelegenheid door:
 - a. aan te sluiten bij bewezen expertise van het Nederlandse bedrijfsleven en kennisinstellingen en te focussen op gebieden waarin wereldwijd nog een markt in ontwikkeling is.
 - b. verbinding te maken met andere functies van mobiliteit in de Nederlandse economie, bijv. t.a.v. handel en productie van brandstoffen.
3. Het verbinden van de klimaatopgave aan andere maatschappelijke opgaven binnen mobiliteit, waaronder veiligheid, gezondheid en bereikbaarheid.

Daartoe identificeert deze agenda de kennis en innovatievragen, op gedrag & sociale structuren, ruimte en infrastructuur en technologische innovaties. Het brengt structuur en focus aan op de uitvoering en geeft overzicht hoe de monitoring en verantwoording zal verlopen.

1.2 Taakgroep Innovatie

De Taakgroep Innovatie heeft, in opdracht van de ambtelijke commissie klimaat en energie, het sectorakkoord duurzame mobiliteit vertaald in één missie voor 2050, tussendoelen voor 2030 en acties die de komende 4 jaar in gang moeten worden gezet om op de korte termijn te blijven innoveren en de doelen voor 2030 en 2050 te behalen. Hierbij ligt de nadruk dus op het behalen van CO₂-doelstellingen.

De missie duurzame mobiliteit is in de IKIA uitgewerkt in twee MMIPs. MMIP 9 gaat over innovatieve aandrijving en gebruik van duurzame energiedragers voor mobiliteit. MMIP 10 zet in op doelmatige vervoersbewegingen voor mensen en goederen.

Voor een nadere programmatische uitwerking zijn deze twee MMIPs als één geheel behandeld in het Meerjarige Missie-gedreven Innovatieprogramma Duurzame mobiliteit.

Afbakening

MMIP 9 en 10 hebben betrekking op duurzame innovaties in landgebonden transport. Dat omvat wegtransport, spoor en binnenvaart en mogelijke nieuwe landgebonden modaliteiten. De innovatieopgaven hebben betrekking op de vier pijlers van het Klimaatakkoord:

- Duurzame energiedragers
- Stimulering elektrisch (personen)vervoer
- Verduurzaming logistiek
- Verduurzaming personenmobiliteit (inclusief zakelijk reizen, OV en fiets)

Zeevaart en luchtvaart vallen formeel niet onder de afspraken van het Klimaatakkoord. Innovaties voor verduurzaming van zeevaart en luchtvaart zijn derhalve ondergebracht in een aparte door het Ministerie van IenW geformuleerde missie. De innovatieopgaven daarvoor worden uitgewerkt en geprogrammeerd in de deel-KIA Toekomstbestendige mobiliteitssystemen.

Verschillende innovaties ten behoeve van reductie van CO₂-emissies hebben ook positieve impacts op bijv. luchtverontreinigende emissies en geluid. Specifieke kennisvragen m.b.t. geluid, luchtkwaliteit en leefbaarheid in bredere zin zijn ondergebracht in de deel-KIA Toekomstbestendige mobiliteitssystemen. Dat geldt ook voor primaire ontwikkelingen op het gebied van slimme personenmobiliteit en logistiek ten dienste van o.a. bereikbaarheid en een optimale benutting van infrastructuur. Het ligt voor de hand om de in dit document gespecificeerde innovatieopgaven m.b.t. de bijdrage van slimme personenmobiliteit en logistiek aan CO₂-emissiereductie te integreren, en te internaliseren, in de bredere ontwikkeling van deze innovatiegebieden. Dit kan worden geregeld middels een gezamenlijke governance van het Meerjarige Missiegedreven Innovatieprogramma Duurzame mobiliteit en deel-KIA Toekomstbestendige mobiliteitssystemen.

Ontwikkelingen in de verschillende MMIPs dienen wel in nauwe samenhang plaats te vinden en benaderd te worden vanuit een integrale systeemaanpak. Innovaties m.b.t. de inzet van alternatieve energiedragers vereisen ook innovaties in het energiesysteem en de industrie. Die zijn belegd in m.n. MMIP 6 en 8 van de IKIA Energie & Klimaat. In MMIP 9 ligt de focus op innovaties m.b.t. de distributie en de toepassing van nieuwe energiedragers in transport. Een ander belangrijk programma is MMIP 5, dat gaat over lokaal opgewekte energie en netwerken in de gebouwde omgeving. MMIP 13 gaat over systeemintegratie. Daarin wordt ook de rol van vervoermiddelen in het energiesysteem meegenomen.

De circulaire aspecten van innovatieopgaven MMIP 9 en 10 zullen zo veel mogelijk via het Nationale Uitvoeringsprogramma Circulaire Economie worden opgepakt om dubbelingen met al bestaande samenwerkingsverbanden te voorkomen.

1.2 Topsectorenbenadering

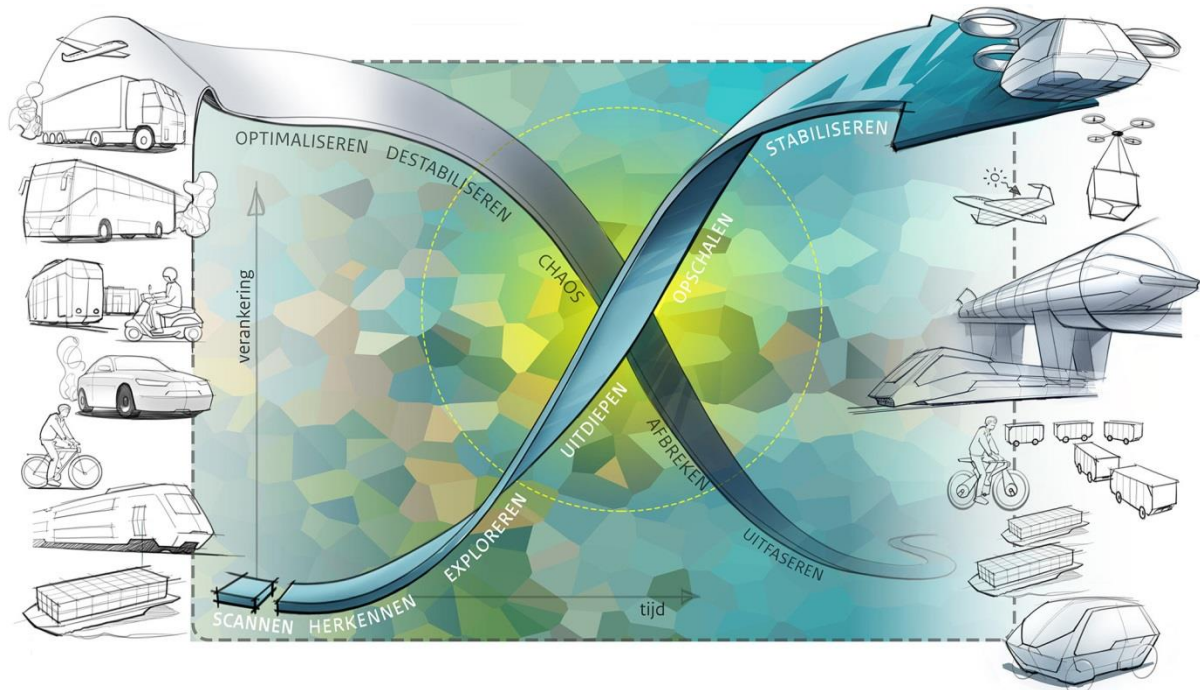
In deze notitie wordt vooral aansluiting gezocht bij de Topsectoren-benadering. De Topsectoren zijn gebaseerd op een werkwijze met cofinanciering vanuit het bedrijfsleven. Mobiliteit kent geen eigen Topsector, de opgave vraagt om samenwerking tussen topsectoren in ieder geval HTSM, Logistiek, Energie en Chemie. Dat leidt tot een aandachtspunt hoe in de opzet ook (maatschappelijke) vragen worden opgepakt die niet direct leiden tot een verdienperspectief voor bedrijven. Dat is des te meer relevant omdat het gaat om brede maatschappelijke transitie. Niet alleen om het investeren in duurzame economische groei.

1.3 Transitiedynamiek

Willen we de doelstellingen van 2030 halen dan moeten we bestaande technologieën opschalen, maar willen we de doelstellingen van 2050 halen, dan vraagt dit om anders inrichten van het mobiliteitssysteem. Er zijn fundamentele veranderingen in de dominante structuur, cultuur en werkwijzen binnen een maatschappelijk systeem nodig. Dat vraagt bij mobiliteit om een brede systeemaanpak waarbij technische mogelijkheden worden verbonden met ICT, gedrag en sociale innovatie. Dus naast oog voor het 'Technological Readiness Level' (TRL), zeker ook actie voor het 'Society Readiness Level' (SRL) in de bij de bijbehorende transitiedynamiek (afbeelding 1). Daarbij staat de opgave klimaat niet op zichzelf en moet het worden gezien in samenhang met bereikbaarheid, veiligheid en gezondheid,

waarbij ook de modaliteiten lucht- en zeevaart worden meegenomen¹. Om de transitie naar slimme en duurzame mobiliteit te ondersteunen zijn vanuit de (Rijks-) overheid verschillende instrumenten ontwikkeld. De overheid heeft hierbij immers uiteenlopende rollen. Zij faciliteert innovaties, maar is ook regelgever of zelfs 'launching customer'. Ook kennisontwikkeling en innovatie is opgebouwd langs verschillende lijnen. Van meer fundamentele kennisontwikkeling via bijvoorbeeld de Nationale wetenschapsagenda en programma's van NWO tot toegepast onderzoek en de topsectoren-aanpak.

Naast de klimaattransitie speelt ook de energietransitie en transitie naar een circulaire economie. Deze transities kunnen niet los worden gezien. In het kader van de energietransitie komen meer afhankelijkheden naar voren terwijl het bij circulaire economie meer om kansen gaat. Op andere momenten kan door samenhang te creëren versnelling worden gerealiseerd. Denk hierbij aan de opgave en innovaties binnen stadslogistiek (i.h.k.v. verduurzamen logistiek) en de opgave en innovaties binnen retourlogistiek (Transitieagenda Consumptiegoederen, Circulaire Economie).



Loorbach curve voor mobiliteit

1.4 Leeswijzer

Dit document beschrijft op hoofdlijnen de innovatieopgaven uit de 9 deelprogramma's binnen MMIP 9 & 10. Het geeft aan in welke fases de innovaties zich ongeveer bevinden. Daarbij dient men wel bewust te zijn dat innovaties zich dynamisch door de innovatiecurve bewegen en de organisatie en instrumentatie hier ook rekening mee moet houden. Dit is vertaald naar een programmatische aanpak voor de organisatie en financiering van missiegedreven innovatie voor duurzame mobiliteit in Nederland.

Een meer gedetailleerde beschrijving van kennisvragen en innovatieopgaven binnen de deelprogramma's van MMIP 9 & 10 is in een apart document uitgebracht als een soort binas-tabellenboek van Nederlandse innovatieopgaven voor duurzame mobiliteit. Hierin zijn ook overzichten van de belangrijkste publieke en private stakeholders en netwerken opgenomen en overwegingen m.b.t. mogelijke financieringsinstrumenten en monitoring- en evaluatiesystemen.

¹ Deze thema's worden in de deel-KIA Toekomstbestendige mobiliteitssystemen verder uitgewerkt.

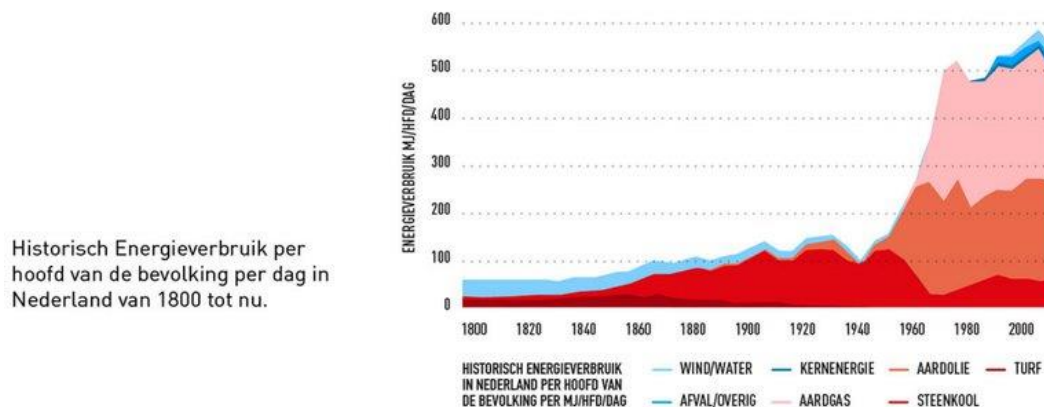
2. Duurzame mobiliteit: Nederland en haar bijzondere weg in de vaart der volkeren

2.1 Inleiding

Het huidige energiegebruik, de CO₂- uitstoot en de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen per reiziger-km en ton-km in mobiliteit en transport zijn te hoog. De hoeveelheid De CO₂- uitstoot per kilometer neemt te weinig af om de groei van mobiliteit te compenseren. De doelen van het Klimaatakkoord zijn scherper dan de doelen van voorgaande akkoorden. Dit terwijl de trend van de daadwerkelijke uitstoot voor mobiliteit in Nederland met name voor wegverkeer verder toeneemt.² Het Nationale klimaatbeleid hanteert een doelstelling om in 2030 7,3 Mton CO₂-reductie te realiseren voor mobiliteit. Dit is een grote opgave, zeker in de wetenschap dat een trendbreuk noodzakelijk is. Deze trendbreuk bereiken en vasthouden vraagt een brede set aan maatregelen zoals opgenomen in het Klimaatakkoord. Een van de maatregelen betreft het via KIA's inzetten op missiegedreven innovatieprogramma's.

De CO₂-uitstoot als gevolg van ons verkeer en vervoer is nog niet zo lang een fysiek en politiek probleem. Met de opkomst van de industriële revolutie zijn wij ons meer en meer gaan bewegen en is de energiebron voor ons vervoer verschoven van wind, haver en gort naar steenkool en olie. De modernisering van landbouw, gezondheidszorg en de industrialisatie van onze samenleving hebben dankzij doorslaggevende uitvindingen een enorme groei van bevolking, welvaart en economische ontwikkeling mogelijk gemaakt. Hiermee nam ook de omvang van ons verkeer en vervoer toe.

De hoeveelheid beschikbare energie voor mobiliteit nam toe en samen met de groei van de gehele economie betekende dit een grote toename van, met name, fossiel energieverbruik. De wijze van transport veranderde ingrijpend mee. Stoommachines deden haar intrede en gaven aanleiding tot de opkomst van het spoorvervoer. Aan het begin van de 20^e eeuw zorgde de inzet van de verbrandingsmotor voor de groei van de inzet van personenauto's en vrachtverkeer over de weg.



Bron: <https://www.brabankennis.nl/longread/energie-in-zicht/> geraadpleegd 11 juli 2019

2.2 Van agropolis naar petropolis

De start van deze snelle industrialisatie ging de eerste decennia aan de noordelijke Nederlanden voorbij. Onze import en handel met de zeilschepen, de turfvaart van en naar de enkele stad, de gemalen en windmolens, de brede rivieren, de klinkerweg, het onverharde pad, een bosgebied hier en daar, bepaalde het landschap van de overwegend agrarische samenleving.

De overgang van een overwegend agrarische samenleving naar een geïndustrialiseerde economie kwam eind 19^e eeuw in volle gang. De ontwikkeling en de bouw van het spoorwegennet door het waterrijke Nederland maakte de transitie zichtbaar. De bouw van de spoorwegen veranderde het aanzicht van Nederland en vroeg het uiterste van technische mogelijkheden en kennis. De bouw van de eerste spoorwegviaducten over de grote rivieren trok de aandacht van bestuurders, wetenschap en ingenieurs. Het eerste stalen viaduct over de IJssel bij Zutphen werd via

² <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatschappij/verkeer-en-vervoer/transport-en-mobiliteit/energie-milieu/milieuaspecten-van-verkeer-en-vervoer/categorie-milieuaspecten/kooldioxide>: geraadpleegd 27 juni 2019

een prijsvraag, als het ware een innovatieve aanbesteding *avant-la-lettre* gerealiseerd. Het spoorviaduct bij Culemborg was het derde grote vakwerkviaduct in Nederland en al tijdens de bouw trok de brug bij Culemborg veel belangstelling. “Ook na de ingebruikname gold de hoofdoverspanning als een wonder van technisch vernuft. Gedurende enkele jaren was het de grootste overspanning ter wereld en de Nederlandse ingenieurs oogstten hiermee ook internationaal veel waardering. Van Diesen kreeg voor deze brug op de Wereldtentoonstelling van 1873 in Wenen de eremedaille”³.

De nieuwe technologie en energiedragers maakte nieuwe transportvormen mogelijk die alleen dankzij aanpassing van werkwijzen en samenwerking door zowel overheden, bedrijven als kennisinstellingen kon worden toegepast en breed kon worden ingezet in de samenleving.

De transitie van agrarische samenleving naar de moderne industriële samenleving wordt dan ook gekenschetst als de overgang van een agropolis naar een petropolis met brede ingrijpende maatschappelijke gevolgen voor economie, ruimtelijke ordening en overheidssturing. Eigenlijk leven wij nu in een tijdsgewricht waarbij er opnieuw een hoofdstuk



Spoorbrug bij Culemborg in aanbouw

aan deze modernisering moet worden toegevoegd. Wij staan aan de vooravond van een veelheid aan technologische doorbraken. Daarnaast wordt de noodzaak om een aantal grote maatschappelijke uitdagingen, zoals het klimaatprobleem, aan te pakken alsnog urgenter en belangrijker. Een tijd van verandering waarbij vanuit noodzaak van grote CO₂-reductie voor mobiliteit er een grote impact kan worden verwacht vanuit MMIP 9 en 10 voor onze samenleving. Zeker tot aan 2025 zal het innovatiebeleid geen grote directe bijdrage leveren aan CO₂-reductie, de crux van het beleid zit in de mate van impact en schaalbaarheid die innovatieve oplossingen voor CO₂-reductie op de periode na 2025 zal hebben

2.3 Van petropolis naar ecopolis, innovatieve aanpak is noodzaak

Om het doel ten aanzien van nagenoeg nul CO₂-emissie voor mobiliteit in 2050 te bereiken moeten wij ons realiseren welke enorme opgave ons nog rest. Het beeld van een eerdere brede maatschappelijke overgang biedt ons dan houvast:

- De impact van technologie voor mobiliteit die nagenoeg nul CO₂-emissie mogelijk maakt, zal zowel ruimtelijk als sociaal-economisch op termijn vergelijkbaar zijn in omvang als de overgang van trekschuit, stoomtrein, straalvliegtuig en dieseltruck.
- De gewenste verandering is het resultaat van een mix in het ontwikkelen en implementeren van nieuwe technologie (technology push) en het aanpassen van onze gebruiken en onze systemen (market pull).
- De aanpak vraagt visie op de langere termijn die het ontwikkelen en toepassen van nieuwe doorbraaktechnologie mogelijk maakt en bestaande potentiële doorbraaktechnologie verder helpt opschalen.
- Het pad van A (kleinere doorbraakinnovaties komende jaren) naar B (grote veranderingen naar 0% uitstoot) is daarbij omgeven met onbekende factoren en tussenstappen. Beleid is daarbij gestoeld op toepassing van kennis over technologische, economische en bestuurlijke transitie modellen. Radicaal nieuwe technologie leidt ook tot aanpassing van economische en bestuurskundige paradigma's.

De aanpak van MMIP 9 en 10 is erop gericht om zowel aan de aanbodzijde vanuit wetenschap en technologie als aan de ontvangende zijde van de samenleving de juiste maatregelen te treffen. De inrichting van de sturing van MMIP 9 en 10 is gericht op het mede-organiseren van innovatieopgave vanuit een meervoudige rol van de overheid.

³ H.W. Lintsen e.a., Geschiedenis van de techniek in Nederland. De wording van een moderne samenleving 1800-1890. Deel V, uitgave 1984, blz. 197

Mobiliteit is qua maatschappelijke impact omgeven met problemen waar de overheid het verdelingsvraagstuk van ruimte, tijd en geld hoort te beslissen. Via prijsprikkels en het opdracht geven tot het realiseren en beheren van infrastructuur hebben overheden, en in het bijzonder het ministerie IenW een grote rol. De mate waarin innovatieve oplossingen middelen en ruimte krijgen om zich een plek te veroveren wordt mede bepaald door de mate waarin de overheid in staat is innovatie in te kopen, partijen uit te dagen en innovaties ondanks tegenslag en weerstand toch tot wasdom te laten komen.

De overheid heeft daarnaast vanuit economisch beleid een belang en een lange traditie om wetenschappelijk onderzoek te faciliteren, de eigen industrie te helpen in het omarmen van nieuwe uitdagingen en zich te richten op nieuwe ontwikkelingen. Zeker bij sectoroverstijgende en ingewikkelde transitieopgaven is de rol van de overheid om marktfalen te helpen voorkomen.

Voor het klimaatbeleid en de innovatieopgave voor mobiliteit komen deze twee rollen samen in de missiegedreven aanpak van MMIP 9 en 10.

Naast deze rol van de overheid is er de noodzaak om op de veelheid aan thema's en technische ontwikkelingen een zekere mate van selectie te laten plaatsvinden. Zonder visie en beleid vanuit een maatschappelijke eindbeeld is het beleidseffect niet meetbaar en ongewis. Deze *laissez-faire* insteek is voor de ambities rondom de CO₂-reductie voor mobiliteit en de impact die dit heeft geen optie.

De Inhoudelijke sturing is tweeledig:

1. Helpen in de selectie van de inhoudelijke onderwerpen en thema's die in wetenschappelijke agenda's en innovatiethema's van topsectoren en sleuteltechnologieën worden uitgewerkt.
2. Inhoudelijke sturing op de sociaal-maatschappelijke inbedding en interactie rondom implementatie van nieuwe technologische en organisatorische oplossingen (innovatie in systeembenadering en transitie-governance).

De economische relevantie van een specifieke sector bij een grote maatschappelijke verandering is vooraf niet goed te voorspellen. De machinefabrieken die de eerste vakwerkbruggen voor stoomtreinen maakten hebben deze markt zelf verkend en ingericht tijdens de eerste decennia van de opkomst van deze technologie. In het kader van doorbraak-

Holland is not a dense country, but an empty city.

Nederland is geen vol land, maar een lege stad.



Bron: <https://brilliantmaps.com/empty-netherlands/>
geraadpleegd 11 juli 2019

innovaties worden de economische kaarten opnieuw geschud. Natuurlijk zijn de aanwezige, eerder opgebouwde industrieën en wetenschappelijke competenties relevant. Uit maatschappelijke transitie ontstaan nieuwe sectoren of veranderen bestaande sectoren hierdoor enorm van aard en vorm. Mobiliteit is in dit kader voor de Nederlandse economie van enorme waarde. Wij hebben veel bestaande economie die hieraan is verbonden maar wij hebben ook veel nieuwe industrie en nieuwe kennis die waarde kan toevoegen vanuit de cross-overs met andere sectoren.

Mobiliteit biedt daarbij, zeker met onze hoogwaardige infrastructuur, voor alle huidige economisch relevante sectoren een mooie proeftuin voor opschalen en ontdekken van nieuwe oplossingen. Deze eigenschap zal zeker voor duurzame en slimme mobiliteit nog verder kunnen worden uitgewerkt in de komende periode. 'Nederland als stadstaat 2.0'⁴ heeft daarbij de competenties om dit als een waarde op haar schild te gaan dragen en hiermee een economische pijler van de toekomst vorm te geven.

Eerdere uitdagingen in het terugdringen van

⁴ <https://brilliantmaps.com/empty-netherlands/>

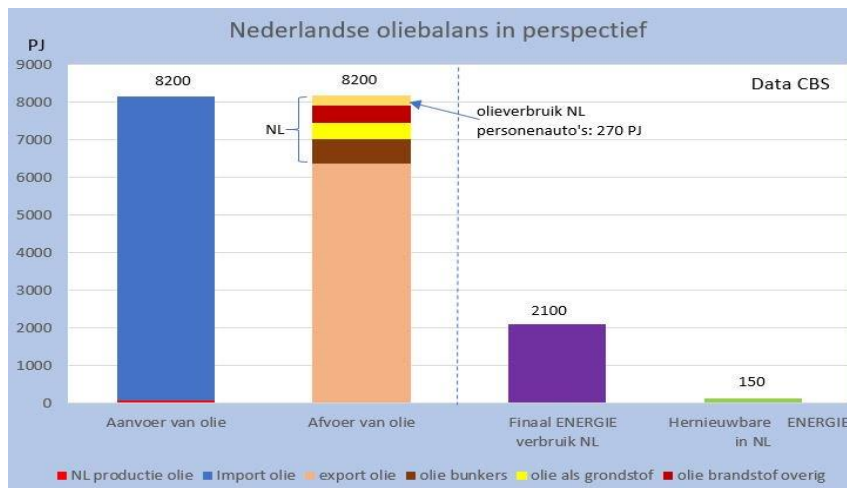
nadelige effecten van mobiliteit hebben tot grote positieve resultaten geleid. Zoals bij de emissies van fijnstof, stikstofoxiden en zwaveloxiden Nederlandse onderzoekers en bedrijven hebben er een grote rol in gehad om ook deze (wereldwijde) problemen aan te pakken. Keer op keer benutten wij daarbij de hoge eisen ten aanzien van gezondheid en milieu om onze baanbrekende oplossingen te bedenken en deze breed te vermarkten. Daarnaast is Nederland ook voor andere koplopers een relevante 'Europese' leer-investeer en implementatiemarkt.

Uitdagingen die ook kansen opleveren voor mobiliteit:

- Hoge eisen aan mobiliteit en inrichting van onze omgeving ten aanzien van leefbaarheid, gezondheid en milieu.
- Ruimtelijke inpassing van veel economische activiteit verbonden aan mobiliteit in een klein land met veel gebruiksfuncties dicht op elkaar.
- Realiseren van oplossingen met een menselijke maat die passen bij de topologie van oudere (binnen)steden met bijzondere aandacht voor voetganger en fietser.
- Veel kennis van op fossiele energie gedreven chemie, energie waarmee Nederland lange tijd de kraamkamer en toegangspoort voor brandstoffen en energie-infrastructuur voor Noordwest Europa is geweest

Mobiliteit is als onderdeel van de samenleving een weerbaar onderdeel om te verduurzamen. Zoals de IKIA aangeeft zijn (sociale) innovatieve oplossingen van groot belang om de transitie mogelijk te maken. De snelheid waarmee innovatieve oplossingen moeten worden gevonden en worden opgeschaald stellen bijzondere eisen aan de wijze waarop het meerjarige innovatieprogramma voor mobiliteit moet worden ingericht.

- Energieverbruik bij weggebonden mobiliteit en binnenvaart is zeer sterk afhankelijk van aardolie als basis. Er is noodzaak voor schaalbare duurzame alternatieve energiedragers met een andere herkomst. Dit is gedreven vanuit doelstellingen om CO₂-uitstoot te minimaliseren, een circulaire economie mogelijk te maken en geopolitieke vraagstukken te helpen beheersen. Dit alles is op voldoende schaal niet eenvoudig en snel te realiseren en vraagt daardoor om een agenda met oog voor internationale verhoudingen en positie van Nederland en Europa.
- 'Nederland is een handelsland' heeft zeker ook betrekking op de chemie en energiesector. Het onderstaande diagram geeft aan hoe groot het olievolume is (uitgedrukt in energie-eenheden PJ) wat wordt verhandeld in vergelijking met het eigen nationale verbruik. De omvang van de handel, en bijbehorende chemische verwerking aan aardolie en aardgas gelieerde producten, maken Nederland feitelijk de energiehaven van Europa. Naast de petrochemische activiteiten in de havens en industriecomplexen drijft deze handel ook een brede logistieke operatie zowel boven (wegtransport en scheepvaart) als onder de grond (buisleidingen). Nederland is een logistieke doorvoerhaven naar het achterland. De brede logistieke operatie vraagt om duurzame mobiliteit. De omvang maakt duidelijk dat ombouwen van dit industriecomplex en bijbehorende massastromen ten behoeve van de energietransitie en circulaire economie een enorme klus behelst. Door de urgentie om te zetten in een kans kan Nederland nieuwe werkgelegenheid creëren en vooruitlopen op een internationale positie als marktleider. Innovaties in de mobiliteit zijn een enabler om succesvol de transitie naar emissieloze industrie waar te kunnen maken.
- De mobiliteitsopgave stopt niet aan de grens. De keuzes voor toekomstige hernieuwbare energiedragers zullen mondiaal worden bepaald. Tegelijk gaat mobiliteit fysiek over grenzen en is er een systeemverantwoordelijkheid dat duurzame oplossingen bij een grensovergang nog gewoon verder kan. De programmadirectie Duurzame mobiliteit bij I&W ontwikkelt hierop een internationaliseringsstrategie.
- Het energie- en mobiliteitssysteem raken meer en meer vervlochten. Vervoerstuigen worden ook ingezet voor energietransport en opslag. Dit helpt de transitie van een centrale naar een decentrale lokale duurzame elektriciteitsopwekking. Met de sterke Nederlandse high tech sector biedt dit mondiaal kansen in het ontwikkelen van producten en diensten.



Bron: Visser, Entrance Hanze Hogeschool



Bron: Jaarverslag Rotterdamse Haven 2018

2.4 Van lineair denken en opschrijven naar systemisch denken en doen

Juist omdat Nederland als 'Energiehaven van Europa' erg verbonden is met het huidige fossiele regime is het zaak om veel ruimte te genereren voor crossovers en doorbraken vanuit andere markten en sectoren. Waarbij speciale aandacht zal moeten uitgaan naar de patronen van opbouw (duurzame hernieuwbare energiedragers) en patronen van afbraak (fossiel) die elkaar versterken dan wel tegenwerken. Dit vraagt expliciet bepaalde interventies vanuit de Rijksoverheid: van radicaal nieuw doen tot afscheid nemen van oude patronen. Deze transitiedynamiek is bedreigend. Tegelijkertijd biedt het enorme kansen voor de samenleving als geheel en nieuwe ondernemingen in het bijzonder.

Nederland had met de beleidsevaluatie van ECN over innovatie van Nederlandse Duurzame Mobiliteit in 2009 nauwelijks oog voor de impact van volledig elektrische auto's. Dit kwam doordat wij in Nederland toen met beleid nog erg gericht waren op verbeteren van energiedragers afkomstig uit de petrochemische waardeketen. Dit vraagt naar de toekomst om een adaptief beleid.

Als een betrokken burger de beleidsadviezen over duurzame mobiliteit van TNO, ECN aan de ministeries in 2009 en 2015 leest, dan is het goed voor te stellen dat deze burger zou denken dat er misschien niet zoveel veranderd. Het zijn vooral veel terugkerende thema's en aandachtspunten. Zelfs de uitdagingen ten aanzien van duurzame mobiliteit waren in 2009 al urgent en belangrijk en moesten zorgvuldig worden afgewogen met behoeften aan bereikbaarheid en betaalbaarheid. Innovatie was en is cruciaal om doorbraken te vinden en te kunnen implementeren. Voor de lezer met iets meer geduld en in bezit van iets meer context zijn er gelukkig toch een aantal heel opvallende zaken te vinden.

Dat wij aan de mobiliteitstafels van Klimaatakkoord spreken over 'energiedragers' en niet over brandstoffen is misschien wel het meest inspirerende voorbeeld dat echte verandering onderweg is. Ook aan de tafels waar de meer organisatorische kant van duurzame mobiliteit wordt besproken is een trend waarneembaar. Natuurlijk is er nog

steeds de dialoog tussen asfalt, spoor en fiets. Infrastructurele investeringen in multimodaliteit en slimme wegwakansystemen. Ook is de rol van regio's en gemeenten als *living lab* en als milieuzone een terugkerend fenomeen.

Er zijn ook nieuwe trends te herkennen: men spreekt veel over Smart Mobility en de opzet van een sociaal-economisch systeem gericht op het delen van menselijke en materiele activa. Termen als 'trailer as a service', 'mobility as a service' tekenen de discours. De roep om een integrale (keten)benadering, beter benutten van vervoersmiddelen en infrastructuur en het slimmer omgaan met investeringsmiddelen is omgezet in concrete eerste acties en resultaten. Gekoppeld aan de ontwikkeling van deelplatforms en de deeleconomie bieden ze zicht op een nieuw economisch systeem waarin waarde boven winst staat en goed ondernemerschap de basis is. Een ontwikkeling ook waarin economie ten dienste staat van sociale innovatie, groei, verbinding en externe (milieu)kosten zoveel mogelijk zijn geïnternaliseerd. Bestaande bedrijven zullen niet automatisch in staat zijn om mee te bewegen met structurele veranderingen in de markt: dat vraagt een vorm van innovatie en aanpassing die gericht is op de ontwikkeling van een nieuw businessmodel, oftewel een bedrijfstransitie (Loorbach, Rotmans, & Huffenreuter, 2014).

De kans op succes in het ombuigen van een dermate groot probleem naar een grote kans is ambitieus. Er is alle reden om vanuit een welvarend, innovatief en ambitieus land deze uitdaging aan te gaan ('*als het een simpel probleem was dan hield iedereen zich er al mee bezig*'). Om te komen tot een voorsprong vraagt om lef en slim publiek-privaat samenwerken in een open innovatiesysteem met kaders en ruimte voor disruptieve crossovers. Het gaat in transities dan ook sterk om het vermogen tot ondernemen en leren. Transities zijn processen van continu zoeken, experimenteren, evalueren en leren.

2.5 De essentie van een ambitieuze missiegedreven aanpak

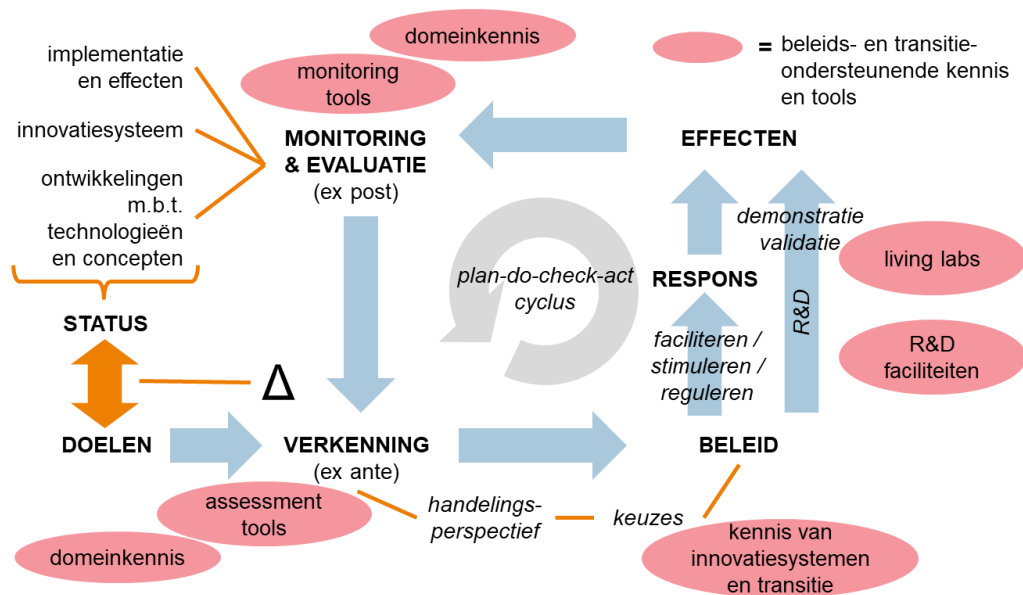
Het realiseren van beoogde klimaatdoelstellingen rondom mobiliteit, in 2030 en 2050 vraagt het uiterste van wat innovatie en technologie vanuit Nederland kan voortbrengen. Er is een trendbreuk nodig, nieuwe handelingsperspectieven die snel genoeg zoden aan de dijk kunnen zetten, maar ook andere 'regimes'. Een kenmerk van het nieuwe systeem is dat het zich onderscheidt van eerdere economische regimes is de directe waardering van het natuurlijke kapitaal en ecologische diensten als economische waarde. De mobiliteitssector is in beweging. Niet alleen ontstaan er steeds meer nieuwe (elektrische) mobiliteitsvormen. Er ontstaan vooral ook nieuwe businessmodellen. In die businessmodellen nemen bijv. platformpartijen, die van mobiliteit een dienst maken en zorgen van een verschuiving van bezit naar gebruik (Mobility as a Service) en efficiëntere goederenvervoer inrichten, een prominente plaats in. Mobiliteit vraagt met deze behoefte concrete invulling op het grensvlak van het beste wat verschillende topsectoren willen en kunnen brengen. Mobiliteit is een systeem dat in zijn geheel alleen kan verduurzamen als de verschillende onderdelen op een andere manier worden geordend en nieuwe mogelijkheden cross-sectoraal worden toegepast. Dit kan alleen worden gerealiseerd als hier expliciet op wordt gestuurd.

Om de economische welvaart en de vitaliteit van onze steden te behouden en waar mogelijk verder te laten groeien moeten nu de juiste keuzes worden gemaakt ten aanzien van het starten bij het inrichten van de missiegedreven innovatieagenda's. De groene moleculen die nodig zijn voor het aandrijven van transportmiddelen zullen afkomstig zijn vanuit het surplus dat fossiele industrie weet te genereren. Vanaf 2030 houden wij er vanuit mobiliteit rekening mee dat er een keur aan schaalbare oplossingen gloort van waterstof en vloeibare energiedragers.

In de concrete uitwerking van MMIP duurzame mobiliteit werkt een stevige alliantie aan het versneld innoveren en naar de markt brengen van een breed en diep portfolio aan product en procesinnovaties die schaalbare oplossingen voor 2030 versneld dichterbij kunnen brengen. Een alliantie mede gedragen door de topsectoren en kennisinstellingen, die in staat is om, vanuit samenwerking tussen overheden, bedrijfsleven, NGO's, burgers en kennisinstellingen, snel kennis op te doen, te delen en te verwaarden. Een alliantie die transformatief te werk gaat, en vanuit het proces stuurt op de verandering in de keten. De vroege thuismarkt, onder andere in GreenDeal's met steden en clusters, levert een prima testcase en etalage op om de nieuwe waar en nieuwe diensten wereldwijd als NL exportproduct te kunnen vermarkten. Nederland weet de unieke kracht en kwaliteiten op het gebied van innovatieve groene mobiliteit beter te vermarkten en uit te bouwen. Dit mes snijdt aan meerdere kanten:

- Behalen klimaat- en innovatiedoelstellingen 2024
- Binnen bereik komen van klimaatdoelstellingen 2030 en 2050
- Versterken van groene groei en positieve arbeidsmarkteffecten
- Schonere lucht in de steden en stiller verkeer in een gezonde leefomgeving

De sturing op dit programma is geen lineaire aanpak waar industriële behoefte en kennisaanbod elkaar vinden. De innovatiesturing legt een dynamische, directe koppeling tussen maatschappelijke opgave in de praktijk en de innovatieportfolio's vanuit de kennisinstellingen, clusters, regio's, starters/scale-ups, mkb en grote bedrijven. De dynamische programmering kan in samenhang als volgt worden weergegeven:



Adaptief & dynamisch programmeren

De nieuwe markten en aanbieders die nodig zijn om snel genoeg een doorbraak te bereiken zijn volgens economen zoals C.M. Christensen van Harvard Business School vaak niet afkomstig uit de bestaande markten. De reeds aanwezige marktpartijen worden gekenmerkt als 'incumbents' en zijn door allerlei kenmerken eigenlijk niet zo goed in staat om te anticiperen op een disruptieve doorbraak van nieuwe toetreders met echt nieuwe producten. Op het moment dat op regimenniveau door de toenemende druk van buiten meer beweging en openheid voor verandering ontstaat, kan de onderstroom (nieuwe partijen) gaan aanhaken bij de beweging op regimenniveau (de bestaande).

Naast concrete innovaties zijn ook andere elementen die businessmodellen op zijn kop zetten, denk hierbij aan dataficering. Aangezien er vaak onvoorziene (positieve en negatieve) neveneffecten kennen, willen overheden de impact met marktpartijen beproeven. Dat betekent voor zowel (traditionele) partijen als overheden een cultuuromslag. Voor mobiliteit betekent dat, dat het belangrijk is dat bij het zoeken naar oplossingen wordt gekeken naar:

- Niet de infrastructuur maar de data en de reiziger meer centraal komen te staan.
- Ook naar verschuiving tussen modaliteiten wordt gekeken.
- Direct een relatie wordt gelegd naar beleidsdoelstellingen op gebied van duurzaamheid, , bereikbaarheid, veiligheid, sociale inclusie.
- Niet alleen naar effecten op mobiliteitssysteem wordt gekeken, maar ook breder, zoals de effecten op ruimtelijke ordening, gezondheid en de gebouwde omgeving.

2.6 Onderbouwing legitimatie

De transitie naar duurzame mobiliteit aanjagen is niet alleen een afspraak in het kader van het Parijsakkoord. Nationaal zijn maatschappelijke opgaven geformuleerd, die tegelijkertijd kansen bieden op gebied van toekomstbestendig ondernemen binnen de mobiliteitssector. Juist denken en handelen vanuit dit perspectief geeft de doorslag.

Deze combinatie past goed in het onlangs door EZK gelanceerde "missiegedreven innovatiebeleid". Om innovaties vanuit de mobiliteitssector te stimuleren is het noodzakelijk dat ruimte is voor een open (eco-)innovatiesysteem, waar denken en handelen vanuit het waarde perspectief centraal staat. Gevoel van urgentie bij de komende transitie kan acceptatie van innovaties en veranderingen vergroten. Dat betekent dat naast inzet op technologische innovatie speciale aandacht zou moeten uitgaan naar de maatschappelijke drijfveren en betekenis van grote veranderingen. Niet

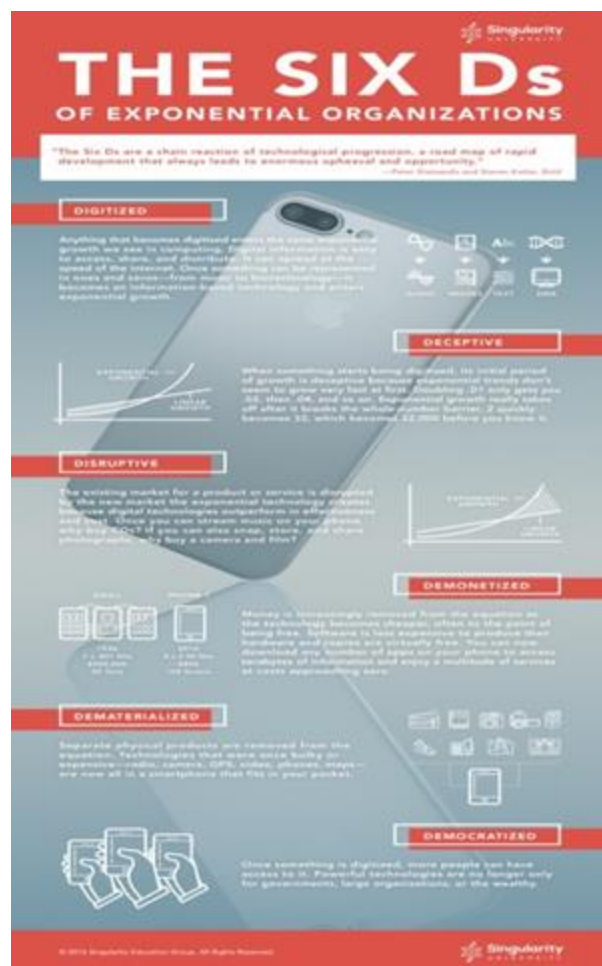
alleen in combinatie met implementatie van de technologische innovaties maar ook in het kader van samenwerking (procesinnovatie).

Een andere urgentie die wordt gevoeld is die van opschaling. Er zijn in Nederland vele innovaties die kunnen worden geïmplementeerd. Er is echter geen one-size-fits-all opschaling oplossing. Dat is maatwerk. Dit wil men in de mobiliteitssector bereiken door vanuit de keten vooral te leren door te doen en lessons learned meer in te zetten. Multilevel governance kan dit 'maatwerk' sturen door niet alleen te faciliteren maar de verbinding tussen lokaal, regionaal en nationaal te organiseren. Labs en hubs zijn hier de verbindende schakel.

Nederland staat niet alleen in de ontwikkeling van duurzame mobiliteit. Een goede samenwerking op duurzame mobiliteit kan nationaal de transitie versnellen en biedt internationaal het perspectief duurzame mobiliteit aan te jagen en Nederlandse innovaties te positioneren. Dit leidt tot groene groei en toekomstbestendige werkgelegenheid.

Digitalisering is een drijvende kracht. Big data, open data, blockchain, kunstmatige intelligentie, Internet of Things zijn thema's die inmiddels bewezen hebben dat ze innovatie in alle sectoren kunnen versnellen. Het delen en koppelen van data leidt tot optimalisatie en efficiëntieverbetering. Ook voor de mobiliteitssector heeft deze digitale revolutie kansen op gebied van duurzaamheid. De impact van data-analyse is het grootst als deze informatie over de grenzen van individuele ondernemingen wordt ingezet en dat het actief delen van data binnen de sector en cross-sectoraal wordt ingezet, dus niet alleen binnen het mobiliteitssysteem. Transparantie en vertrouwen in systemen en partners zijn cruciaal, dat kan worden versterkt door in te zetten op pré-concurrentiële samenwerking. Voorlopers in de mobiliteitssector kunnen laten zien hoe zij profiteren van datadeling, zodat ze andere bedrijven over de streep trekken om waarde uit hun data te halen.

De ontwikkeling onder invloed van digitalisering wordt internationaal beschreven langs 6 thema's. Het gaat in chronologische volgorde om digitalization, deception, disruption, demonitization, dematerialization en democratization. De zes D's (zie figuur) staan voor een zestal woorden die elk een fase in de keten van de ontwikkeling van de product of dienst representeren. Dit model is een mooi voorbeeld van hoe technologische en sociale innovaties met elkaar samenhangen in het kader van de transitie en biedt partijen houvast om dit als één geheel mee te nemen in de uitwerking van de implementatie.

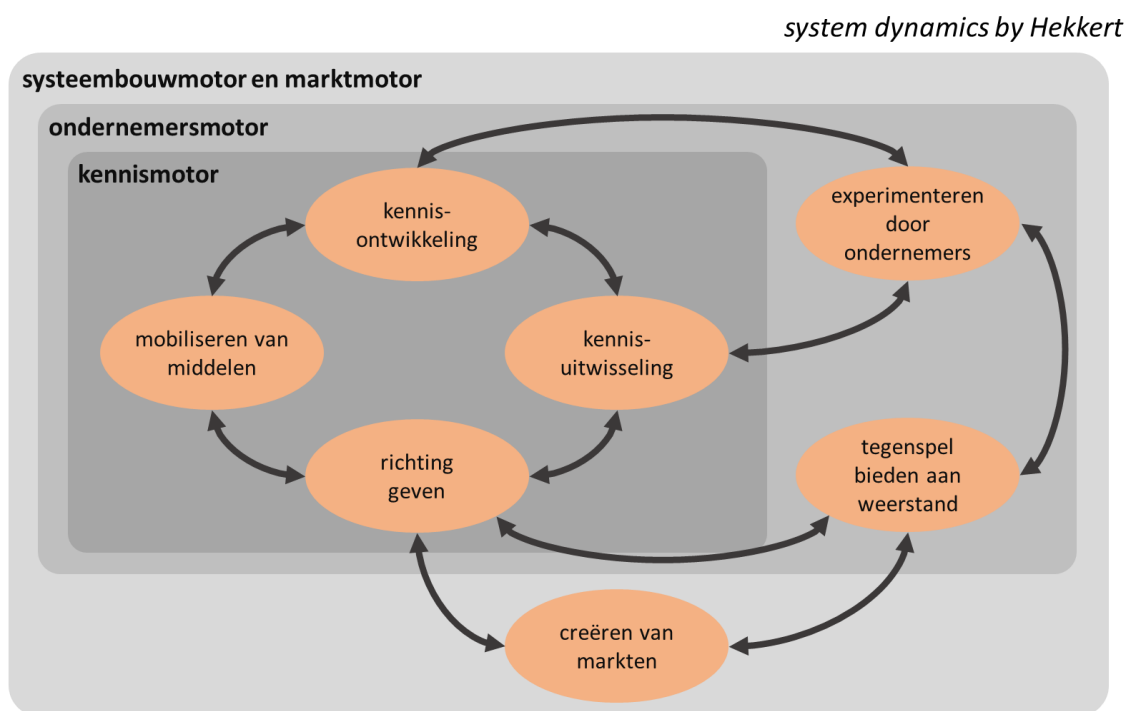


Bron: Peter Diamandis and Steven Kotler, Singularity University

3. Structuur, focus en randvoorwaarden

De opgave in mobiliteit voor het Klimaatakkoord kenmerkt zich door een veelheid aan technologievelden en spelers, en de noodzaak voor maatschappelijke transitie en gedragsveranderingen. Om de klimaatdoelen op korte termijn en na 2030 te realiseren is een systeemverandering noodzakelijk, die leidt tot een toekomstvast mobiliteitssysteem. Daarbinnen vinden sociale en technologische innovaties plaats naar nieuwe producten/diensten die snel schaalbaar moeten worden om meer impact te hebben en sneller te verduurzamen. Dit leidt voor Nederland tot nieuwe economische kansen en werkgelegenheid. Dit komt niet vanzelf en vraagt structuur (de innovatiemotor), keuzes maken en invullen van noodzakelijke randvoorwaarden.

Daarbij is het uitgangspunt dat innovaties plaatsvinden in een dynamisch systeem. Onderzoeken kunnen tegelijk in verschillende fases zitten zoals de uitwerking van laadinfra voor elektrische auto's. Enerzijds wordt er gewerkt aan een opschaling van het aantal laadpunten en tegelijkertijd wordt er onderzoek gedaan naar de verknoping met de energie infrastructuur en ontwikkeling van diensten. Hekkert e.a. beschrijven dat in publicaties over systeemdynamieken.



Structuur, zoals hierna beschreven helpt in deze om de noodzakelijke dynamiek te laten ontstaan. Naast structuur is het ook een instrument om prioriteiten te stellen binnen de veelheid aan innovatieopgaven.

3.1 De innovatiemotor: kortere time to market, sneller & meer impact

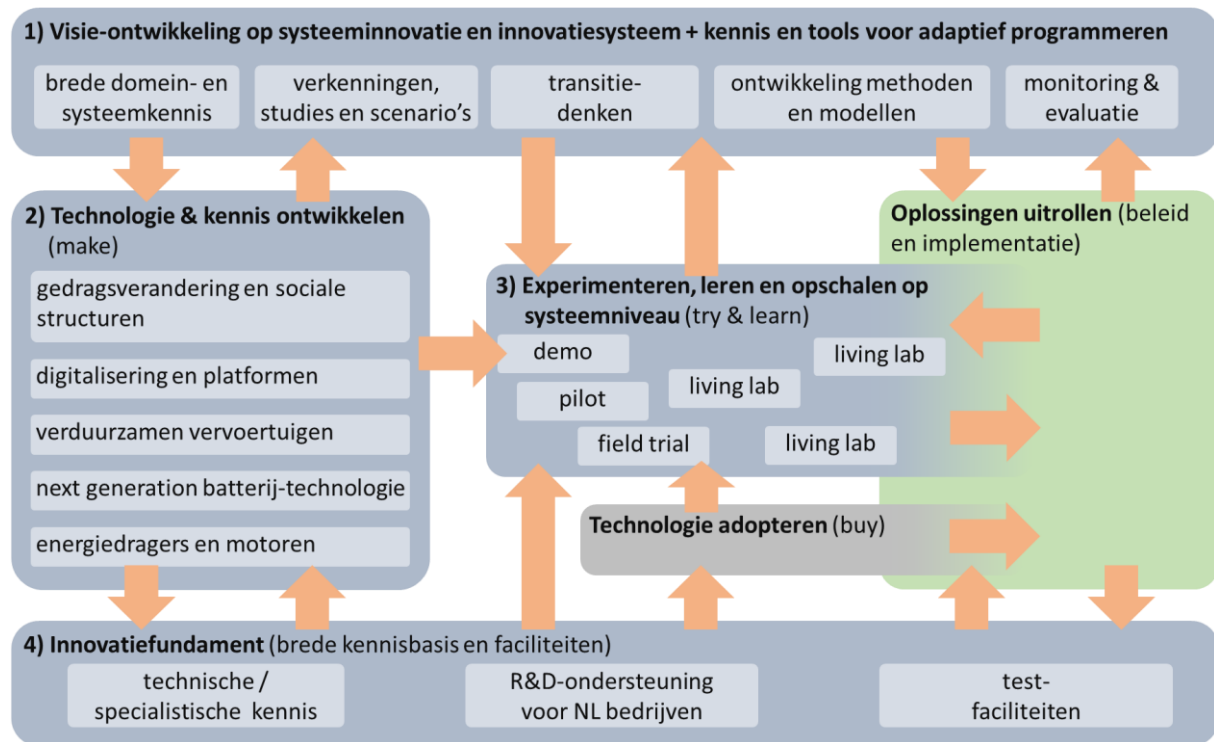
Cross-sectorale samenwerking in de keten is hierbij de sleutel. Om te komen tot duurzame mobiliteit draait het om mobiliteitsoplossingen in de keten, waar het innovatielandschap nu nog versnipperd is naar modaliteiten. Duurzame mobiliteit is daarmee niet te vangen in één topsector,, maar past binnen de kwaliteiten van diverse topsectoren, waaronder Logistiek, HTSM, Chemie en Energie. Er zijn vele vergezichten en interessante experimenten en innovaties, die publiek-privaat bij elkaar moeten worden gebracht. Op die manier kan optimalisatie worden gericht op systeemniveau en leren we van elkaar. Om dit te organiseren wordt van de overheid een faciliterende en sturende rol verwacht. Zeker om ook de verbinding te leggen naar andere maatschappelijke opgaven, zoals luchtkwaliteit, gezondheid, veiligheid en bereikbaarheid. Daarnaast kan de overheid ook succesvoller worden in het met schaal toepassen van nieuwe innovatieve oplossingen binnen infraprojecten of bij complexe mobiliteitsfuncties.

Duurzame innovatie wordt ondertussen dikwijls opgenomen naast doeleffect, voorspelbaarheid en risicobeheer (budget, voortgang en resultaat). Maar kans van slagen heeft het pas echt als de systeemverandering bij uitvraag, uitvoering en financiering expliciet als randvoorwaarde wordt meegenomen. Waar geïntegreerde contractvormen

(DBFM) worden ingezet is er ook nog geen robuuste werkwijze om succesvol te zijn met regie op innovatie. Ook samenwerkende consortia (incl. unusual suspects) zouden hiervoor meer de ruimte moeten krijgen.

Om dit te kunnen doorbreken is publiek-private samenwerking nodig in een open innovatiesysteem met samenwerking vanuit het living lab principe. Daarbij moet impact op de maatschappelijke doelen, zonder het brede fundament te verliezen centraal staan met focus op opschaling. Vanuit inhoud, proces en structuur zijn er vier lagen die als tandwielen van een motor draaien en elkaar versterken.

Schematisch ziet de samenwerking er als volgt uit:



3.2 Open innovatie-ecosysteem voor mobiliteit

Een pré-competitieve publiek-private samenwerking, waarin innovaties t.b.v. (de toekomst) van het mobiliteitssysteem worden ontwikkeld. Een plek (fysiek of virtueel) waar de quadrupel helix⁵ samen komt. Een plek waar onderzoek plaatsvindt hoe het systeem in Nederland eruit gaat zien en waar mondiale exportkansen liggen. Een plek die fungeert als het kennisbackbone voor adaptief programmeren en waar kennis en innovatie expliciet bij elkaar worden gebracht. Een plek waar de overheid tot zijn recht komt in de faciliterende en regiefunctie en waar de inzet van wet- en regelgeving stimuleert en aanjaagt. Een plek waaruit nieuwe technologie ontstaat en waar handig gebruik wordt gemaakt van de ondersteuningsinstrumenten, Europees, nationaal en regionaal.

Wat zien we dan over 4 jaar:

- Pré PPS constructie met 100+ organisaties, gelinkt aan diverse topsectoren en andere maatschappelijke thema's.
- Slimme uitrol.
- Heldere voortgang met concrete innovaties die laten zien (in de praktijk en i.h.k.v. monitoring) dat de gezamenlijke visie op het mobiliteitssysteem van de toekomst dichterbij komt.
- Kennisdatabase (incl. tools) om adaptief te kunnen programmeren.
- Update van de innovatieagenda met lessons learned.
- De interactie tussen politiek, beleid en partijen in een open innovatief ecosysteem is een unique selling point van Nederland.

⁵ In de Quadruple Helix wordt als vierde partij of vierde helix de 'Civil Society' genoemd, zeg maar de maatschappij als verzameling van al haar burgers.

3.3 Vijf onderzoeksprogramma's met focus op impact

Er zijn 5 onderscheidende gebieden die grote impact op de klimaatdoelen hebben, waarin Nederland bewezen kwaliteiten heeft en waarin wereldwijd de marktkansen zijn. Hierin komen fundamenteel en industrieel onderzoek samen en wordt gewerkt naar opschaling en benutten van economische kansen. In deze 5 thema's komen de onderwerpen van het sectorakkoord duurzame mobiliteit en de uitwerkingen hiervan in de MMIPs naar voren. Het verbindt de maatschappelijke opgave o.g.v. duurzame mobiliteit en het toekomstbestendig ondernemen van de sector en geeft ruimte om vanuit de systeemaanpak te blijven innoveren. Bij het maken van prioriteiten zijn deze 5 focusgebieden leidend.

De 5 focusgebieden zijn:

1. Gedragsverandering en sociale structuren.
2. Integratie data, digitalisering en (deel)economie van de platformen (smart mobility, smart logistics, smart energy incl. certificatenhandel en smart grid).
3. Verduurzamen voer- en vaartuigen (incl. (cargo)bike, Light Electric Vehicles, doorontwikkeling zuinige en stille truck en trailer, schepen, stille logistiek).
4. Next generation batterijtechnologie incl. voertuigintegratie en managementsystemen.
5. Verduurzamen van energiedragers & motoren (waterstof, solar, synthetische brandstoffen en bijmengen biobased, incl. distributie & opslag).

De kennisvragen en innovatieopgaven waar deze 5 gebieden zich op richten zijn hieronder kort samengevat. Werk in de focusgebieden omvat de ontwikkeling van nieuwe kennis, technologie, producten en diensten, studies en andere activiteiten voor de beantwoording van specifieke kennisvragen. Dit geeft richting aan en ondersteuning bij ontwikkeling en implementatie van de technologie, producten en diensten die binnen het focusgebied worden ontwikkeld. Dit met inbegrip van de beproeving, demonstratie en eerste opschaling in praktijkproeven en living labs. Sociale innovaties moeten hierbij niet alleen als los thema worden gezien, maar terugkomen in elke technologische innovatie.

Gedragsverandering en sociale structuren

Meer aandacht is nodig voor nieuwe manieren van innoveren waarin de maatschappelijk inbedding van innovaties centraal staat. Sociale innovatie komt terug in een totaal nieuwe manier van denken en handelen en reageren op de externe omgeving, waardoor de structuren werkwijzen wijzigen en de samenwerking anders wordt georganiseerd. Een mooi voorbeeld is de verschuiving van bezit naar gebruik: deelfietsen, deelauto's en Mobility-as-a-Service betekenen veranderingen waar vanuit duurzaamheid op in gespeeld kan worden. Innovaties hebben pas impact als ze ook toegepast en opgeschaald kunnen worden en dat gebeurt alleen als deze innovaties geaccepteerd en/of omarmd worden. Bij technische innoveren moeten daarom de motivaties, gewoonten en beperkingen van de mens in het systeem meegenomen worden. Hierbij ontstaan verschillende vormen van slimme relaties tussen bedrijven en andere actoren en nieuwe sociale structuren. Dit in de vorm van activiteiten, relaties en gedrag van individuen en groepen. Ontwikkeling van kennis over het functioneren van systemen, drivers en voorwaarden voor systeemverandering, gedrag en (effectieve maatregelen voor) gedragsverandering zijn derhalve essentieel voor een succesvolle transitie naar duurzame mobiliteit. Innovaties m.b.t. producten en diensten die effectief gebruikmaken van deze kennis zullen succesvoller zijn.

Ook de Rijksoverheid heeft een rol in het aanjagen van sociale innovatie in het versplinterde landschap van mobiliteit. De Rijksoverheid moet onder andere inzetten op innovatief organiseren, strategiebepaling en samenwerking van multidisciplinaire aanpak. Daarbij is het belang van inzicht in mobiliteitsgedrag en reisgedrag net zo belangrijk als aankoopgedrag. Mobiliteit kan alleen verduurzamen als verschillende onderdelen samenwerken en nieuwe mogelijkheden cross-sectoraal worden toegepast. Bedrijven zullen sociale innovatie verder moeten ontdekken om van daaruit te experimenteren in een veranderende omgeving, waarbij ook de principes van circulaire economie kunnen worden toegepast. Dit is onder andere waarom deze MMIP hecht aan de inzet van labs en hubs. Labs en hubs maken het voor bedrijven ook makkelijker om disruptieve verdienmodellen te ontwikkelen, testen en valideren. Die disruptieve modellen versnellen de klimaattransitie. Een element hierbij dat verder moet worden uitgedacht, is hoe de uiteindelijke spelers in het nieuwe systeem worden meegenomen.

Integratie data, digitalisering en (deel)economie van de platformen

Digitalisering en platformtechnologie zijn belangrijke enablers voor het verbeteren van de functionaliteit en het vergroten van de efficiëntie van personen- (“Mobility as a service” & “smart mobility”) en goederenvervoer (“smart logistics”). Ook zijn ze cruciaal voor het optimaal koppelen van (de inzet van) voertuigen, laadinfrastructuur en systemen voor duurzame energieopwekking op lokaal, regionaal en nationaal niveau (“smart grid”). Innovaties omvatten de ontwikkeling van producten en diensten en de toepassing van o.a. nieuwe communicatietechnologie (bijv. 5G) en artificial intelligence. Ontwikkelingen dienen een breed spectrum aan private en maatschappelijke doelen⁶. Binnen dit programma ligt de focus op het operationaliseren van duurzaamheid in ontwerp, implementatie, aansturing en gebruik van digitalisering, platformtechnologie en nieuwe mobiliteitssystemen. Het heeft als doel om netto te gaan bijdragen aan reductie van CO₂-emissies in de mobiliteitssector. Er is een onderbouwde visie nodig op hoe deze innovaties zich kunnen ontwikkelen (scenario’s), hoe ze potentieel tot CO₂-reductie kunnen leiden en met welke middelen bij de ontwikkeling en implementatie gestuurd kan worden op maximalisatie/ optimalisatie van die bijdrage. Naast ICT en kennis van de domeinen waarin die wordt toegepast, is kennis van systemen, gedrag en sociale innovatie een belangrijk ingrediënt. Om als Nederland “educated customer” te zijn van ontwikkelingen die in belangrijke mate buiten Nederland ontwikkeld worden en deze ontwikkelingen in te kunnen zetten voor het bereiken van eigen maatschappelijke doelen, is gedegen kennis van die ontwikkelingen nodig. Die wordt verkregen door participatie in de ontwikkeling van nieuwe technologie en concepten. De daarbinnen ontwikkelde kennis, technologie en producten bieden vervolgens economische kansen voor Nederlandse bedrijven in de internationale markt.

Verduurzamen van voer- en vaartuigen

Gehele of gedeeltelijke elektrificatie van aandrijflijnen voor voer- en vaartuigen en hulpsystemen is een belangrijke pijler onder het halen van de Nederlandse klimaatdoelstellingen. Kansen voor de Nederlandse industrie liggen, naast toelevering van (circulaire) componenten voor mainstream voertuigtoepassingen, in de ontwikkeling van technologie en producten voor specifieke niches. Te denken valt aan elektrische vrachtwagens voor stedelijke distributie, elektrische en hybride vuilniswagens, en binnenvaartschepen op elektriciteit of (met brandstofcellen) op waterstof, maar ook aan nieuwe voertuigconcepten zoals elektrische (cargo)bikes en Light Electric Vehicles. Innovaties omvatten o.a. optimalisatie van aandrijflijnconfiguraties in relatie tot keuzes in inzet en laad-/tankinfrastructuur, benodigde innovaties in laad-/tankinfrastructuur, adaptieve regelsystemen die gebruik maken van de real-time informatie over voertuig, inzet en omgeving (zoals die ook verzameld worden voor smart mobility), managementsystemen voor voertuigintegratie en optimale levensduur van bestaande batterijtechnologie, elektrificatie van trailers, en een breed palet aan voertuigtechnologieën die bijdragen aan optimale inzetbaarheid, minimaal energiegebruik en lage kosten.

Next generation batterijtechnologie incl. voertuigintegratie en managementsystemen

De markt en bijbehorende productiecapaciteit voor de huidige generatie lithium-ion batterijen begint zich internationaal al te ordenen. Europa loopt in die markt achter, zowel qua kennis en productiecapaciteit als qua toegang tot grondstoffen. Hoewel er gewerkt wordt aan een inhaalslag, liggen er mogelijk grotere economische kansen op langere termijn in de productie van next-generation batterijtechnologie. Dit omvat in ieder geval verschillende soorten solid-state Li-batterijen, maar mogelijk ook andere opties. Nederland heeft een goede uitgangspositie op dat gebied, zowel wat betreft kennis en ontwikkeling van nieuwe batterijtypen als in de ontwikkeling van geavanceerde productiemethoden. Dit biedt kansen voor Nederlandse maakindustrie in een Europese context. Niet alleen in de fabricage van batterijen maar mogelijk nog meer in de ontwikkeling en fabricage van productiemiddelen voor deze nieuwe batterijen. Gedegen kennis van de nieuwe batterijtechnologie verschaft ook een koploperpositie in het ontwikkelen van batterijmanagementsystemen voor optimalisatie van batterijlevensduur en energie-efficiënte en kosteneffectieve integratie in geavanceerde elektrische aandrijflijnen.

Verduurzamen van energiedragers & motoren

Voor een groot aantal, met name zware, toepassingen is elektrische aandrijving voorlopig of zelfs op langere termijn nog geen optie. Die toepassingen, waaronder zware vrachtwagens voor langeafstandsvervoer, binnenvaartschepen⁷ en mobiele werktuigen, blijven aangewezen op het gebruik van verbrandingsmotoren en vloeibare of gasvormige brandstoffen met een voldoende hoge energiedichtheid. Verlaging van de CO₂-emissies wordt dan bereikt door verbetering van het motorrendement en de inzet van uit duurzame bronnen geproduceerde brandstoffen. Die laatste vereisen innovaties aan de motor of maken die zelfs mogelijk. Brandstofopties omvatten o.a. (bijmenging van)

⁶ Meer algemene kennisvragen en innovatieopgaven voor smart mobility en smart logistics zijn onderdeel van de deel-KIA “Toekomstbestendige mobiliteitssystemen”

⁷ Motortechnologie voor maritieme toepassingen is onderdeel van de deel-KIA “Toekomstbestendige mobiliteitssystemen”

geavanceerde biobrandstoffen, waterstof en synthetische brandstoffen (o.a. solar fuels uit duurzaam geproduceerde waterstof en CO₂). Die laatste twee spelen ook een belangrijke rol als buffer in het optimaliseren van het duurzame energiesysteem voor de gehele economie. Dat moet in de plaats komen van het huidige, op fossiele energie gebaseerde systemen. Kennis van het energiesysteem enerzijds en de toepassing in voer- en vaartuigen anderzijds is nodig om te komen tot vanuit systeemperspectief optimale keuzes. Innovaties binnen dit domein omvatten geavanceerde, ultraschone en zuinige motoren voor toepassing van alternatieve brandstoffen en technologie voor distributie en opslag. Conversietechnologie voor productie van de brandstoffen is onderdeel van MMIP 6 en 8 maar dient wel in nauwe samenwerking met de transportsector, en de innovaties in MMIP 9, ontwikkeld en opgeschaald te worden. Deze ontwikkelingen kunnen bouwen op de sterke Nederlandse posities in de brandstofindustrie enerzijds en voertuigen en motoren voor zwaardere toepassingen anderzijds en verbinden de transitie in beide domeinen.

Wat zien we over 4 jaar:

- 5 levendige roadmaps op de deelgebieden, waarbij telt: *“afpraak is afspraak, maar niet 100% in beton gegoten”*.
- Er is ruimte voor doorontwikkeling.
- Er zijn standaarden en kaders die bijdragen en richtinggevend zijn aan het versnellen van de gewenste transitie.
- De roadmaps zijn geïntegreerd in het kennis en innovatielandschap en in de Wetenschapsagenda.

3.4 Systeemniveau: experimenteren, leren en opschalen

Het ‘gewoon doen’ is een belangrijk aspect in het innovatieproces. Dit zorgt dat oplossingen van de toekomst dichtbij komen en zichtbaar worden voor een breed publiek. En dat huidige innovatie sneller opschalen, doordat het maatschappelijke acceptatieproces naar voren wordt gehaald. Het zet de gebruiker(s) centraal, wat helpt bij het ontwikkelen van de juiste producten en diensten ihkv de maatschappelijke opgaven en toekomstbestendig duurzaam ondernemen. Het vergroot de bewustwording en helpt bij aanpassen van gedrag. Niet alleen van de burger/reiziger, maar ook van de werknemers en werkgevers.

Een mooi voorbeeld vormen de 7 nationale MaaS-pilots die op het punt van starten staan. MaaS staat voor het plannen, boeken, betalen en reizen via geïntegreerde apps. Via de data die wordt gegenereerd vanuit de 7 regio’s die elk een eigen doelstelling meegeven aan hun nationaal opererende MaaS-dienstverlener, wordt het inzicht in gedragsveranderingen vergroot en kan, wellicht met experimenten binnen deze pilots, optimalisering op duurzaam gedrag worden bereikt.

Samen werken, samen ‘falen’ en samen leren wordt versterkt door optimaal gebruik te maken van het open innovatie ecosysteem waarin samen met de eindgebruikers een product of dienst wordt ontwikkeld, getest en in gebruik genomen. Daarbij wordt niet alleen gekeken naar het effect in of op het mobiliteitssysteem, maar ook in de andere sectoren. Labs en hubs werken niet alleen bottum up aan innovaties, maar kennisvragen en innovatieopgaven van mobiliteit worden hier ook belegd, waardoor kan worden gestuurd om gerichte impact. Elke regio kan hier zelf de regie voeren, waarbij moet worden gekeken naar verdeling van de vragen inzet van kennis en expertise van desbetreffende regio. IenW stuurt middels de regioaanpak op dwarsverbanden en het delen van lessons learned en nationale opschaling.

Het gaat in transitie ook sterk om het vermogen tot ondernemen en leren. Transitie zijn processen van continu zoeken, experimenteren, evalueren en leren. Door verschillende experimenten en innovaties meer bij elkaar te brengen kan onderlinge kennisuitwisseling plaatsvinden en vindt optimalisatie plaats op systeemniveau. Door elkaars kennis beter in te zetten, komen nieuwe mogelijkheden aan het licht waarin meerdere maatschappelijke opgaven en economische kansen terugkomen.

Het huidige landschap van labs en hubs kan worden versterkt door het te koppelen aan de maatschappelijke opgave en daarbij behorende innovatie- en onderzoeksvragen. Dit gaat om een innovatieve en creatieve manier van samenwerken. De pre-concurrentiële fase kan worden gekoppeld aan het vroegtijdig inzetten van deze labs en hubs. Labs en hubs kunnen met minder projecten meer volume creëren door sterkere sturing en coördinatie. Door slimme uitrol kunnen dwarsverbanden leiden tot snellere resultaten en kan opschaling, continuïteit en garantie tot opschaling worden georganiseerd. De regio zou hier die sturende en verbindende rol kunnen vervullen door actief living labs bijeen te brengen en onderzoeksvragen en financiële middelen eraan te koppelen vanuit het innovatiebeleid. Deze labs en hubs kunnen hiermee een platform creëren waar partijen betrokken zijn om focus en massa te creëren met ruimte voor nieuwe kennispraktijken en aandacht voor samenhang en continuïteit.

Wat zien we over 4 jaar:

- De regio zet een 'makelaarsfunctie' in om actief te sturen in samenhang van labs en hubs. Dit is opgenomen in de regioaanpak en de MIRT-systematiek.
- Labs en hubs zetten de kennisdatabank in en leveren ook nieuwe informatie terug o.g.v. alle experimenten.
- Lab en hubs zetten de kennis- en innovatie (onderzoeks)vragen in bij de programmering en maken dwarsverbanden naar andere thema's, transities en sectoren.
- Opschalingsplan is onderdeel bij de opstart van nieuwe projecten labs en hubs. Succesvolle experimenten worden (waar mogelijk) binnen 2 jaar nationaal uitgerold.
- Internationaal draagvlak voor Nederlandse innovatieve aanpak van mobiliteit in de strijd tegen klimaatverandering (reputatie etc.)

3.5 Innovatiefundament: brede kennisbasis op mobiliteit, mondiaal verbonden

De focus op 5 deelgebieden laat onverlet dat een brede kennisbasis, zoals Nederland nu deels al heeft, noodzakelijk is en versterking behoeft. De verbinding met wetenschapsagenda's houdt de instroom van nieuwe kennis vitaal. Individuele bedrijven en gebruikersgroepen hebben hier een plek om hun specifieke kennisvragen neer te leggen, waarbij ze dan expliciet betrokken zijn bij de uitwerking van de vervolgvragen. Het is nodig om als klant voldoende kennis te hebben om technologie in te kopen waar deze niet zelf wordt ontwikkeld. Tevens worden nieuwe ontwikkelingen op het gebied van mobiliteit tijdig gesignaleerd, die als nieuwe kans kunnen worden opgepakt. Deze kennisbasis biedt ook input voor cross-sectorale samenwerking en stimuleert dat, door bij het genereren van de kennis hier aandacht aan te besteden en bij resultaat de inzichten transitiebreed te delen.

Het innovatiefundament kent een sterke verbinding met de kracht van de regio's. Zij zetten via hun valorisatiebeleid en via Smart Specialisation Strategy's gekoppeld aan het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling (EFRO) in op het opbouwen en onderhouden van het innovatiefundament. Verschillende regio's hebben eigen kenmerken (zoals high-tech met Automotive Campus en Brightlands in zuid, focus op waterstof in noord en oost en smart & green mobility in west). Een gedetailleerdere analyse zal hiervan gemaakt moeten worden. Het beeld is wel dat de regio's gezamenlijk de hele MMIP Duurzame Mobiliteit dekken.

Daarmee komt de onderzoeksgovernance, en de valorisatiegovernance inclusief de marktcreatie-governance in samenhang. De gezamenlijke regio's kunnen een heel goed samenhangend inkoop- en aanbestedingsbeleid (voor grotere zaken) opbouwen, met meer impact en efficiency, meer spreiding van risico's en minder overlap en losse initiatieven. Het OV-traject van emissievrije bussen is een prachtig voorbeeld. Concessiehouders zetten daar een breed instrumentarium op in met SBIR-trajecten of gezamenlijke tenders voor laadinfra.

Lightyear

Lightyear is een wereldwijd bekend voorbeeld. Het is ontstaan uit een studententeam van de TU/e. Het snelgroeiende bedrijf werd opgericht in 2016 en heeft inmiddels, gesteund door het regionale ecosysteem van kennisinstellingen, bedrijven en overheden, meer dan honderd werknemers. Op 25 juni j.l. heeft ze haar eerste prototype gelanceerd: de Lightyear One.



Regio's hebben een beleid op starters en groeiers, inclusief financiering. Regio's, vaak via de regionale ontwikkelmaatschappijen, brengen hiermee een ontwikkelkracht naar boven op duurzame innovaties, die goed zijn voor de BV Nederland en tegelijk bijdragen aan toekomstbestendige werkgelegenheid. Dat wordt nog extra ondersteund met regionaal arbeidsmarktbeleid. Regio's zijn daarmee een verbindende schakel naar de onderwijsinstellingen in de regio.

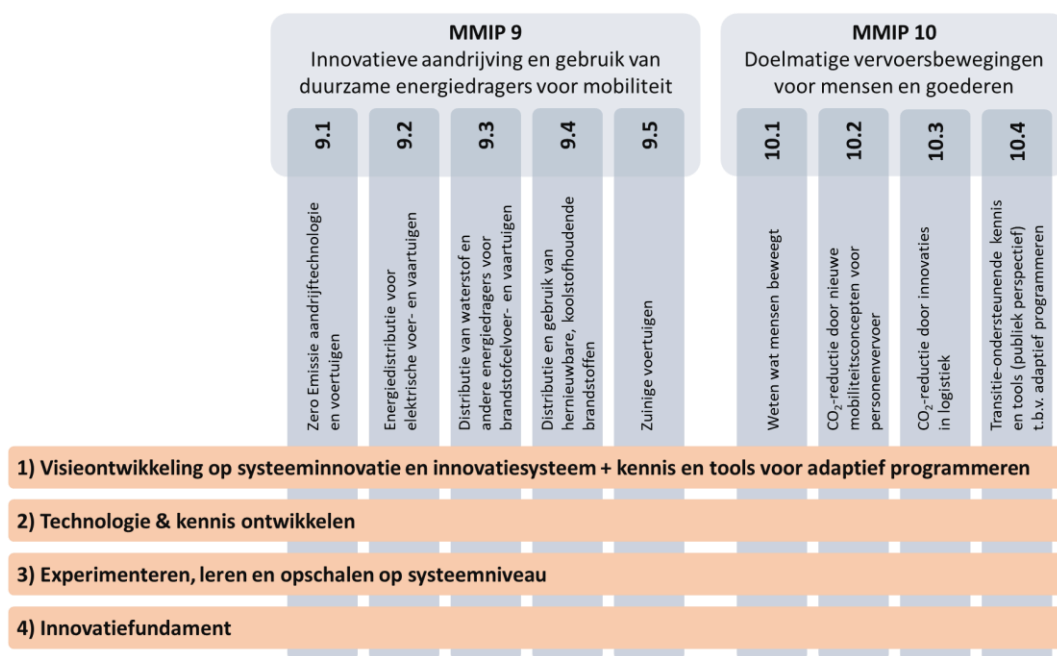
Nieuwe technologieën, concepten en modaliteiten creëren ook nieuwe testbehoeften bij o.a. RDW, ILT, industrie en TO2-instellingen. Deels kan dat binnen het bestaande innovatie-ecosysteem, maar voor meer complexe vraagstukken en testen, waarbij duurdere faciliteiten nodig zijn, vraagt dit om een beperkt aantal state-of-the-art nationale faciliteiten. Dit in nauwe verbondenheid met regionale ecosystemen en publiek-privaat gefinancierd, bijv. in de vorm van een Joint Innovation Centre op de Automotive Campus.

4. Beschrijving van de innovatieopgave

De IKIA Klimaat kent voor de missie mobiliteit twee meerjarige missiegedreven innovatieprogramma's. Deze twee programma's zijn opgesplitst in 9 deelprogramma's en die kennen weer diverse onderzoeksvelden. Om te komen tot een effectieve impact op het mobiliteitssysteem worden de onderzoeksprogramma's in samenhang gezien en wordt in de programmatische aanpak het onderscheid tussen de 2 MMIPs verder niet gebruikt.

In dit hoofdstuk wordt echter nog op basis van de deelprogramma's in MMIP 9 en 10, zoals gedefinieerd in de IKIA Energie & Klimaat, dieper ingegaan op de onderwerpen waarop binnen het Nederlandse innovatiesysteem voor duurzame mobiliteit behoefte is aan kennisontwikkeling, onderzoek, technische ontwikkeling, beproeving en demonstratie. De specificatie van kennisvragen en innovatieopgaven is gebaseerd op expertkennis van de schrijvers van dit document en input van een groot aantal partijen die feedback hebben geleverd op draft versies van de MMIP-beschrijvingen.

De relatie tussen de deelprogramma's binnen MMIP 9 en 10 en de vier programma-elementen zoals uitgewerkt in het voorgaande hoofdstuk van dit Meerjarige Missiegedreven Innovatieprogramma Duurzame Mobiliteit is hieronder in een figuur geïllustreerd.



Per deelprogramma is voor een aantal hoofdlijnen steeds in een tabel aangegeven in welke fase van ontwikkeling het onderwerp zich bevindt. In veel gevallen omvat dat meerdere fasen omdat er bijv. tegelijkertijd demonstratie of marktintroductie van een eerste generatie technologie plaatsvindt en er gewerkt wordt aan fundamenteel of toegepast onderzoek voor ontwikkeling van de volgende generatie. Met kleuren is -indicatief- aangegeven of het onderwerp 1) kansen biedt voor groene groei in Nederland op basis van sterke Nederlandse inzet of 2) internationale samenwerking op het onderwerp (make), of 3) kennis van de technologie vooral nodig is om buiten Nederland ontwikkelde producten en concepten in Nederland in te kunnen zetten (buy) of 4) dat het vooral kennisontwikkeling ten dienste van implementatie van innovaties in Nederland betreft (know).

	Make	Innovatie in Nederland heeft potentie voor groene groei. Goede aansluiting bij Nederlandse kennisbasis en industrie.
	Make	Innovatie in internationaal verband met kansen voor Nederland. Actieve Nederlandse kennisbasis en industrie.
	Buy	Ontwikkeling m.n. buiten Nederland. Wel Nederlandse kennisbasis nodig voor toepassing.
	Know	Belangrijke kennis voor implementatie van innovaties in Nederland

In de tabellen verderop in dit document zijn relatief weinig onderwerpen als “buy” gemarkeerd. Dat komt doordat in de selectie van innovatie-opgaven al nadrukkelijk is gekeken naar aansluiting bij de Nederlandse markt en industriële en wetenschappelijke kennisbasis.

Een uitgebreidere beschrijving van de kennisvragen en innovatieopgaven is uitgewerkt in een apart document⁸.

4.1 MMIP 9 - Innovatieve aandrijving en gebruik van duurzame energiedragers voor mobiliteit

4.1.1 Deelprogramma 9.1 - Zero Emissie aandrijftechnologie en voertuigen

Ontwikkelen, demonstreren en implementeren van (technologie voor) ZE-voertuigen in verschillende modaliteiten.

Dit deelprogramma richt zich op alternatieve zero-emissie aandrijftechnologieën zoals batterij-elektrische en brandstofcel-elektrische aandrijving. De ontwikkeling van schone en zuinige motoren voor toepassing van hernieuwbare brandstoffen is onderdeel van deelprogramma 9.5. Bij de ontwikkeling en toepassing ligt de nadruk op modaliteiten en niches waarin Nederlandse industrie een sterke positie heeft. Dit betreft m.n. zwaardere toepassingen in wegverkeer en binnenvaart. Daarnaast dragen verschillende innovaties bij aan versterking van de technologiepositie van Nederlandse toeleveranciers voor fabrikanten van personen- en bestelauto's.

Batterijen zijn een belangrijk onderdeel van de waardeketen van elektrische voertuigen. Voor de toekomst van de automotive industrie in Nederland en de EU is batterij-technologie dus van wezenlijk belang. M.b.t. ontwikkeling van batterijtechnologie is het niet zinvol om als Nederland nog in te stappen in bestaande Li-ion technologie. Wel zijn er Nederlandse ontwikkelingen op het gebied van nieuwe materialen en productieprocessen die kunnen bijdragen aan het verbeteren van de prestaties van Li-ion batterijen. De focus moet echter vooral liggen op nieuwe concepten. Belangrijke drivers zijn - afhankelijk van de toepassing - verhogen van energiedichtheid, verlengen van levensduur, verbeteren van de veiligheid, kostenreductie en vermindering van het gebruik van kritische / schaarse materialen. Een aantal Nederlandse bedrijven is goed in staat om de voor productie benodigde machines te ontwikkelen en produceren. Het is belangrijk om hiervoor aan te sluiten bij bredere Europese ontwikkelingen.

Kansen voor batterij-innovatie in Nederland

Focus op next-generation batterijtechnologie: Met betrekking tot batterijtechnologie zijn er verschillende onderzoeks- en ontwikkelingskansen voor Nederland op basis van de aanwezige expertise en activiteiten. Een belangrijke ontwikkellijn Li-ion vaste-stofbatterijen (anorganische, polymer en hybride elektrolyten), met o.a. hogere laadvermogens, langere levensduur en inherent betere veiligheid dan de huidige generatie Li-batterijen. In ontwikkeling zijnde productiemethoden (bijv. Spatial Atomic Layer Deposition) zijn ook breder toepasbaar voor andere producten. Daarnaast bieden ook andere lading dragers (bijvoorbeeld Mg, Al, Zn) voor Nederland kansen om in te stappen, gezien het nog jonge onderzoeksveld. Er is ook nieuwe batterijtechnologie in ontwikkeling op basis van andere (niet kritische) ladingdragers (bijvoorbeeld Na). Ook voor batterijen met medium energiedichtheid, geschikt voor toepassingen waar gewicht of maximale afstand niet kritisch zijn (bijvoorbeeld maritieme toepassingen), liggen er kansen.

High-tech enablers: State-of-the-art materialenonderzoek in Nederland levert voor bestaande Li-ion technologie en nieuwe batterijtechnologie oplossingen voor goedkopere elektroden met een langere levensduur. Een discipline- en technologiedoorsnijdend thema dat met name interessant is voor Nederland, betreft de ontwikkeling van technologieën om grensvlakken te stabiliseren, bijvoorbeeld door middel van dunne-laag depositie.

Aansluiting bij grote Europese batterij-onderzoeks-/ontwikkelingsprogramma's is zeer gewenst voor de optimale integratie van Nederlandse technologie op grote schaal. Essentieel voor het ontwikkelen van nieuwe batterijtechnologie binnen Nederland, voor de transitie van lage naar hogere TRL-niveaus, zijn testfaciliteiten en toegang tot pilot batterijproductielijnen.

Batterijen zijn een belangrijk onderdeel van de waardeketen van elektrische auto's. Voor de toekomst van de automotive industrie in Nederland en de EU is batterijtechnologie dus van wezenlijk belang. M.b.t. ontwikkeling van batterijtechnologie is de vraag of het zin heeft om als Nederland of de EU nog in te stappen in bestaande Li-ion technologie. Desalniettemin zijn er Nederlandse ontwikkelingen op het gebied van nieuwe materialen die kunnen bijdragen aan het verbeteren van de prestaties van Li-ion batterijen. De focus moet echter vooral liggen op nieuwe

⁸ Innovatieopgaven voor duurzame mobiliteit, Detailuitwerking bij het Meerjarige Missiegedreven Innovatieprogramma Duurzame Mobiliteit

concepten. Belangrijke drivers zijn - afhankelijk van de toepassing - verhogen van energiedichtheid, verlengen van levensduur, kostenreductie en vermindering van het gebruik van kritische/schaarse materialen. Een kansrijke optie zijn solid-state Li-batterijen (m.b.v. Li-S en Li-O₂ kathodes) en polymeer vaste-stofelektrolyten voor vaste-stofbatterijen, waarvoor Nederland reeds een sterke kennispositie heeft. Een voor dit type batterij in ontwikkeling zijnde productiemethode (Spatial Atomic Layer Deposition) is ook breder toepasbaar voor andere producten. Een aantal Nederlandse bedrijven is goed in staat om de voor productie benodigde machines te ontwikkelen en produceren. Het is belangrijk om hiervoor aan te sluiten bij bredere Europese ontwikkelingen. Tot slot zien we momenteel sterke kennisontwikkeling in Nederland m.b.t. Al/Mg-batterijen en aqueous electrolyte batteries.

Voor kosteneffectieve toepassing van batterijen in transportmiddelen zijn goede batterij-managementsystemen van belang (performance en health management) in combinatie met efficiënte regelingen van de aandrijflijn als geheel. Onderliggende technologieontwikkeling betreft o.a. sensoren en methoden om deze bij productie te integreren in de batterij.

Wanneer de prestatie van de batterij niet meer voldoet aan de eisen van de eerste toepassing is het mogelijk dat de batterij nog toepasbaar is voor alternatief (second life) gebruik. Hiervoor moeten reparaties en aanpassingen aan het batterijpakket en managementsysteem mogelijk zijn. Aan het einde van de levensduur van de batterij is het van belang dat de batterij wordt ingezameld en dat zoveel mogelijk van de gebruikte materialen hergebruikt kunnen worden. Voor beide doelen zijn mogelijk innovaties in batterij-packaging nodig. Voor effectieve recycling is innovatie nodig m.b.t. datasystemen, logistieke opzet van de inzameling en m.b.t. nieuwe (chemische) processen en machines voor het terugwinnen van materialen.

Voor brandstofcellen moet de focus van R&D in Nederland liggen op systeemniveau in relatie tot de toepassing in voertuigen die in Nederland geproduceerd worden. Dat zijn vooral zware wegvoertuigen, (binnenvaart)schepen en voertuigen voor niche-toepassingen zoals mobiele werktuigen. Ook hier zijn systemen voor performance en healthmanagement een belangrijk ontwikkeldoel voor kosteneffectieve integratie van brandstofcellen in elektrische aandrijflijnen. Een Nederlandse positie op het gebied van technologie voor toepassing van waterstof in transport is een belangrijke voorwaarde om mee te kunnen werken in, en te kunnen profiteren van resultaten van, het FCH-JU (Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking). Vanuit Nederland is er interesse en belang om in deze context te werken aan o.a. voertuigontwikkeling en standaardisatie van de "form factor".

M.b.t. wegvoertuigen focust de ontwikkeling van batterij-elektrisch, hybride en brandstofcel-elektrische aandrijvingen zich in Nederland op bussen, vrachtwagens, nichevoertuigen en scheepvaart. Ontwikkelingen op dit gebied worden sterk gestimuleerd door de recent aangenomen Europese CO₂-normen voor HD-voertuigen. Nederlandse fabrikanten hebben recent significante eerste stappen gezet. Bussen zitten al in de opschalingsfase, maar voor ontwikkeling van volgende generatie producten is nog steeds op verschillende gebieden innovatie nodig. Ondersteuning van pilots helpt om de eerste OEM-producten m.b.t. elektrisch aangedreven vrachtwagens op de weg te krijgen. De komende jaren is verdere ontwikkeling nodig om de eerste generatie producten naar de opschalingsfase te brengen en de volgende productgeneratie(s) voor te bereiden. Verlaging van kosten en verbetering van prestaties zijn mogelijk door inzet op geavanceerde regelsystemen voor energiemangement en een systeembenadering van componenten (incl. auxiliaries), voertuig, inzet en infrastructuur, incl. vehicle-to-grid functionaliteiten. Voor waterstof zijn er nog innovatieopgaven m.b.t. opslag en tanken.

Zowel voor batterij-elektrische als brandstofcel-elektrische aandrijving is standaardisatie een belangrijk thema. Daarbij gaat het enerzijds om standaarden en protocollen voor de communicatie/interfacing tussen componenten (incl. systeemregelingen) en anderzijds om standaardisatie van die componenten zelf. Dit moet in internationale context worden opgepakt met een focus op voor de Nederlandse industrie relevante aspecten/toepassingen. Een proactieve rol vanuit Nederland kan daarbij een competitief voordeel opleveren.

Er heeft zich de afgelopen 2 jaar in Nederland een ecosysteem geformeerd rond de ontwikkeling van elektrische en brandstofcelaandrijving voor binnenvaartschepen, waarin scheepsbouwers, fabrikanten van onderdelen, kennisinstellingen en gebruikers verenigd zijn. De komende jaren wordt toegewerkt naar pilots, waarbij naast de schepen ook de energie-infrastructuur een belangrijke component is.

Nederland heeft een sterke industriële en kennisbasis op het gebied van luchtvaart. Ontwikkelingen voor verduurzaming van luchtvaart, inclusief hybride en elektrische aandrijving, zijn echter onderdeel van de deel-KIA Toekomstbestendige mobiliteitssystemen. Verschillende ontwikkelingen op het gebied van aandrijvingen voor zware toepassingen zijn relevant voor binnenvaart- en zeeschepen. Bij onderzoek en ontwikkeling kunnen beide

toepassingen in beeld zijn. Binnen dit programma wordt voor demonstratie en toepassing gefocust op binnenvaart. Maritieme toepassingen vallen onder de deel-KIA Toekomstbestendige mobiliteitssystemen.

M.b.t. voertuigen voor zgn. micro mobility (bijv. Light Electric Vehicles – LEVs) is er behoefte aan nadere verkenning van de behoefte aan (ondersteuning bij) technische R&D. Veiligheid is in ieder geval een belangrijk thema waarvoor een goede Nederlandse kennisbasis van belang is. Inpassingsvraagstukken voor micro mobility vallen onder deelprogramma 10.2 van MMIP 10.

Elektrische en brandstofcelaandrijving zijn reeds in een vergevorderd stadium van ontwikkeling en eerste toepassing. Binnen dit deelprogramma kan ook onderzoek worden ondersteund naar meer embryonale technologieën voor ZE-aandrijving. Een voorbeeld is de inzet van metaalbrandstoffen in combinatie met een Rankine-cyclus.

Onderwerpen	Onderzoek	Ontwikkeling	Demonstratie	Implementatie
Nieuwe batterijtechnologie met zeer hoge energie-inhoud (> 350 Wh/kg) en lage prijs (< 70€/kWh)				
Verbeterde opslagsystemen voor elektriciteit en waterstof				
Technologie voor kostenreductie bij brandstofcellen				
Modellen voor recycling van batterijen				
Batterij-elektrische, hybride en brandstofcel-elektrische aandrijvingen voor bussen, vrachtauto's en speciale voertuigen				
Batterij- en brandstofcel-elektrische aandrijving voor treinen, binnenvaart en mobiele werktuigen				
Ondersteunende technologieën voor toepassing van batterijen en brandstofcellen (o.a. monitoring en control/management)				
Ontwikkeling van energie-efficiënte elektrische auxiliaries en integratie van fotovoltaïsche systemen in voertuigen				
Optimalisatie van energiemangement binnen voertuigen (aandrijving en auxiliaries) en m.b.t. systeeminteracties tussen voertuig, energienetwerk en verkeerssysteem				
Nieuwe voertuigconcepten (bijv. cargo light electric vehicles (LEV))				
Kennisvragen m.b.t. uitrol van elektrisch aangedreven voer- en vaartuigen				
Embryonale technologieën voor ZE-aandrijving (bijv. metaalbrandstoffen)				

4.1.2 Deelprogramma 9.2 - Energiedistributie voor elektrische voer- en vaartuigen

Ontwikkelen, demonstreren en toepassen van infrastructuur en diensten voor het laden van elektriciteit.

De Nederlandse koploperrol in de markt voor elektrische voertuigen biedt uitdagingen maar ook kansen voor de innovaties op het gebied van infrastructuur voor het laden van elektrische voertuigen. Nederlandse bedrijven ontwikkelen technologie en diensten, bijvoorbeeld voor het snelladen van HD-voertuigen. In de Nationale Agenda Laadinfrastructuur, onderdeel van het hoofdstuk over mobiliteit in het Klimaatakkoord, zijn afspraken gemaakt over de doelstellingen en de maatregelen die nodig zijn om de laadinfrastructuur voor EVs toekomstbestendig te maken en zijn verschillende innovatieopgaven benoemd.

Vanuit maatschappelijk perspectief is een goede integratie van elektrische voertuigen in het energiesysteem en in de publieke ruimte toprioriteit. Daarbij gaat het onder meer om voorkomen van problemen door overbelasting en het optimaal uitnutten van positieve rollen die EVs kunnen vervullen in het net. Naast behoefte aan technische innovatie, die verschillende kan zijn voor LD en HD wegvoertuigen en voor andere toepassingen zoals binnenvaart, zijn er veel vragen i.r.t. de inpassing waarvoor ontwikkeling van kennis en modellen vereist is. Kennis over optimale inpassing dient te worden vertaald naar marktmodellen en effectieve beleids- en prijsprikkels die ervoor zorgen dat de markt het gewenste optimum gaat realiseren.

Een sterke technologiepositie op laadinfrastructuur versnelt allereerst de uitrol van EVs in Nederland en biedt kansen om op de internationale markt een deel van de waardeketen te veroveren. Smart charging is hierbij een belangrijk begrip dat zowel methoden voor het sturen en spreiden van de energievraag van EVs omvat als ook het kunnen leveren van elektrisch vermogen vanuit het voertuig naar het elektriciteitsnet (V2G) en naar bijv. gebouwen (V2B). Samenwerking in living labs is te prefereren, veel technologie is al deels beschikbaar. Het combineren van verschillende producten en veranderende regelgeving gaat tot nieuwe diensten leiden. Voor minder gangbare technologieën (V2G en V2B) moeten pilots overwogen worden.

Bij de ontwikkeling van een visie op de ontwikkeling en uitrol van laadinfrastructuur dient rekening gehouden te worden met verschillende disruptieve ontwikkelingen (zoals deelauto's, andere nieuwe mobiliteitsdiensten en automatische voertuigen) die de structuur van het toekomstige mobiliteitssysteem drastisch kunnen gaan veranderen. Deze ontwikkelingen kunnen elektrisch rijden ondersteunen, zoals bijv. met autonoom parkeren waardoor voertuigen op een andere plaats kunnen laden dan waar de gebruiker de auto achtergelaten heeft.

Er is een sterke link met MMIP 5, o.a. deelprogramma 5.2 waar de focus ligt op systeemdiensten, bijv. voor congestiemanagement in lokale elektriciteitsnetten, en naar deelprogramma 5.3 "Lokale energielevering", en dan vooral naar flexdiensten. Inpassing van de energievoorziening voor mobiliteit in het duurzame energiesysteem van de toekomst moet integraal worden beschouwd (bijv. met PESTEL-analyse en MKBA). Hier ligt ook een sterke link met MMIP 13 m.b.t. systeemintegratie.

Onderwerpen	Onderzoek	Ontwikkeling	Demonstratie	Implementatie
Slimme laadinfrastructuur en interactie met duurzame energieopwekking en (smart)grids (V2G, V2X), incl. techniek, systeemontwerp, standaardisatie en communicatie, diensten en businessmodellen				
Inductief laden				
Snelladen				
Laadpleinen				
Doorontwikkeling en systeemoptimalisatie m.b.t. ZE-bussen, stadsdistributie, doelgroepenvervoer en andere specifieke toepassingen				
Infrastructuur voor elektriciteit t.b.v. binnenvaart				
Diensten en services rond slim laden van elektrische voertuigen in verschillende modaliteiten				
Optimaliseren infrastructuur voor distributie en laden van elektriciteit t.b.v. elektrische voertuigen, incl. integratie in ruimtelijk ordening				
Verkenning alternatieve energy transfer methoden zoals e-highway (voor vrachtverkeer) en dynamische oplaadoplossingen				
Verkenning autonoom elektrisch rijden, eMaaS en laden				

4.1.3 Deelprogramma 9.3 - Distributie van waterstof en andere energiedragers voor brandstofcelvoer- en vaartuigen

Ontwikkelen, demonstreren en toepassen van infrastructuur en diensten voor het tanken van waterstof en/of dragers voor waterstof.

Waterstof, en dragers voor waterstof (bijv. methanol, mierenzuur, ammoniak en natriumboorhydride), zijn een belangrijke optie voor zero-emissie aandrijving in toepassingen in de transportsector waar batterij-elektrische aandrijving niet haalbaar is, zoals zwaar/lange-afstands wegvervoer en (binnen)scheepvaart. Daarnaast voorzien verschillende OEMs dat een deel van de markt voor personen- en bestelauto's met waterstof bediend wordt. De ontwikkeling van infrastructuur voor opslag en distributie dient hand in hand te gaan met de ontwikkeling van toepassingen (belegd in deelprogramma 9.1).

Er zijn m.b.t. de distributie van waterstof weinig fundamentele innovatievragen, maar nog wel verschillende meer praktische uitdagingen m.b.t. bijv. het rendement van compressoren, debietmeting en bewaking van de H₂-kwaliteit.

Die moeten in Europees verband worden opgepakt, maar om te zorgen dat Nederlandse toeleveranciers op die EU-markt een rol kunnen spelen, is ondersteuning van kennisontwikkeling en innovatie op dit gebied in Nederland wenselijk. Bij de ontwikkelingen van infrastructuur voor waterstof in binnenvaart kan Nederlandse industrie een sterkere rol spelen, omdat Nederland een dominante rol heeft in de EU binnenvaart en de scheepsbouw.

Een Nederlandse positie op het gebied van technologie voor toepassing van waterstof in transport is een belangrijke voorwaarde om mee te kunnen werken in het FCH-JU.

Er is een sterke link met MMIP 8 voor de aansluiting op innovaties in de productieketen voor waterstof en evt. dragers voor waterstof.

Onderwerpen	Onderzoek	Ontwikkeling	Demonstratie	Implementatie
Nieuwe opslagtechnologie voor waterstof en andere dragers voor waterstof (bijv. methanol, mierenzuur, ammoniak en natriumboorhydride) voor brandstofcelvoer- en vaartuigen				
Ontwikkelen en toepassen van distributie- en tankinfrastructuur voor waterstof (250 vulpunten in 2030) en/of dragers voor waterstof in wegtransport				
Infrastructuur voor waterstof en/of dragers voor waterstof t.b.v. binnenvaart en treinen				
Diensten en services rond toepassing van waterstof en/of dragers voor waterstof in verschillende modaliteiten				
Reformers om innovatieve dragers voor waterstof weer naar waterstof om te zetten				

4.1.4 Deelprogramma 9.4 - Distributie en gebruik van hernieuwbare, koolstofhoudende brandstoffen

Ontwikkelen, demonstreren en toepassen van technologieën voor distributie en toepassing van geavanceerde (al dan niet synthetische) biobrandstoffen en Power-to-X brandstoffen (electrofuels).

Koolstofhoudende brandstoffen blijven vanwege de hoge energiedichtheid voor een aantal toepassingen nog lang de voorkeur houden. De REDII stuurt steeds meer op productie van geavanceerde brandstoffen (en op termijn uitfaseren en/of cappen van niet-geavanceerde fuels). “Geavanceerd” betreft daarbij niet noodzakelijkerwijs het productieproces. Van belang is of de biomassa-grondstof als “geavanceerd” is gedefinieerd in de REDII-Annex 9, lijst A. Vanuit de vraagkant lijkt er vooral behoefte aan diesel/kerosine type brandstoffen (omdat LD grotendeels kan worden geëlektrificeerd). Echter het maken van diesel/kerosine uit bovengenoemde Annex 9 lijst A grondstoffen lijkt nog steeds technisch, en vooral ook economisch, een grote uitdaging. Een relevante onderzoeksvraag is daarmee in welke mate het technisch-economisch haalbaarder is om uit bovengenoemde geavanceerde lijst A grondstoffen geen diesel te maken maar o.a. ethanol en methaan. Deze keuze voor welke brandstof te produceren dient afgestemd te zijn op de mate waarin het mogelijk is om de vraagkant hierop aan te passen. Grotere flexibiliteit aan de motorkant kan bijdragen aan vergroting van het aantal bruikbare opties voor de inzet van alternatieven voor diesel. Dit kan door aangepaste motoren of door vergroten van de flexibiliteit van de dieselmotor voor inzet van andere, hernieuwbare brandstoffen. Ontwikkelingen op dat gebied zijn ondergebracht in deelprogramma 9.5.

Zowel voor duurzame biobrandstoffen als voor uit duurzame energie geproduceerde synthetische brandstoffen (bijv. electrofuels) bestaat er een complexe afweging tussen o.a. energiedichtheid, toepasbaarheid in verbrandingsmotoren, ketenrendement en kosten. De discussie over duurzame brandstoffen zit in een divergentiefase, waarin een uitdijend aantal opties (weer) in beeld komt. Om effectief in te kunnen zetten op ontwikkeling en implementatie van een beperkt aantal sporen is allereerst een verkenning nodig van enerzijds de optimale brandstofkeuze en brandstofsificaties in relatie tot de productieketen en de aansluiting bij transitie in de energiesector. En anderzijds de eisen, wensen en technische beperkingen van de toepassing in verschillende modaliteiten in de mobiliteitssector. Informatie uit demonstratieprojecten kan belangrijke input leveren voor deze afweging.

Per type brandstof zijn er verschillende innovatie-uitdagingen m.b.t. productie, distributie, opslag en toepassing in voer- en vaartuigen.

Voor bovengenoemde innovatie-activiteiten is samenwerking nodig tussen verschillende partijen in de keten van winning en productie, distributie en toepassing (motorenfabrikanten en eindgebruikers). Er is dan ook een sterke link met MMIP 6 en 8 voor de aansluiting op innovaties in de productieketens voor geavanceerde biobrandstoffen en koolstofhoudende synthetische brandstoffen.

Onderwerpen	Onderzoek	Ontwikkeling	Demonstratie	Implementatie
Kennisvragen t.b.v. de optimale brandstofkeuze en brandstofs specificaties in relatie tot de productieketen en eisen van de toepassing in verschillende modaliteiten				
Technologie voor opslag, distributie en toepassing in voertuigen van innovatieve biobrandstoffen* en synthetische brandstoffen** in pure vorm of hoge blends, m.b.t. o.a. compatibiliteit, veiligheid en durability				
Retrofit-oplossingen voor bestaande motoren, m.n. in zware en niche toepassingen				
Beperken potentiële negatieve impacts op luchtverontreinigende emissies bij toepassing in verbrandingsmotoren (o.a. katalysatoren)				

NB De meeste innovatie-opgaven m.b.t. innovatieve brandstoffen voor mobiliteitstoepassingen betreffen de keten van winning van feedstocks en productie van brandstoffen. Beschikbaarheid van dergelijke brandstoffen is van groot belang voor een aantal onderdelen van, en niches in, de mobiliteitssector. Kennis- en innovatie-opgaven hiervoor worden geprogrammeerd als onderdeel van MMIP 6 en 8.

*) Kennis- en innovatie-opgaven m.b.t. conversie en productie van geavanceerde biobrandstoffen worden geprogrammeerd als onderdeel van MMIP 6 (deelprogramma 6.2).

***) Kennis- en innovatie-opgaven m.b.t. conversie en productie van synthetische brandstoffen worden geprogrammeerd als onderdeel van MMIP 8 (deelprogramma 8.1).

4.1.5 Deelprogramma 9.5 - Zuinige voertuigen

Het ontwikkelen en toepassen van zuinige en schone verbrandingsmotoren voor verschillende modaliteiten en van technologie voor vermindering van het energiegebruik van voer-, vaar- en vliegtuigen.

Hoogefficiënte en schone verbrandingsmotoren zijn nodig voor alle toepassingen waarin batterij- of brandstofcel-elektrische (nog) niet toepasbaar is. Deze dienen te worden toegepast in energetisch geoptimaliseerde aandrijflijnen. Een uitdaging is om motoren te ontwikkelen die niet alleen om kunnen gaan met toekomstige brandstoffen en (wisselende) brandstofsamenstellingen, maar die bij voorkeur ook eigenschappen van die brandstoffen uitnutten voor verbetering van rendement en milieuprestatie. Geavanceerde regelingen, en onderliggende methodieken, sensoren en andere hardware, zijn belangrijke enablers voor nieuwe motortechnologie en voor inpassing daarvan in vanuit systeem perspectief geoptimaliseerde aandrijflijnen (incl. relatie met ontwikkelingen op het gebied van ITS en connected/automated voertuigen).

Ontwikkelingen in Nederland voor innovatieve verbrandingsmotoren dienen vooral te worden gefocust op toepassing in voertuigen die ook in Nederland geproduceerd worden. Dat zijn vooral zware wegvoertuigen, (binnenvaart)schepen en voertuigen voor nichetoepassingen zoals mobiele werktuigen. Het belang van efficiënte motoren op hoge blends van hernieuwbare brandstoffen voor verduurzaming van deze toepassingen is groot. Daarom is het van belang om een aantal in ontwikkeling zijnde technieken versneld richting demonstratie en implementatie te brengen.

Daarnaast geldt voor alle soorten aandrijving dat reductie van het energiegebruik “aan de wielen”, door vermindering van rol- en rijweerstand (incl. via het wegdek), gewichtsreductie en efficiënte hulpsystemen, de vraag naar fossiele én duurzame energie helpt verminderen. Voor deze ontwikkelingen wordt geen specifiek programma georganiseerd. Wel is het zinvol om deze onderwerpen onder te brengen in een meer algemeen programma waarbinnen partijen met technische hulpvragen op deze onderwerpen terecht kunnen voor financiële ondersteuning van R&D en inhoudelijke ondersteuning door kennisinstellingen.

Belangrijke randvoorwaarden voor technische innovatie binnen deze MMIP in Nederland zijn: 1) faciliteiten voor validatie/verificatie van opkomende aandrijf-, voertuig- en energietechnologieën (toegankelijk voor kennisinstellingen en bedrijven) en 2) een organisatie en bijbehorende kennisbasis voor keuring/toelating van nieuwe producten en diensten.

Verschillende ontwikkelingen op het gebied van motoren, alternatieve brandstoffen en vermindering van benodigde aandrijfenergie voor zware toepassingen zijn relevant voor binnenvaart- en zeeschepen. Bij onderzoek en ontwikkeling kunnen beide toepassingen in beeld zijn. Binnen dit programma wordt voor demonstratie en toepassing gefocust op binnenvaart. Maritieme toepassingen vallen onder de deel-KIA Toekomstbestendige mobiliteitssystemen.

Onderwerpen	Onderzoek	Ontwikkeling	Demonstratie	Implementatie
Geavanceerde verbrandingsconcepten m.n. voor zware toepassingen				
Zuinige en schone verbrandingsconcepten/motoren voor conventionele, nieuwe en hoge blends hernieuwbare brandstoffen in zwaar vrachtverkeer, speciale voertuigen, binnenvaart en mobiele werktuigen				
Energiebesparende maatregelen aan trailers en nieuwe voertuigconcepten (o.a. high performance vehicles)				
Energie-efficiënte auxiliaries (hulpsystemen voor o.a. verwarming/koeling, rem- en stuurbeheersing)				
Het ontwikkelen van wegdekken die tot lagere rolweerstand leiden				
Incrementele innovaties voor vermindering van energiegebruik in wegvoertuigen (verbeterde motoren, zuinige banden, transmissies, aerodynamica, etc.)				
Incrementele innovaties voor vermindering van energiegebruik in binnenvaartschepen (rompvorm, aandrijflijn, operationele inzet)				

4.2 MMIP 10 - Doelmatige vervoersbewegingen voor mensen en goederen

4.2.1 Deelprogramma 10.1 - Weten wat mensen beweegt

Vergroten van kennis van gedrag ten dienste van de ontwikkeling van innovatieve, effectieve beleidsmaatregelen en snellere implementatie van innovaties.

Voor het verkeer- en vervoerdomein is veel wetenschappelijke gedragskennis beschikbaar. Het is van belang die kennis goed te betrekken bij de onderzoeksvragen uit de MMIPs, om zo naast technische innovaties ook de relevante vragen over acceptatie en brede maatschappelijke impacts goed mee te nemen. Tegelijkertijd hebben we te maken met nieuwe, soms disruptieve ontwikkelingen (vgl. MaaS, zelfrijdende auto's, elektrische deelsteps) waarvan de gedragsaspecten nog onontgonnen terrein zijn en nog niet meetbaar zijn in de huidige praktijk. De uitdaging is om inzicht te verkrijgen in toekomstige gedrag i.r.t. nieuwe technologieën en systemen, om zo meer grip te krijgen op disruptieve ontwikkelingen.

Gedrag van burgers, bedrijven en andere actoren is ook cruciaal in het innovatieproces. Sociale innovaties kunnen vereist zijn om innovaties ontwikkeld en toegepast te krijgen en kunnen in zichzelf ook een positieve invloed hebben op de duurzaamheid van mobiliteit en de economie als geheel.

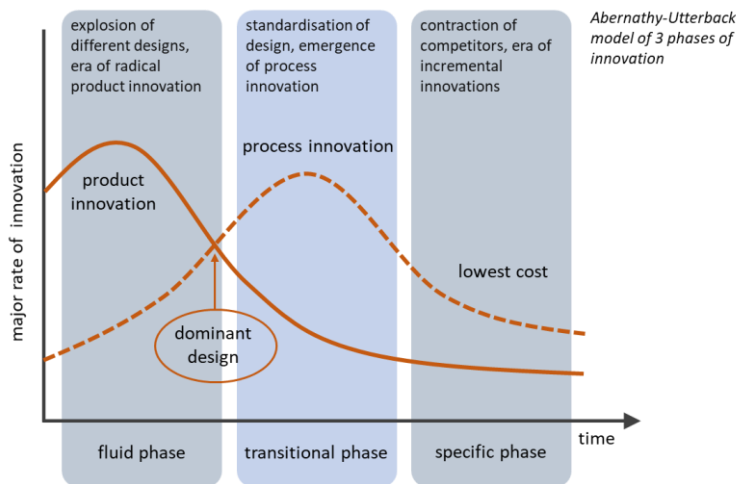
Sociale innovatie is voor mobiliteit derhalve uitgewerkt in drie thema's:

- a) Sociale innovatie i.r.t. technologische en systeeminnovaties
- b) Kennis van gedrag algemeen
- c) Sociale innovatie als proces

Sociale innovatie gekoppeld aan technologische innovatie

Technische innovaties hebben pas impact als ze worden toegepast, en vereisen daarvoor sociale innovaties die sterk leunen op gedragsverandering. Vergroten van de kennis van gedrag, en de beweegredenen die daaraan ten grondslag liggen, is nodig om verschillende elementen van de transitie naar duurzame mobiliteit beter te kunnen beheersen of sturen. Het gaat daarbij ook om verschillende aspecten van het gedrag van personen en bedrijven m.b.t. mobiliteit, vervoerswijzekeuze, verkeersgedrag en de acceptatie en adoptie van nieuwe technieken en diensten. Per fase van de transitie zullen attitudes en gedragingen anders zijn. Inzicht in het te voorspellen van keuzegedrag helpt bij de verdere ontwikkeling van het nieuwe mobiliteitssysteem.

De context verandert, zo ook de attitude. De reiziger kan zich niet altijd iets voorstellen bij de innovatie, dus moet tijdig worden meegenomen om sociale acceptatie (maatschappelijk draagvlak) te waarborgen en te versnellen. Naast oog voor de technische innovatie, is ook relevant in hoeverre de samenleving open staat voor een innovatie. Het Societal Readiness Level (SRL) is een manier om te beschrijven wat het niveau is van de maatschappelijke acceptatie van bijvoorbeeld een bepaald project, een technologie, een product of een innovatie in de samenleving. Als het SRL laag is, dan is specifieke aandacht nodig voor een realistische doorontwikkeling.



Kennis van gedrag algemeen

Gedragskennis draagt bij aan passende methoden voor gedragsbeïnvloeding. Maar betere kennis van gedrag helpt ook bij een passender ontwikkeling en ontwerp van producten en diensten en bij de snellere ontwikkeling en implementatie van innovatieve, effectieve beleidsmaatregelen. Daarbij is ook aandacht nodig voor human factors zodat goed rekening wordt gehouden met beperkingen in de fysieke en cognitieve capaciteiten van mensen.

Voor beleidsontwikkeling zijn nieuwe modellen nodig voor ex-ante evaluatie, waarvoor kennis van gedrag ook essentieel is. Op systeemniveau moet verder worden doorgepakt met exploratieve modellering: toevoegen van vormen van onzekerheden (bijv. trendbreuk) om een robuuste benadering van het mobiliteitssysteem te realiseren. Van daaruit kan beleidsontwikkeling adaptieve wegen naar duurzame mobiliteit formuleren, inclusief overzicht waar we rekening mee moeten houden zoals onzekerheden, veranderingen en onverwachte gedragingen. Interventies op strategisch niveau kunnen doorslaggevend zijn om disrupties op te vangen en gezamenlijk om te kunnen gaan met discomfort.

Op korte termijn is betere kennis van consumenten-/aankoopgedrag, ook in relatie tot marketing vanuit de o.a. de auto-industrie, nodig om effectiever beleid te kunnen ontwikkelen waarmee gestuurd kan worden op autobezit en -gebruik, zowel op nationaal niveau (bijv. fiscaal beleid) als lokaal (bijv. parkeerbeleid). Kennis van gedrag is ook relevant voor beheerders van bijvoorbeeld weg- en energie-infrastructureur, om te zorgen dat nieuwe ontwikkelingen in mobiliteit worden gefaciliteerd door passende ontwikkelingen in deze fysieke systemen en dat deze systemen gedrag effectief kunnen beïnvloeden. Winst is te behalen door te leren van hoe is omgegaan met trends en beleid uit de afgelopen 30 jaar. Gedragsveranderingen in de totale vervoersketen, bijvoorbeeld stimulering van OV-gebruik in de daluren in combinatie met duurzame deelconcepten en parkeerbeleid kan in MaaS-onderzoek worden geïntegreerd.

Bij onderzoek naar gedrag gaat het ook om achterliggende drivers. Waarom maken mensen bepaalde keuzes? En hoe verandert dat bijvoorbeeld onder invloed van veranderende waarden? Een voorbeeld van dat laatste is de verschuiving van bezit naar gebruik. De ontwikkeling van deelplatforms speelt hierop in en kan leiden tot veranderingen in het economisch systeem waarbij waarde en verantwoord ondernemerschap belangrijker worden dan winst. Economie kan zo ten dienste komen te staan van sociale innovatie, groene groei, verbinding en de internalisatie van externe (milieu)kosten.

Bij de monitoring en analyse van gedrag kunnen big data, simulaties en Artificial Intelligence belangrijke hulpmiddelen zijn. Een fundamentele uitdaging is om gedrag te voorspellen in relatie tot producten en diensten die nog niet in de praktijk worden toegepast. Dit vraagt om innovatie in methoden voor stated-preference onderzoek en vooral continu zoeken-experimenteren, evalueren en leren. Modellering van complex gedrag of gedrag in complexe systemen vraagt om nieuwe methoden zoals activity-based modelling.

De ontwikkelde kennis kan worden toegepast bij de ontwikkeling, beproeving, implementatie en opschaling van nieuwe technologieën en concepten voor duurzame en slimme mobiliteit waarvoor de kennis- en innovatie-opgaven zijn beschreven in MMIP 9 en 10.

Sociale innovatie in het innovatieproces

Met sociale innovatie wordt in deze context bedoeld de ontwikkeling en implementatie van nieuwe ideeën (producten, diensten en modellen) waarin de maatschappelijk inbedding van innovaties centraal staat. Sociale innovatie gaat ook over een totaal nieuwe manier van denken en handelen en reageren op de externe omgeving, waardoor structuren en werkwijzen wijzigen en de samenwerking anders wordt georganiseerd. Juist in het complexe en uitgebreide netwerk van mobiliteit is sturing op sociale innovatie een belangrijk thema om gezamenlijk de transitie te kunnen doorlopen.

Op basis van ervaringen en bredere kennis en inzichten kan het denken en werken in transities houvast geven voor beleid maar ook voor strategieën van marktpartijen. Nieuwe vormen van samenwerking zijn nodig om de nieuwe waardeketens te ontwikkelen die passen bij nieuwe producten en diensten in mobiliteit en bijv. op het snijvlak tussen mobiliteit en andere sectoren zoals energie. Sociale innovatie is ook beleidsinnovatie: ook de sturing en werkwijze van de overheid dient zich aan te passen aan de aard van de innovatie en de fase van de transitie waarin die innovatie zich bevindt. Concreet kan zich dat bijv. vertalen in nieuwe vormen van financiering, programmamanagement en projectvormen, en verandering van wet- en regelgeving, maar ook in manieren om bedrijven vertrouwd te maken met de mogelijkheden van nieuwe samenwerkingsvormen en waardeketens (bijv. d.m.v. serious gaming).

Dit deelprogramma richt zich op meer fundamenteel onderzoek ter versterking van de kennis omtrent gedrag en sociale innovatie. De ontwikkelde kennis kan vervolgens worden toegepast bij de ontwikkeling, beproeving, implementatie en opschaling van nieuwe technologieën en concepten voor duurzame en slimme mobiliteit waarvoor de kennis- en innovatie-opgaven zijn beschreven in MMIP 9 en 10.

Onderwerpen	Onderzoek	Ontwikkeling	Demonstratie	Implementatie
Onderzoek naar gedrag van personen en bedrijven m.b.t. mobiliteit, vervoerwijzekeuze, verkeersgedrag en adoptie van nieuwe technieken en diensten				
Vertalen van nieuwe gedragskennis naar tools voor effectieve gedragsbeïnvloeding				
Vertalen van nieuwe gedragskennis naar methodieken en algoritmen voor beleidsondersteunende modellen en handelingsperspectief voor optimaal ontwerp van innovatieve technologie en concepten				
Onderzoek naar sociale systemen die invloed hebben op innovatie en de transitie naar duurzame mobiliteit en naar effectieve manieren om sociale innovaties te realiseren die de transitie kunnen versnellen				

4.2.2 Deelprogramma 10.2 - CO₂-reductie door nieuwe mobiliteitsconcepten voor personenvervoer

Ontwikkelen van nieuwe mobiliteitsconcepten en optimalisering van de potentiële bijdrage van nieuwe en bestaande concepten aan CO₂-reductie door km-reductie en modal shift.

In het Klimaatakkoord wordt m.b.t. verduurzaming van personenmobiliteit veel verwacht van innovaties in het mobiliteitssysteem. Maar de manier waarop die innovaties gaan bijdragen is in veel gevallen nog zo weinig concreet uitgewerkt dat PBL geen CO₂-effect aan de voorgenomen maatregelen kan toekennen.

Innovaties in slimme en efficiëntere personenmobiliteit kunnen in potentie bijdragen aan CO₂-reductie via vermindering van het aantal voertuigkilometers, facilitering van modal shift naar duurzamere vervoerwijzen en optimalisering van verkeersstromen. Tegelijkertijd is duurzaamheid nu vaak geen primair ontwikkeldoel (veiligheid, doorstroming, bereikbaarheid, gemak/comfort en kosten en verdienpotentieel wel) en liggen bij dit soort potentieel disruptieve innovaties reboundeffecten op de loer.

De uitdaging in dit deelprogramma is niet zozeer de primaire ontwikkeling van slimme voertuig- of platformtechnologie of van innovatieve mobiliteitssystemen maar wel om duurzaamheid zodanig te operationaliseren

in ontwerp, implementatie, aansturing en gebruik van nieuwe mobiliteitssystemen dat deze netto gaan bijdragen aan reductie van CO₂-emissies. E.e.a. begint met de ontwikkeling van een beter onderbouwde visie op enerzijds hoe innovaties in het systeem voor personenmobiliteit zich kunnen ontwikkelen (scenario's) en hoe ze potentieel tot CO₂-reductie kunnen leiden en anderzijds met welke middelen bij de ontwikkeling en implementatie gestuurd kan worden op maximalisatie optimalisatie van die bijdrage. Voor dat laatste is kennis van gedrag (zie deelprogramma 10.1) een belangrijke ingrediënt. De te ontwikkelen visie kan worden vertaald naar richtlijnen voor systeemontwerp/-architectuur en maatregelen die de overheid kan nemen om daar op te sturen. De praktische werkbaarheid daarvan dient empirisch te worden onderzocht in living labs. Daarnaast is dit systeemperspectief relevant bij de ontwikkeling van standaarden.

Om als Nederland "educated customer" te zijn van ontwikkelingen die in belangrijke mate buiten Nederland ontwikkeld worden, en deze ontwikkelingen in te kunnen zetten voor het bereiken van eigen maatschappelijke doelen, is gedegen kennis van die ontwikkelingen nodig. Die wordt verkregen door participatie in de ontwikkeling van nieuwe technologie en concepten.

Belangrijke randvoorwaarden voor technische innovatie binnen deze MMIP in Nederland zijn: 1) faciliteiten voor validatie/verificatie van technologieën voor slimme personenmobiliteit en slimme voertuigtechnologie in bredere zin, 2) een organisatie en bijbehorende kennisbasis voor keuring/toelating van nieuwe producten en diensten.

Onderwerpen	Onderzoek	Ontwikkeling	Demonstratie	Implementatie
Toepassing van gedragskennis t.b.v. effectieve beïnvloeding van mobiliteitsgedrag, modaliteitskeuze en adoptie van nieuwe concepten en technologieën				
Methodieken voor kwantificering en monitoring (en terugkoppeling naar gebruikers) van impacts op CO ₂ van nieuwe mobiliteitsconcepten				
Nieuwe concepten en tools voor het faciliteren van modal shift voor personenvervoer				
ITS-maatregelen voor personenauto's				
Coöperatief en automated driving voor personenauto's				
Nieuwe concepten als alternatief voor gebruik van personenauto's				
Mobility-as-a-Service, incl. nieuwe concepten voor bezit en gebruik van personenauto's				
Verkenning en ontwikkeling van nieuwe mobiliteitsconcepten (bijv. hyperloop)				

4.2.3 Deelprogramma 10.3 - CO₂-reductie door innovaties in logistiek

Ontwikkelen van nieuwe logistieke concepten en optimalisering van de potentiële bijdrage van nieuwe en bestaande concepten aan CO₂-reductie door km-reductie en modal shift.

(De innovaties zijn in algemene termen beschreven, maar kennen specifieke uitdagingen in specifieke logistieke ketens zoals versproducten of bouwlogistiek. Die kunnen als voorbeelduitwerking van de programma's worden meegenomen.)

In het Klimaatakkoord wordt m.b.t. verduurzaming van het goederenvervoer - naast de inzet van duurzame voertuigen en energiedragers - veel verwacht van efficiencyverbetering in logistiek en supply chains. De manier waarop die innovaties gaan bijdragen is in veel gevallen echter nog zo weinig concreet uitgewerkt dat PBL geen CO₂-effect aan de voorgenomen maatregelen kan toekennen.

Innovaties in slimme en efficiëntere logistiek en supply chains, die worden ontwikkeld onder thema's als "data driven", "self-organizing" en "ketenregie", kunnen in potentie bijdragen aan CO₂-reductie via vermindering van het aantal voertuigkilometers, facilitering van modal shift naar duurzamere vervoerwijzen en optimalisering van verkeersstromen. Tegelijkertijd is, net als bij innovaties in personenmobiliteit, duurzaamheid nu vaak geen primair ontwikkeldoel en is er kans op reboundeffecten.

De uitdaging in dit deelprogramma is niet zozeer de primaire ontwikkeling van innovatieve logistieke systemen en supply chains. De uitdaging is om duurzaamheid zodanig te operationaliseren in ontwerp, implementatie, aansturing en gebruik van innovatieve logistieke systemen en supply chains, dat deze netto gaan bijdragen aan reductie van CO₂-emissies. E.e.a. begint met de ontwikkeling van een beter onderbouwde visie op enerzijds hoe innovaties in het systeem voor goederenvervoer zich kunnen ontwikkelen (scenario's) en hoe ze potentieel tot CO₂-reductie kunnen leiden en anderzijds met welke middelen bij de ontwikkeling en implementatie gestuurd kan worden op maximalisatie/optimalisatie van die bijdrage. De te ontwikkelen visie kan worden vertaald naar richtlijnen voor systeemontwerp/-architectuur en maatregelen die de overheid kan nemen om daarop te sturen. De praktische werkbaarheid daarvan dient empirisch te worden onderzocht in living labs. Veel technische zaken zijn al ontwikkeld maar worden nog niet toegepast, ook als duidelijk is dat ze lonend zijn. In het hele traject, maar vooral bij demonstratie en implementatie, is daarom aandacht nodig voor de relatie tussen partijen in de waardeketen en voor sociale, juridische en financiële elementen.

Om als Nederland "educated customer" te zijn van ontwikkelingen die in belangrijke mate buiten Nederland ontwikkeld worden, en deze ontwikkelingen in te kunnen zetten voor het bereiken van eigen maatschappelijke doelen, is gedegen kennis van die ontwikkelingen nodig. Die wordt verkregen door participatie in de ontwikkeling van nieuwe technologie en concepten. Gegeven de sterke logistieke sector in Nederland is ook eigen initiatief en koploerschap in de ontwikkeling en toepassing van slimme logistieke systemen gewenst.

Onderwerpen	Onderzoek	Ontwikkeling	Demonstratie	Implementatie
Logistieke concepten en enablers voor zero-emissie stadsdistributie				
Logistieke concepten en enablers voor bundelen van binnenlandse en internationale goederenstromen				
Concepten en tools voor faciliteren van modal shift voor goederenvervoer				
ITS, coöperatief en automated driving (incl. platooning) voor vrachtwagens, schepen en treinen				
Digitalisering en data delen versnellen, inzet IoT en advanced data analytics toepassen (o.a. kunstmatige intelligentie)				
Self Organizing Logistics (SOL)				
Innovaties voor verbeteren ketenregie en horizontale samenwerking				
Supply chain herontwerp				

4.2.4 Deelprogramma 10.4 - Transitieondersteunende kennis en tools (publiek perspectief) t.b.v. adaptief programmeren

Ontwikkeling van kennis, methoden en modellen voor ondersteuning van adaptief beleid voor bereiken van klimaatdoelen in mobiliteit (ten dienste van MMIP 9 en 10).

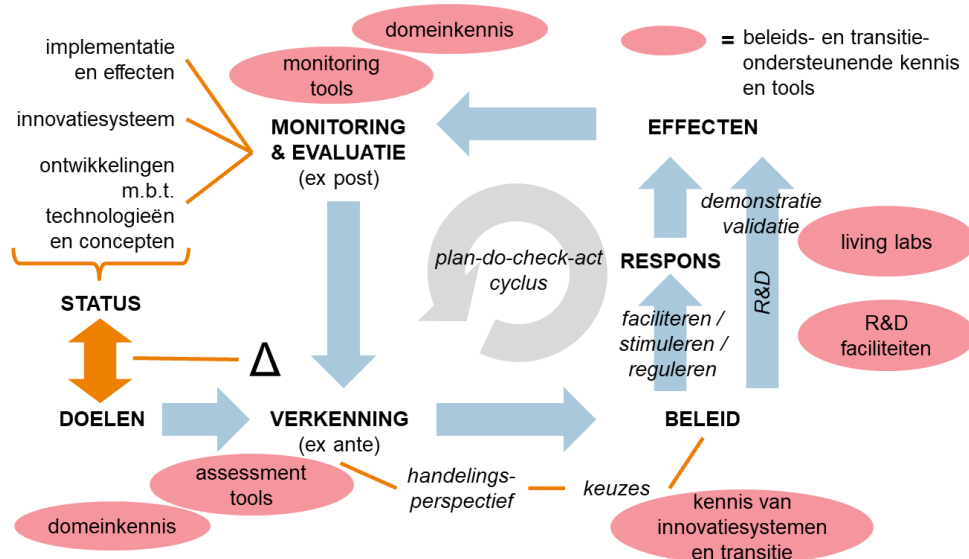
Het bereiken van een volledig duurzaam mobiliteitssysteem in 2050 vereist ingrijpende systeemveranderingen en de inzet van een groot aantal CO₂-reducerende maatregelen. Het is niet mogelijk om een blauwdruk te maken voor de marsroute waarmee het 2050 doel gehaald kan worden. Er zijn nog te grote onzekerheden over de ontwikkeling van het potentieel en de kosten van bestaande oplossingen en innovaties, de acceptatie van deze innovaties, en de respons van actoren op beleidsmaatregelen. Bovendien is het een complex systeem waarin maatregelen op elkaar ingrijpen, en de kosten en baten van maatregelen ook afhangen van onzekere externe ontwikkelingen.

Om de benodigde lange termijn transitie doelgericht te kunnen vormgeven is adaptief programmeren nodig. Hiermee wordt in een plancyclus (plan-do-check-act) stapsgewijs bepaald:

- welke maatregelen uit de voorgaande beleidsperiode worden afgebouwd of bijgesteld;
- welk nieuwe beleidsinstrumenten worden ingezet om op korte termijn de implementatie van CO₂-reducerende maatregelen te faciliteren, stimuleren of reguleren;
- welke ontwikkelingen in gang gezet of versneld moeten worden om handelingsperspectief te creëren voor een volgende fase;

- welke beleidsinnovaties en -interventies moeten worden doorgevoerd om adaptief te kunnen blijven programmeren.

De beschikbaarheid van betrouwbare, objectieve en gedetailleerde kennis (facts, figures and insights) is doorslaggevend voor langjarig effectief adaptief programmeren. De benodigde kennis wordt verkregen uit onderzoek, ex post monitoring en evaluatie van gerealiseerde ontwikkelingen en uit ex ante verkenningen van toekomstig handelingsperspectief. De te ontwikkelen kennis en tools zijn ook relevant voor sectoren, brancheorganisaties en bedrijven bij de voorbereiding van strategische beslissingen.



De benodigde kennis dient objectief en onafhankelijk te zijn en op een transparante, navolgbare en consistente wijze tot stand te komen. Hiervoor is een infrastructuur van kennis noodzakelijk. Een infrastructuur die ondersteunend aan de dialoog aan (volgende) Klimaattafels en in andere beleids-gremia belast is met onder andere het monitoren en evalueren van effecten van *geïmplementeerde* maatregelen en beleid en het verkennen van de potentie van *nieuwe* maatregelen en nieuw beleid. Dit omvat niet alleen studies met betrekking tot direct aan beleid gerelateerde kennisvragen maar ook het testen en valideren van nieuwe technieken en concepten in het lab en in de echte wereld in pilots en living labs.

In deze kennisinfrastructuur werken kennisinstellingen samen aan het genereren van de benodigde feiten en kennis voor besluitvorming in het adaptief programmeerproces. Om de voorziene complexe transitie effectief te kunnen managen is er behoefte aan ontwikkeling van nieuwe "transitie ondersteunende" kennis, methoden, modellen en faciliteiten, die binnen de kennisinfrastructuur worden ingewikkeld en toegepast om beleidsondersteunende kennis en inzichten te genereren. Een belangrijk element daarbij is het toepasbaar maken van bestaande en nieuwe kennis om gedragsverandering en sociale innovaties te bewerkstelligen en versnellen.

Dit deelprogramma omvat innovaties in beleids- en transitie-ondersteunende kennis en tools (methoden en modellen), toegesneden op verduurzaming van mobiliteit en transport, die inzetbaar zijn ten dienste van ontwikkeling van beleid door overheden en onderbouwing van strategische beslissingen door branches en bedrijven. Het deelprogramma is ondersteunend aan ontwikkelingen in alle deelprogramma's in MMIP 9 en 10.

Onderwerpen	Onderzoek	Ontwikkeling	Demonstratie	Implementatie
Ontwikkelen en borgen van beleidsvoorbereidende domeinkennis m.b.t. nieuwe technologie op het gebied van voertuigen, energiedragers, en mobiliteitsconcepten en m.b.t. systeemvraagstukken, disruptieve ontwikkelingen en transitie management				
Kennis en tools voor systeemvraagstukken vanuit het perspectief van de mobiliteitssector (relatie met de MMIP 13 over systeemintegratie)				
Ontwikkelen van innovatieve concepten voor nieuwe beleidsinstrumenten en methoden voor transitie management				
Kennis en tools voor monitoring en evaluatie (ex post en ex durante)				
Methodieken en tools voor monitoring van rijgedrag en praktijkverbruik en -emissies van vervoermiddelen				
Methodieken en tools voor monitoring van mobiliteitsgedrag				
Methodieken voor opzetten en monitoren van pilots en living labs				
Innovatieve kennis en tools voor het identificeren van handelingsperspectief en het ex ante inschatten van effecten* van technisch en niet-technische CO ₂ -reductiemaatregelen in personenmobiliteit en logistiek en van beleid om implementatie van die maatregelen te bevorderen** (beleid → respons → effect)				
Kennis en tools voor ondersteuning van (de implementatie van) technische innovaties				
Onderzoek naar de ecologische, economische en sociale impact van productieketens voor energiedragers en (componenten van) duurzame mobiliteitsoplossingen				
Kennisbasis en (test)faciliteiten voor validatie/verificatie van opkomende aandrijf-, voertuig- en energietechnologieën en mobiliteitsconcepten en voor keuring/toelating van nieuwe producten en diensten				

*) Naast “traditionele” impacts op CO₂, luchtverontreinigende emissies en geluid en op kosten en baten vanuit maatschappelijk en eindgebruikersperspectief ook impacts op materiaal- en energiegebruik in de waardeketen en bredere impacts op onder andere economie (businessmodellen, verdienpotentieel/werkgelegenheid, competitiveness), ruimtelijke ordening/ruimtegebruik, bereikbaarheid en inclusiviteit/toegankelijkheid van mobiliteit.

***) Impacts van beleid op de adoptie van innovatieve, disruptieve voertuigtechnologieën en mobiliteitsconcepten door consumenten en bedrijven kunnen niet worden gemodelleerd met klassieke econometrische modellen. Nieuwe modelleermethoden moeten worden ontwikkeld om impacts van autonome ontwikkelingen en van beleid ex ante te kunnen voorspellen.

5. Governance, monitoring & verantwoording

Dit hoofdstuk gaat in op de randvoorwaarden en verantwoording van het uitvoeringsprogramma.

5.1 Governance-structuur

Om uitvoering te geven aan het MMIP Duurzame Mobiliteit is een uitvoeringsorganisatie noodzakelijk. Deze moet aansluiten bij de governance van het hele missiegedreven innoveren, moet volledig in verbinding zijn met de topsectoren, voldoende capaciteit hebben voor het organiseren van bijeenkomsten en acties en zo min mogelijk bureaucratie kennen (lean en mean).

De structuur uit hoofdstuk 3 geeft vanuit de inhoud aan hoe de samenwerking met alle stakeholders wordt georganiseerd. Voor de organisatie zelf komt een programmabureau die toeziet op de uitvoering.

Het programmabureau

Het programmabureau bestaat uit 3 onderdelen: een missie-, klankbord- en uitvoeringsteam.

1) Missieteam

Het missieteam is eindverantwoordelijk voor de uitvoering van het innovatieprogramma. Zij is verantwoordelijk voor de verbinding met de diverse topsectoren en sleuteltechnologieën. Besluitvorming t.a.v. in te zetten acties is aan dit team en zij stelt de rapportage over de voortgang (monitoring & evaluatie) vast. Het missieteam is het gezicht naar buiten en heeft een grote ambassadeursfunctie. Het komt daarin overeen met de topteams uit het topsectorenbeleid. Het missieteam heeft een zwaarwegende, agenderende rol naar de overheid om beleid maximaal te laten aansluiten met tot doel innovaties versneld te kunnen opschalen.

Het missieteam wordt voorgezeten door een vertegenwoordiger van I&W en zal daarnaast bestaan uit vertegenwoordigers van de topsectoren HTSM, Logistiek, Energie en Chemie. Naast de topsectoren zullen ook NWO, TO2-instellingen en een vertegenwoordiging van de regio's in het missieteam zitting hebben. Het team wordt ondersteund door het uitvoeringsteam.

2) Klankbordteam

Het klankbordteam adviseert het missieteam. Zij bestaat uit leden uit de quadruple helix en adviseert vanuit een gezamenlijk beeld op het systeemniveau van mobiliteit. Zij betreft daarbij de kennis uit de focuslijnen en haar adviezen kunnen terugslaan op de inhoudelijke uitvoering van de focuslijnen. Het klankbordteam heeft geen rol of verantwoordelijkheid bij de uitwerking van de focuslijnen. Deze is belegd bij de topsectoren. We verwachten een groep van 10-15 personen die in de klankbordgroep deelnemen.

3) Uitvoeringsteam

Het uitvoeringsteam ondersteunt het missieteam. Zij organiseert de bijeenkomsten met de grote groep stakeholders en heeft een makelaarsfunctie om partijen actief in living labs bij elkaar te brengen. Zij zet opdrachten uit om de beleidsondersteunende tools, zoals kennis- en haalbaarheidsstudies en assessment en monitoring tools. En zij bereidt de beleidsadviezen voor die via het missieteam worden aangeboden aan de overheid.

De leden van het uitvoeringsteam hebben bij voorkeur een verbinding met zowel de beleidsontwikkeling, als in de uitvoeringsmacht bij kennisinstellingen en overheden. Ze hebben voldoende kennis over innovatiesystemen en hebben een breed netwerk. Voor de eerste opzet verwachten we een team van 3-5 fte.

De uitvoering van het MMIP Duurzame Mobiliteit is aan vele partijen en past grotendeels binnen bestaande structuren.

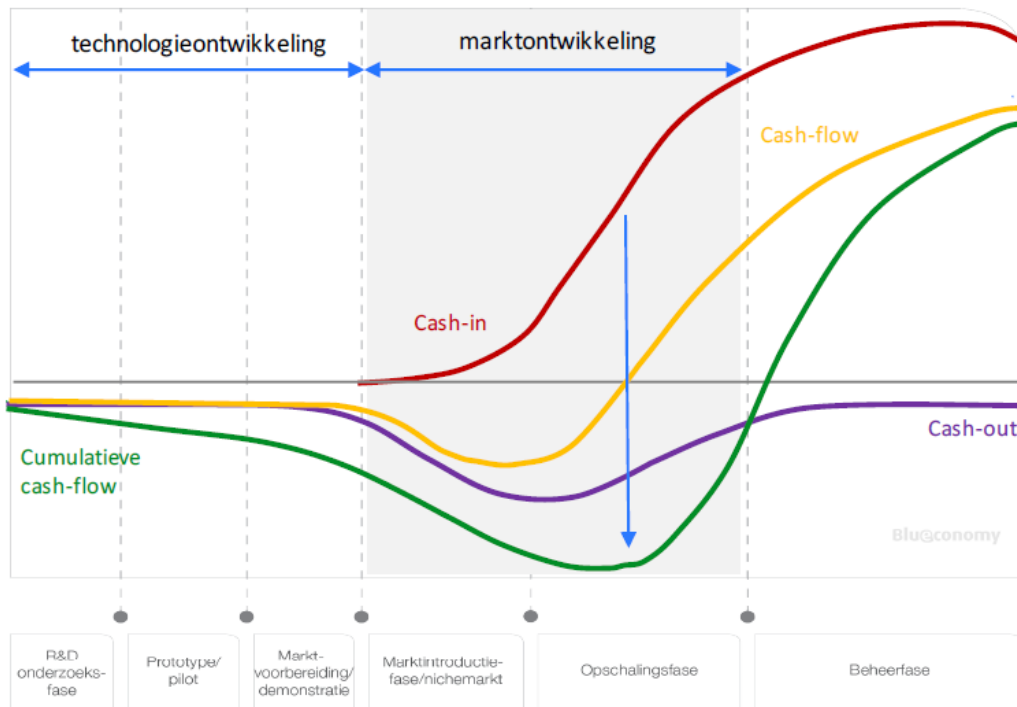
Het programmabureau is verantwoordelijk voor het opzetten van de pre-competitieve publiek-private samenwerking en visieontwikkeling. De uitvoering van de 5 genoemde focuslijnen moeten passen binnen de diverse topsectoren of in gezamenlijke uitvoering door partijen uit verschillende topsectoren. De uitvoering kan dan integraal daar worden belegd en via de vertegenwoordiging in het missieteam worden geborgd. Opzetten van nieuwe living labs e.d. volgt uit de onderzoeklijnen en de uitvoering past dus ook binnen de topsectoren.

Het innovatiefundament kent een sterke verbinding met de kracht van de regio's. Deze zetten via hun valorisatiebeleid en via Smart Specialisation Strategy's gekoppeld aan het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling (EFRO) in op het

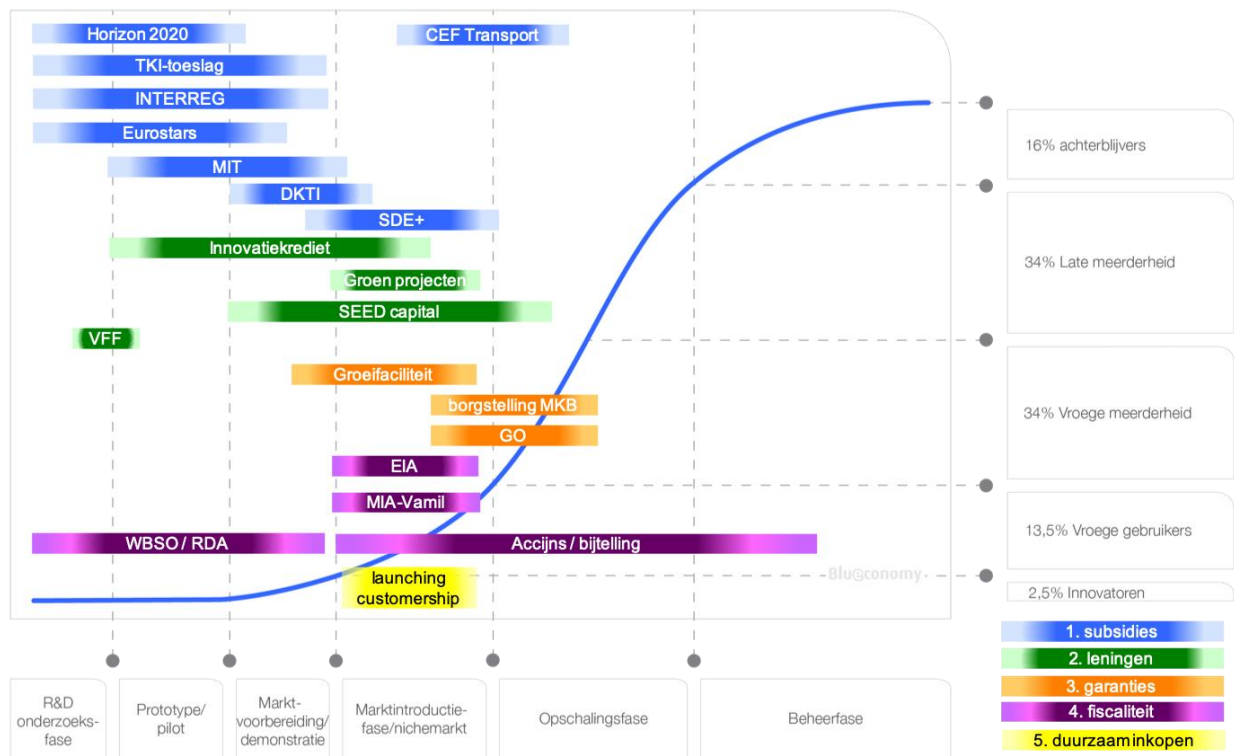
opbouwen en onderhouden van het innovatiefundament. Daarom ook het belang om de regio goed te laten vertegenwoordigen in het missieteam.

5.2 Doorlopende financieringslijn

Onderdeel van systeemdynamiek is het mobiliseren van middelen. Innovaties zijn qua financiële implicaties theoretisch te beschrijven a.d.h.v. de klassieke innovatiecurve.



Bijlage 1 geeft een overzicht van de belangrijkste publieke (inter)nationale financieringsbronnen voor mobiliteit. Voor een goed functionerend innovatiesysteem is het van belang dat in elke fase de noodzakelijke middelen (privaat en/of publiek) aanwezig zijn. Onzekerheden hierop kunnen zorgen voor vertraging in de ontwikkeling en het nemen van minder of geen risico's door ondernemers. Hoe meer innovaties zich ontwikkelen richting de markt, hoe hoger de (publieke) kapitaalbehoefte, maar dit kan wel steeds meer revolverend worden ingezet. Het huidige financieringslandschap gezien van mobiliteit ziet er als volgt uit:



Voor de opschaling van innovaties is er weinig bestaand instrumentarium. Daarmee bestaat het risico dat kennis en innovatie, in Nederland ontwikkeld, in het buitenland worden omgezet tot markt en inkomsten. In de technologie-ontwikkelingsfasen is er een veelheid aan instrumenten beschikbaar. Daarin geldt wel een aantal aandachtspunten. Het gaat om een veelheid aan kleinere instrumenten. Daardoor zijn ze voor de ondernemer niet altijd zichtbaar. Grotere generieke fondsen helpen voor flexibeler en meer zichtbaar inzetten van publieke middelen.

Door de versnippering is duurzame mobiliteit nu nog geen herkenbare opgave in instrumentaria. Zo kent het geen eigen topsector, maar speelt het wel een rol in diverse topsectoren. Via het Klimaatakkoord en de IKIA klimaat is nu wel zichtbaar wat de innovatieopgave is. Het is van belang deze goed te laten landen in de diverse topsectoren en in het brede innovatie-instrumentarium. En waar de instrumenten aanwezig zijn, is (lange termijn) vulling van de fondsen onzeker of aflopend. Dit belemmert de investeringsbereidheid vanuit de industrie.

De doorlopende financieringslijn is van belang, maar ontwikkelingen bewegen zich hier organisch doorheen. Het vraagt om een flexibel financieringssysteem en financial engineering skills bij het opzetten van programma's.

5.3 Human capital agenda

De samenleving en de arbeidsmarkt transformeren door technologische ontwikkelingen zoals digitalisering, automatisering en robotisering en de klimaatopgaven in hoog tempo. Deze ontwikkelingen stellen het maatschappelijk, organisatie en persoonlijk aanpassingsvermogen continu op de proef. Human capital is een belangrijke enabler om innovaties mogelijk te maken en deze nieuwe omstandigheden optimaal te benutten door zich hierop continu aan te (blijven) passen zodat innovaties ook opgeschaald kunnen worden. Missiegedreven innovatie vergt dat er niet alleen wordt ingezet op het ontwikkelen en vernieuwen van kennis maar ook dat er voldoende professionals zijn met up-to-date kennis en kunde om nieuwe toepassingen te ontwikkelen en te implementeren. Om die reden nemen we HCA integraal mee en spreken daar ook KPI's op af.

Noodzakelijke competenties

Wat betreft inhoudelijke kennis is het noodzakelijk thema's zoals data science, (informatie-)technologie, embedded systems, AI, robotisering, IoT, procesoptimalisatie/-management, circulaire economie, wet- en regelgeving, 3D printing, MVO, LCA, MKBA, servicelogistiek, cross-sectorale thema's zoals stads- en bouwlogistiek, emissievrije agro-industrie, binnenvaart, heavy duty transport, internationale perspectieven, verandermanagement, nieuwe concepten op het gebied van duurzame energie en schone mobiliteit, en de gedrags- en sociale component van transitie in curricula te verwerken.

Wat betreft generieke skills dienen studenten en werkenden de volgende competenties te bezitten om een optimale bijdrage te kunnen leveren aan de uitdagingen binnen mobiliteit (21st century skills): creativiteit, stimuleren van wilde ideeën/omdenken, adaptiviteit, omgaan met onzekerheid, digitale skills, een lerende professionele onderzoekende attitude, weten waar kennis te vinden is, ondernemerschap tonen, samenwerken & netwerken, over (internationale) grenzen en disciplines heen kunnen kijken en kennis en inzicht in gedragsverandering en -beïnvloeding.

Via sector-overstijgende arbeidsmarktdashboards wordt up-to-date inzicht verschaft in arbeidsmarktontwikkelingen, effecten van digitalisering en automatisering op functies en taken zodat de overheid, het onderwijs, werkgevers en werkenden beter geïnformeerd zijn over kansen en verschuivingen in de arbeidsmarkt. Door in te zetten op imago en communicatiecampagnes over uitdagende taken en het zichtbaar maken van carrière mogelijkheden in de transitie, worden voldoende toekomstige en switchende werkenden aangetrokken.

Innovatie- en kennisecosysteem

Missiegedreven innovatie vergt een innovatie- en kennisecosysteem waarin versneld voldoende kwalitatief goed opgeleid human capital (continu) wordt opgeleid in een ecosysteem waarin versnelling en opschaling van kennis en kunde gerealiseerd wordt, mede in het licht van huidige en toekomstige personeelstekorten. De topsectoren hebben recent een concept ontwikkeld om leer-, werk- en innoveromgevingen te kunnen stimuleren door ze met elkaar te verbinden: Learning Communities. In (regionale) publiek-private samenwerkingsverbanden werken onderwijs, bedrijfsleven, onderzoekers en overheid nauw samen door de koppeling van werken-leren en innoveren om bovengenoemde kennis- en innovatieversnelling te realiseren en innovatieve oplossingen op te schalen door kennis en innovatie uit te wisselen en in te bedden.

Door het uitbreiden en versterken van de samenwerking tussen onderwijs, onderzoek, bedrijven en overheid worden bestaande publiek-private samenwerkingsverbanden (PPS'en) zoals innovatiecentra, (CIVs/RIFs, CoE via KennisDC Logistiek) in en tussen de hele onderwijsketen benut en ontstaat een integrale ketenbenadering (zie bijv. New Energy & Mobility Innovatielab). Dit soort vaak regionale netwerken dienen ook meer landelijk en internationaal verbonden te worden en uit te wisselen. Daarmee wordt ook internationale (domein, technologie, concepten) kennis in het onderwijs binnengehaald.

Door ruimte te zoeken in regels kunnen hybride leeromgevingen (via bv. PPS-constructies) in learning communities worden vormgegeven waarbij nieuwe onderwijsconcepten, onderwijs technologie, modulair maatwerkonderwijs, leerwerk arrangementen (bv. werkplekleren) ter stimulering van zij-instroom, her-, bij-, omscholing worden toegepast.

De inzet op nieuwe technologieën vraagt naast technologische ontwikkelingen ook om sociale innovatie, bijvoorbeeld op gebied van leiderschap, gedrag en regelgeving.

Sociale Innovatie omvat in deze context het vernieuwen van de arbeidsorganisatie, de arbeidsverhoudingen en het maximaal benutten van de talenten van de werknemers met het oog op verbetering van de prestaties van de organisatie en de ontplooiing van talenten.

Medewerkers werken steeds vaker in nieuwe organisatievormen zoals netwerkorganisaties (ook platformisering, etc.) die adaptief en wendbaar zijn om nieuwe technologieën (beter) te adopteren. Hierdoor ontstaan ook andere relaties tussen werkgever en werknemer met andere eisen aan leiderschap, arbeidsrelaties (flexibele schil, zzp), -voorwaarden, -verbanden, en de noodzaak tot leven lang ontwikkelen. Deze moderne vormen van samenwerken vereisen gedragsbeïnvloeding en -verandering om de transitie/systeemverandering te realiseren. Hierop dient verder onderzoek uitgevoerd te worden.

5.4 Monitoring & verantwoording

De monitoring heeft tot doel om beleid te kunnen bijsturen. Daarnaast dient het om de inzet van publieke middelen te verantwoorden. De monitoring van het MMIP Duurzame Mobiliteit moet aansluiten bij de brede monitor en evaluatie van programmadirectie Duurzame Mobiliteit.

Hoofddoel sectorakkoord mobiliteit:

In 2050 is de CO₂-uitstoot van de mobiliteitsector nagenoeg nul. Voor 2030 is de opgave om te komen tot een max. uitstoot CO₂-emissie voor mobiliteit van 25 Mton, overeenkomend met een reductie van ongeveer 7 Mton extra t.o.v. de huidige uitstoot. Om dit sneller en kosteneffectiever binnen bereik te krijgen is kennis en innovatie nodig.

Voor 2030 zijn de tussendoelen:

- 2 miljoen elektrische vervoersmiddelen en alle nieuw verkochte personenauto's zero emissie.

- Energieverbruik van mobiliteit wordt voor 1/3e voorzien uit hernieuwbare bronnen. Dit draagt ook bij aan zeer lage emissies van andere stoffen dan CO₂.
- 8 miljard minder zakelijke (auto)kilometers .
- Minimaal de 32 grootste gemeenten hebben zero-emissiezones voor stadslogistiek.

Dit innovatieprogramma draagt bij aan het halen van deze doelen. Voor het innovatieprogramma worden Kritieke Succes Factoren (KSF's) en Kritieke Prestatie Indicatoren (KPI's) gehanteerd, zoals beschreven in de tabel op de volgende pagina.

KSF	KPI's	Norm
Algemeen		
Voldoende draagvlak bij alle partijen	Aantal aangesloten partners	Min. 200
	Goede vertegenwoordiging over de quadrupelhelix	Elke groep maakt voor minimaal 15% deel uit van de alliantie
Topsectoren goed aangesloten bij de ontwikkeling	Aantal topsectoren die zijn aangesloten	4
Duidelijke sturing op systeemniveau	Beleidsondersteunende kennis aanwezig	Per jaar minimaal - 1 monitoringrapport - 3 assessmentstudies - 1 studie over transitie management
	Duidelijke communicatie naar de achterban	- Strategisch communicatieplan - Min. 3 bijeenkomsten/jaar - Min. 8 communicatiemomenten (online/offline)/ jaar
Focus onderzoeksprogramma's (formuleren van concrete doelen maakt onderdeel uit van de uitwerking van deze programma's)		
Duidelijke en gedragen richting van de onderzoeksprogramma's	Opgestelde roadmaps voor innovatie per onderzoeksprogramma's	Min. 5 op de hoofdlijnen. Kan nader worden gespecificeerd voor deelonderwerpen.
Voldoende financiering voor de 5 onderzoeklijnen	Hoeveelheid geïnvesteerd vermogen voor innovatie (publiek en privaat)	Min. €75 mln. per jaar
Living labs		
Living labs inspireren elkaar	Overzicht van lopende living labs/experimenten	1 overzicht
	Aantal contactmomenten tussen living labs	Min. 3 per jaar
	Aandeel living labs dat onderzoeksvragen formuleert vanuit mobiliteitssysteem	<10% in 2020 <25% in 2025 <40% in 2030
Living labs zorgen voor versnelling van de opschaling	Aantal zwaarwegende beleidsadviezen die vanuit MMIP zijn uitgebracht	Min. 3 adviezen/jaar
	Aantal nieuwe allianties gevormd om technologie op te schalen	Min. 1/jaar
Innovatiefundament		
Goede aansluiting van regionale en nationale innovatieprogramma's	Aantal provincies aangesloten op MMIP Duurzame Mobiliteit	Min. 10
	Vertegenwoordiger regio's geborgd in missieteam	1 vertegenwoordiger

6. Bedankt

Dit uitvoeringsprogramma is een verdienste van heel veel mensen. Mede door jullie inbreng, en aanwezigheid bij onder meer ronde tafels en discussiesessies, hebben wij dit uitvoeringsprogramma kunnen opstellen. Daarom bedanken wij:

Susan, Bert, Anco, Jan-Anne, Hans, Janet, Bert, Toon, Olga, Saeda, Erik, Eric, Loes, Rutger, Albert, Louis, Karin, Joris, Margo, Laurens, Thomas, Robert, Valentijn, Joost, Niek, Laetitia, Philip, Jos, Geert-Jan, Maarten, Peter, Roy, Jorg, Eveline, Thijs, Frank, Floris, Martien, Geert, Pieter, Bas, Bart, Michel, Karin, Johan, Fred, Ellen, Leo, Mariette, Gerben, Yolande, Marsha, Jasper, Rik, Wouter Michael, Joost, Carin, Tom, Han, Jack, Leo, Pieter, Freek, Stefan en via hen de vele andere die hieraan hebben bijgedragen.

We hebben feedback mogen ontvangen van de topsectoren HTSM, Energie, Logistiek, Water en Creatief. Van de TO2-instellingen TNO en MARIN. Van de NWO-instellingen NERA, FOM DIFFER, de RUG, TU Delft, TU/e en Erasmus Universiteit Rotterdam. En de platforms Duurzame Biobrandstoffen, Innovatiecluster Elektrische Mobiliteit, Nationaal LNG Platform, Lucht- en Ruimtevaart Nederland, AutomotiveNL, ElaadNL en Deltares. De ministeries van Infrastructuur en Waterstaat en Economische Zaken en Klimaat, het IPO, RWS, het KIM en RVO.

Vele opmerkingen gingen over de structuur. Deze hebben we aangepast en daarnaast de gedetailleerde kennisvragen en innovatieopgaven in een apart document ondergebracht, als een soort "BINAS" voor innovatie m.b.t. Duurzame Mobiliteit in Nederland. Dat maakt deze MMIP Duurzame Mobiliteit toegankelijker. Aanvullingen t.a.v. de innovatieopgaven hebben we waar mogelijk aangevuld in dat document. In de uitwerking van de structuur voor het uitvoeringsprogramma kiezen we er bewust voor om één abstractieniveau hoger in te zetten en aan innovaties te werken die over de modaliteiten heen gaan.

We hebben de relatie tussen de KIA (= innovatie) en het klimaatakkoord (=marktcreatie) duidelijker gemaakt en de verbinding met de regio's en onderwijsinstellingen versterkt. Naast technische en andere oplossingen voor verduurzaming van mobiliteit, levert het innovatieprogramma ook innovatieve, transitie-ondersteunende kennis en tools op die overheden, markt en samenleving helpen om de opschaling van die oplossingen te versnellen. Sociale innovatie en de inzet van gedrags- en systeeminterventies worden naar voren gehaald om als basiselement te dienen voor versnelling van de transitie.

Voor een heldere aansturing is, net zoals in het klimaatakkoord/sectorakkoord duurzame mobiliteit, de opgave voor lucht- en zeevaart niet meegenomen in dit programma, maar ondergebracht in de Deel KIA "Toekomstbestendige mobiliteitssystemen".

Samenstelling van het projectteam

Rob de Groot (RWS, voorzitter)

Henny de Jong (I&W)

Richard Smokers (TNO)

Jeroen Kroonen (Moore & diesel Ambras)

Jacco van der Burg (Engie)

Menno Kleingeld (VDL ETS)

Joost van Gils (Heijmans)

Laurens Lapre (CGI)

Joëlle van den Broek (TNO)

Tim Wouda (Ericsson)

Els de Wit (I&W)

Eric Mink (I&W)

Maurice Geraets (NXP)

Herman Wagter (Connekt)

Bijlage 1: Overzicht publieke regelingen gericht op mobiliteit

Instrument	Doel / stimulering	Subsidie voor	Voor wie ?	Call	Steun-%	Max. bijdrage	Bijzonderheden
LIFE Klimaat	reductie CO ₂	pilot-demo	bedrijven, overheid, NGO's, onderzoeksinst.	tender	55% - 60%	geen max.	Projectgrootte gemiddeld € 5,0 mln
LIFE NGO	reductie CO ₂	operationele kosten	NGO's	tender	50% - 60%	€ 700.000	2-jaarlijks
LIFE IP (Integrated Projects)	reductie CO ₂	uitvoering van beleid	overheden	tender	55% - 60%	geen max.	Samenwerking vereist, projectgrootte gemiddeld € 17,0 mln
EFRO (Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling)	regionale verschillen wegnemen: koolstofarme economie	Industrieel onderzoek, demo-pilot	MKB	op volgorde	max. 40%	€ 2,0 mln.	Samenwerking is een pré, co-financiering overheid verplicht.
ELENA (European Local Energy Assistance Facility)	energiebesparing, benutten duurzame energie, ook duurzame mobiliteit	uitwerking investeringsplannen / projecten	steden + regionale overheid	op volgorde	max. 90%	geen max.	
CETSI (Cofinanciering Europese Territoriale Samenwerking INTERREG)	projectvoorstel INTERREG, gericht op duurzame mobiliteit + klimaat	plankosten	bedrijven, overheden, NGO's, onderzoeksinstellingen	op volgorde	50%	€ 500.000	Budget 2019 overtekend
INTERREG A, B, C	versterking grensregio's, o.a. duurzame mobiliteit	vanaf marktgerichte R&D, industrieel onderzoek, pilots-demo	bedrijven, overheden, NGO's, onderzoeksinstellingen	tender	15%-60%	geen max.	Grensoverschrijdende samenwerking vereist
CEF (Connecting European Facility)	Uitrol alternatieve brandstoffen	marktintroductie en toepassing	bedrijven, overheden, NGO's, onderzoeksinstellingen	continue	10%-20%	geen max.	Subsidie gematched met private financiering. Grensoverschrijdende samenwerking is een pré.

Instrument	Doel / stimulering	Subsidie voor	Voor wie ?	Call	Steun-%	Max. bijdrage	Bijzonderheden
EUROSTARS	economische groei via internationale samenwerking tussen bedrijven, geen specifiek thema.	vanaf marktgerichte R&D, industrieel onderzoek, pilots-demo	bedrijven, onderzoeksinstellingen onder voorwaarde	tender	25%-50%	€ 500.000 in NL	Internationale samenwerking binnen EU is vereist
Horizon 2020 / Horizon Europe	schone brandstoffen	vanaf marktgerichte R&D, industrieel onderzoek, pilots-demo	bedrijven en onderzoeksinstellingen	tender	70%-100%	max. verschilt per (soort) call	Minimaal 3 internationale partners
FCH2JU (Fuel Cell Joint and Hydrogen Joint Undertaking)	stimulering van H ₂ in transport.	vanaf marktgerichte R&D, industrieel onderzoek, pilots-demo	bedrijven, NGO's en onderzoeksinstellingen	tender	70%-100%	idem	Minimaal 3 partners uit 3 verschillende landen
SDE ++ (Stimuleringsregeling Duurzame Energietransitie)	uitrol van CO ₂ -reductietechnieken, o.a. geavanceerde hernieuwbare brandstoffen	marktintroductie en toepassing	bedrijven en non-profit instellingen	tender	exploitatiebijdrage (dekking onrendabele top)		
DKTI	ontwikkeling en introductie van alternatieve brandstoffen	industrieel onderzoek pilot-demo	bedrijven, NGO's en onderzoeksinstellingen	tender en op volgorde	50% - 100%	€ 0,5-€ 2,0 mln, afhankelijk van onderdeel.	
DEI + (Demonstratie Energie Innovatie)	energie-efficiëntie (1) en flexibilisering elektriciteitsnet (2)	pilots-demo	bedrijven, onderzoeksinstellingen onder voorwaarde	op volgorde	35% - 50%	€ 6 mln. (1) en € 15 mln. (2)	

Instrument	Doel / stimulering	Subsidie voor	Voor wie ?	Call	Steun-%	Max. bijdrage	Bijzonderheden
Top Sector Energie, waterstoftender	toepassing van waterstof in mobiliteit	fundamenteel onderzoek, industrieel onderzoek, pilots, demo's	bedrijven, onderzoeksinstellingen onder voorwaarde	tender	25% - 80%	€ 500.000	Samenwerkingsverband met tenminste één ondernemer
MIT (MKB Innovatiestimulering)	zero emissie stadlogistiek Project moet aansluiten op thema's Topsector Logistiek	haalbaarheidsonderzoek (1) , marktgerichte R&D, industrieel onderzoek, pilots, demo's (2)	bedrijven	op volgorde	35%-40%	€ 20.000 (1) € 350.000 (2)	
PPS (Publiek-Private Samenwerkings-toeslag)	idem	fundamenteel- en industrieel onderzoek, pilots, demo's	bedrijven en onderzoeksinstellingen	op volgorde	bijdrage van € 0,3 op elke euro aan onderzoeksinstelling	geen max.	Samenwerking tussen bedrijf en onderzoeksinstelling