

Traffic & Transport

Anna van Buerenplein 1
2595 DA Den Haag
Postbus 96800
2509 JE Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 00 00

TNO-rapport

TNO 2018 R11027

Onderzoeksprogramma 2019 Topsector / Thema Logistiek en Mobiliteit

Datum	18 september 2018
Auteur(s)	Ir. J.W. Burgmeijer
Autorisatie	Mr. E.P. Lastdrager
Aantal pagina's	11 (incl. bijlagen)
Regievoerend departement	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2018 TNO

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	VP Logistiek & Mobiliteit	4
2.1	Algemene gegevens	4
2.2	Samenvatting.....	4
2.3	Korte omschrijving	5
2.4	Resultaten 2019.....	5
2.5	Dynamiek.....	10
3	Ondertekening	11

1 Inleiding

TNO richt zich op waarde-creatie in economische en maatschappelijke zin door het versnellen van innovatieprocessen in coöperatie met bedrijven, kennisinstellingen en overheden.

Het Meerjarenprogramma 2018-2021 van het Thema Logistiek en Mobiliteit is onderdeel van het Strategisch Plan TNO 2018-2021 en beschrijft de hoofdlijnen van de kennisontwikkeling ten behoeve van een aantal beleidsdomeinen van het ministerie voor Infrastructuur en Waterstaat (IenW). Het betreft met name beleidsthema's, die spelen op het gebied van logistiek, mobiliteit en bereikbaarheid in samenhang met veiligheid, duurzaamheid en stedelijke ontwikkeling. Daarnaast draagt het programma bij aan de Kennis en Innovatie Agenda 2018-2021 van de Topsector Logistiek¹.

Binnen dit thema is er één integraal Vraaggestuurd Programma (VP): Logistiek en Mobiliteit.

¹ In deze KIA is ook aandacht voor maatschappelijke uitdagingen op het gebied van smart mobility en voor cross-overs met andere Topsectoren.

2 VP Logistiek & Mobiliteit

2.1 Algemene gegevens

Algemene gegevens	
Titel VP	Logistiek & Mobiliteit
Topsector	Logistiek
Contactpersoon TNO	Jan Burgmeijer (VP-manager) Paul van den Avoort (Roadmap directeur) Marieke Martens (Director of Science)
Contactpersoon overheid	Gert-Jan de Maagd (IenW-DGMO/KIS) Karen de Ruijter (IenW-DGMO/KIS)

2.2 Samenvatting

Een betrouwbaar, efficiënt, veilig en duurzaam transportsysteem is een bepalende voorwaarde voor het goed functioneren van onze moderne samenleving. Gespecialiseerde productie en mondiale handel vereisen logistieke systemen en fysieke verplaatsing van goederen. Mobiliteit van personen stelt ons in staat om activiteiten als wonen, werken en recreëren op verschillende locaties uit te voeren. Het transportsysteem van mensen en goederen is echter complex en dient continu te worden aangepast aan de omvang van de transportvraag en de kwaliteit die de samenleving wenst. Deze kwaliteitseisen betreffen: efficiëntie en bereikbaarheid van personen en logistiek, duurzaamheid en veiligheid.

Doelstelling van dit vraaggestuurde programma (VP) is om *met nieuwe meetmethoden, met grootschalige dataverwerking, met slimme modellen en met nieuwe applicaties kennis op te bouwen gericht op een betrouwbaar, efficiënt, veilig en duurzaam transportsysteem, voor mensen en goederen, aangepast op de maatschappelijke en economische vragen*. Deze kennis wordt vervolgens toegepast door TNO in opdrachten voor overheid en bedrijven en door de samenwerkingspartners in hun eigen processen. Ook werkt TNO actief aan kennisdisseminatie en valorisatie.

Enkele *belangrijke resultaten* die in 2019 gerealiseerd worden zijn:

- Een evaluatie van de bruikbaarheid van Activity Based Modelling voor de ex ante evaluatie van dienstverlening op het gebied van Mobility as a Service (MaaS).
- Een methodiek gebaseerd op naturalistic driving om de veiligheid van automatisch rijden in de praktijk te kunnen beoordelen.
- Demonstratie van use cases waarbij smart data wordt ingezet om een betere regie op logistieke ketens (in de bouw, steden, trein) te krijgen.
- Realisatie van real life pilots van truck platooning (in 2019 op basis van ACC) en beoordeling van impact op het brandstofgebruik.

Vraagsturing voor mobiliteit komt vanuit het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW), beleid (DGMO) en uitvoering (RWS). Hiervoor zijn kennisvragen opgehaald in koppelgesprekken en in het managementberaad tussen TNO en het ministerie. Voor Logistiek komt de vraagsturing vanuit de Topsector Logistiek, TKI Dinalog en een groot aantal bedrijven uit de logistieke sector.

2.3 Korte omschrijving

De langetermijnvisie van TNO, voor de unit Traffic & Transport is:

- Stedelijke gebieden en corridors zijn voor iedereen goed toegankelijk en duurzaam conform het akkoord van Parijs.
- Mobiliteit is voor iedereen op afroep beschikbaar en iedereen neemt comfortabel en veilig deel aan het verkeer.
- Vervoer van mensen en goederen is veilig, efficiënt en betrouwbaar.

Deze visie komt sterk overeen met de uitdagingen uit de Nationale Wetenschaps Agenda Route 16 (Transport en Logistiek). TNO realiseert deze visie door kennisontwikkeling in ERP en VP en door kennisoepassing in opdrachten.

Er zijn binnen het VP de volgende 4 programmalijnen:

1. Digitalisering van het mobiliteit systeem
 - a. Modellen en data voor (stedelijke) bereikbaarheid
 - b. Impact en opschaling van smart mobility
 - c. Veiligheid en gedrag
2. Duurzame mobiliteit
3. Smart and Sustainable Logistics
 - a. Automated and self organised logistics
 - b. Data driven logistics
 - c. Sustainable logistics
 - d. Disruptieve ontwikkelingen
4. Interactie mens, voertuig en omgeving

2.4 Resultaten 2019

2.4.1 Digitalisering van het mobiliteit systeem

Om smart mobility met maximale impact op doorstroming, duurzaamheid en veiligheid te implementeren zijn de volgende twee kennisontwikkelingen op systeemniveau nodig:

- 1) Impactanalyse en ondersteuning van beleid. In de leercyclus van ontwerp, uitvoering, monitoring en evaluatie zijn er methoden en tools nodig die een integrale beleidsvisie op steden en corridors ondersteunen.
- 2) Inzet van disruptieve technologieën. Om versnelling van de inzet van technologie in smart mobility mogelijk te maken, worden in publiek-private projecten proof of concepts en architecturen of standaarden ontwikkeld, met gebruik van nieuwe technologieën. Voorbeelden zijn C-ITS en MaaS.

De resultaten (in bullits) zijn onderstaand gegroepeerd langs de volgende thema's (onderstreept).

Modellen en data voor (stedelijke) bereikbaarheid

- Door gebruik van real time data en modellen kunnen grote mobiliteitsprojecten, beter worden ontworpen en gemonitord (met als casus Amsterdam Zuid-As). Zichtbaarheid van indicatoren voor milieu, geluid en doorstroming
- Impact op middellange termijn van Mobility as a Service (MaaS) en car sharing wordt verkend door scenario-analyses met toepassing van activity based modellen (met als casus Rotterdam).

- Verbeteren van strategische verkeers- en vervoermodellen met big data. Gebruik van data van multimodale verplaatsingen in modellen.
- Modellen voor de impact van smart mobility en coöperatief automatisch rijden op doorstroming en milieu op regionaal en landelijk niveau. Relatie tot gebiedsgericht modelleren. Toepassing in de MIRT-methodiek.
- Inbreng van resultaten microsimulaties van smart mobility cases en van pilots in meso- en macroscopische modellen. Inclusief realistisch gedrag bestuurders.

Impact en opschaling van smart mobility

- Methode voor impactevaluatie van C-ITS pilots en gebruik resultaten van deze evaluatie in simulatiemodellen (C-Mobile project)
- Coöperatieve verkeerslichten op intelligente wegkruisingen in Eindhoven. Als onderdeel van de Noord-Brabant pilot in C-Mobile
- Randvoorwaarden voor opschaling en interoperabiliteit van C-ITS in het systeemontwerp.
- Logging en evaluatiestraat voor het testen van c-ITS applicaties
- Integreeren van het ontwerp van functionele safety en cybersecurity.

Veiligheid en gedrag

Vergroten van de veiligheid van wegtransport voor bestuurders van voertuigen en kwetsbare verkeersdeelnemers (fietsers en voetgangers). Zowel gedrag als infrastructuur-aspecten.

- Gebruik van data uit naturalistic driving experimenten (o.a. UDRIVE, SAE level 2) om fact based onderbouwing te geven voor de impact van vermoeidheid en automatisering van rijfuncties op verkeersveiligheid. Aanzet tot nieuwe meetbare veiligheidsindicatoren.
- Leerstoel ITS en Human Factors. Marieke Martens (U Twente, 1 dg/week). Met name gericht op automatisch en coöperatief rijden.

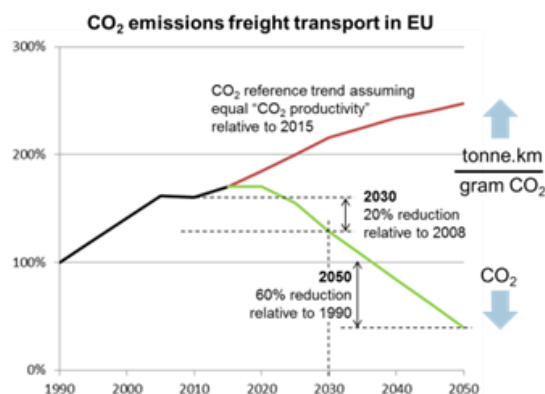
Samenwerking:

- Grote steden (Amsterdam, Rotterdam, Den Haag en Utrecht),
- Europese projectconsortia zoals C-Mobile en SECREDAS,
- Nationale publiek-private samenwerking, zoals Connekt / DITCM, SmartwayZ.NL, Smart mobility community for Standards & Practices
- Publieke samenwerking met RWS-WVL, NDW, CBS en SWOV
- Universiteiten en hogescholen in Nederland en binnen de NWA route 16.

2.4.2 Duurzame mobiliteit

De visie van TNO binnen dit deelprogramma is dat TNO versnelling kan brengen in de verduurzaming van de mobiliteitssector in Nederland. Hiervoor is een groot pakket van samenhangende maatregelen nodig, gericht op twee hoofdlijnen:

- Het verlagen van de schadelijke uitstoot door mobiliteit, en daarmee het verbeteren van de luchtkwaliteit (Nationaal en Regionaal / in steden).
- Het bereiken van de Parijs-doelstellingen op het gebied van verlaging van de CO₂-uitstoot door mobiliteit.



Verbeteren van luchtkwaliteit door verlaging van schadelijke uitstoot van mobiliteit

Om de schadelijke uitstoot van voertuigen terug te dringen is fact-based en robuust bronbeleid nodig op Europees, nationaal en regionaal niveau. De activiteiten van TNO richten zich op het verzamelen van data, én modellering van zogenaamde real-world emissies voor het ondersteunen van strategievorming, beleidsvorming en handhaving. Het instrumentarium dat we hiervoor ontwikkelen bestaat uit innovatieve emissiemeet- en monitoringsmethodieken, waarmee met inzet van minder effort en middelen, meer data wordt verzameld. We ontwikkelen modellen, waarmee we emissies op voertuigniveau of op lokaal en nationaal niveau kunnen evalueren en voorspellen.

- Methoden voor het monitoren, modelleren en verrijken van real world emissie data (zoals SEMS-data met evaluatiemethodieken) en vernieuwing van de methodiek voor het bepalen van emissiefactoren.
- Effecten van gedragsgerichte ecodriving maatregelen (UDRIVE)
- Een methode en data-structuur om consumenten en gebruikers te informeren en adviseren over de emissieperformance van hun voertuig. En daarbij toegang tot een database van real-world emissie data (UCare)
- Een methode om de real world emissies van een voertuig te evalueren (Green Vehicle Index)
- Methode-ontwikkeling om emissies van een voertuig te screenen als ondersteuning van toekomstige handhaving (sniffer-car binnen CARES)

Verlagen van de CO₂-uitstoot door mobiliteit

Voor het bereiken van het Parijs-akkoord is een ingewikkeld pakket van maatregelen nodig. Zowel op het niveau van nationale maatregelen (klimaatakkoord) als op regionaal niveau, moeten dit pakket van maatregelen op maat gesneden zijn. De voortgang van de weg naar “zero CO₂ mobility” moet periodiek worden gemonitord, waarbij moet worden geïdentificeerd wat het handelingsperspectief is vanuit beleid om de voortgang te versnellen. Deze lijn richt zich op concrete maatregelen en beleidsondersteuning op weg naar een “zero CO₂ mobility”. Hiertoe ontwikkelen we een instrumentarium gebaseerd op data, kennis van technologieën en kosten.

- Visie op de roadmap naar zero CO₂ mobility voor Nederland en voor steden
- Een data en kennisgedreven instrumentarium en kennisbackbone waarmee effecten van een combinatie van “decarbonisatie” maatregelen kan worden gemonitord en geëvalueerd.

Samenwerking:

- Publieke samenwerking met ministeries en uitvoeringsorganisaties;

- Nationale partijen zoals ECN – part of TNO; CE Delft; REVNext; Connekt.
- Universiteiten en Hogescholen in Nederland. O.a. in toekomstige NWA-trajecten (bijv. Living Car Labs)
- Grote steden (Amsterdam, Rotterdam, Den Haag en Utrecht),
- Internationaal consortia bestaande uit diverse kennis gedreven partijen

2.4.3 *Smart and Sustainable Logistics*

De visie van TNO op het gebied van de benodigde innovaties in de logistiek is gericht op 4 innovatielijnen die noodzakelijk zijn om een transitie richting een naadloze logistiek te realiseren, over verschillende modaliteiten en gebaseerd op transparantie van informatie in de keten.

Het grootste deel van Smart and Sustainable Logistics wordt gerealiseerd in samenwerking met, en met mixed funding door, TKI Dinalog. Hierbij zijn de doelstellingen in lijn met de actielijnen en KPI's van de Topsector Logistiek. TNO onderschrijft het belang van Duurzame Living Labs om daadwerkelijke transitie, op het gebied van bijvoorbeeld stedelijke logistiek en truck platooning, te bereiken. Ook wil TNO zich richten op toepassingen van disruptieve technologieën in de logistiek, met aandacht voor de maatschappelijke aspecten die hierbij van belang zijn. Verder onderschrijft TNO de Europese ALICE-visie, waar TNO zich wil richten op concrete milestones die binnen 5-10 jaar gerealiseerd kunnen worden.

Data Driven Logistics

Voor data driven logistics moet veilig data delen tussen bedrijven en overheden mogelijk worden. Hiervoor zijn een nieuwe blauwdruk voor een veilige infrastructuur en bijbehorende standaarden nodig. Verder gaan bedrijven alleen investeren in Data Driven Logistics indien zij een duidelijke en concrete business case zien die direct aansluit bij de logistieke praktijk. Hiervoor heeft TNO een innovatiemethodiek ontwikkeld. Resultaten:

- Proof of concepts van logistieke use cases op synchroonaal transport, bouwlogistiek en smart rail (Smart Data Factory Innovations).
- Blauwdruk voor data infrastructuur en standaarden (DL4LD).
- Proof of concepts voor het gebruik van blockchaintechnologie (Trans-Sonic).
- Gecombineerd verkeersmanagement en logistiek management (ToGRIP).

Automated & Self organised Logistics

Logistiek wordt de komende 10 jaar steeds verder geautomatiseerd, denk hierbij aan robotisering van warehouses, automatisch rijdende trucks in platoons, vaartuigen en treinen, automatische overslag op terminals en pakketdistributie. Dit soort vormen van automatisering vraagt tevens om robuustheid en zelf organisatie.

- Truck Platooning: Realiseren van real life pilots en living labs op het gebied van truck platooning. Met inzicht in de business case voor logistieke service providers, de human factors, de value case en overige randvoorwaarden.
- Zelf organisatie in pakket distributie en havenlogistiek. Identificeren en demonstreren waar zelf organiserende logistiek en physical internet al binnen 5 jaar een belangrijke logistieke performance verbetering kan geven.
- Duurzame living labs op het gebied van stedelijke logistiek

Sustainable logistics

Bereiken van de Parijs-doelstellingen op het gebied van CO2 vermindering uit mobiliteit en logistiek (zie ook paragraaf 2.4.2). Het gaat daarbij niet om duurzame voertuigen of machines, maar om systemen en processen in de logistiek die meer

bundeling van transport geven en innovaties in logistieke concepten. Hierdoor worden de voertuigkilometers sterk teruggebracht.

- Betrouwbare en eerlijke carbon footprint labels van transport van producten (GLEC framework in het EU-project LEARN);
- Multilevel Energy Optimization (MEO) methode voor logistieke ketens voor alle vervoersmodaliteiten en voor relevante logistieke concepten en systemen;

Disruptieve ontwikkelingen

De logistieke sector en beleidsmakers (ministerie van IenW) willen de effecten van disruptieve ontwikkelingen (zoals Brexit, overstroming of grote droogte) en technologieën (hyperloop, drones, artificial intelligence) op de middellange termijn (5-10 jaar) kunnen voorspellen in verschillende scenario's. Resultaten van deze innovatielijn zijn:

- visie, methodieken en tools, met name gericht op de effecten van disruptieve ontwikkelingen op goederenstromen, gebruik van modaliteiten (spoor, binnenwater etc) en hubs.

Samenwerking:

- Programmatische samenwerking binnen TKI Dinalog (Topsector Logistiek).
- Samenwerkingsverband SmartPort met bedrijven in de Rotterdamse haven en met TUD en EUR.
- Verschillende projectconsortia, met logistieke service providers en bedrijven.

2.4.4 Interactie mens, voertuig en omgeving

Deze programmalijn betreft de invulling van de "*additionele middelen*" thema 11 die TNO heeft ontvangen vanuit het nieuwe kabinetsbeleid. Deze programmalijn is gestart medio 2018 en bevindt zich nog in de verkennende fase.

Deze additionele middelen hebben, meer dan de overige VP-middelen, een langere termijn, kennis-verdiepende en transitie-ondersteunende focus. TNO zal voor de vraagsturing hiervan, naast het ministerie van IenW ook het ministerie van EZK en de Topsectoren HTSM Automotive en Logistiek raadplegen.

Er zijn twee belangrijke maatschappelijke uitdagingen waar deze programmalijn aan werkt:

- 1) Duurzaamheidsdoelstelling vastgelegd in het Parijs akkoord en de kabinetsdoelstelling op het gebied van klimaat vereist een grootschalige transitie in de richting van *0 emissies* voor mobiliteit
- 2) Het aantal verkeersongevallen en verkeersdoden moet sterk worden teruggebracht in de richting van *0 ongevallen*.

Voor beide doelstellingen zullen de metingen worden gecombineerd en in real life worden uitgevoerd in zgn. Living Car Labs.

De onderzoeksvragen worden in de tweede helft van 2018 nader uitgewerkt. Deze onderzoeksvragen zijn globaal:

- Technologie: Waar biedt nieuwe technologie een oplossing voor beide maatschappelijke uitdagingen?
- Gedrag: Op welke wijze kunnen we meer feitelijke kennis (data, modellen) opbouwen van menselijk gedrag in de interactie met voertuigen en omgeving?
- Omgeving: Hoe is de relatie van nieuwe technologie en gedragsverandering met de (gebouwde) omgeving en infrastructuur?
- Systeem: Welk onderdeel van het mobiliteitssysteem (voertuig-mens-infra) is goed in welke taak, en hoe gaat dat de komende tijd door digitalisering en smart mobility veranderen. Denk aan het inschatten van complexe verkeerssituaties:

zal daarvoor de mens uiteindelijk altijd de beste actor zijn, of komt er een moment dat infra en weg samen dat beter kunnen dan mensen?

- **Beleid:** Kunnen we methoden ontwikkelen om de effecten van beleid, gericht op transities, beter te voorspellen? Hoe kunnen de transities op kleine schaal beproeven in de vorm van living labs?

Samenwerking:

Samenwerking wordt gezocht met universiteiten, bedrijven en overheid, bijvoorbeeld via deelname in de calls van de Nationale Wetenschap Agenda (NWA).

2.5 Dynamiek

Er zijn een aantal verschuivingen in dit VP ten opzichte van voorgaande jaren. Allereerst een verschuiving van prioriteiten in de richting van *duurzame* mobiliteit en logistiek.

Verder versterking van de ontwerp-monitoring-evaluatie cyclus. Zo zal tijdens experimenten veel data worden verzameld waarna analyse van deze "big data" gaat leiden tot realistische inschatting van de gevolgen van beleid en diensten. Denk hierbij aan Living Car Labs. Hier zal kennis worden opgedaan van realistisch rijgedrag op de weg en de gevolgen voor veiligheid en voertuigemissies.

Ook versterking van de kennisbasis van complexe transitie op het gebied van zowel logistiek als mobiliteit. Mede door de inzet van living labs.

Ten slotte meer aandacht voor de impact van disruptieve ontwikkelingen; Hoe kan je beleidsmakers beter voorbereiden op onverwachte ontwikkelingen, op het gebied van het klimaat, politiek en technologie.

3 Ondertekening

Den Haag, 25 september 2018

TNO

Mr. E.P. (Ellen) Lastdrager
Managing Director Unit Traffic & Transport