

Missiegedreven innoveren in het mobiliteitssysteem

Impactanalyse voor programmering
van Missie D+



Missiegedreven innoveren in het mobiliteitssysteem

Impactanalyse voor programmering van Missie D+

Dit rapport is geschreven door:
Martijn Blom, Pascal Bouwman, Anouk van Grinsven,
Louis Leestemaker

Delft, CE Delft, februari 2026

Publicatienummer: 26.250424.031

Opdrachtgever: Ministerie van Infrastructuur en
Waterstaat

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn
verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de
projectleider Martijn Blom (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft – Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al sinds 1978 werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
Samenvatting	4
1 Inleiding	8
1.1 Achtergrond en aanleiding	8
1.2 Doel en onderzoeksvragen	9
1.3 Afbakening en methode	9
1.4 Leeswijzer	10
2 Innovatiethema's	11
2.1 Inleiding	11
2.2 Beschrijving innovatiethema's	12
2.3 Samenhang tussen innovatiethema's	16
3 De impacts van de innovatiethema's	18
3.1 Impactdimensies	18
3.2 De impactanalyse	19
4 Conclusies en aanbevelingen	40
4.1 Samenhang thema's	40
4.2 Overkoepelende impact van het programma	42
4.3 Onzekerheden	43
4.4 Hoe kan het in de toekomst worden gemonitord?	43
A Matrix koppelkansen en tegenstrijdigheden innovatiethema's	45
B Impactdimensies	47
C Toekomstige monitoring van Missie D+	51
C.1 Monitoringsaanpak van innovaties in de beginfase	51
C.2 Monitoring van transformatieve innovaties in de tussenfase	54
Literatuur	57

Samenvatting

Aanleiding

Missie D+ is het meerjarige missiegedreven innovatieprogramma voor duurzame, inclusieve en toekomstbestendige mobiliteit in Nederland. Het programma werkt toe naar een strategisch programmeringskader met heldere focusgebieden.

Op basis van consultaties en met ondersteuning van CE Delft is een groslijst van ruim twintig innovatiethema's teruggebracht tot een shortlist van acht kansrijke onderwerpen. Voor deze acht thema's heeft het ministerie van IenW CE Delft gevraagd om een strategische impactanalyse uit te voeren. Deze analyse dient als onderbouwing voor prioritering binnen de programmering en als input voor het KIC 2026.

Methode in vogelvlucht

De impactanalyse is gebaseerd op literatuuronderzoek en eigen expert judgement. De analyse sluit aan bij de innovatiemanagementliteratuur, waaruit blijkt dat innovaties vooral succesvol zijn in sectoren met een sterke bestaande kennisbasis en economische positie. Daarom vormen de huidige economische sectoren met daarin aanwezige (publiek en privaat) mobiliteitspartijen en initiatieven ons uitgangspunt.

Daarnaast is aangenomen dat alle 'innovatieprojecten op de verschillende thema's een gelijke kans van slagen hebben, zodat de impact vooraf (ex-ante) ingeschat kan worden. Hoewel dit de realiteit niet volledig weerspiegelt, maakt deze aanname het mogelijk om tijdens de uitvoering van Missie D+ de voortgang en verwachte impact (zowel ex-durante als ex-post) van het missieprogramma te monitoren. Bijvoorbeeld door bij te houden welke fasen tot aan marktintroductie (TRL-niveaus) deze mobiliteitsinnovaties in de praktijk doorlopen. Daarmee kan dan een preciezere schatting worden gemaakt van maatschappelijke impact.

Samenhang tussen de innovatiethema's

De impactanalyse laat zien dat de acht innovatiethema's van Missie D+ sterk met elkaar verweven zijn en samen het mobiliteitssysteem als geheel adresseren. De thema's functioneren niet als losse interventies, maar als onderdelen van een innovatie-ecosysteem. Keuzes binnen het ene thema hebben directe gevolgen voor de effectiviteit van andere thema's.

Het thema **ontwerpprincipes voor mobiliteit** vervult een centrale rol in het mobiliteitssysteem. Dit thema fungeert als richtinggevend kader voor de gewenste systeemontwikkeling en heeft een potentieel grote maatschappelijke impact, doordat het

de vraag (en mate van duurzaamheid) naar mobiliteit structureel en op lange termijn kan beïnvloeden. Dit thema bepaalt bovendien in belangrijke mate de context waarbinnen technologische, gedragsmatige en infrastructurele innovaties hun maatschappelijke meerwaarde kunnen realiseren. Zonder expliciete ontwerpprincipes bestaat het risico dat innovaties, zoals digitalisering of infrastructuuruitbreiding, bestaande en minder duurzame mobiliteitspatronen bestendigen en/of onverwachte reboundeffecten zullen opleveren.

Andere thema's, zoals **weerbaarheid** en **circulariteit**, zijn vooral randvoorwaardelijk.¹ Deze thema's spelen een rol bij de ontwikkeling van het mobiliteitssysteem als geheel en dienen bij de uitwerking van nieuwe mobiliteitsopties, infrastructuur, energievoorziening en datasystemen te worden meegenomen als voorwaarden waaraan moet worden voldaan. Dit borgt dat de mobiliteitstransitie niet gepaard gaat met nieuwe kwetsbaarheden, afhankelijkheden of lock-ins.

De **optimaliserende thema's**, zoals connectiviteit en automatisering, mobiliteit en energiehubbs en integratie in het energiesysteem optimaliseren een efficiënte benutting (en integratie) van zowel elektriciteits- als de mobiliteitsinfra. Deze thema's verbeteren vooral de efficiëntie en uitvoerbaarheid van de transitie. Zij scoren relatief goed op marktpotentieel en kennispositie, maar hun maatschappelijke impact is sterk afhankelijk van beleidsmatige inbedding en de mate waarin rebound- en lock-in-effecten worden voorkomen. Specifiek zal gelet moeten worden op het voorkomen van reboundeffecten om te zorgen voor een positieve maatschappelijke impact. Dit geldt ook voor het thema gedragsverandering.

Uit onze analyse blijkt dat de innovatiethema's sterk met elkaar zijn verweven zijn, maar ook in een enkel geval veel overlap vertoont. Met name de thema's **mobiliteit en energiehubbs** en **integratie in het energiesysteem** overlappen sterk. Het ligt voor de hand dat technische innovaties, benodigde partnerships en gebruikerservaringen in beide thema's samen te voegen.

Aanbeveling 1

Vanwege de sterke samenhang tussen de thema's moet Missie D+ niet sturen op losse projecten, maar op een integrale portfolio-aanpak die bijdraagt aan een robuust toekomstbeeld voor mobiliteit. De governancestructuur dient innovatievoorstellen primair te beoordelen op hun koppelpotentieel, waarbij projecten alleen voorrang krijgen als ze aantoonbare synergie tussen verschillende thema's realiseren. De uitvoering wordt idealiter gebiedsgericht en interdisciplinair ingericht, zodat innovaties uit diverse thema's in onderlinge samenhang kunnen worden getest en gemonitord.



¹ Uit de impactdimensies kunnen daarnaast andere randvoorwaardelijke thema's worden afgeleid, zoals maatschappelijke impact, verdienvermogen, strategische autonomie en robuustheid. Het ligt voor de hand om deze randvoorwaardelijke thema's expliciet mee te nemen bij de verdere doorontwikkeling van het mobiliteitssysteem.

Impact van het programma

De analyse laat zien dat Missie D+ in potentie een aanzienlijke maatschappelijke impact kan hebben, met name doordat het programma zich richt op systeemveranderingen die zonder publieke sturing onvoldoende tot stand komen. Het gaat hier vooral om het agenderen, verbinden en richting geven aan innovaties die inspelen op structurele knelpunten in het mobiliteitssysteem. Een belangrijke meerwaarde van het programma ligt in het opschalen van innovaties en mobiliteitstechnologieën, en deze te loodsen door de ‘valley of death’ door het beschikbaar maken van budgetten voor (opschalings-)subsidies.

De additionele waarde van Missie D+ is het grootst waar maatschappelijke baten hoog zijn, maar private prikkels beperkt, en waar sprake is van marktfalen door hoge transactiekosten (bijvoorbeeld bij samenwerking met veel partijen). Bij thema's waar al veel initiatieven bestaan vanuit markt en beleid, zoals elektrificatie en digitale mobiliteit, ligt de toegevoegde waarde van Missie D+ vooral in het borgen van publieke waarden en duidelijke standaarden, en daarmee het aanjagen van transformatieve innovaties.

Thema's die ingrijpen op de structuur van mobiliteitsvraag, zoals ontwerpprincipes en gedragsverandering, hebben een potentieel grote impact, maar kennen ook hoge onzekerheden en lange doorlooptijden. Andere thema's, zoals energie-integratie en energiehubs, kunnen op kortere termijn bijdragen aan het oplossen van urgente knelpunten, zoals netcongestie, en daarmee de haalbaarheid van mobiliteitstransities (versnelling en inpassing van de enorme elektrische laadvraag) vergroten.

Aanbeveling 2

Positioneer Missie D+ nadrukkelijk als ‘versneller’ die bestaande proeftuinen naar een systeemniveau tilt, niet als het zoveelste testprogramma. Dit vereist een scherpe selectie van interventies die publieke waarden borgen en barrières voor opschaling wegnemen die de markt zelf niet doorbreekt. Bij deelname aan of ondersteuning van bestaande praktijkproeven en living labs bevelen we aan dat Missie D+ een strikt criterium van additionaliteit hanteert. Ook is er een gebalanceerde thematische portfolio nodig om zowel maatschappelijke impact, economische kansen als systeemrobuustheid te realiseren.



Toekomstige monitoring

De impactanalyse kent aanzienlijke onzekerheden die passen bij missiegedreven en transformatieve innovatie. Structurele monitoring is daarom essentieel om de voortgang en impact van Missie D+ te volgen en tijdig bij te sturen. Daarbij is het van belang onderscheid te maken tussen verschillende fasen van innovatie.

- In de beginfase van het programma Missie D+ (eerste twee jaar) ligt de focus op het functioneren van het innovatie-ecosysteem, zoals kennisontwikkeling, experimenten, netwerkvorming, legitimiteit en richtinggevendheid. Monitoring dient

hier vooral **kwalitatief** te zijn en inzicht te geven in of de juiste randvoorwaarden voor transformatieve innovatie worden opgebouwd.

- In latere fasen van het programma (vanaf twee jaar), wanneer innovaties concreter worden en toepassingen zichtbaar zijn, kan monitoring worden aangevuld met **kwantitatieve indicatoren**. Door per innovatiethema te werken met een basispad, een realistisch en een maximaal innovatiepotentieel, kan expliciet rekening worden gehouden met onzekerheden en variatie in slagingskansen (zie verder Bijlage C).

Aanbeveling 3

De onzekerheden benadrukken het belang van adaptiviteit, lerend programmeren en het expliciet accepteren van mislukkingen als onderdeel van het innovatieproces. Daarvoor is tussentijdse monitoring en bijsturing een belangrijke bouwsteen (zie volgend kopje). Aanbevolen wordt om monitoring niet uitsluitend te gebruiken voor verantwoording, maar vooral als strategisch instrument voor leren en bijsturen. Daarmee kan Missie D+ haar rol als richtinggevend en adaptief missieprogramma invullen in een dynamische, maatschappelijke en technologische context.



1 Inleiding

1.1 Achtergrond en aanleiding

Missie D+ is het meerjarige missiegedreven innovatieprogramma voor duurzame, inclusieve en toekomstbestendige mobiliteit in Nederland. Het programma richt zich op het versnellen van innovaties en kennisontwikkeling die essentieel zijn voor klimaat-, leefbaarheids- en mobiliteitsdoelen, en die zonder publieke ondersteuning niet vanzelf tot stand komen.

Missie D+ werkt toe naar een strategisch programmeringskader waarin heldere focusgebieden worden gekozen. Op basis van consultaties en met behulp van CE Delft is een groslijst van ruim twintig innovatiethema's teruggebracht tot een shortlist van acht kansrijke onderwerpen.

Voor deze acht thema's vroeg het ministerie van IenW CE Delft een strategische impactanalyse uit te voeren, als onderbouwing voor prioritering in de programmering en voor input aan het KIC2026. Missie D+ is voornemens om uiteindelijk **vier** innovatiethema's te selecteren voor opname in het missieprogramma.

Totstandkoming innovatiethema's

Voor de start van deze impactanalyse is een groslijst opgesteld van dertig mogelijke innovatiethema's binnen mobiliteit, energie, ruimte en gedrag. Deze groslijst is gebaseerd op eerdere consultaties met stakeholders uit het mobiliteitssysteem. In de zomer van 2025 is deze groslijst teruggebracht tot een shortlist. Dit gebeurde in drie stappen:

1. Clustering en reductie

De groslijst bevatte zowel brede systeemthema's als specifieke technologieën. Overlappende onderwerpen zijn samengevoegd; te smalle of technologisch gedetailleerde onderwerpen zijn niet verder uitgewerkt. Het missieteam heeft expliciet gestuurd op thema's met brede systeemrelevantie en beleidsmatige waarde.

2. Prioritering door het Missie D+-team

Tijdens een werksessie zijn de overgebleven thema's beoordeeld en geprioriteerd. De missieleden mochten hierbij punten toekennen aan de acht volgens hen meest belangrijkste thema's.

3. Validatie door sectorexperts

De voorlopige shortlist is besproken met experts uit de sector. Zij hebben de samenhang, relevantie en uitvoerbaarheid getoetst. Deze validatie bevestigde dat de geselecteerde thema's passen bij de doelstelling van Missie D+ om richting te geven aan een toekomstbestendig mobiliteitssysteem.

1.2 Doel en onderzoeksvragen

Het doel van dit project is het analyseren van de acht geselecteerde innovatiethema's met behulp van een transparante methodiek. De analyse moet inzicht geven in de potentiële **meerwaarde van elk thema** langs zes centrale dimensies van impact.

1. Maatschappelijke impact.
2. Positie van Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen.
3. Mondiaal marktpotentieel.
4. Strategische Europese autonomie.
5. Robuustheid.
6. Additionaliteit.

Deze analyse helpt het missieteam bij het selecteren van de innovatiethema's met de grootste maatschappelijke impact. Ook blijkt uit de analyse op welke beoordelingsdimensies de innovatiethema's het beste scoren.

1.3 Afbakening en methode

De impactanalyse richt zich op de acht innovatiethema's die door het Missie D+ team vooraf zijn geselecteerd:

1. Ontwerpprincipes mobiliteit.
2. Weerbaarheid.
3. Connectiviteit en automatisering.
4. Gedragsverandering.
5. Mobiliteit en energie (energy hubs).
6. Integratie van duurzame mobiliteit in het energiesysteem.
7. Circulair.
8. Benodigde infrastructuur voor transitie.

De analyse is kwalitatief van aard, vanwege de hoge mate aan onzekerheid en de beperkte uitwerking van het programmakader en de gekozen thema's. De analyse vindt plaats op themaniveau, niet op het niveau van individuele technologieën of projecten.

Methode

Innovatie is cruciaal voor economische groei en het oplossen van maatschappelijke vraagstukken. De innovatieliteratuur benadrukt dat het proces van innovaties inherent onzeker is. Empirisch onderzoek laat zien dat de gemiddelde kans op commercieel succes slechts rond de 25% ligt (Lekkerkerk, 2012). Dit betekent dat bij het stimuleren van deze innovaties een hoge tolerantie voor falen moet worden geaccepteerd, aangezien talrijke

mislukkingen noodzakelijk zijn om uiteindelijk enkele succesvolle doorbraken mogelijk te maken (Acemoglu et al., 2022).

Wij kiezen er in de impactanalyse voor om aan te nemen dat elk innovatiethema even succesvol is en een gemiddeld even grote succesrate kent. Met andere woorden, de programmatische inzet op het thema circulair levert evenveel succesvolle innovaties op als de inzet op het thema connectiviteit en automatisering. In de praktijk is dat natuurlijk een grote versimpeling van de realiteit. Echter maakt deze methode het mogelijk om gedurende (ex-durante) de uitvoering van Missie D+ de slagingskansen te monitoren en zo de vorderingen en slagingskansen in beeld te brengen en waar nodig bij te sturen, in een fase waarin de uitwerking van het innovatieprogramma nog niet is ingevuld.

1.4 Leeswijzer

Dit rapport beschrijft de verwachte impact van de innovatiethema's. In Hoofdstuk 2 lichten we de innovatiethema's toe en beschrijven we de samenhang tussen de innovatiethema's. Hierbij signaleren we eventuele koppelkansen. Vervolgens beschrijven we in Hoofdstuk 3 de verwachte impact van de innovatiethema's op basis van zes impactdimensies. In Hoofdstuk 4 lichten we de belangrijkste conclusies en aanbevelingen toe.

| 2 Innovatiethema's

2.1 Inleiding

In totaal heeft Missie D+ *acht* innovatiethema's geselecteerd die richting geven aan de ontwikkeling van een toekomstbestendig mobiliteitssysteem:

1. **Ontwerpprincipes mobiliteit:** ruimtelijke en functionele ontwerpprincipes bepalen hoe gebieden worden ingericht en hoe mobiliteit wordt gefaciliteerd en gestuurd.
2. **Weerbaarheid:** het borgen van de continuïteit van mobiliteit bij verstoringen, inclusief fysieke, digitale en organisatorische kwetsbaarheden.
3. **Connectiviteit en automatisering:** de inzet van datagedreven systemen, voertuigcommunicatie en automatisering om mobiliteit veiliger, efficiënter en schoner te maken.
4. **Gedragsverandering:** interventies die mobiliteitskeuzes beïnvloeden, zoals modal shift, spitsmijden, thuiswerken en deelmobiliteit.
5. **Mobiliteit en energie:** de ruimtelijke en logistieke koppeling tussen mobiliteit en energievoorziening op strategische locaties zoals havens, corridors en bedrijventerreinen.
6. **Integratie van duurzame mobiliteit in het energiesysteem:** de systeemtechnische koppeling van elektrische mobiliteit met het energiesysteem, zoals smart charging en vehicle-to-grid.
7. **Circulariteit:** het minimaliseren van materiaalgebruik en afval door hergebruik, reparatie, remanufacturing en recycling binnen de mobiliteitsketen.
8. **Benodigde infrastructuur voor transitie:** de fysieke en digitale infrastructuur die noodzakelijk is om meerdere transitie (elektrificatie, digitalisering, nieuwe energiedragers) mogelijk te maken.

Om scherpe keuzes te maken, helpt het om duidelijk af te bakenen wat binnen een innovatiethema valt en wat niet. Wij hebben daarom in deze paragraaf een voorstel gedaan voor de eerste uitwerking van de innovatiethema's. Hieronder geven wij een beschrijving van de innovatiethema's.

2.2 Beschrijving innovatiethema's

Ontwerpprincipes mobiliteit

Ontwerpprincipes van mobiliteit verwijzen naar de ruimtelijke en functionele uitgangspunten waarmee verplaatsingen van personen en goederen worden gefaciliteerd, gestuurd of beperkt. Het gaat hierbij niet alleen om fysieke infrastructuur (zoals wegen, spoor of openbaar vervoer), maar om het ruimtelijk ontwerp dat mobiliteit mogelijk maakt: hoe stedelijke, regionale en landelijke gebieden zijn ingericht en welke vervoerswijzen daarin worden aangeboden en bevorderd.

Het thema richt zich op het ontwikkelen en toepassen van nieuwe, geïntegreerde ontwerpbenaderingen die bijdragen aan duurzame, bereikbare en leefbare omgevingen. De nadruk ligt op ruimtelijke samenhang tussen wonen, werken, voorzieningen en infrastructuur, en op het bevorderen van modaliteiten met lage milieu-impact.

Weerbaarheid

Weerbaarheid richt zich op de vraag hoe het mobiliteitssysteem in stand blijft tijdens acute verstoringen, zoals cyberaanvallen, energiecrises, pandemieën of calamiteiten. Het gaat om zowel fysieke als digitale infrastructuur, en om organisatorische en bestuurlijke veerkracht. Calamiteiten als gevolg van extreem weer door klimaatverandering vallen hier wel onder, de structurele veranderingen in het kader van klimaatadaptatie niet.

Bij dit thema gaat het om acties die de minimaal noodzakelijke infrastructuur borgen, waardoor cruciale verplaatsingen (van personen, goederen, hulpdiensten, defensie) mogelijk blijven, en om zwakke plekken en mitigerende maatregelen (zoals redundantie of noodscenario's) te ontwikkelen.

Connectiviteit en automatisering

Connectiviteit en automatisering richten zich op de ontwikkeling en integratie van slimme, datagedreven vervoerssystemen die de efficiëntie, veiligheid en duurzaamheid van mobiliteit vergroten. Het thema omvat zowel technische innovaties zoals vehicle-to-vehicle (V2V) en vehicle-to-grid (V2G)-communicatie, real-time verkeersmanagement en autonome voertuigen als sociale en institutionele innovaties die nodig zijn om deze technologieën verantwoord toe te passen.

Doel is om de onderdelen van mobiliteitssystemen beter te laten samenwerken tussen voertuigen, modaliteiten, infrastructuren en gebruikers. Hierdoor verlopen verkeersstromen veiliger, schoner en efficiënter. Daarbij gaat het niet alleen om technologische ontwikkeling, maar ook om governance, standaarden, ethiek en gedrag: hoe organiseren we de overgang van mensgestuurde naar deels of volledig geautomatiseerde mobiliteit, en welke publieke waarden moeten daarbij worden geborgd?

Het thema bestrijkt zowel personenvervoer als logistiek, en heeft sterke raakvlakken met digitale infrastructuur (zoals 5G/6G en sensornetwerken), data-uitwisseling en kunstmatige intelligentie. De impact beslaat alle modaliteiten: weg, spoor, water en lucht.

Gedragsverandering

Gedragsverandering in mobiliteit verwijst naar aanpassingen in verplaatsingspatronen, modaliteitskeuze en gebruiksgewoonten van personen en bedrijven. Deze veranderingen kunnen worden beïnvloed door beleid, ruimtelijke inrichting, technologische innovaties of maatschappelijke normen. Het gaat dus niet alleen om ‘minder autorijden’, maar om het anders organiseren van mobiliteit: slimmer plannen van verplaatsingen, overstappen op duurzamere modaliteiten of het geheel vermijden van verplaatsingen door digitale alternatieven.

Het doel van dit thema is inzicht krijgen in de mechanismen waarmee gedrag kan bijdragen aan de verduurzaming van mobiliteit, en hoe beleids- en marktinstrumenten dit kunnen ondersteunen. Bij gedragsverandering wordt nadrukkelijk gekeken naar structurele en blijvende gedragsaanpassingen die de vraag naar vervoer beperken of verschuiven naar schonere modaliteiten.

Gedragsverandering op individueel, organisatorisch en systemisch niveau

Bij gedragsverandering in mobiliteit kan onderscheid worden gemaakt tussen drie samenhangende niveaus: individueel gedrag, organisatorisch gedrag en systeemgedrag. Effectieve gedragsverandering vraagt om interventies op al deze drie niveaus.

- Individueel gedrag betreft de keuzes en routines van personen, zoals modaliteitskeuze, reistijdstip en reisfrequentie. Dit gedrag wordt beïnvloed door kosten, tijd, comfort, informatie en sociale normen.
- Organisatorisch gedrag verwijst naar mobiliteitspraktijken van organisaties, zoals reis- en thuiswerkbeleid, werktijden, wagenparkbeheer en logistieke planning. Deze keuzes sturen collectieve patronen, zoals spitsdruk en goederenstromen, en vormen een belangrijke schakel tussen individuele keuzes en systeemuitkomsten.
- Systeemgedrag betreft de collectieve mobiliteitspatronen die voortkomen uit de inrichting van het mobiliteitssysteem, waaronder infrastructuur, ruimtelijke ordening, regelgeving, financieringsmechanismen en dominante beleidslogica's. Dit gedrag is niet het resultaat van individuele keuzes, maar van structurele prikkels en institutionele kaders.

Mobiliteit en energiehubs

Het thema mobiliteit en energiehubs richt zich op de ruimtelijke en logistieke koppeling tussen mobiliteit en energie, bijvoorbeeld in havens, bedrijventerreinen, logistieke corridors en regionale knooppunten

Doel van de innovatie is om de beschikbare ruimte, infrastructuurcapaciteit en investeringen optimaal te benutten en zo een efficiënte en toekomstbestendige energie- en mobiliteitsinfrastructuur te ontwikkelen waarin de fysieke stromen van mensen, goederen en energie samenkomen. Tegelijkertijd kan hier een bijdrage geleverd worden aan het oplossen van zeer urgente congestie op de elektriciteitsnetten.

Anders dan het thema Integratie van duurzame mobiliteit in het energiesysteem, gaat het hier niet primair om netbalancing, energiecongestie of flexibiliteitsdiensten, maar om slimme ruimtelijke clustering en gedeeld gebruik van voorzieningen. Denk daarbij aan de fysieke verweving van mobiliteitshubs en energiehubs als onderdeel van een robuuste, toekomstgerichte infrastructuur.

Integratie in energiesysteem

Dit thema richt zich op de functionele koppeling tussen duurzame mobiliteit en het energiesysteem. Het thema is breder dan het thema mobiliteit en energiehubs, waarbij alle vormen van deze integratie worden meegenomen, terwijl het voorgaande thema zich uitsluitend richt op samenwerking tussen (mobiliteits-)bedrijven gericht op het optimaal benutten van netcapaciteit.

De kern ligt bij het slim benutten van elektrische voertuigen, laadinfrastructuur en energieopslag als actieve componenten in het bredere energiesysteem. Denk hierbij aan bidirectioneel laden (vehicle-to-grid), smart charging, lokale energiehubs en flexibiliteitsdiensten die elektrische voertuigen kunnen leveren aan wijken, bedrijventerreinen of logistieke netwerken.

Het doel van deze integratie is om negatieve effecten zoals netcongestie te voorkomen en tegelijkertijd positieve bijdragen aan het energiesysteem te maximaliseren. Door voertuigen, laadinfrastructuur en lokale opwek (bijvoorbeeld zon of wind) slim op elkaar af te stemmen, kan mobiliteit bijdragen aan netbalancing, reductie van piekbelasting en efficiënter gebruik van duurzame energie.

Toepassingen liggen onder andere in:

- stedelijke laadinfrastructuur met slimme sturing en tijdsafhankelijke tarieven;
- logistieke hubs met lokale opslag en pv-opwek;
- integratie van laadprofielen met wind- en zonproductie;
- sectoroverstijgende samenwerking tussen mobiliteit, netbeheer en gebouwde omgeving.

Circulariteit en logistiek binnen circulaire economie

Circulariteit binnen het mobiliteitssysteem richt zich op het beperken van grondstofgebruik en milieudruk over de volledige levenscyclus van voertuigen, infrastructuur en energiedragers. Het uitgangspunt is dat materialen en producten zo lang mogelijk in omloop blijven in de logistieke keten, met zo min mogelijk verlies van waarde. Daarmee vormt circulariteit een structurele pijler van duurzame mobiliteit, naast elektrificatie en gedragsverandering.

Het thema sluit aan bij het Nationaal Programma Circulaire Economie (NPCE) en de Europese doelstelling om in 2050 een volledig circulaire economie te realiseren. Binnen de mobiliteitssector omvat dit zowel productontwerp, onderhoud en hergebruik, als de verwerking van reststromen en recycling van kritieke materialen.

Het doel van dit thema is het verlengen van de levensduur van producten en materialen in de mobiliteitsketen, het verminderen van de afhankelijkheid van schaarse of import gebonden grondstoffen en het minimaliseren van milieueffecten door efficiënter materiaalgebruik en herwinning. Zo draagt circulariteit bij aan leveringszekerheid, klimaatdoelen en een veerkrachtige mobiliteitsinfrastructuur.

Benodigde infrastructuur

Dit thema richt zich op de langetermijinfrastructuur die nodig is om de grote maatschappelijke transitie in mobiliteit mogelijk te maken: elektrificatie, digitalisering, verduurzaming van logistiek, en de overgang naar nieuwe energiedragers zoals waterstof en synthetische brandstoffen.

Het gaat om de vraag welke infrastructuur Nederland nodig heeft om de mobiliteit van mensen en goederen in de toekomst te accommoderen. Tweede vraag is hoe deze infrastructuur tijdig, efficiënt en adaptief ontwikkeld kan worden binnen de beschikbare ruimte en middelen.

De kern van het thema is strategische infrastructuurplanning onder onzekerheid. Dat betekent nadenken over de ruimtelijke en systeemtechnische randvoorwaarden voor meerdere transitie tegelijk: energie, grondstoffen, digitalisering en ruimte. De focus ligt niet op afzonderlijke projecten of technologieën, maar op netwerken, knooppunten en verbindingen die gezamenlijk de ruggengraat van duurzame mobiliteit vormen.

2.3 Samenhang tussen innovatiethema's

Tussen de innovatiethema's bestaan verschillende koppelkansen, zoals geïdentificeerd in de matrix in Bijlage A. De belangrijkste inzichten uit de analyse van de innovatiethema's staan hieronder beschreven:

- **Het thema ontwerpprincipes voor mobiliteit vormt het verbindende kader.**

De ontwerpprincipes beschrijven het gewenste mobiliteitssysteem volgens het uitgangspunt 'decide & provide'² en geven richting aan de systeemontwikkeling vanuit bredere maatschappelijke kaders, zoals duurzaamheid, leefbaarheid, het omgaan met schaarse ruimte en brede welvaart.

Net zoals de ruggengraat is het mobiliteitssysteem het centrale steunpunt dat de verschillende ledematen en organen op hun plek houdt en met elkaar verbindt. De ontwerpprincipes fungeren als het dragende principe voor alle mobiliteitsoplossingen. Zonder deze ruggengraat ontbreekt de noodzakelijke structuur en samenhang, waardoor de afzonderlijke onderdelen niet langer als één geheel opereren.

Daarmee bepalen zij de contouren waarbinnen het mobiliteitssysteem zich ontwikkelt en waarbinnen de verschillende innovatiethema's opereren.

De ontwerpprincipes fungeren als een verbindend element dat de afzonderlijke innovatiethema's samenbrengt en zorgt voor samenhang en consistentie in de systeemontwikkeling.

- **Sommige innovatiethema's, zoals 'Circulair' en 'Weerbaarheid', zijn belangrijke randvoorwaarden voor andere innovatiethema's.** Deze thema's fungeren als essentiële randvoorwaarden voor de ontwikkeling van het mobiliteitssysteem als geheel. Bij de ontwikkeling van nieuwe mobiliteitsopties, infrastructuur, de energievoorziening en datasystemen dienen circulariteit en weerbaarheid steeds expliciet te worden meegenomen als randvoorwaarden waaraan voldaan moet worden. Ook deze systemen dienen immers weerbaar en circulair te zijn.
- **Sterke samenhang tussen innovatiethema's.** Uit de analyse blijkt dat de innovatiethema's sterk met elkaar zijn verweven. Met name de thema's 'mobiliteit en energiehubs' en 'integratie in het energiesysteem' overlappen in belangrijke mate. Energiehubs zijn bijvoorbeeld een van de routes om mobiliteit in het energiesysteem te integreren, maar er bestaan ook andere (technische) oplossingen zoals bidirectioneel laden en smart charging.

² **Decide & Provide** is een planningsparadigma waarbij eerst een gewenste toekomstige toestand of visie – bijvoorbeeld een weerbare, duurzame en circulaire samenleving – wordt vastgesteld (*decide*) en vervolgens de middelen, strategieën en voorzieningen worden geleverd om naar die toekomst toe te werken, met expliciete aandacht voor onzekerheden in toekomstige ontwikkelingen.

Deze samenhang is niet toevallig, maar sluit aan bij inzichten uit het innovatie-management, waarin innovatie steeds vaker wordt benaderd vanuit het perspectief van innovatieve ecosystemen (zie het onderstaande tekstkader).

- **Verken thema-overstijgende samenwerking.** Het merendeel van de innovatiethema's loopt sterk in elkaar over. Het is van belang om de kennis van voor deze innovatiethema's te borgen in het innovatie-ecosysteem. Dit is in het bijzonder relevant, omdat innoveren hoofdzakelijk gaat om het toepassen van bestaande technieken in nieuwe contexten c.q. markten (Hekkert, 2014).

Ter illustratie, de gps en drones werden oorspronkelijk ontwikkeld binnen de defensiemarkt, maar worden op dit moment ook veelvuldig toegepast in het mobiliteitssysteem. Richt je als Missie D+ daarom niet alleen op innovaties binnen het mobiliteitssysteem, maar verken ook innovaties uit andere markten die ruimte bieden voor koppelkansen.

Belang van innovatie-ecosystemen voor innovatie

Definitie van een innovatie-ecosysteem

Een innovatie-ecosysteem is een netwerk van mensen, kennisstromen, activiteiten, producten en instituties die samen bijdragen aan innovatie (Granstrand & Holgersson, 2020). Dit omvat de relaties tussen verschillende actoren, zoals complementaire (ondersteunende) en vervangende (concurrerende) relaties³, die belangrijk zijn voor de prestaties van een individu of groep op het gebied van innovatie. Het systeem kan op verschillende schaalniveaus bestaan (Cooke et al., 1997; Godin, 2009; Weckowska et al., 2024): **Europees** (Horizon), **nationaal** (automotive in Duitsland) en **regionaal** (Brainport Eindhoven).

Samenwerking op meerdere thema's

Innovatie-ecosystemen beperken zich niet tot één innovatiethema, maar zijn breder opgebouwd doordat specialistische kennis wordt gedeeld binnen het systeem. De verspreiding en toepassing van deze kennis is sterk afhankelijk van de samenwerking tussen deze actoren (Cooke et al., 1997; Lundvall, 2010) (Asheim et al., 2011). Deze samenwerkingsrelaties spelen een cruciale rol in het versterken van de kennisbasis van het ecosysteem.

Het is daarom belangrijk om deze samenwerkingspatronen te ondersteunen en te waarborgen binnen het innovatie-ecosysteem, aangezien ze de basis kunnen vormen voor duurzame innovatie op meerdere innovatiethema's. Het kan hierbij gunstig zijn om actoren te betrekken met verschillende expertisegebieden.

³ Een substitutierelatie is wanneer actoren niet samenwerken (complementair), maar elkaar kunnen vervangen, bijvoorbeeld concurrenten die vergelijkbare producten, diensten of technologieën aanbieden.

3 De impacts van de innovatiethema's

De acht innovatiethema's zijn beoordeeld op basis van een beoordelingskader met vijf impactdimensies. Om de impactanalyse op een consistente manier uit te voeren, is het van belang om de impactdimensies te definiëren en te operationaliseren. We operationaliseren de impactdimensies in Bijlage A.

3.1 Impactdimensies

De volgende impactdimensies zijn door Missie D+ geselecteerd als beoogde impactcategorieën voor het mobiliteitssysteem:

- **Maatschappelijke impact:** effecten op milieu, energiegebruik, ruimte, gezondheid, leefomgeving en sociale rechtvaardigheid;
- **De positie van Nederland:** technologische, economische en kennispositie van Nederlandse bedrijven, universiteiten en kennisinstellingen;
- **Mondiaal marktpotentieel:** exportvermogen van innovaties;
- **Strategische autonomie:** het verminderen van afhankelijkheden van niet-EU-landen;
- **Robuustheid:** weerbaarheid en adaptiviteit van het mobiliteitssysteem⁴;
- **Additionaliteit:** leidt het innovatieprogramma tot innovaties die zonder dat programma níet zouden plaatsvinden.

De impactdimensies zijn richtinggevend voor toekomstig mobiliteitssysteem

De impactdimensies schetsen de voorwaarden waar het toekomstige mobiliteitssysteem aan zou moeten voldoen. We gebruiken deze impactdimensies om de beoogde effecten van Missie D+ in beeld te brengen bij de monitoring van het missieprogramma. De impactdimensies ondersteunen daarbij de keuze van Missie D+ voor specifieke innovatiethema's die een plek moeten krijgen in het innovatieprogramma en het toekomstige mobiliteitssysteem.

⁴ Denk bijvoorbeeld aan schokken zoals energiecrises, cyberaanvallen, grondstoffenschaarste of internationale conflicten.

3.2 De impactanalyse

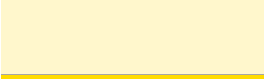
De impactanalyse is gebaseerd op een literatuurstudie en vervolgens gevalideerd in gesprekken met sectorexperts. De uitkomsten kennen significante onzekerheden, omdat de innovatiethema's nog onvoldoende zijn uitgewerkt in de vorm van programmalijnen en te ondersteunen activiteiten.

Daarnaast laten transformatieve innovaties zich lastig voorspellen (Acemoglu et al., 2022): de meeste patenten hebben bijvoorbeeld een zeer lage impact, terwijl slechts enkele patenten een grote maatschappelijke impact realiseren. Daarnaast wordt 5 tot 30% van alle innovaties een succes, oftewel 70-95% is mislukt (Lekkerkerk, 2012). Zoals in Hoofdstuk 1 is aangegeven, moet het innovatieproces als een inherent moeilijk te voorspellen en te sturen proces worden gezien, waarbij veel niet-succesvolle interventies moeten worden geaccepteerd.

Uit de innovatiemanagementliteratuur blijkt dat succesvolle toekomstige innovaties zich vaak ontwikkelen in sectoren waar landen reeds een sterke kennis- en economische positie hebben (Hekkert, 2014). Bij de beoordeling van de verwachte effecten richten wij ons daarom op de impact van bestaande economische structuren en initiatieven.

Voor de beoordeling van innovatiethema's wordt een vierpuntschaal gehanteerd, die is toegelicht in Tabel 1. De kleuren duiden de richting en aard van de verwachte effecten aan, niet hun exacte omvang.

Tabel 1 – Kleurenschaal van impactanalyse

Kleur	Toelichting
	Significant positief effect: een duidelijke en aannemelijke positieve impact op basis van beschikbare kennis en inzichten.
	Waarschijnlijk positief effect: positieve impact is plausibel, maar de omvang of verdeling ervan is onzeker of contextafhankelijk.
	Neutraal effect/te onzeker om in te schatten: geen substantieel positief of negatief effect verwacht of de uitkomst is zeer onzeker.
	Potentieel negatief effect: er bestaat een reële kans op negatieve effecten, zoals reboundeffecten, lock-ins, toenemende afhankelijkheden of ongelijkheid.

Deze schaal maakt het mogelijk om verwachte effecten kwalitatief te duiden, inclusief de mate van onzekerheid die inherent is aan transformatieve innovaties en nog in ontwikkeling zijnde innovatietrajecten.

3.2.1 Overkoepelende observaties bij de impacts

We identificeren verschillende effecten van de innovatiethema's op de impactdimensies. Deze effecten staan per innovatiethema beschreven in de volgende paragraaf. Enkele overkoepelende observaties bij de impactanalyse zijn:

- De resultaten zijn zeer onzeker, omdat de huidige innovatiethema's onvoldoende zijn afgebakend en transformatieve innovaties zich lastig laten voorspellen (Acemoglu et al., 2022). Ook is het succes van innovaties sterk afhankelijk van de implementatie en de sociale context (Hekkert, 2014; Malouf & Bahemia, 2025). De effecten van innovaties zijn daarom beter in te schatten bij innovaties met een hoger TRL-niveau.

De impactanalyse laat vooral de richting van de verwachte impact voor een innovatiethema zien, en of deze impact aannemelijkerwijs kan worden verwacht. Een meer gedetailleerde (kwantitatieve) impactanalyse lijkt vooral passend in een latere fase, wanneer het missieprogramma verder is uitgewerkt op projectniveau. Wij doen een voorstel voor de toekomstige monitoringsaanpak van Missie D+ in Bijlage B.

Bij de ex-(dur)ante impactanalyse is ervan uitgegaan dat innovaties binnen alle innovatiethema's dezelfde slagingskansen hebben, en dus even succesvol zijn. In de praktijk is het aannemelijk dat de slagingskansen varieert, zowel naar type innovatie, waarbij incrementele innovaties doorgaans een hogere kans van slagen hebben dan transformatieve innovaties, als tussen de verschillende innovatiethema's. Op dit moment ontbreekt echter voldoende inzicht in het type innovaties en de bijbehorende slagingskansen, om deze differentiatie te kunnen toepassen.

Tabel 2 – Totaaloverzicht scores

	Maatschappelijke impact	Positie NL	Mondiaal marktpotentieel	Strategische autonomie	Robuustheid	Additionaliteit
Ontwerpprincipes mobiliteit						
Weerbaarheid						
Connectiviteit en automatisering						
Gedragsverandering						
Mobiliteit en energiehub						
Integratie in energiesysteem						

	Maatschappelijke impact	Positie NL	Mondiaal marktpotentieel	Strategische autonomie	Robuustheid	Additionaliteit
Circulariteit in logistiek binnen circulaire economie						
Benodigde infrastructuur						

3.2.2 De verwachte impacts per innovatiethema

Ontwerpprincipes mobiliteit

Ontwerpprincipes mobiliteit richten zich op de ruimtelijke en functionele uitgangspunten die bepalen welke vormen van mobiliteit structureel mogelijk en aantrekkelijk worden. In tegenstelling tot technologische of infrastructurele innovaties voegen ontwerpprincipes geen capaciteit of technologie toe, maar sturen zij het mobiliteitssysteem via nabijheid, functiemenging, netwerkstructuren en de inrichting van de openbare ruimte. Voorbeelden hiervan zijn transit-oriented development (TOD) rond OV-knooppunten, de 15-minutenstad (Moreno et al., 2021), autoluwe stadscentra en het bundelen van functies rond mobiliteitshubs (Ewing & Cervero, 2017). Daarmee werken zij vooral normerend en richtinggevend voor het totale systeem.

De potentiële impact van ontwerpprincipes op bereikbaarheid, leefbaarheid, gezondheid en klimaat is groot, maar hangt sterk af van het moment en de context waarin ze worden toegepast. De grootste effecten worden verwacht bij nieuwe gebiedsontwikkelingen en grootschalige herstructurering, waar fundamentele keuzes kunnen worden gemaakt over locatie, dichtheid en modaliteiten.

Internationale voorbeelden zoals Hammarby Sjöstad (Stockholm) en Vauban (Freiburg) laten zien dat een combinatie van hoge dichtheid, hoogwaardige ov-ontsluiting en beperkt autoparkeren kan leiden tot structureel lager autobezit en -gebruik (Chojkiewicz L, 2018; DLR, 2003). In bestaande ruimtelijke structuren is de speelruimte beperkter en bestaan ingrepen vaker uit incrementele maatregelen, zoals herinrichting van centrumgebieden, parkeerregimes of de aanleg van fietsinfrastructuur, wat de schaal en snelheid van effecten sterk begrenst.

De invloed van ontwerpprincipes strekt zich verder uit dan maatschappelijke effecten alleen. Door langdurige ruimtelijke keuzes vast te leggen, beïnvloeden zij ook het vestigingsklimaat en de economische aantrekkelijkheid van gebieden, wat indirect relevant is voor de productiviteit van Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen. De beperking van reistijd is een cruciale factor bij de agglomeratie-effecten van een regio. Tegelijkertijd zijn ontwerpprincipes sterk context- en governance-afhankelijk, waardoor het directe mondiale marktpotentieel voor Nederland beperkt is en vooral ligt in kennis, advies en

ontwerpmethoden. Deze markt is dus vooral regionaal en nationaal georiënteerd en biedt naar onze inschatting beperkte kansen voor export naar andere landen

De bijdrage van ontwerpprincipes mobiliteit aan de robuustheid van het mobiliteitssysteem is niet eenduidig. Verdichting en concentratie van functies kunnen leiden tot efficiënter ruimte- en energiegebruik en vergroten de mogelijkheden voor lopen, fietsen en openbaar vervoer. Deze nabijheid kan de continuïteit van basisfuncties ondersteunen, ook bij verstoringen in energievoorziening of brandstofaanvoer.

Verdichting brengt echter ook nieuwe kwetsbaarheden met zich mee. Hoge concentraties van mensen en activiteiten kunnen gevoeliger zijn voor grootschalige verstoringen, zoals energie-uitval, uitval van openbaar vervoer, cyberaanvallen of problemen in bevoorradingsketens. In dergelijke situaties kunnen verstoringen zich sneller en op grotere schaal manifesteren dan in meer gespreide systemen.

De robuustheidseffecten van ontwerpprincipes hangen daarom sterk af van de mate waarin wordt ingezet op parallelle en redundante transportopties, zoals het gebruik van meerdere modaliteiten, fijnmazige netwerken en alternatieve routes. Ontwerpprincipes bieden hiermee geen eenduidige richting voor robuustheid, maar creëren vooral voorwaarden waaronder robuustheid kan worden versterkt of juist onder druk kan komen te staan (OECD, 2023).

Een belangrijk kenmerk van dit thema is de hoge mate van onomkeerbaarheid. Ruimtelijke keuzes werken door over lange tijdshorizonnen en zijn slechts beperkt corrigeerbaar. De ervaringen met VINEX-wijken illustreren dat ontwerpprincipes die niet consistent zijn doorvertaald in locatiekeuze, openbaarvervoerkwaliteit en parkeerbeleid kunnen leiden tot structurele lock-ins en hogere autoafhankelijkheid dan beoogd (Ruimtelijk planbureau, 2004). De effectiviteit van ontwerpprincipes mobiliteit hangt daarom sterk af van integrale toepassing, bestuurlijke capaciteit en zorgvuldige afweging vooraf.

Tabel 3 – Ontwerpprincipes mobiliteit

Beoordelings-dimensie	Score	Toelichting
Maatschappelijke impact		Grote structurele impact op emissies, ruimtegebruik, gezondheid en leefbaarheid, doordat ruimtelijke keuzes mobiliteitsvraag en -keuzes langdurig sturen. Grootste effectpotentieel is bij nieuwe gebiedsontwikkeling. De impact is beperkter in bestaande structuren, omdat hier minder gelegenheid is om innovatieve ontwerpprincipes toe te passen.
Positie NL bedrijven/ kennisinstellingen		Sterke kennispositie in ruimtelijke ordening, mobiliteitsplanning en integrale gebiedsontwikkeling, maar beperkt exportpotentieel. Economische effecten vooral indirect via vestigingsklimaat en arbeidsproductiviteit (Rijksoverheid, 2026); beperkte directe marktwaarde.

Beoordelings-dimensie	Score	Toelichting
Mondiaal marktpotentieel		Ontwerpprincipes zijn sterk context- en governance-afhankelijk. Ruimtelijke advies- en ontwerp bureaus opereren veelal op de Nederlandse markt (vooral op nationaal, provinciaal en gemeentelijk niveau). Exportpotentieel ligt in kennis en advies, en niet zozeer in een product. In totaliteit bezien verwachten we een beperkte schaalbaarheid en vermarktbaarheid van innovaties op dit thema.
Strategische Europese autonomie		Indirecte bijdrage via structureel lagere energie- en materiaalvraag door nabijheid en modal shift (Cra, 2020; TNO, 2020). Geen directe invloed op controle over kritieke ketens of technologieën.
Robuustheid in geopolitieke context		Verdichting en efficiënt ruimtegebruik kunnen robuustheid vergroten via nabijheid en multimodaliteit, maar brengen ook nieuwe kwetsbaarheden met zich mee (energie-uitval, bevoorrading, concentratierisico's). De robuustheidseffecten van ontwerpprincipes hangen af van de mate waarin wordt ingezet op parallelle en redundante transportopties, zoals het gebruik van meerdere modaliteiten, fijnmazige netwerken en alternatieve routes. Ontwerpprincipes bieden geen eenduidige richting voor robuustheid, maar creëren vooral voorwaarden waaronder robuustheid kan worden versterkt of juist onder druk kan komen te staan
Additionaliteit		De maatschappelijke baten die samenhangen met ontwerpprincipes komen zonder publieke sturing en gerichte kennisontwikkeling onvoldoende tot stand, aangezien private marktpartijen deze effecten niet vanzelf internaliseren. Daarnaast is de beschikbare financiering voor innovaties gericht op mensgerichte, governance- en systeemaspecten beperkt (Strategy Unit & Bable, 2026). Deze innovaties komen aan bod in het thema ontwerpprincipes. Hiermee kan de financiering hiervoor beter worden geborgd.

Weerbaarheid

Weerbaarheid richt zich op de vraag hoe het mobiliteitssysteem in stand blijft tijdens acute verstoringen, zoals cyberaanvallen, energiecrises, pandemieën of calamiteiten. Het gaat om zowel fysieke als digitale infrastructuur, en om organisatorische en bestuurlijke veerkracht.

De beoordeling van weerbaarheid op de verschillende dimensies is per definitie lastig, aangezien het van tevoren niet bekend is welke verstoringen e.d. zich in de toekomst voor zullen doen. Innovatie (en maatschappelijke investeringen) op het gebied van weerbaarheid levert vaak weinig op zolang de crisissituatie zich niet voordoet. Sterker nog,

vaak zijn investeringen in weerbaarheid een kostenpost die zich niet terugbetaalt tot het moment dat de crisis zich voordoet.

Ten tijde van crisis is een weerbaar mobiliteitssysteem van groot belang. Het is echter onmogelijk om te voorspellen wat de volgende crisis gaat zijn, het is dan ook per definitie onzeker of focus op bepaalde aspecten van weerbaarheid zich zal terugbetalen. Toch kan over het algemeen worden gesteld dat innovatie op dit vlak een positieve maatschappelijke impact heeft.

Momenteel staat weerbaarheid, vanwege de vele geopolitieke onzekerheden, de recente ervaring met de coronapandemie en de verwachte veranderende weerspatronen, erg in de aandacht. Nederland beschikt over relevante ervaring met adaptieve langetermijnplanning onder onzekerheid, onder meer via het Deltaprogramma, waarin gewerkt wordt met scenario's, adaptatiepaden en expliciete afwegingen tussen kosten, risico's en maatschappelijke waarden. Deze benadering is ook toepasbaar op het mobiliteitssysteem, waar vergelijkbare onzekerheden spelen rond klimaat, geopolitiek en technologische ontwikkeling.

Daarnaast is in Nederland brede expertise aanwezig bij kennisinstellingen en adviesbureaus op het gebied van resilience-by-design, systems engineering en crisismanagement. De internationale meerwaarde van deze expertise ligt daarbij niet alleen in technologie, maar ook in de export van governance- en besluitvormingsmodellen, zoals adaptief plannen, het werken met living labs en het organiseren van samenwerking tussen overheid, markt en kennisinstellingen. Gerichte innovatie kan de positie van Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen vergroten en er is een zeker mondiaal marktpotentieel voor de export van concepten en technologieën. Ook kan weerbaarheid van het Nederlandse mobiliteitssysteem meespelen als factor voor het vestigingsklimaat.

De grootste impact van het innovatiethema weerbaarheid zit in de robuustheid in een geopolitieke context. Door innovatie voor een weerbaar mobiliteitssysteem is Europa minder vatbaar voor verstoringen door andere geopolitieke spelers. Denk hierbij aan hacks van mobiliteitsinfrastructuur, verstoring van vliegverkeer met drones of fysieke oorlogen. Door de vatbaarheid voor dergelijke verstoringen door andere machtsblokken te verkleinen, wordt Europa ook strategisch autonomer. Dit effect is echter relatief beperkt, omdat het geen directe invloed heeft op de belangrijkste strategische afhankelijkheden, zoals toegang tot grondstoffen en technologieën.

Tabel 4 – Weerbaarheid

Beoordelings-dimensie	Score	Toelichting
Maatschappelijke impact		De maatschappelijke impact van innovatie op het gebied van weerbaarheid is niet zichtbaar zolang er geen acute situaties optreden waarin deze weerbaarheid nodig is. Wanneer een crisis zich voordoet is de maatschappelijke impact echter aanzienlijk: dan bepaalt de weerbaarheid van het mobiliteitssysteem in hoeverre mensen en goederen verplaatst kunnen worden (OECD, 2024).
Positie NL bedrijven/ kennisinstellingen		In Nederland is een brede expertise aanwezig (NWP, 2025), bijvoorbeeld bij kennisinstellingen en adviesbureaus op het gebied van resilience-by-design, systems engineering en crisismanagement. De internationale meerwaarde van deze expertise ligt daarbij niet alleen in technologie, maar ook in de export van governance- en besluitvormingsmodellen. Bij bedrijven is er toenemende aandacht voor weerbaarheid bij de keuze van vestigingslocaties (PWC, 2023). Als Nederland zich kan positioneren als een land waar, zeker in geopolitiek onzekere tijden, de weerbaarheid van het mobiliteitssysteem goed op orde is, kan dit bijdragen aan de positie van het Nederlandse bedrijfsleven in bredere zin. Tot slot merken wij op dat investeringen in weerbaarheid vaak een kostenpost zijn die zich niet direct terugbetaalt in perioden zonder acute situaties. Mogelijk kan een focus op weerbaarheid dus ook als minder rendabel worden ervaren, ten opzichte van een focus op efficiëntie.
Mondiaal marktpotentieel		Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen kunnen expertise op het gebied van een weerbaar mobiliteitssysteem exporteren, al is dit naar verwachting een beperkt schaalbare exportmarkt, omdat oplossingen maatwerk, verregaand inzicht in de bestaande systemen en langdurige betrokkenheid vereisen. Hiermee zijn de innovaties rondom weerbaarheid lastig schaal- en vermarktbaar, vergeleken met grootschalig reproduceerbare technologieën en producten.
Strategische Europese autonomie		Doordat Europa robuuster wordt in een geopolitieke context, is Europa ook minder vatbaar voor druk van buitenaf. Dit maakt Europa echter niet direct minder strategisch afhankelijk, maar speelt indirect wel een rol.
Robuustheid in geopolitieke context		Innovatie op het gebied van weerbaarheid van het mobiliteitssysteem vergroot de robuustheid in de geopolitieke context (OECD, 2024), omdat het Europa minder kwetsbaar maakt voor mogelijke drukmiddelen door andere geopolitieke spelers. Mogelijke geopolitieke drukmiddelen zijn het verstoren van logistieke ketens (bijvoorbeeld: zee- of luchtroutes niet toegankelijk) en het verstoren van het mobiliteitssysteem als gevolg van hacks, drones of andersoortige inmenging,
Additionaliteit		Weerbaarheid is een innovatiethema waarvan de maatschappelijke baten grotendeels neerslaan bij de samenleving als geheel, terwijl deze slechts beperkt is vertaald naar directe economische waarde voor individuele

Beoordelings-dimensie	Score	Toelichting
		bedrijven. Dit kan ertoe leiden dat private initiatieven onvoldoende van de grond komen (Hippel & Krogh, 2003). Tegelijkertijd betreft weerbaarheid een relatief nieuw innovatiethema dat de afgelopen jaren sterk aan aandacht heeft gewonnen. In dat licht rijst de vraag in hoeverre aanvullende publieke ondersteuning via Missie D+ noodzakelijk is, of dat financiering reeds (deels) beschikbaar komt via andere kanalen, zoals defensiebudgetten (Ministerie van Defensie, 2025).

Connectiviteit en automatisering

Connectiviteit en automatisering richten zich op het toepassen van digitale technologieën en data om mobiliteitssystemen efficiënter, veiliger en beter benut te maken. Het thema omvat onder meer *real-time* verkeersmanagement, voertuig-infrastructuurcommunicatie, dataplatforms en (deels) geautomatiseerde voertuigen, en heeft betrekking op alle modaliteiten: weg, spoor, water en lucht.

De potentiële maatschappelijke impact van connectiviteit en automatisering ligt vooral in optimalisatie en betere benutting van bestaande (infrastructurele) systemen en/of mogelijkheden gedragsverandering met slimme informatie- en beprijzingsinstrumenten te faciliteren op basis van real-time verkeersinformatie. Door betere afstemming van voertuigen, infrastructuur en gebruikers kunnen doorstroming en veiligheid verbeteren en kan bestaande capaciteit efficiënter worden benut.

Tegelijkertijd leiden deze efficiëntiewinsten niet automatisch tot verduurzaming: zonder expliciete sturing kunnen ze resulteren in reboundeffecten, zoals extra verplaatsingen, langere afstanden of verschuivingen naar minder duurzame modaliteiten. Dit laatste is afhankelijk van hoe de interventies op dit thema worden ingezet en wat beoogde effecten zijn: we verwachten dat bij *beprijzende interventies* (bijvoorbeeld: variabele heffingen weggebruik) er bijvoorbeeld minder reboundeffecten zullen optreden dan bij *benuttingsmaatregelen* (bijvoorbeeld: slimmer gebruik bestaande infra).

Mobiliteitsgedrag wordt goed beschreven middels de BREVER-wet, die stelt dat mensen over de hele wereld gemiddeld 60-90 minuten per dag onderweg zijn en ook het aantal dagelijkse verplaatsingen (circa 3) redelijk stabiel is (KiM, 2025). Wanneer bestaande systemen efficiënter worden, betekent dit dat mensen gemiddeld langere afstanden gaan afleggen op een dag, maar wel dezelfde tijd aan verplaatsingen besteden.

De effectiviteit van connectiviteit en automatisering is sterk afhankelijk van de inbedding in een ruimtelijk en beleidsmatig kader. Wanneer digitale oplossingen worden ingezet ter ondersteuning van bredere ontwerpprincipes, prijsprikkels en duurzaamheidsdoelen, kunnen zij bijdragen aan emissiereductie en leefbaarheid. In afwezigheid daarvan versterken zij vooral het bestaande mobiliteitspatroon.

Vanuit economisch perspectief beschikt Nederland over een sterke kennispositie in verkeersmanagement, data-analyse en living labs. Tegelijkertijd wordt de mondiale markt voor digitale mobiliteit in toenemende mate gedomineerd door enkele grote techbedrijven (Alphabet, Google, Waymo, Tesla, Apple, CarPlay, Amazon). Dit beperkt de directe invloed (en potentieel) van Nederlandse partijen voor datagedreven oplossingen, standaarden en waardeketens. Terwijl deze Amerikaanse bedrijven de digitale platformen beheersen, richt de Nederlandse sterke kennispositie zich vaak op de publieke infrastructuur, verkeersmanagement-algoritmen en de publiek-private samenwerking in living labs.

Connectiviteit en automatisering hebben daarnaast belangrijke implicaties voor strategische autonomie en robuustheid. De toenemende afhankelijkheid van digitale infrastructuur, software en data-intensieve systemen vergroot de gevoeligheid voor cyberaanvallen, storingen en uitval. Europese innovaties, standaarden en governance kunnen deze risico's beperken, maar bieden geen volledige garantie.

Daarmee is connectiviteit en automatisering primair een optimaliserend en faciliterend thema. Het vergroot de efficiëntie en flexibiliteit van mobiliteitssystemen, maar bepaalt niet zelfstandig de richting van de transitie. De maatschappelijke meerwaarde van dit thema hangt in hoge mate af van de mate waarin publieke waarden en beleidsdoelen expliciet worden verankerd in ontwerp, regelgeving en toepassing, waarbij er een duidelijke koppeling is met vrijwel alle andere thema's.

Tabel 5 – Connectiviteit en automatisering

Beoordelings-dimensie	Score	Toelichting
Maatschappelijke impact		Het netto-effect is dus sterk afhankelijk van de beleidskaders en inbedding in ruimtelijke keuzes (bij benutting zal dit eerder plaatsvinden). Daarentegen kan worden verwacht dat, zonder gerichte sturing, er ook reboundeffecten (meer verkeer, langere afstanden) en ongelijkheid kunnen ontstaan (Alcott, 2005; KiM, 2025). Het netto-effect is dus sterk afhankelijk van de beleidskaders en inbedding in ruimtelijke keuzes.
Positie NL bedrijven/ kennisinstellingen		Nederland heeft een sterke kennispositie (TNO, RDW, universiteiten) in verkeersmanagement, data, algoritmen en living labs (bijvoorbeeld Talking Traffic en DITM). De commerciële schaal wordt echter gedomineerd door grote internationale technologiebedrijven, waardoor opschaling van Nederlandse partijen naar verwachting beperkt zal blijven.
Mondiaal marktpotentieel		Wereldwijd groeit de markt voor slimme mobiliteitssystemen, verkeersmanagement en automatisering (Straits Research, 2025). Tegelijk is de concurrentie sterk en wordt het speelveld gedomineerd door enkele grote spelers, zoals Alphabet, IBM, Hitachi, Ford, Uber, Microsoft, Bosch, Siemens Mobility en Huawei, die beschikken over schaal, data, kapitaal en geïntegreerde software- en hardware-ecosystemen.
Strategische Europese autonomie		Momenteel is er een toenemende afhankelijkheid van buitenlandse hardware, software, data-infrastructuur en cloudplatforms. Europese

Beoordelings-dimensie	Score	Toelichting
		innovatie binnen dit thema kan bijdragen aan een vergrote autonomie op dit vlak, waarmee de risico's gedeeltelijk gemitigeerd kunnen worden. Verwacht kan echter worden dat Europa een bepaalde mate van afhankelijkheid houdt, omdat de achterstand op het gebied van data-infrastructuur, software en cloudplatforms ten opzichte van de Verenigde Staten en China bijvoorbeeld groot is (EPRS, 2025; European Commission, 2021).
Robuustheid in geopolitieke context		Digitalisering en automatisering vergroten efficiëntie, maar maken mobiliteitssystemen gevoeliger voor cyberaanvallen, storingen en systeemfalen (World Economic Forum, 2022). Robuustheid hangt sterk af van redundantie, cybersecurity en fallbackopties.
Additionaliteit		Technologische ontwikkeling vindt grotendeels marktgedreven plaats en wordt reeds goed gefinancierd via bestaande regelingen (Strategy Unit & Bable, 2026); publieke sturing is vooral nodig om publieke waarden (veiligheid, duurzaamheid, rechtvaardigheid) te borgen, niet om innovatie op gang te brengen. Door het exportvermogen is het thema commercieel reeds interessant voor private marktpartijen.

Gedragsverandering

Gedragsverandering in mobiliteit verwijst naar aanpassingen in verplaatsingspatronen, modaliteitskeuze en gebruiksgewoonten van personen en bedrijven. Deze veranderingen kunnen worden beïnvloed door beleid, ruimtelijke inrichting, technologische innovaties of maatschappelijke normen. Het gaat dus niet alleen om 'minder autorijden', maar om het anders organiseren van mobiliteit: slimmer plannen van verplaatsingen, overstappen op duurzamere modaliteiten of het geheel vermijden van verplaatsingen door digitale alternatieven. Er wordt gekeken naar structurele en blijvende gedragsaanpassingen die de vraag naar vervoer beperken of verschuiven naar schonere modaliteiten.

Gedragsverandering is zeer moeilijk te beïnvloeden en de uitkomsten van pogingen hiertoe zijn moeilijk van tevoren te voorspellen. De coronapandemie heeft als externe crisis gezorgd voor een structurele verandering in hoe we reizen en op kantoor werken, ondanks heel veel aandacht vanuit mobiliteitsbeleid en innovaties daaraan voorafgaand. Er kan verwacht worden dat gerichte innovatie op het gebied van systeemgedrag – waar een gemiddelde slaagkans wordt aangenomen – een netto positief maatschappelijk effect heeft, de positie van Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen kan versterken en een positief mondiaal marktpotentieel kan hebben. Het is echter zeer lastig in te schatten wat deze effecten zijn en het valt niet uit te sluiten dat er negatieve (neven)effecten zijn.

Een voorbeeld van een innovatie die tot veel systeemverandering heeft geleid is de introductie van het internet. Dit heeft tot allerlei veranderingen in mobiliteitsgedrag geleid, zoals de mogelijkheid om op afstand te werken en vergaderen. De manier en het tempo van deze ontwikkeling was echter zeer lastig te voorspellen. Ook zijn er grote neven-

effecten, zoals dat de mogelijkheid om (via videovergaderingen) in contact te komen met collega's uit het buitenland de behoefte schept om deze collega's ook in het echt te ontmoeten (wat juist weer tot meer verplaatsingen leidt). Ook was van tevoren onbekend dat een pandemie (de coronapandemie) het moment zou zijn waarop werken op afstand genormaliseerd zou worden.

Op het gebied van strategische Europese autonomie en robuustheid in een geopolitieke context verwachten we geen significante effecten. Het is mogelijk dat deze effecten er wel zijn, maar wat deze zijn hangen sterk af van het type gedragsverandering en kunnen zowel positief als negatief zijn⁵.

Tabel 6 – Gedragsverandering

Beoordelingsdimensie	Score	Toelichting
Maatschappelijke impact		In potentie kan gedragsverandering op systeemniveau een sterke maatschappelijke impact hebben (Renes & Benois, 2024; TNO, 2025a). Of en wanneer dergelijke gedragsverandering plaatsvindt, is echter lastig te sturen of te voorspellen.
Positie NL bedrijven/ kennisinstellingen		Nederland heeft een relatief sterke positie op het gebied van gedragswetenschap, beleidsontwerp en de vertaling daarvan naar mobiliteitsconcepten. Deze kennis is aanwezig bij kennisinstellingen, onderzoeksorganisaties en adviesbureaus (denk aan het KiM en Goudappel), en wordt toegepast in pilots en beleidsprogramma's rond onder meer mobility-as-a-service, deelmobiliteit en datagedreven reisadvies. Deze kennispositie kan verder worden uitgebouwd en versterkt. Het is echter ook een nichemarkt, waarvan de additionele kansen wellicht beperkt zijn.
Mondiaal marktpotentieel		Nederland heeft een sterke positie in gedragswetenschap en beleidsontwerp op het gebied van mobiliteit, maar dit betreft een beperkte commerciële markt. Effectieve gedragsinterventies zijn sterk contextafhankelijk en hangen samen met lokale instituties, cultuur, ruimtelijke inrichting en beleidskaders. Daardoor lenen ze zich vooral voor kennisintensieve, projectmatige toepassingen en zijn ze beperkt overdraagbaar zijn naar andere landen. Daarnaast is Nederland relatief sterk in technologische concepten en producten die systeemgedragsverandering faciliteren, zoals mobility-as-a-service, datagedreven reisadvies en digitale platforms voor keuze- en prijsprikkels. Dergelijke concepten en technologieën zijn beter schaalbaar en internationaal toepasbaar dan puur beleidsmatige gedragsinterventies, waardoor de exportkansen hier groter zijn. Denk bijvoorbeeld aan de overname van MaaS Global door Umob (Fleetmobility, 2024).

⁵ Gedragsveranderingen kunnen helpen de afhankelijkheid van technische oplossingen te verminderen. Denk bijvoorbeeld aan thuiswerken (en files of spoorverstoringen) te vermijden. Maar een oplossing creëert vervolgens ook andere afhankelijkheden als lekken in beveiligde werkomgevingen en thuiswerk verbindingen.

Beoordelingsdimensie	Score	Toelichting
Strategische Europese autonomie		Er kunnen effecten optreden, maar wat deze zijn hangt sterk af van het type gedragsverandering. Gedragsstrategieën met als doel om gedrag van personen aan te passen (communicatiecampagnes, nudging, etc.) kunnen op lokaal niveau een grote impact hebben, maar vaak is deze op macroniveau beperkt (Albarracín et al., 2024; CE Delft, 2025). Een voorbeeld van mogelijke gedragsverandering die effect kan hebben op de strategische autonomie is meer bewustheid van circulariteit. Dit verkleint de afhankelijkheid van grondstoffen van buiten Europa. Veranderingen in systeemgedrag kunnen wellicht een nog grotere impact hebben, maar wanneer en op welke manier systeemgedrag verandert is lastig te voorspellen. Ook speelt mee dat innovaties rondom gedragsverandering strategische autonomie vaak niet als primair doel hebben. De eventuele effecten op strategische autonomie zijn meestal een neveneffect, dat zowel positief als negatief kan zijn.
Robuustheid in geopolitieke context		Er kunnen effecten optreden, maar wat deze zijn hangt sterk af van het type gedragsverandering. Gedragsstrategieën met als doel om gedrag van personen aan te passen (communicatiecampagnes, nudging, etc.) kunnen op lokaal niveau een grote impact hebben, maar vaak is deze op macroniveau beperkt (Albarracín et al., 2024; CE Delft, 2025). Ook speelt mee dat innovaties rondom gedragsverandering strategische autonomie vaak niet als primair doel hebben. De eventuele effecten op robuustheid zijn meestal een neveneffect, dat zowel positief als negatief kan zijn.
Additionaliteit		Mensgerichte dimensies, bijvoorbeeld gedragsinterventies binnen het mobiliteitssysteem, worden beperkt gefinancierd vanuit bestaande subsidie- en innovatieregelingen (Strategy Unit & Bable, 2026). Het is hierdoor aannemelijk dat Missie D+ additionele projecten en innovaties kan realiseren op dit thema.

Mobiliteit en energiehubs

Het thema mobiliteit en energiehubs richt zich op de ruimtelijke en functionele koppeling van mobiliteits- en energiestromen op strategische locaties, zoals bedrijventerreinen, logistieke knooppunten, (lucht)havens, corridors en regionale hubs. Door laadinfrastructuur, tankvoorzieningen, energieopwek, opslag en netaansluitingen te clusteren, beoogt dit thema efficiënter gebruik te maken van schaarse ruimte, infrastructuurcapaciteit en investeringen.

De koppeling tussen mobiliteit en energiehubs voor mainports, zoals de haven van Rotterdam en Schiphol, is van belang voor de Nederlandse economie en strategische autonomie. Deze verbinding is nodig om te kunnen voldoen aan de toekomstige energiebehoefte van de lucht- en zeevaart op een duurzame manier (door middel van

elektrisch vervoer, maar vooral ook in de vorm van productie van e-fuels) en de milieu-impact op de omgeving te verlagen. Op meer lokale schaal bieden buurt-hubs vooral oplossingen voor leefbaarheid binnen de wijk.

De potentiële maatschappelijke impact van mobiliteit en energiehubs ligt vooral in het verlagen van systeemkosten en het mogelijk maken en versnellen van verdere elektrificatie van mobiliteit binnen bestaande beperkingen in de openbare ruimte en op het stroomnet. Door vraag en aanbod van energie lokaal beter op elkaar af te stemmen, kunnen knelpunten zoals netcongestie worden verminderd en kan de uitrol van elektrische en alternatieve aandrijvingen worden versneld. Met name bij de elektrificatie van logistieke laadvraag op bedrijventerreinen is netcongestie een serieuze bottleneck, waarbij slimme innovaties kunnen helpen om deze transitie te versnellen en de beperkte aansluitcapaciteit beter te benutten over het etmaal (Elaadnl, 2022). De effecten zijn echter sterk plaats- en schaalafhankelijk en manifesteren zich vooral op locaties met een hoge concentratie van mobiliteits- en energievraag.

In tegenstelling tot ontwerpprincipes mobiliteit is dit thema minder normerend en minder onomkeerbaar. Energiehubs kunnen zowel bij nieuwe ontwikkelingen als binnen bestaande structuren worden gerealiseerd en bieden daarmee meer flexibiliteit om bij te sturen. Tegelijkertijd vereist succesvolle toepassing intensieve coördinatie en samenwerking tussen deelnemende partijen, waaronder netbeheerders, terreinbeheerders, vervoerders en energieproducenten. Zonder duidelijke governance en eigenaarschap blijft het risico bestaan dat hubs versnipperd worden ontwikkeld of niet van de grond komen en hun systeemwaarde dus beperkt blijft.

Vanuit economisch en strategisch perspectief kan mobiliteit en energie bijdragen aan het versterken van regionale economieën en het efficiënter benutten van Europese energie- en infrastructuurnetwerken. De bijdrage aan strategische autonomie is daarbij vooral indirect: door lokale opwek, opslag en efficiënter gebruik neemt de kwetsbaarheid voor externe energie- en brandstofschokken duidelijk af, maar afhankelijkheden van technologie, netcapaciteit en kritieke componenten blijven bestaan.

De robuustheidseffecten van energiehubs zijn niet eenduidig. Clustering kan de veerkracht vergroten door redundantie en flexibiliteit te organiseren op lokaal niveau, maar kan ook nieuwe kwetsbaarheden introduceren wanneer capaciteit te sterk wordt geconcentreerd of afhankelijk is van enkele energie- of datastromen. De mate waarin mobiliteit en energie daadwerkelijk bijdragen aan een robuust systeem hangt daarom sterk af van ontwerpkeuzes, spreiding van capaciteit en aansluiting op bredere infrastructuurnetwerken.

Mobiliteit en energiehubs vormen daarmee vooral een optimaliserend en faciliterend thema: het creëert voorwaarden waaronder verduurzaming, elektrificatie en logistieke transitie efficiënter kunnen plaatsvinden, maar levert zonder samenhangend beleid en regie geen automatische of structurele systeemverandering op.

Tabel 7 – Mobiliteit en energiehubs

Beoordelingsdimensie	Score	Toelichting
Maatschappelijke impact		Energiehubs kunnen netcongestie verminderen door slim om te gaan met de gezamenlijke laadprofielen van de voertuigen die laden op de hub en de beschikbare netcapaciteit, ruimte efficiënter te benutten en als gevolg hiervan de verduurzaming van mobiliteit te faciliteren (CE Delft, 2024b). Effecten zijn vooral lokaal en locatieafhankelijk; geen fundamentele reductie van mobiliteitsvraag.
Positie NL bedrijven/ kennisinstellingen		Nederland heeft een sterke kennispositie in energie- en mobiliteitssystemen, netbeheer en gebiedsontwikkeling, en veel pilotervaring met hubs. Voorbeelden van de kennispositie van Nederland zijn het “Leer- en kennisprogramma Energieplanologie”, “Het kennisplatform Energiehubs” en de “Netbeerscenario’s voor Nederland”. Opschaling en industrialisatie blijven echter beperkt en zijn sterk contextafhankelijk. In andere landen is het mobiliteitssysteem, maar ook het energiesysteem, namelijk vaak niet hetzelfde ingericht als in Nederland, wat de integratie tussen mobiliteit en energie in hubs per land verschillend maakt.
Mondiaal marktpotentieel		Wereldwijd toenemende aandacht voor energiehubs en corridorontwikkeling (Eladl et al., 2023; World Economic Forum, 2025). Exportpotentieel zit vooral in kennis, ontwerp en governanceconcepten; beperkte schaalbaarheid als product of technologie.
Strategische Europese autonomie		Lokale opwek, opslag en efficiënter energiegebruik verminderen kwetsbaarheid voor externe energie- en brandstofschokken. Afhankelijkheden van netcapaciteit, technologie en kritieke componenten blijven bestaan.
Robuustheid in geopolitieke context		Energiehubs kunnen robuustheid vergroten via flexibiliteit en redundantie, maar clustering kan ook nieuwe kwetsbaarheden introduceren bij uitval, hacks of overconcentratie. Netto-effect hangt sterk af van ontwerp, spreiding en koppeling aan bredere netwerken.
Additionaliteit		Er is reeds veel aandacht voor technische strategieën om congestieproblematiek te verhelpen. Dit wordt ten deel gefinancierd via de rijksoverheid, netbeheerders en andere innovatieprogramma’s (bijvoorbeeld Topsectoren Energie). Hierdoor lijkt de additionaliteit van Missie D+ op dit thema beperkt of onzeker.

Integratie in energiesysteem

Dit thema richt zich op de functionele koppeling tussen duurzame mobiliteit en het energiesysteem. De kern ligt bij het slim benutten van elektrische voertuigen, laadinfrastructuur en energieopslag als actieve componenten in het bredere energiesysteem. Denk hierbij aan bidirectioneel laden (vehicle-to-grid), smart charging, lokale energiehubs en flexibiliteitsdiensten die elektrische voertuigen kunnen leveren aan wijken, bedrijventerreinen of logistieke netwerken.

Integratie in het energiesysteem heeft een positieve invloed op alle beoordelingsdimensies. Integratie draagt bij aan het *versnellen van elektrificatie* en een goede inpassing binnen de (beperkte) netcapaciteit. Deze integratie is een trend die reeds gaande is en naar alle waarschijnlijkheid door zal zetten (PBL, 2025). De overgang van mobiliteit op basis van (fossiele) brandstoffen naar mobiliteit op elektriciteit heeft een sterke positieve maatschappelijke impact. Het uitfasen van verbrandingsmotoren heeft onder meer positieve effecten op het klimaat, de luchtkwaliteit en geluidshinder.

Daarnaast is dit een belangrijke verbetering voor de Europese strategische autonomie, omdat Europa voor fossiele transportbrandstoffen erg afhankelijk is van andere machtsblokken. Ook bij elektrisch vervoer zijn er significante afhankelijkheden, maar deze zijn minder groot of acuut in vergelijking met de afhankelijkheden die spelen bij aardolie. Dit heeft ook duidelijke positieve effecten voor de robuustheid in een geopolitieke context.

Momenteel vlakkt de integratie van mobiliteit in het energiesysteem af, onder meer vanwege beperkingen op het stroomnet. Dit speelt vooral bij de elektrificatie van logistiek op bedrijventerreinen, aangezien daar de laadvraag hoog is (Elaadnl, 2022). Voor personenauto's, die vooral in wijken laden op het laagspanningsnet, is netcongestie voorsnog niet een grote bottleneck (ElaadNL, 2024).

Innovatie binnen dit thema kan helpen om slimme manieren te ontwikkelen waarop mobiliteit sneller en beter in het elektriciteitssysteem kan worden geïntegreerd en mogelijk zelfs een bijdrage kan leveren aan de oplossingen voor netcongestie. Bidirectioneel laden is een voorbeeld van een dergelijke innovatie die veelbelovend is (Elaadnl, 2025). Het is belangrijk om snel zicht te krijgen op de praktijktoepassing van bidirectioneel laden en te beoordelen hoe groot de bufferende werking is in netten in de gebouwde omgeving is. Ook als netcongestie geen probleem meer is (wanneer de elektriciteitsnetten voldoende zijn uitgebreid), kunnen innovaties op dit thema bijdragen aan een betere benutting van de opgewekte energie.

Tabel 8 – Integratie in energiesysteem

Beoordelingsdimensie	Score	Toelichting
Maatschappelijke impact		Momenteel is er veel negatieve maatschappelijke impact door netcongestie (Ecorys, 2025). Slim laden en energiekoppeling verlagen de druk op het stroomnet en kunnen daarmee een belangrijke voorwaarde zijn voor de elektrificatie van het stroomnet en het kunnen verstrekken van nieuwe aansluitingen (Brinkel, 2025). Aangezien netcongestie op middellange termijn opgelost kan worden kan worden, verwacht dat de impact vooral groot is in de komende decennia. Daarnaast kan integratie van de mobiliteitssector in het energiesysteem significante maatschappelijke impact hebben door de verlaging van CO₂-uitstoot, minder luchtvervuiling, de Nederlandse economie en overige bijkomende positieve effecten. De grondstoffenwinning voor de batterijen heeft ook negatieve maatschappelijke impacts, maar de verwachting is dat de positieve effecten hier (ruim) tegenopwegen.
Positie NL bedrijven/ kennisinstellingen		Nederland heeft een sterke kennispositie (ElaadNL, TNO, TU/e) en veel ervaring met onderzoek naar integratie in het energiesysteem en technologische innovatie op dit vlak.
Mondiaal marktpotentieel		Wereldwijd wordt mobiliteit steeds meer geïntegreerd in het energiesysteem (World Economic Forum, 2025). Wereldwijd heeft Nederland nu een voorlopende rol, met een relatief hoog percentage elektrische voertuigen en een zeer dicht netwerk van laadpunten. Er zijn echter ook landen die hier nog (significant) verder in zijn, zoals Noorwegen. De relatief vooraanstaande positie kan Nederland benutten om vroegtijdig innovaties op te schalen die vervolgens in andere landen kunnen worden toegepast.
Strategische Europese autonomie		Momenteel is het Europese mobiliteitssysteem, dat gebaseerd is op fossiele brandstoffen, zeer afhankelijk van import en daarmee zijn wij erg afhankelijk en dus van andere geopolitieke blokken. Integratie van de mobiliteitssector in het energiesysteem vergroot de mogelijkheden om energie van Europese oorsprong (zon, wind, etc.) te gebruiken en daarmee onze afhankelijkheden te verkleinen. Tegelijkertijd worden er nieuwe afhankelijkheden gecreëerd, bijvoorbeeld als het gaat om de toegang tot materialen voor batterijproductie.
Robuustheid in geopolitieke context		Elektrificatie van mobiliteit verkleint de kwetsbaarheid voor problemen in de aanvoer van fossiele brandstoffen. De afhankelijkheid van elektriciteit maakt het systeem wel kwetsbaarder voor problemen op het elektriciteitsnet, bijvoorbeeld als gevolg van hacks. Hoe meer het systeem gedecentraliseerd is, met batterijen van voertuigen die (door middel van vehicle-to-grid als buffer kunnen dienen), hoe robuuster het systeem wordt. De effecten van innovatie op dit thema zijn naar verwachting significant, maar vanwege de potentiële positieve én negatieve effecten kunnen wij

Beoordelingsdimensie	Score	Toelichting
		geen eenduidig oordeel geven over de invloed op robuustheid in de geopolitieke context.
Additionaliteit		Er is reeds veel aandacht voor (technische) strategieën om congestieproblematiek te verhelpen en het energiesysteem te integreren c.q. optimaliseren. Dit wordt ten deel gefinancierd via de rijksoverheid, netbeheerders en andere innovatieprogramma's (bijvoorbeeld Topsectoren Energie). Hierdoor lijkt de additionaliteit van Missie D+ op dit thema naar verwachting beperkt of onzeker.

Circulariteit

Circulariteit binnen mobiliteit richt zich op het verminderen van grondstoffengebruik, afval en milieu-impact over de gehele levenscyclus van voertuigen, infrastructuur en energiedragers. Het thema omvat strategieën zoals hergebruik, reparatie, refurbishment, remanufacturing en recycling, en beoogt de afhankelijkheid van primaire grondstoffen en mondiale waardeketens te verkleinen.

De potentiële maatschappelijke impact van circulariteit is reëel, maar gefaseerd. In tegenstelling tot ontwerpprincipes of infrastructuur leidt circulariteit niet tot een fundamentele herinrichting van het mobiliteitssysteem, maar tot een efficiënter gebruik van materialen binnen een grotendeels gegeven systeem. De effecten zijn daardoor sterk afhankelijk van schaal, marktdynamiek en de mate waarin circulaire oplossingen daadwerkelijk virgin productie vervangen in plaats van aanvullen.

Een belangrijke belemmering voor de opschaling van circulariteit is dat het huidige mobiliteitssysteem grotendeels is ingericht volgens een lineaire economische logica, waarin nieuwe productie vaak goedkoper en eenvoudiger is dan hergebruik of hoogwaardige recycling. Deze lock-in van bestaande ketens en verdienmodellen maakt dat circulaire oplossingen zonder expliciete beleidsprykkels en regelgeving moeilijk van de grond komen.

Tegelijkertijd kunnen externe ontwikkelingen, zoals een verslechterende geopolitieke situatie, verstoringen in mondiale waardeketens en stijgende grondstofprijzen, circulariteit tijdelijk versnellen. In situaties van schaarste en prijsvolatiliteit neemt de economische aantrekkelijkheid van hergebruik, recycling en materiaalbesparing toe. Deze prykkels zijn echter conjunctureel en onzeker van aard en bieden zonder structurele beleidskaders geen garantie voor duurzame opschaling.

Circulariteit kan bijdragen aan klimaat- en milieudoelen en de kwetsbaarheid voor grondstoffenschaarste verminderen. De nieuwe afhankelijkheden die daarbij ontstaan, zoals energie-intensieve verwerkingsprocessen en geconcentreerde recyclingcapaciteit, zijn in principe beter beheersbaar binnen Europa dan primaire grondstofwinning en mondiale importketens. De mate waarin circulariteit daadwerkelijk bijdraagt aan

strategische autonomie en robuustheid hangt echter af van voldoende schaal, spreiding van capaciteit en toegang tot betaalbare duurzame energie.

Vanuit economisch perspectief leidt circulariteit tot een verschuiving van waardecreatie van primaire productie naar onderhoud, reparatie en recycling. Dit biedt kansen voor lokale werkgelegenheid en kennisontwikkeling, maar zet bestaande lineaire verdienmodellen onder druk. De effectiviteit van circulariteit is daarmee sterk afhankelijk van regulering, ontwerpstandaarden en marktordening, en komt zonder publieke sturing slechts beperkt tot stand.

Tabel 9 – Circulariteit en logistiek binnen circulaire economie

Beoordelings-dimensie	Score	Toelichting
Maatschappelijke impact		Circulariteit verlaagt materiaalgebruik en milieudruk per voertuig of infrastructuureenheid, maar leidt niet tot structurele reductie van mobiliteitsvraag. Effecten zijn gefaseerd en afhankelijk van daadwerkelijke substitutie van virgin productie.
Positie NL bedrijven/ kennisinstellingen		Nederland heeft een sterke positie in afvalverwerking, recycling, logistiek en kennis over circulaire ketens. Tegelijk is de maakindustrie beperkt, en vindt een groot deel van de waardeketen internationaal plaats. In principe is circulaire bedrijvigheid ook mogelijk zonder primaire productie, maar vaak zijn circulaire activiteiten gebonden aan primaire productie in de vorm van innovatieclusters. Ter illustratie, zie bijvoorbeeld het ecosysteem van batterijen in Noord-Frankrijk (Valley, 2026). Nederland lijkt goed gepositioneerd voor scheepsbouw, met clusters rondom Damen, IHC en Boskalis.
Mondiaal marktpotentieel		Reparatie, refurbishment en hergebruik zijn vooral regionaal gebonden markten; mondiale schaalbaarheid is daar beperkt. Voor specifieke technologieën (bijv. batterijrecycling) bestaat groeipotentieel, maar met sterke internationale concurrentie. De groeikansen bestaan met name bij recycling en biobrandstoffen (Afval Online, 2024; FRF, 2025). Deze markt is reeds voor een groot deel internationaal.
Strategische Europese autonomie		Circulariteit kan de afhankelijkheid van primaire en kritieke grondstoffen verminderen (TNO, 2025b), maar de effecten zijn alleen significant als de innovatie tot structureel meer circulaire economie leidt. Gezien de historische inspanningen en tot dusverre beperkte omvang van de circulaire economie is het de vraag hoe effectief innovaties hierin zullen slagen (CLO, 2024). Effecten zijn waarschijnlijk aanvullend, maar niet doorslaggevend.
Robuustheid in geopolitieke context		Circulariteit vermindert de kwetsbaarheid voor internationale grondstoffenschaarste en prijsschokken door het hergebruik en de recycling van kritieke en strategische materialen binnen de Europese economie (TNO, 2025b). De afhankelijkheden die hierdoor ontstaan, zoals energie-intensieve verwerkingsprocessen en geconcentreerde recyclingcapaciteit, zijn in principe beter beheersbaar binnen Europa dan primaire grondstofwinning en mondiale importketens.

Becoordelings-dimensie	Score	Toelichting
Additionaliteit		Zonder aanvullende regelgeving, ontwerpvereisten en publieke sturing blijven circulaire oplossingen vaak achter bij lineaire alternatieven, onder meer door hogere kosten, onzekerheden en lock-ins in bestaande ketens. De huidige economische structuur is sterk gericht op lineaire productiemodellen, mede als gevolg van gevestigde belangen en het onvoldoende beprijzen van milieuschade door grondstoffengebruik. Hierdoor bereiken circulaire innovaties slechts beperkt marktrijpheid en lopen zij een verhoogd risico om te blijven steken in de zogenoemde 'valley of death' (CE Delft, 2024a; Volkskrant, 2025).

Infrastructuur

Het thema 'benodigde infrastructuur' voor transitie richt zich op de langetermijn-ontwikkeling van fysieke netwerken, knooppunten en verbindingen die nodig zijn om grote mobiliteits- en energietransities mogelijk te maken. Het gaat om infrastructuur voor elektrificatie, nieuwe energiedragers, logistieke corridors en digitale ondersteuning, en om de vraag hoe deze tijdig, adaptief en efficiënt kan worden ontwikkeld binnen beperkte ruimte en middelen.

De potentiële maatschappelijke impact van dit thema is groot, maar manifesteert zich vooral op de lange termijn. Infrastructuur bepaalt op systeemniveau welke vormen van mobiliteit, logistiek en energiegebruik mogelijk zijn en vormt daarmee het kader waarbinnen maatschappelijke ontwikkelingen en andere innovaties zich kunnen ontwikkelen. Tegelijkertijd leidt infrastructuurontwikkeling op zichzelf niet automatisch tot verduurzaming of gedragsverandering; de uiteindelijke effecten hangen sterk af van samenhang met ontwerpprincipes, beleid en uiteindelijk het gebruik ervan.

Een kenmerkend aspect van dit thema is de hoge mate van onomkeerbaarheid. Infrastructuurinvesteringen kennen lange levensduren en zijn slechts beperkt aanpasbaar zodra zij zijn gerealiseerd. Dit vergroot het risico op lock-ins wanneer keuzes worden gebaseerd op onjuiste aannames over technologieontwikkeling, vraaggroei of energiedragers. Tegelijkertijd maakt deze onomkeerbaarheid vroegtijdige en publieke regie juist cruciaal, omdat marktpartijen deze systeemrisico's onvoldoende internaliseren.

Vanuit economisch en strategisch perspectief is benodigde infrastructuur van belang voor het vestigingsklimaat, de betrouwbaarheid van netwerken en de internationale positie van Nederland als logistieke en economische hub. De bijdrage aan strategische autonomie ligt vooral in het mogelijk maken van alternatieven voor fossiele en geïmporteerde energiedragers en in het versterken van Europese netwerken. Deze bijdrage is echter indirect en afhankelijk van internationale afstemming en schaal.

De relatie tussen infrastructuur en robuustheid is ambivalent. Goed ontworpen en gespreide infrastructuur kan de veerkracht van het mobiliteitssysteem vergroten, maar

grootschalige en geconcentreerde netwerken kunnen ook nieuwe kwetsbaarheden introduceren, bijvoorbeeld bij uitval, sabotage of extreme weersomstandigheden.

Een voorbeeld van een infrastructureel project dat nieuwe (van tevoren niet volledig voorziene) kwetsbaarheden in het mobiliteitssysteem heeft veroorzaakt, is de hogesnelheidslijn. De aanleg van de HSL is een enorm infrastructureel project geweest. Zeker in de eerste jaren was de HSL echter niet robuuster of betrouwbaarder dan het bestaande treinennetwerk, onder andere door hogere gevoeligheid voor wind in vergelijking met reguliere treinen (ProRail, 2025). Infrastructuurontwikkeling biedt daarmee geen automatische garantie voor robuustheid, maar creëert vooral de voorwaarden waaronder robuustheid kan worden versterkt of verzwakt.

Benodigde infrastructuur voor transitie is daarmee een randvoorwaardelijk en raakt daarmee aan de andere innovatiethema's. Het bepaalt niet zelfstandig de richting van de mobiliteitstransitie, maar is essentieel om andere innovaties, zoals ontwerpprincipes, energie-integratie en automatisering, op schaal mogelijk te maken. Juist vanwege de lange tijdshorizon, hoge kosten en beperkte corrigeerbaarheid is zorgvuldige, adaptieve en scenario-robuste planning hierbij cruciaal.

Tabel 10 – Benodigde infrastructuur

Beoordelingsdimensie	Score	Toelichting
Maatschappelijke impact		Infrastructuur legt randvoorwaarden vast voor elektrificatie, nieuwe energiedragers en logistieke transitie. Grote potentiële impact op lange termijn (Rijksoverheid, 2026), maar effecten zijn indirect en sterk afhankelijk van samenhang met ontwerpprincipes, locatiekeuzes, beleid en gebruik (Netbeheer Nederland, 2023).
Positie NL bedrijven/ kennisinstellingen		Nederland heeft sterke kennis en ervaring in infrastructuurplanning, netbeheer en logistiek. Tegelijk is de uitvoer grotendeels kapitaalintensief en internationaal georganiseerd, met beperkte directe concurrentievoordelen voor Nederlandse bedrijven. Infrastructuur levert wel vaak indirect een positieve bijdrage aan het verdien- en concurrentievermogen van Nederlandse bedrijven, bijvoorbeeld omdat clusters (Hubs, Brainport en Greenports) beter bereikbaar blijven en daarmee aantrekkelijker zijn (Rijksoverheid, 2026).
Mondiaal marktpotentieel		Wereldwijd grote investeringsopgaven in infrastructuur voor mobiliteit en energie. Exportpotentieel zit vooral in kennis, planning en systeemontwerp; fysieke infrastructuur is sterk lokaal en contextafhankelijk. Het exportpotentieel zal onder meer liggen bij de Nederlandse ingenieursbureaus (RoyalHaskoning, Arcadis, Witteveen & Bos). Deze markt is al sterk internationaal. RoyalHaskoning behaalde ongeveer de helft van haar omzet op de buitenlandse markt (RoyalHaskoning, 2024). De verwachting is dat Nederland vooral innovaties zal exporteren op markten waar het op dit moment goed gepositioneerd is, bijvoorbeeld Water

Beoordelingsdimensie	Score	Toelichting
		& Deltatechnologie, Mobiliteit, Gebouwen, Industrie, Havens, Offshore Wind en de energieplanologie.
Strategische Europese autonomie		Infrastructuur maakt alternatieven voor fossiele en geïmporteerde energiedragers mogelijk en versterkt Europese (mobiliteits)netwerken. De bijdrage is indirect en afhankelijk van internationale afstemming, schaal en timing van investeringen.
Robuustheid in geopolitieke context		Gespreide en redundante infrastructuur kan veerkracht vergroten, maar grootschalige en geconcentreerde netwerken introduceren ook nieuwe kwetsbaarheden (uitval, sabotage, extreem weer). Netto-effect is sterk afhankelijk van ontwerpkeuzes en spreiding (ProRail, 2025).
Additionaliteit		Er is reeds veel geld beschikbaar voor de ontwikkeling van nieuwe infrastructuur, onder andere vanuit defensiebudgetten. Op dit moment loopt Nederland achter bij de bouw van nieuwe infrastructuur en het onderhoud van bestaande infrastructuur (RWS, 2025). Ook biedt het innovatieprogramma een kans om nieuwe innovaties te realiseren, omdat de infra- en bouwsector van origine relatief conservatief en kostengericht is.

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Samenhang thema's

De impactanalyse laat zien dat de acht innovatiethema's van Missie D+ sterk met elkaar verweven zijn en samen het mobiliteitssysteem als geheel adresseren. De thema's functioneren niet als losse interventies, maar kunnen als onderdelen worden gezien van een innovatie-ecosysteem waarin keuzes binnen het ene thema directe implicaties hebben voor de effectiviteit van andere thema's.

Aanbeveling 1

Deze sterke samenhang impliceert dat programmatische keuzes binnen Missie D+ idealiter niet worden gemaakt op basis van individuele thema's alleen, maar vanuit de bijdrage van combinaties van thema's aan een consistent en robuust toekomstbeeld voor mobiliteit. Concreet heeft dit gevolgen voor de inrichting van de governance-structuur van Missie D+ en de sturing/ beoordelen van aanvragen en voorstellen. Stuur niet op losse projecten per thema, maar hanteer een portfolio-aanpak. Beoordeel subsidieaanvragen en innovatievoorstellen op hun 'koppelpotentieel': een project binnen thema A (bijvoorbeeld mobiliteit en energiehub) krijgt alleen voorrang als het aantoonbaar bijdraagt aan thema B (bijvoorbeeld gedragsverandering via deelmobiliteit). De uitvoering van Missie D+ dient interdisciplinair te gebeuren door voor specifieke gebieden of regio's (stedelijk of landelijk gebied) innovaties uit verschillende thema's te testen.



Het thema **ontwerpprincipes voor mobiliteit** vervult hierin duidelijk de **ruggengraat** van het mobiliteitssysteem (of het leidende kader voor de andere thema's). Dit thema heeft een potentieel grote maatschappelijke impact, doordat het de vraag naar mobiliteit structureel en op lange termijn kan beïnvloeden. Dit thema geeft bovendien richting aan de gewenste systeemontwikkeling en bepaalt in belangrijke mate de context waarbinnen technologische, gedragsmatige en infrastructurele innovaties hun maatschappelijke meerwaarde kunnen realiseren. Zonder expliciete ontwerpprincipes bestaat het risico dat innovaties, zoals digitalisering of infrastructuuruitbreiding, bestaande en minder duurzame mobiliteitspatronen bestendigen.

Andere thema's, zoals **weerbaarheid en circulariteit**, functioneren primair als **randvoorwaardelijke thema's**.⁶ Deze thema's spelen een rol bij de ontwikkeling van het mobiliteitssysteem als geheel en dienen bij de uitwerking van nieuwe mobiliteitsopties, infrastructuur, energievoorziening en datasystemen te worden meegenomen als voorwaarden waaraan moet worden voldaan. Dit draagt eraan bij dat de mobiliteitstransitie niet gepaard gaat met nieuwe kwetsbaarheden, afhankelijkheden of lock-ins.

Tot slot zijn er optimaliserende thema's (connectiviteit en automatisering, mobiliteit en energiehubs, integratie in het energiesysteem). Deze thema's helpen een efficiënte benutting van zowel de elektriciteits- als de mobiliteitsinfra. Deze thema's verbeteren vooral de efficiëntie en uitvoerbaarheid van de transitie. Zij scoren relatief goed op marktpotentieel en kennispositie, maar hun netto-maatschappelijke effect hangt sterk af van beleidsmatige inbedding en de mate waarin rebound- en lock-in-effecten worden voorkomen. Specifiek zal gelet moeten worden op het voorkomen van reboundeffecten om te zorgen voor een positieve maatschappelijke impact. Dit geldt ook voor het thema gedragsverandering.

Uit de analyse blijkt dat de innovatiethema's sterk met elkaar zijn verweven, maar ook in een enkel geval veel overlap vertonen. Met name de **thema's 'mobiliteit en energiehubs' en 'integratie in het energiesysteem'** overlappen in belangrijke mate. Energiehubs (in de zin van samenwerking met bedrijven in combinatie met technische oplossingen) zijn bijvoorbeeld een van de routes om mobiliteit in het energiesysteem te integreren, maar er bestaan ook andere (technische) oplossingen zoals bi-directioneel laden en smart charging. Het ligt voor de hand dat technische innovaties, benodigde partnerships en gebruikerservaringen in beide thema's sterk overlappen.

Aanbeveling 2

Vanwege de overlap thema's 'mobiliteit en energiehubs' en 'integratie in het energiesysteem' bevelen we aan beide thema's in elkaar te schuiven en zowel de governance (begeleiden van samenwerking tussen bedrijven uit zowel mobiliteitshoek als uit hoek van gebouwde omgeving) kant als de technische kant (technische innovaties rond smart charging en bi-directionaal laden) in dit thema goed terug te laten komen.



⁶ Uit de impactdimensies kunnen daarnaast andere randvoorwaardelijke thema's worden afgeleid, zoals maatschappelijke impact, verdienvermogen, strategische autonomie en robuustheid. Het ligt voor de hand om deze randvoorwaardelijke thema's expliciet mee te nemen bij de verdere doorontwikkeling van het mobiliteitssysteem.

4.2 Overkoepelende impact van het programma

De analyse laat zien dat Missie D+ in potentie een **significante maatschappelijke impact** kan hebben, met name doordat het programma zich richt op systeemveranderingen die zonder publieke sturing onvoldoende tot stand komen. Het gaat hier vooral om het agenderen, verbinden en richting geven aan innovaties die inspelen op structurele knelpunten in het mobiliteitssysteem. Een belangrijke meerwaarde van het programma ligt in het opschalen van innovaties en mobiliteitstechnologieën, en deze te loodsen door de ‘valley of death’ door het beschikbaar maken van budgetten voor (opschalings-)subsidies.

Thema's die ingrijpen op de structuur van mobiliteitsvraag (ontwerpprincipes, gedragsverandering) hebben een **groot potentieel voor impact**, maar kennen ook **hoge onzekerheden en lange doorlooptijden**. Andere thema's zoals energie-integratie en energiehubs kunnen op kortere termijn bijdragen aan het oplossen van urgente knelpunten, zoals netcongestie, en daarmee de haalbaarheid van mobiliteitstransities (versnelling en inpassing van de enorme elektrische laadvraag) vergroten.

De additionele waarde van Missie D+ is vooral groot daar waar maatschappelijke baten hoog zijn, maar **private prikkels beperkt en er sprake is van marktfalen door hoge transactiekosten (bijvoorbeeld samenwerking met veel partijen)**. Op thema's waar al veel bestaande initiatieven zijn vanuit markt en beleid, zoals elektrificatie en digitale mobiliteit, ligt de toegevoegde waarde van Missie D+ vooral in het borgen van publieke waarden en duidelijke standaarden, en daarmee transformatieve innovaties aan te jagen.

Aanbeveling 3

Missie D+ moet niet fungeren als het zoveelste testprogramma, maar als de ‘versneller’ die bestaande proeftuinen naar een systeemniveau tilt. Dit vereist een scherpe selectie van interventies die publieke waarden borgen en barrières voor opschaling wegnemen die de markt zelf niet doorbreekt. Bij deelname aan of ondersteuning van bestaande praktijkproeven en living labs bevelen we aan dat Missie D+ een strikt criterium van additionaliteit hanteert. In plaats van het financieren van de basisinfrastructuur (zoals extra energiehubs, deelauto's of laadpalen), richt de inzet zich met name op: standaardisatie-eisen, het borgen van publieke waarde en kansen om de valley of death te overbruggen.



Het overkoepelende beeld uit de impactanalyse is dat de innovatiethema's duidelijk verschillen in type impact, tijdshorizon en voorspelbaarheid. Er is geen enkel thema dat op alle impactdimensies hoog scoort. Dit benadrukt dat een gebalanceerd thematisch portfolio nodig is om zowel maatschappelijke impact, economische kansen als systeemrobuustheid te realiseren.

4.3 Onzekerheden

De impactanalyse kent aanzienlijke onzekerheden, die inherent zijn aan missiegedreven en transformatieve innovatie. Ten eerste zijn de innovatiethema's op dit moment nog breed en abstract geformuleerd, waardoor effecten slechts kwalitatief kunnen worden ingeschat. Ten tweede is het succes van innovaties sterk afhankelijk van context, implementatie en maatschappelijke acceptatie, factoren die vooraf moeilijk te voorspellen zijn.

Daarnaast is in de analyse aangenomen dat innovaties binnen alle thema's een vergelijkbare slagingskans hebben. In de praktijk zal deze kans verschillen per type innovatie en per thema. Ook kunnen externe ontwikkelingen, zoals geopolitieke spanningen, technologische doorbraken of economische schokken, de relevantie en impact van thema's versnellen of juist afremmen.

Aanbeveling 4

Deze onzekerheden benadrukken het belang van adaptiviteit, lerend programmeren en het expliciet accepteren van mislukkingen als onderdeel van het innovatieproces. Daarvoor is tussentijdse monitoring en bijsturing een belangrijke bouwsteen (zie volgend kopje).



4.4 Hoe kan het in de toekomst worden gemonitord?

Gezien de onzekerheden is structurele monitoring essentieel om de voortgang en impact van Missie D+ te volgen en tijdig bij te sturen. Daarbij is het van belang onderscheid te maken tussen verschillende fasen van innovatie.

In de beginfase van het programma Missie D+ (eerste twee jaar) ligt de focus op het functioneren van het innovatie-ecosysteem: kennisontwikkeling, experimenten, netwerkvorming, legitimiteit en richtinggevendheid. Monitoring dient hier vooral kwalitatief te zijn en inzicht te geven in of de juiste randvoorwaarden voor transformatieve innovatie worden opgebouwd.

In latere fasen van het programma (vanaf twee jaar), wanneer innovaties concreter worden en toepassingen zichtbaar zijn, kan monitoring worden aangevuld met kwantitatieve indicatoren. Door per innovatiethema te werken met een basispad, een realistisch en een maximaal innovatiepotentieel, kan expliciet rekening worden gehouden met onzekerheden en variatie in slagingskansen (zie verder Bijlage C).

Aanbeveling 5

Aanbevolen wordt om monitoring niet uitsluitend te gebruiken voor verantwoording, maar vooral als strategisch instrument voor leren en bijsturen. Daarmee kan Missie D+ haar rol als richtinggevend en adaptief missieprogramma invullen in een dynamische maatschappelijke en technologische context.



A Matrix koppelkansen en tegenstrijdigheden innovatiethema's

	Ontwerpprincipes mobiliteit	Weerbaarheid	Connectiviteit & automatisering	Gedrags-verandering	Mobiliteit & energie (hubs)	Integratie in energiesysteem	Circulair	Benodigde infrastructuur
Ontwerpprincipes mobiliteit	X	Ruimtelijke diversiteit ondersteunt noodtoegang en redundantie.	Slim ontwerp versterkt werking van datagedreven verkeers-management	Ruimtelijke inrichting stimuleert duurzaam reisgedrag.	Ruimtelijke clustering koppelt bereikbaarheid aan energievoorziening.	Fysieke structuur helpt laad-infrastructuur en energievoorziening te combineren.	Compacte steden ondersteunen kortere ketens en hergebruik.	Ontwerpprincipes geven richting aan strategische infrastructuur-planning.
Weerbaarheid	Over-dimensionering voor nood kan botsen met compact stedelijk ontwerp.	X	Slimme monitoring verhoogt crisis-respons en netwerkveiligheid.	Bewustwording versterkt naleving van nood-maatregelen.	Robuuste hubs bieden nood-capaciteit en redundantie.	Energiesysteem met lokale opslag ondersteunt crisisweerbaarheid.	Binnenlandse ketens verkleinen kwetsbaarheid voor importstoringen.	Toekomst-bestendige netwerken vergroten operationele veerkracht.
Connectiviteit & automatisering	Digitalisering kan fysieke eenvoud en overzichtelijkheid verminderen.	Afhankelijkheid van digitale systemen maakt nood-voorziening kwetsbaarder.	X	Realtime data en nudging ondersteunen gedrags-verandering.	Datadeling verbetert benutting van hubs en logistieke efficiëntie.	Slim laden en verkeersdata versterken energiebalans.	Digitalisering ondersteunt ketentransparantie en materiaaltracking.	Digitale infrastructuur versterkt benutting van fysieke netwerken.

	Ontwerpprincipes mobiliteit	Weerbaarheid	Connectiviteit & automatisering	Gedrag-verandering	Mobiliteit & energie (hubs)	Integratie in energiesysteem	Circulair	Benodigde infrastructuur
Gedragverandering	Gedragseffecten kunnen tijdelijk zijn en ruimtelijke winst beperken.	Focus op individueel gedrag helpt beperkt in acute crises.	Automatisering kan gedragssturing overnemen en motivatie verminderen.	X	Gebruikersacceptatie cruciaal voor efficiënt hubgebruik.	Slim laadgedrag vermindert piekbelasting en netdruk.	Bewustwording stimuleert hergebruik en reparatie.	Gedrag bepaalt gebruik en effectiviteit van infrastructuur.
Mobiliteit & energie (hubs)	Hubs kunnen ruimteclaims vergroten in stedelijke gebieden.	Concentratie van functies kan kwetsbaarheid verhogen bij storing.	Technische integratie kan leiden tot lock-ins en afhankelijkheid.	Technische oplossingen kunnen gedragsaanpassing overbodig maken.	X	Koppeling tussen fysieke en energie-netten versterkt systeemefficiëntie.	Gecombineerde logistiek kan materiaalstromen verduurzamen, ZE technisch haalbaarder.	Hubs vormen knooppunten binnen strategisch netwerk.
Integratie in energiesysteem	Energie-infrastructuur kan botsen met ruimtelijke kwaliteit.	Digitale sturing vergroot cyber-risico's.	Datavelden en standaarden kunnen conflicteren.	Complexe laadinfrastructuur vraagt gedrag dat niet vanzelf ontstaat.	Netcongestie of energietekorten kunnen hubwerking beperken.	X	Slim energie-management maakt circulaire processen efficiënter.	Afstemming met netcapaciteit en ruimtelijke planning nodig voor stabiliteit.
Circulair	Ruimte voor recycling en logistiek kan stedelijke compactheid beperken.	Complexe ketens kunnen noodlogistiek vertragen.	Datavraag circulair ketenbeheer kan botsen met privacyregels.	Gebruiksgemak kan hergebruik ontmoedigen.	Ruimtegebruik circulaire logistiek kan botsen met hubontwikkeling.	Energie- en materiaalstromen concurreren soms om ruimte of prioriteit.	X	Nieuwe logistieke ketens vragen om adaptieve infrastructuur.
Benodigde infrastructuur	Lange-termijn-planning kan lokale flexibiliteit belemmeren.	Nieuwe netwerken vergen lange aanleg, niet inzetbaar op korte termijn. Voor crises dus geen oplossing.	Langzame infrastructuur-planning sluit niet altijd aan bij snelle technologische ontwikkeling.	Vaste structuren kunnen flexibiliteit in gebruik beperken.	Timing en prioritering van aanleg kunnen lokale initiatieven vertragen.	Inflexibele infrastructuur kan technologische innovatie beperken.	Gebrek aan adaptieve ruimte kan groei circulaire logistiek afremmen.	X

B Impactdimensies

Hieronder beschrijven we de zes impactdimensies voor het toekomstige mobiliteitssysteem:

1. Maatschappelijke impact.
2. De positie van Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen.
3. Mondiaal marktpotentieel.
4. Strategische autonomie.
5. Robuustheid.
6. Additionaliteit.

B.1.1 Maatschappelijke impact

Onder de maatschappelijke impact verstaan we de structurele bijdrage van een innovatiethema aan een duurzaam en inclusief mobiliteitssysteem binnen een gezonde leefomgeving. Maatschappelijke impact gaat daarmee over de effecten die het innovatiethema heeft op milieu, energiegebruik, ruimte, gezondheid, leefomgeving en sociale rechtvaardigheid.

De beoordeling richt zich op de mate waarin het thema maatschappelijke doelen dichterbij brengt, zoals emissiereductie, betere luchtkwaliteit, verbeterde leefbaarheid van gebieden, maar ook de toegankelijkheid en betaalbare en rechtvaardige mobiliteit voor iedereen.

Maatschappelijke impact onderscheidt zich van andere dimensies doordat het uitsluitend kijkt naar de binnenlandse baten voor burgers en bedrijven op lange termijn. Veiligheid, crisisbestendigheid of geopolitieke stabiliteit vallen hier niet onder, die worden beoordeeld onder robuustheid en strategische autonomie. De intrinsieke maatschappelijke meerwaarde van een thema staat dus centraal, los van economische of geopolitieke overwegingen.

Te denken valt aan de vermeden CO₂-uitstoot per jaar, vermeden fijnstofemissies, verandering in ruimtegebruik of verhard oppervlak, toename in actieve mobiliteit en verbetering van de bereikbaarheid voor doelgroepen met lage inkomens of beperkte mobiliteit.

B.1.2 Positie NL (bedrijven, kennisinstellingen)

Deze dimensie beoordeelt de sterkte van de huidige en potentiële positie van Nederland binnen de waardeketen van de betreffende innovatie. Daarbij beoordelen we de technologische, economische en kennispositie van Nederlandse bedrijven, universiteiten en kennisinstellingen, en kijken we naar hun vermogen om waarde te creëren of op te schalen.

Het doel is om inzicht te geven in de strategische kansen voor de Nederlandse economie en kennisbasis: waar heeft Nederland al een voorsprong, en waar kan die worden uitgebouwd? Deze dimensie verschilt van 'mondiaal marktpotentieel', dat kijkt naar de totale wereldwijde vraag. Hier gaat het specifiek om de competitieve positie van Nederlandse actoren binnen die mondiale context, niet om de omvang van de wereldmarkt zelf.

Indicatoren die hier richting geven zijn onder meer: het aantal Nederlandse bedrijven dat actief is in de keten, het aandeel van Nederland in Europese of mondiale onderzoeksprogramma's, het aantal wetenschappelijke publicaties, de hoeveelheid investeringen in R&D, internationale investeringen, het aantal octrooien, technologische adoptie en de export- of licentiewaarde van technologie of kennis.

B.1.3 Mondiaal marktpotentieel

Bij mondiaal potentieel gaat het over de verwachte internationale groeikansen van een innovatiethema. Het mondiaal potentieel beschrijft de globale marktomvang, de beleidsaandacht en de investeringsdynamiek wereldwijd.

Het doel is om te bepalen of een innovatie aansluit bij wereldwijde transitietrends en of er op termijn een substantiële afzetmarkt of adoptiepotentie bestaat. Het gaat hierbij om de vermarktbaarheid van nieuwe technieken. Denk bijvoorbeeld aan de export van laadpalen, batterijen en EV's naar het buitenland.

Het onderscheid met 'positie NL' is dat het hier niet gaat om wie de innovatie levert, maar om de vraag of er überhaupt een grote markt of maatschappelijke behoefte zal ontstaan. Een thema kan dus een hoog mondiaal potentieel hebben, terwijl de Nederlandse positie daarin zwak is, of omgekeerd.

Mogelijke relevante indicatoren zijn de geschatte wereldwijde marktwaarde (in miljard euro), de jaarlijkse groeiverwachting voor de markt, het aantal landen dat relevante beleidskaders of stimuleringsprogramma's heeft, het aantal actieve spelers binnen de markt (zijn er bijvoorbeeld toetredingsbarrières?) en de omvang van internationale investeringen of aanbestedingen binnen de markt.

B.1.4 Strategische autonomie

Deze dimensie richt zich op de mate waarin het thema bijdraagt aan Europese zelfredzaamheid en het verminderen van afhankelijkheden van niet-EU-landen. Ze omvat zowel toegang tot grondstoffen, technologische soevereiniteit, als controle over kritieke infrastructuur en data.

Het doel is om te beoordelen in welke mate een innovatie de strategische autonomie van Europa versterkt: kan de EU zelf de noodzakelijke technologie, energie of infrastructuur produceren, beheren of beveiligen?

Deze dimensie verschilt van 'positie NL' doordat ze kijkt naar het collectieve Europese belang in plaats van de nationale concurrentiekracht. Daarmee verschilt 'strategische autonomie' van 'robuustheid' doordat autonomie gaat over wie de controle heeft, terwijl robuustheid gaat over hoe goed het systeem functioneert onder stress.

Voorbeelden van indicatoren zijn: het aandeel van de toeleveringsketen dat binnen de EU plaatsvindt, de afhankelijkheid van import van kritieke grondstoffen, de mate van Europese controle over data- en communicatiesystemen, en de aanwezigheid van Europese industriële capaciteit of regelgeving die autonomie versterkt (zoals de Critical Raw Materials Act of Battery Alliance).

B.1.5 Robuustheid

De dimensie robuustheid beoordeelt de weerbaarheid en adaptiviteit van een innovatiethema in uiteenlopende toekomstscenario's. Daarmee dekt deze dimensie de gevoeligheid voor schokken zoals energiecrises, cyberaanvallen, grondstoffenschaarste of internationale conflicten.

Het doel is om te bepalen of het thema stabiel en toekomstbestendig is: blijft het relevant en uitvoerbaar onder verschillende externe ontwikkelingen? Robuustheid onderscheidt zich van strategische autonomie doordat het niet primair gaat om controle of eigenschap, maar om veerkracht en systeemstabiliteit. Een innovatie kan robuust zijn zonder autonoom te zijn (bijvoorbeeld een wereldwijd gestandaardiseerde technologie) en omgekeerd.

Relevante indicatoren zijn onder meer: de beschikbaarheid van alternatieve routes of bronnen (redundantie), de gemiddelde hersteltijd na verstoringen, de mate van afhankelijkheid van kwetsbare leveranciers of technologieën, en de aanwezigheid van nood- of fallback-systemen die continuïteit garanderen.

B.1.6 Additionaliteit

De impact van Missie D+ hangt daarnaast voor een groot deel af van de additionaliteit van de geselecteerde innovatiethema's. Additionaliteit benadert in hoeverre het innovatieprogramma leidt tot activiteiten, investeringen of innovaties die zonder dat programma niet of in mindere mate zouden plaatsvinden.

We maken een inschatting van additionaliteit per innovatiethema. Hiervoor gebruiken we onder meer de resultaten uit de financiële scan quickscan van Strategy Unit en Bable (Strategy Unit & Bable, 2026). Deze quickscan maakt inzichtelijk welke type projecten nu nog onvoldoende aan bod komen in subsidieregelingen, en waar Missie D+ dus de meeste impact kan maken met haar middelen.

De quickscan laat zien dat vooral de technologische en infrastructurele pijlers goed worden gefinancierd, terwijl de menselijke, governance- en systeemgerichte dimensies extra aandacht vragen in de verdere programmering van Missieteam D+.

Additionaliteit in de praktijk

Voor Missie D+ is het vooral interessant om zich te richten op innovatiethema's die uit zichzelf nog niet van de grond komen. We signaleren *vier belangrijke oorzaken* voor projecten die vanuit de markt niet op gang komen:

1. Innovaties die worden tegengewerkt door de **status quo**, denk aan circulaire economie versus de lineaire economie. Voorbeelden hiervan zijn de milieuschade van grondstoffen die onvoldoende is ingeprijsd, en gevestigde belangen van lineaire bedrijven.,
2. Innovaties met een grote maatschappelijke waarde, die echter **weinig economische waarde** vertegenwoordigen voor individuele bedrijven. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het ontwikkelen van een robuust mobiliteitssysteem, mobiliteitsvraagreductie, verkeersveiligheid en het faciliteren van actieve transportmodaliteiten (zoals lopen of fietsen). Als gevolg van coördinatie- en netwerkproblemen kan het zinvol zijn voor Missie D+ om hier meer aan bij te dragen.
3. Innovaties die nog **beperkt worden gestimuleerd** via andere subsidie-, innovatie- en/of ondersteuningsprogramma's. Denk hierbij bijvoorbeeld aan datakoppeling tussen mobiliteitssystemen of toegankelijkheidsinnovaties voor kwetsbare groepen.
4. **Nieuwe innovaties** die nog verder ontwikkeld en/of opgeschaald moeten worden. Voorbeelden hiervan zijn het ontwikkelen van opties binnen het mobiliteitssysteem om het elektriciteitsnet te balanceren of het (tijdig) opschalen van het gebruik van geavanceerde synthetische en biobrandstoffen.

C Toekomstige monitoring van Missie D+

In deze bijlage schetsen wij de eerste contouren van een toekomstige monitoringsaanpak, waarmee de impact van Missie D+ structureel kan worden gevolgd in de toekomst. Deze monitoringsaanpak kan worden gebruikt voor toekomstige monitoring en bijsturing van het missieprogramma.

Monitoring is essentieel voor een missieprogramma (Wanzenbock et al., 2020), omdat de maatschappelijke context zeer dynamisch kan zijn (en de missie snel kan veranderen). Monitoring maakt zichtbaar of de innovaties nog aansluiten bij de maatschappelijke opgaven en de oorspronkelijke missie. We stellen een monitoringsmethodiek voor die gebruikt kan worden om innovaties in de **begin- en tussenfase** te monitoren.

C.1 Monitoringsaanpak van innovaties in de beginfase

We stellen voor om de effecten van transformatieve innovaties te monitoren op basis van een Missie-gedreven innovatiesysteemraamwerk (Elzinga et al., 2020). Deze manier van monitoren past beter bij het analyseren van innovaties die nog niet bestaan (of zeer onzeker zijn). Succes is dan niet het resultaat van een losse innovatie, maar van een innovatie-ecosysteem dat in staat is om vernieuwende oplossingen te genereren en op te schalen.

In Tabel 11 staan de belangrijkste functies van een goedwerkend innovatie-ecosysteem samengevat, aangevuld met indicatoren om de werking van deze functies te evalueren. Deze indicatoren onderscheiden zich van de impactdimensies uit Bijlage B, omdat de indicatoren vooral inzicht geven in de werking van het innovatiesysteem (én niet zozeer de richting waar het innovatieprogramma naartoe moet gaan).

Tabel 11 – Indicatoren om de werking van belangrijke functies in innovatie-ecosysteem te monitoren

Functie	Indicatoren (Elzinga et al., 2020)
Experimenteren door ondernemers	- Aantal (nieuwe) ondernemers die experimenteren met innovatieve principes in de mobiliteitssector. - Aantal innovatieve projecten dat is gestart/gestopt. - Aantal innovatieve bedrijven dat is gestart/gestopt.
Kennisontwikkeling	- Aantal (wetenschappelijke en professionele) publicaties over CE Delft. - Aantal circulaire kennisprojecten gestart/gestopt. - Impact van publicaties (citaties, gebruik in samenleving). - Aantal nieuwe onderzoeksgroepen. - Aantal nieuwe onderzoeksprogramma's. - Aantal nieuwe Leerstoelen. - Aantal nieuwe patenten.
Kennisverspreiding	- Aantal symposia en conferenties. - Aantal kennisnetwerken. - Aantal gemeenschappelijke publicaties. - Aantal kennisdelende activiteiten tussen verschillende actoren (bedrijven, consumenten, kennisinstellingen, overheden).
Uitdagings-directionaliteit	- Voorkomen/benoemen van de uitdaging in media. - Voorkomen/benoemen van de uitdaging in bedrijfsstrategie. - Voorkomen/benoemen uitdaging in strategie brancheorganisaties. - Voorkomen/benoemen strategie in onderzoeksprogramma's. - Mate waarin uitdaging op de agenda staat van relevante organisaties (prioriteit). - Specificiteit van de beschrijvingen van de uitdaging in strategische documenten. - Stimulerende wet- en regelgeving ten aanzien van generieke uitdaging.
Oplossings-directionaliteit	- Benoemen van verwachtingen rondom specifieke oplossingen. - Maatschappelijk discourse in media rond specifieke oplossingen. - Stimulerende wet- en regelgeving voor specifieke oplossing.
Marktcreatie	- Bedrijfsactiviteiten die consument verleiden tot adoptie. - Regelgeving die verplicht om oplossingen toe te passen. - Fiscale of subsidie-instrumenten die oplossingen financieel aantrekkelijker maken/stimuleren. - Standaarden/labels die oplossingen onderscheidend maken en adoptie stimuleren/ verplichten.
Mobiliseren van middelen	- Beschikbaar stellen van financiële middelen voor innovatie, onderzoek, pilots, investeringen door overheden, bedrijven en andere organisaties. - Opleiden en beschikbaar maken van personeel met de juiste kennis en capaciteit. - Beschikbaar stellen van benodigde infrastructuur en grondstoffen.
Tegengaan van weerstand	- Lobby- en media-uitlatingen die dienen om angst/weerstand rond nieuwe trajecten te verminderen. - Balans in lobbyactiviteiten voor en tegen de missie met bijbehorende oplossingen.

Functie	Indicatoren (Elzinga et al., 2020)
Druk zetten op huidige regime	- Regelgeving die stelt dat bestaande activiteiten afgebouwd dienen te worden. - Afschaffen van subsidies/voordelen voor bestaande activiteiten. - Vrijwillige afspraken met industrieën om van koers te veranderen. - Maatschappelijk discourse-activisme tegen huidige praktijken. - Acties gericht op benoemen van 'verkeerd' consumentengedrag.
Coördinatie	- Vorming van coalities rond de transitie. - Ontstaan van leidende organisaties die het veld samenbrengen. - Strategische documenten die verschillende oplossingsrichtingen vergelijken/analyseren. - Ontstaan van coherente visies op de transitie.

Monitoren van verschillende innovatiesystemen

Het ex-ante monitoren van innovatiesystemen (en daarmee de kans op transformatieve innovatiesystemen) is sterk afhankelijk van het type innovatiesysteem. De uitdagingen per innovatiesysteem verschillen sterk. Bij de monitoringsaanpak dient er in het bijzonder aandacht besteed te worden aan de verschillen tussen deze innovatiesystemen (Bergek, 2019; Bergek et al., 2008; Mackard, 2020; Weckowska et al., 2024):

- Bij **volwassen systemen** functioneren de meeste structuur- en dynamiekprocessen (zoals kennisontwikkeling, marktforming, netwerkforming en legitimering) al redelijk goed. De systeemfuncties zijn aanwezig, maar lopen soms vast door lock-ins, gevestigde belangen of suboptimale richting van technologische ontwikkeling.

Volwassen systemen gaan vaak een transformatieve fase in wanneer maatschappelijke doelen veranderen of wanneer bestaande technologieën tegen grenzen aanlopen (bijv. milieudruk, schaalbaarheidsproblemen, rigiditeit). Dit vraagt om heroriëntatie, herstructurering en soms zelfs creatieve destructie, waarbij delen van het systeem vervangen of afgebouwd worden. Een illustratief voorbeeld is het gebruik van fossiele brandstoffen binnen de mobiliteitssector.

- In **opkomende innovatiesystemen** zijn technologieën al voorbij de exploratiefase, maar functioneren de systeemfuncties nog niet volledig. De literatuur spreekt dan over de *formatieve fase*. Dit zijn systemen die vaak in de begin- of versnellingsfase zitten.

De uitdaging is om opschaling te realiseren: voldoende gebruikers, infrastructuur, investeringen en institutionele ondersteuning. Beleidsinterventies richten zich daarom op het versterken van ontbrekende functies, zoals marktcreatie, normering of netwerkforming. Een illustratief voorbeeld is het gebruik van synthetische en biobrandstoffen in de mobiliteitssector.

- Voor **emergente systemen** (radicaal nieuwe technologieën of kennisvelden) moet het innovatiesysteem nog ontstaan. De literatuur spreekt dan over pre-development of emergente technologische innovatiesystemen.

Belangrijk in deze fase zijn:

- kennisontwikkeling en -deling;
- experimenteren en pilots;
- vroege netwerkvorming;
- exploratie van mogelijke toepassingen en markten.

Het systeem is nog fragiel, kent hoge onzekerheid en is sterk afhankelijk van publieke R&D-investeringen, niches en 'safe spaces'.

C.2 Monitoring van transformatieve innovaties in de tussenfase

Wij identificeren kansen om de effecten van Missie D+ in **de tussen- en eindfase** zorgvuldiger in kaart te brengen, omdat er dan vaak beter zicht is op de transformatieve innovaties. De transformatieve innovaties zijn dan beter in beeld gebracht, en bovendien is er meer ervaring opgedaan met de innovaties, waardoor een basispad te construeren is. Hiermee kunnen we de kwantitatieve effecten in kaart brengen.

Om de kwantitatieve effecten van deze innovaties in kaart te brengen, stellen we een monitoringsaanpak voor die eerder is toegepast bij de review van de Topsector Energie (CE Delft, 2014). Deze aanpak biedt concrete aanknopingspunten voor de ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor missiegedreven innovatieprogramma's, zoals Missie D+.

De voorgestelde monitoringsaanpak hanteert een bottom-upbenadering, waarbij afzonderlijke innovaties worden geclusterd per innovatiethema. Voor elk thema wordt gewerkt met een basispad, een realistisch en een maximaal innovatiepotentieel, aangevuld met een inschatting van de slagingskansen van innovaties. Deze elementen maken het samen mogelijk om onzekerheden expliciet te adresseren en tegelijkertijd inzicht te bieden in de bandbreedte van mogelijke effecten. In Tabel 12 lichten wij de opbouw van deze monitoringsmethodiek nader toe.

Tabel 12 – Beschrijving van ex-post monitoringsaanpak

Stappen	Werkwijze
Basispad definiëren;	Het basispad vormt het referentiepunt van de monitoringsaanpak, en beschrijft hoe de ontwikkeling van innovaties zich zou voltrekken zonder (extra) interventies vanuit het missieprogramma. Het basispad schetst de autonome ontwikkeling van innovatiethema's op het gebied van enkele kwantitatieve beoordelingsdimensies, bijvoorbeeld marktomvang, exportvermogen, werkgelegenheid, omzet en CO₂-uitstoot. We maken hierbij gebruik van een historische trendanalyse. Het basispad wordt per innovatiethema vastgesteld, omdat innovatiepaden sterk verschillen per thema. Om zicht te krijgen in de autonome ontwikkelingen van innovaties.
Maximaal innovatiepotentieel inschatten;	Het maximale innovatiepotentieel benadert het maximale theoretisch haalbare effect als technologie, markt en beleid optimaal samenkomen. Dit vormt de bovenkant van de bandbreedte. We nemen hierbij aan dat de innovatie in Nederland succesvol geïmplementeerd wordt, waardoor de innovatie ten volle gebruik kan maken van de leercurve en marktopschatting.
Inschatten van realistisch innovatiepotentieel;	We maken ook een schatting van het realistische innovatiepotentieel. Hierbij gaan we uit van de slagingskans van innovaties, die onder meer afhangt van het comparatief voordeel van Nederland ten opzichte van andere landen. Slechts 5 tot 30% van de innovaties wordt een succes, oftewel 70-95% is mislukt (Lekkerkerk, 2012). Dit is ook conform de resultaten uit andere innovatieprogramma's in Nederland (CE Delft, 2014) en recente literatuur (Acemoglu et al., 2022).
Bepalen van innovatieruimte per innovatiethema.	We maken een inschatting van de innovatieruimte per innovatiethema. De ruimte is gebaseerd op de snelheid van leren (indicator progress ratio) en betreft de verhouding tussen productiekosten van productie-vermogen en de productiekosten bij verdubbeling van deze hoeveelheid. De gedachte hierachter is dat innovatieruimtes die erin slagen innovaties snel te valoriseren, meer kans op toekomstig succes zullen hebben. De kosten van de meest volwassen technologieën nemen naar verwachting het langzaamst af, terwijl dit bij nieuwe technologieën nog sterk kan verbeteren. Bij volwassen technologieën is de innovatieruimte dan beperkt.

Bij welke innovaties past dit monitoringsframework?

Dit monitoringsframework sluit goed aan bij transformatieve innovaties die zich in een later ontwikkelstadium bevinden (hogere TRL-niveaus) en bij incrementele innovaties. Hiervoor bestaan twee redenen:

- De effecten van transformatieve innovaties worden beter voorspelbaar naarmate deze zich in een later ontwikkelstadium bevinden, bijvoorbeeld bij een hogere Technology Readiness Level (TRL). In deze fases zijn vaak al eerste toepassingen, pilots of marktintroductions zichtbaar, waardoor innovaties concreter kunnen worden afgebakend en de technologische en marktonzekerheid afneemt. De economische en maatschappelijke impact van deze innovaties is groot.
- Incrementele innovaties bouwen voort op bestaande technologieën en markten, waardoor historische data en bestaande indicatoren beschikbaar zijn om effecten te voorspellen. De economische impact van deze innovaties is relatief klein ten opzichte van transformatieve innovaties, maar incrementele innovaties zijn wel zeer veel voor (Coccia, 2006).

Literatuur

- Acemoglu, D., Akcigit, U., & Celik, M.A. (2022). Radical and incremental innovation: The roles of firms, managers, and innovators. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2022(3), 199-249. <https://doi.org/10.1257/mac.20170410>
- Afval Online. (2024). *Europese plasticrecyclers willen ban op import recycelaat*.
- Albarracin, D., Fayaz-Farkhad, B., & Granados Samayoa, J.A. (2024). Determinants of behaviour and their efficacy as targets of behavioural change interventions. *Nature Reviews Psychology*, 2024. <https://doi.org/10.1038/s44159-024-00305-0>
- Alcott. (2005). *Jevons' paradox*.
- Asheim, B.T., R., B., & Cooke, P. (2011). Constructing regional advantage: Platform policies based on related variety and differentiated knowledge bases. *Regional Studies*(45(7)), 893–904. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00343404.2010.543126>
- Bergek. (2019). *Technological innovation systems: A review of recent findings and suggestions for further research*.
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., & Rickne, A. (2008). *Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis*.
- Brinkel, N.B.G. (2025). *Smart charging, smarter grids: Unlocking the potential of electric vehicles in mitigating grid congestion*.
- CE Delft. (2014). *Review topsector energie : Deelonderzoek 1*.
- CE Delft. (2024a). *Plasticnorm - quickscan economische effecten*.
- CE Delft. (2024b). *Wat is de toegevoegde waarde van energiehubs?*
- CE Delft. (2025). *True pricing van consumptiegoederen*.
- Chojkiewicz L, T.L. (2018). *Energy infrastructure for electric vehicles: A case study inhammarby-sjostad, stockholm*.
- CLO. (2024). *Toegevoegde waarde circulaire economie, 2001-2022*.
- Coccia, M. (2006). *Classifications of innovations survey and future directions*.
- Cooke, P., Uranga, M., & Extbarria, G. (1997). Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions. *Research policy*, 26(4-5). [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(97\)00025-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0048-7333(97)00025-5)
- Cra. (2020). *Naar een gezonde stad te voet*.
- DLR. (2003). *The impact of car-free housing districts on mobility behaviour - case study*.
- Ecorys. (2025). *De netto maatschappelijke kostprijs van netcongestie*.
- Elaadnl. (2022). *Bedrijventerreinen in beweging - outlook logistiek & bedrijventerreinen*.
- ElaadNL. (2024). *Elektrisch laden voor iedereen. Outlook personenauto's update 2024*.
- Elaadnl. (2025). *Bidirectioneel laden: Welke kant gaat het op?*
- Eladl, A.A., El-Afifi, M.I., El-Saadawi, M.M., & Sedhom, B.E. (2023). *A review on energy hubs: Models, methods, classification, applications, and future trends*.
- Elzinga, R., Negro, S.O., Janssen, M.J., Wesseling, J.H., & Hekkert, M.P. (2020). *Het missiegedreven innovatiesysteem: Uitbreiding 'technologisch innovatie systeem'-raamwerk ter monitoring van de circulaire economie*.
- EPRS. (2025). *Cloud and ai development act*.
- European Commission. (2021). *Strategic dependencies and capacities*.
- Ewing, R., & Cervero, R. (2017). "Does compact development make people drive less?" *the answer is yes*.
- Fleetmobility. (2024). *Maas-platform umob neemt failliete finse vervoersapp over*.

- FRF. (2025). *Waarom is nederland een belangrijke speler op de wereldwijde markt voor plastic afval?*
- Godin, B. (2009). National innovation system: The system approach in historical perspective. *Science, Technology & Human Values*, 34(4), 476–501.
<https://www.jstor.org/stable/27786171>
- Granstrand, O., & Holgersson, M. (2020). Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition. *Technovation*, 90-91.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.technovation.2019.102098>.
- Hekkert, M. (2014). *Innovatie visie op portfoliomanagement*.
- Hippel, A.E., & Krogh, G.v. (2003). *Open source software and the “private-collective” innovation model*.
- KiM. (2025). *De brever-wet onder de loep*.
- Lekkerkerk, L.J. (2012). *Innovatie- en organisatiestructuur. Ontwikkeling en test van een functiemodel voor structuuronderzoek en –diagnose*. Raboud Universiteit.
- Lundvall, B.A. (2010). National systems of innovation: Toward a theory of innovation and interactive learning. *Anthem Press*. <https://www.jstor.org/stable/j.ctt1gxp7cs>
- Mackard, J. (2020). The life cycle of technological innovation systems. *Technological Forecasting and Social Change*(153).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.045>.
- Malouf, N.E., & Bahemia, H. (2025). *Diffusion of innovations (doi)*.
- Ministerie van Defensie. (2025). *Verhoogde navo-norm officieel vastgelegd in den haag*.
- Moreno, C., Allam, Z., Chabaud, D., Gall, C., & Pratlong, F. (2021). *Introducing the “15-minute city”: Sustainability, resilience and place identity in future post-pandemic cities*.
- Netbeheer Nederland. (2023). *Integrale infrastructuurverkenning 2030-2050 eindrapport*.
- NWP. (2025). *Dutch resilience portfolio*.
- OECD. (2023). *Building systemic climate resilience in cities*.
- OECD. (2024). *Transport system resilience*.
- PBL. (2025). *Welvaart en leefomgeving 2025*. Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).
<https://www.wlo2025.nl/publicaties/mobiliteit>
- ProRail. (2025). *Minder last van wind op de hsl-zuid: Dat scheelt vertragingen*.
- PWC. (2023). *Nederlandse uitkomsten ‘global crisis and resilience survey’*.
- Renes, R.J., & Benois, N. (2024). *Welvarenden sleutelrol in klimaattransitie? Vragenlijstonderzoek naar de psychologie in klimaatgedrag in nederland*.
- Rijksoverheid. (2026). *Enhancing the netherlands’ competitiveness*.
- RoyalHaskoning. (2024). *Annual report 2024*.
- Ruimtelijk planbureau. (2004). *Evaluatie mobiliteitsconsequenties vinex-locaties*.
- RWS. (2025). *Nederlandse infrastructuur bereikt kritieke grens*.
- Straits Research. (2025). *Global smart mobility market grows steadily at a cagr of 14.04%*.
- Strategy Unit, & Bable. (2026). *Quickscan publieke financiering innovatie ecosystemen*.
- TNO. (2020). *Co2-besparing ten gevolge van modal shift op de corridors oost en zuid in nederland*.
- TNO. (2025a). *Het potentieel van leefstijlveranderingen in de nederlandse klimaattransitie*.
- TNO. (2025b, 18 maart 2025). *Urban mining cruciaal: Meer kritieke en strategische materialen uit elektronische en elektrische apparaten*. TNO.
<https://www.tno.nl/nl/newsroom/2025/03/urban-mining-kritieke-materialen/>
- Valley, B. (2026). *Battery valley*.
- Volkskrant. (2025). *Nu plasticrecyclers massaal omvallen, overweegt het kabinet financiële steun*.
- Wanzenbock, I., Wesseling, J.H., Frenken, K., Hekkert, M.P., & Weber, K.M. (2020). *A framework for mission-oriented innovationpolicy: Alternative pathways through the problem–solution space*.
- Weckowska, D., Weiss, D., Schwäbe, C., & Dreher, C. (2024). *Technological innovation system analyses and sustainability transitions: A literature review*.

World Economic Forum. (2022). *Global risks report 2022: Digital dependencies and cyber vulnerabilities*.

World Economic Forum. (2025). *Fostering effective energy transition 2025: Redefining global energy systems*.