

VERDUURZAMEN MET CONNECTED AUTOMATED TRANSPORT



TNO

CATALYST
HEAVY DUTY TRANSPORT LIVING LAB

VERDUURZAMING GROTE MAATSCHAPPELIJKE OPGAVE

Het tegengaan van klimaatverandering is een grote maatschappelijke opgave. In 2015 zijn de Verenigde Naties in Parijs overeengekomen om met het Klimaatakkoord klimaatverandering tegen te gaan. Europa heeft in navolging daarvan het doel gesteld om broeikasgassen in 2030 met tenminste 40% terug te dringen ten opzichte van 1990^[1]. Binnen het actieplan van de Europese Green Deal ligt sinds september 2020 het voorstel om dit reductiedoel aan te scherpen tot een besparing van uitstoot met tenminste 55% in 2030^[2].

Deze doelstellingen hebben ook een grote impact op de transportsector. Binnen alle modaliteiten – spoor, binnenvaart, wegvervoer – dienen de emissies van CO₂ te worden gereduceerd. In het Nederlandse klimaatakkoord is de ambitie uitgesproken om 30% ofwel 1,4 Mton CO₂ reductie te behalen voor het achterlandvervoer (weg, water, spoor) in 2030. Zwaar wegtransport vormt ~ 5% van alle CO₂-emissies in Europa en ~ 25% van alle verkeersemissies^[3]; in Nederland is dit respectievelijk ~ 3% en ~ 22% van alle verkeersemissies^[4]. Met een verwachte volumetoename in transport, zullen we alles op alles moeten zetten om emissiereductie in wegtransport mogelijk te maken en zo bij te dragen aan een klimaatneutraal Europa op het vlak van CO₂-emissies in 2050.

1 Voertuigen met een gewicht van meer dan 3.5ton: Vrachtauto's, trekker-opleggers, speciale voertuigen licht & zwaar, excl. bussen

COMBINATIE VAN MAATREGELEN NODIG IN ZWAAR WEGTRANSPORT

Er is niet één *silver bullet* die de uitstoot terug brengt naar nul^[5]. Er is een combinatie van verschillende maatregelen nodig op het vlak van zowel technische als organisatorische en sociale innovaties. Technologische innovaties zoals andere energiedragers en aandrijflijnen (elektrisch, (bio)LNG, waterstof) en meer *connected* en geautomatiseerd rijden zijn nodig. En op organisatorisch en sociaal vlak vraagt het terugbrengen van de uitstoot om meer bundeling en verminderen van lege kilometers door datadeling, samenwerking, het gebruik van ontkoppelpunten, *modal shift* en ketenintegratie.

LIVING LAB CATALYST VOOR DUURZAMER WEGTRANSPORT DOOR CONNECTED AUTOMATED TRANSPORT

Het Living Lab CATALYST – een publiek-private samenwerking van meer dan 40 partners uit bedrijfsleven, overheden en kennisinstellingen – is in 2019 opgericht om **Connected Automated Transport innovaties te ontwikkelen en versnellen voor duurzamer, veiliger en efficiënter zwaar wegtransport**. In het CATALYST Living Lab kijken we naar deze CAT-toepassingen die zowel maatschappelijke waarde als een economische business case creëren voor het zware wegtransport.

Denk hierbij aan innovaties die mogelijk worden door verbeterde connectiviteit en automatisering, zoals Advanced Driver Assistance Systems (ADAS), **truck platooning**, **Super EcoCombi** (duo-trailers), **in-truck informatie** (zoals intelligente verkeerslichten (iVRI's)) en **autonome voertuigen** (zoals smart dollies) voor zowel afgesloten gebied als de openbare weg. In CATALYST werken we samen om waardevolle oplossingen te ontwikkelen, evalueren, monitoren en uit te rollen.

Wij beschrijven in het kort de *Connected Automated Transport* innovaties in scope (zie Figuur 1) en de verwachte bijdrage aan duurzaamheid voor het zwaar wegtransport. Duurzaamheid zien we als het reductiepotentieel in CO₂, Stikstof (NO_x) en fijnstof (PM) uitstoot. Het verschilt per innovatie in hoeverre hier op dit moment gegevens over beschikbaar zijn.



Figuur 1 - CATALYST toepassingen in Scope | 2019 – 2021 – 2023 – 2029

TRUCK PLATOONING



DAF EcoTwin 2 truck platoon

Truck platooning kan worden omschreven als een groep van twee of meer geautomatiseerde coöperatieve voertuigen die gebruikmaken van voertuig-voertuig communicatie (V2V)^[6]. Hierbij maken we onderscheid tussen^[7]:

- **Supported Platooning:** De chauffeur is verantwoordelijk voor de rijtaak.

- **Autonomous Platooning:** De chauffeur in het volgende voertuig is niet meer verantwoordelijk voor de rijtaak. Het systeem voert de rijtaak uit binnen het gespecificeerde Operational Design Domain (ODD).

Hoe hoger de mate van automatisering, hoe korter de volgafstand kan zijn. Dit levert een vermindering van luchtweerstand op waardoor brandstof bespaard wordt. Op basis van verschillende studies (op testbaan en openbare weg) met verschillende volgafstanden is er een bandbreedte in de **brandstof- en CO₂-besparing tussen de 0-12%**^[8] afhankelijk van de omstandigheden. Door achter elkaar te rijden op normale (veilige) volgafstanden van 50 of 33 meter kan met gebruik van bestaande Adaptive

Cruise Control (ACC) technologie respectievelijk al 4-6% brandstof bespaard worden ten opzichte van het niet hebben van een voorligger^[9]. Door veel dichter op elkaar te rijden – met geavanceerde C-ACC truck platooning technologie – kan deze besparing iets groter worden, maar dit brengt de nodige technische en juridische uitdagingen met zich mee en de voertuigtechnologie is op korte termijn nog niet beschikbaar.

SUPER ECOCOMBI (SEC)



SEC: Peter Appel Transport

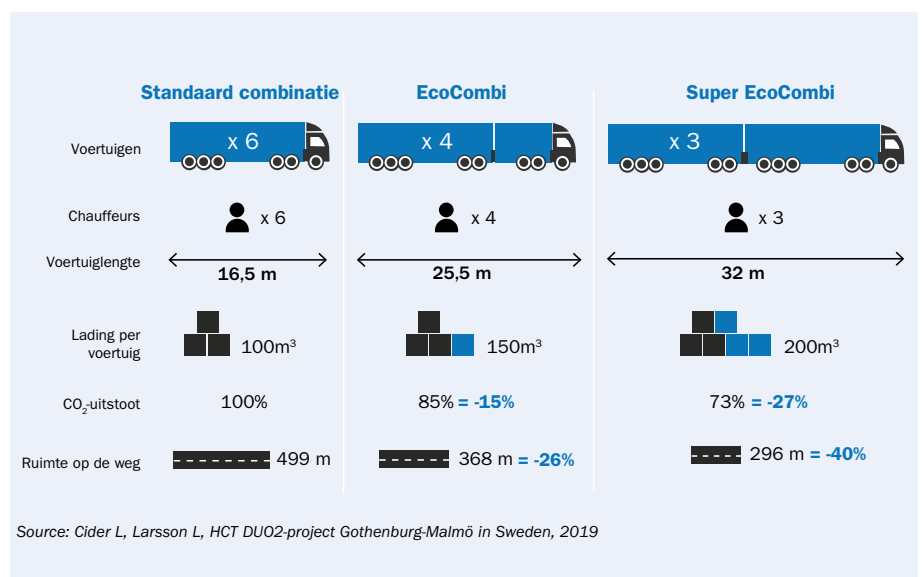
De SEC is een voertuigconcept waarbij twee standaard trailers van 13,6 meter in één vrachtwagencombinatie worden vervoerd. De SEC is in totaal ca. 32 meter lang. Dit is de volgende schaalstap na de LZV of EcoCombi van 25,25 meter.

De SEC bespaart ongeveer 25% brandstof en daarmee CO₂-uitstoot in vergelijking met twee reguliere vrachtauto's (zie Figuur 2)². Op langere termijn kan de dolly, die de trailers koppelt, geëlektrificeerd worden. Daarnaast kunnen de trailers remenergie terugwinnen en deze gebruiken voor aandrijving en kan de trekker duurzamer worden (eerst HVO, later batterij-elektrisch BEV of waterstof H₂) zodat brandstofbesparingen nog veel groter worden dan 25%^[10].

De Topsector Logistiek heeft samen met BCI en CE Delft becijferd dat in een opgeschaald scenario er jaarlijks 146 kton CO₂, 600 ton NO_x en 21 ton fijnstof kan worden bespaard in 2030 bij ongeveer 6000 SEC-ritten per jaar. In opgeschaalde scenario's wordt de besparing onder andere gerealiseerd door het combineren van trailers van verschillende logistiek dienstverleners.



SEC: Ewals Cargo Care



Figuur 2: Besparingen SEC (uit: factsheet Super EcoCombi)

2 Scania Transport Lab: 25%; Cider L, Larsson L, HCT DUO2-project Gothenburg-Malmö in Zweden, 2019: 27%

IN-TRUCK INFORMATIE



In-truck info: iVRI Dynniq

Dit is een verzamelnaam voor verschillende technologieën die het voertuig verbinden met de omgeving door actuele informatie in de truck te brengen.

- Denk hierbij aan tijd-tot-groen/rood of prioriteitsverlening bij verkeerslicht

(iVRI), nadering van hulpdiensten, wegsensordata, wegwerkzaamheden en snelheidsadviezen (zie www.connectedtransportcorridors.nl).

De bijdrage van deze technologieën aan de duurzaamheid van het zwaar wegtransport wordt op dit moment in praktijk getest. De eerste resultaten laten zien dat als een vrachtwagen niet hoeft te stoppen bij een regulier verkeerslicht, er 0,12 liter diesel oftewel 0,32 kg CO₂ en 1.8g NO_x wordt bespaard per vermeden stop. Dit komt neer op **16% brandstofbesparing** op het afgelegde traject voor en na een verkeerslicht^[11]. Dit is een voorzichtige schatting, want bij nieuwe intelligente verkeerslichten (iVRI's) kan

er mogelijk nog meer brandstof bespaard worden door betere in-truck informatie (tijd-tot-groen/tijd-tot-rood).

De verwachting is dat overige in-truck informatiediensten ook bijdragen aan efficiënter rijden, betere doorstroming, en minder kilometers en brandstofverbruik. Verder onderzoek moet uitwijzen wat de exacte besparingen kunnen zijn.

SMART DOLLIES

Op afgesloten terreinen verwachten we steeds meer zelfrijdende voertuigen te zien. Onbemande voertuigen met of zonder cabine, noemen we smart dollies. We onderscheiden hierbij drie soorten:

- *Rigid-body smart dollies* – een elektrische en onbemande bakwagen of rijdend platform waar lading op geplaatst wordt (bijv. het Einride T-Pod concept, AGV's in haven)
- *Articulated smart dollies* – een dolly die het mogelijk maakt om trailers en opleggers vanaf een logistiek ontkoppelpunt elektrisch en autonoom te vervoeren over de first en last mile (bijv. Volvo Vera concept)
- *High Capacity Transport dollies* – trailers in langere voertuigcombinaties (LZV Type D, SEC) worden gekoppeld door gebruik te maken van een dolly. Door deze dolly te voorzien van elektrische aandrijving en remote control/automated driving-functies kan deze dolly zelfstandig de first en last mile rijden en automatisch docken bij een logistiek ontkoppelpunt zoals een distributiecentrum of terminal^[12].

- Door het gebruik van deze slimme voertuigen te combineren met logistieke concepten zoals een ontkoppelpunt is de verwachting dat op verschillende vlakken een bijdrage kan worden geleverd aan de duurzaamheidsdoelstellingen:
 - Verminderen van congestie van in-en



Volvo Vera

uitgaande stromen bij yards. (Diesel) vrachtwagens en hun chauffeurs hoeven niet meer onnodig te wachten en smart dollies voeren het transport uit op het juiste moment in tijd. Dit bespaart brandstofverbruik en daarmee CO₂-uitstoot naast vermindering van NO_x-uitstoot.

- Elektrische first- en last mile. De verwachting is dat smart dollies een elektrische aandrijflijn hebben. Dit ligt voor de hand aangezien smart dollies ingezet worden op korte afstanden.

Daarnaast is elektrificering vanuit technisch oogpunt logisch om automatisering/remote-control en tele-operatie mogelijk te maken. Op deze korte trajecten wordt dan **100% brandstof en CO₂ bespaard (TTW)** in vergelijking met diesel-aangedreven trucks.

- Elektrificatie van smart dollies kunnen een mogelijke vervanging zijn van diesel-/hybride terminal trekkers en/of AGV's op yards. In dit geval zorgt dit concept ook bij de hub voor een reductie in CO₂-uitstoot.

WAT DOEN WE IN CATALYST?

In CATALYST onderzoeken we hoe onder andere bovenstaande CAT-toepassingen **duurzaam, veilig en efficiënt** uitgerold kunnen worden. Specifiek dragen we bij aan het volgende:

- Het kwantificeren van de impact van truck platoons op brandstofverbruik en chauffeursgedrag en het bepalen van eisen voor logistieke integratie;
- Het testen van Super EcoCombi's door het testtraject op te zetten (i.s.m. vervoerders, verladers, IenW, RWS en beoordelaars), het kwantificeren van de impact op brandstofverbruik en emissies en de impact op fysieke infrastructuur te bepalen;
- Het kwantificeren van de brandstof-effecten en reductie van emissies bij verkeerslichten (iVRI's);
- Het (via simulaties) inzichtelijk maken van de toepassing van autonome elektrische smart dollies (in combinatie met logistieke concepten zoals ontkoppelpunten) voor efficiënte en duurzame logistieke knooppunten.

CATALYST ALS INNOVATIELAB, VOORTBOUWEND OP BESTAANDE ONTWIKKELINGEN

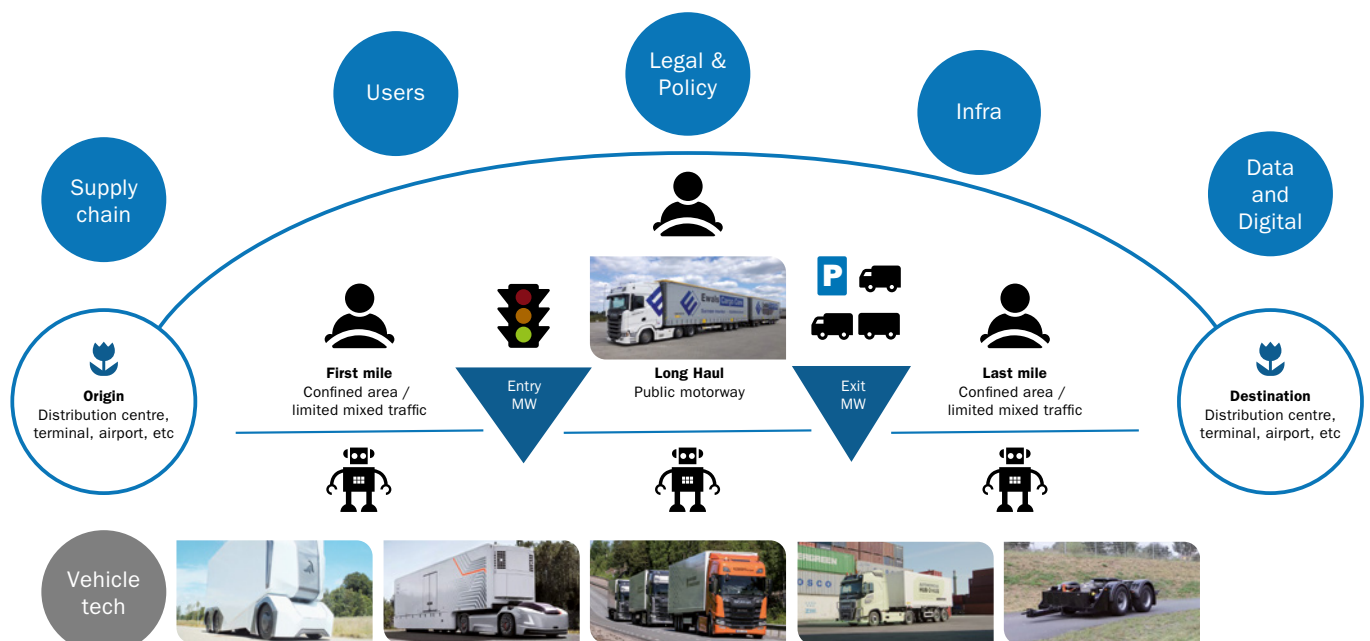
Bovenstaande CAT-toepassingen zijn enkele van de mogelijke maatregelen om uitstoot terug te dringen in het zwaar wegtransport, naast aanpassingen in aandrijflijnen, brandstoffen- en energiedragers, data delen in de keten, lading bundelen, het toepassen van nieuwe logistieke concepten en realiseren van *modal shift*.

In CATALYST draait het niet om de voertuigtechnologie (zie figuur 3) – we bouwen met name voort op eerder ontwikkelde voertuigtechnologieën – maar richten ons vooral op wat er nodig is voor uitrol (integratie) in de logistiek, door **organisatorische en sociale innovatie** op het gebied van supply chain, gebruikers (zoals planners en chauffeurs), beleid en regelgeving, fysieke infrastructuur en data en digitale infrastructuur.

CATALYST LIVING LAB

CATALYST – **C**onected and **A**utomated **T**ransport and **L**ogistics **Y**ielding **S**ustainability – richt zich op zowel toegepast als fundamenteel onderzoek. Het Living Lab is gestart op basis van een eerste financiering afkomstig van Topsector Logistiek, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, TKI-Dinalog, NWO, Regieorgaan SIA en TNO. Het Living Lab is opgericht om meerjarige kennis te ontwikkelen over de ontwikkeling en uitrol van veilige, duurzame en efficiënte CAT-innovaties. CATALYST is een publiek-private samenwerking (PPS) en wordt evenwichtig vertegenwoordigd door bedrijfsleven, overheden en kennisinstellingen. De meer dan 40 CATALYST-partners investeren en onderzoeken gezamenlijk mee. TNO is oprichter en penvoerder namens het CATALYST Living Lab.

Wilt u meer weten over het CATALYST Living Lab of wilt u partner worden, kijk dan op www.catalystlab.nl of neem contact op met het TNO team.



Multi-objective goals: Traffic Safety – Traffic Flow – Sustainability – Structural Safety – Logistics Performance – Economic Performance

Figuur 3: Visie op digitalisering en automatisering in het zware wegtransport: multidisciplinaire uitdaging voor een veiligere, efficiëntere en duurzamere logistiek (image credits: Einride, Volvo, Scania, Volvo, Aeroflex, Ewals Cargo Care).

Catalyst (co)-funders



Catalyst partnership



Catalyst supporters



REFERENTIES

- [1] European Commission, „Paris Agreement,” [Online]. Available: https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_en . [Geopend 2020].
- [2] European Commission, „2030 climate & energy framework,” 2020. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en.
- [3] ERTRAC Working Group Long Distance Freight Transport, „A roadmap for System integration of Road Transport,” ERTRAC, Brussels, 2019.
- [4] PBL, CBS, TNO, RIVM, RVO, „Klimaat- en Energieverkenning 2020,” PBL, Den Haag, 2020.
- [5] S. Van Zyl, R. Kok, R. Smokers, S. Wilkins en J. Spreen, „Great challenges lie ahead or low-carbon long-haul transport.,” TNO, Den Haag, 2017.
- [6] G. R. Janssen, J. Zwijnenberg, I. J. Blankers en J. S. & de Kruijff, „Truck platooning: Driving the future of transportation.,” TNO, Delft, 2015.
- [7] D. Willemsen, J. Vissers, A. Schmeitz, J. L. V. Banspach, U. Bidlingmaier en N. H., „V2 Platooning use cases, scenario definition and Platooning Levels (Version A),” H2020 Project ENSEMBLE, 2020.
- [8] R. Veldhuizen, G. Van Raemdonck en J. Van der Krieke, „Fuel economy improvement by means of two European tractor semi-trailer combinations in a platooning formation,” Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, vol. 188, pp. 217-234, 2019.
- [9] E. van Kempen, J. De Ruiter, J. Souman, E. van Ark, N. Deschle, L. Oudenes, M. Geurts, R. van der Horst, R. Janssen. “Real-world impacts of truck driving with Adaptive Cruise Control on fuel consumption, driver behaviour and logistics - results from a hybrid field operational test and naturalistic driving study in the Netherlands.” TNO report, 2021
- [10] K. Verweij, C. Van Luik, B. Behkamp, A. Schroten en V. W. L., „Super EcoCombi Verkenning van kansen en verwachte effecten,” Topsector Logistiek, 2020.
- [11] E. Van Ark, N. Deschle, G. Janssen en J. De Ruiter, „Fuel consumption and pollutant emissions of heavy-duty trucks traversing signalized intersections: an exploration using real-world data,” TNO report TNO 2020 P11453, 2020.
- [12] AEROFLEX, [Online]. Available: <https://aeroflex-project.eu/>. [Geopend 2020].

TNO.NL

CONTACT

Elisah van Kempen
research consultant
 elisah.vankempen@tno.nl

Silja Eckartz
project manager
 silja.eckartz@tno.nl

Jaco van Meijeren
lead consultant
 jaco.vanmeijeren@tno.nl

Robbert Janssen
lead consultant
 robbert.janssen@tno.nl

Versie: Maart 2021 - TNO 2021 P10081