



## Monitoring innovatieve bussen in de dienstregeling in Nederlandse steden (2008-2014)



# CE Delft

- Independent research and consultancy since 1978
- Transport, energy and resources
- Know-how on economics, technology and policy issues
- 40 Employees, based in Delft, the Netherlands
- Not-for-profit

Clients: European Commission and Parliament, national and regional governments, industries and NGO's

All our publications [www.cedelft.eu](http://www.cedelft.eu) or @CEDelft



# Inhoud

- Projectkader
- Een overzicht van de projecten
- Technische concepten
- Resultaten
  - Kilometers
  - Brandstofverbruik
  - Ontwikkeling
- Doorkijkje/conclusies





# Projectkader

- 7 projecten (14 mln. euro)
  - het streven naar een energiebesparing van 2% per jaar
  - een verhoging van het aandeel hernieuwbare energie tot 20% in 2020
  - een reductie van de uitstoot van broeikasgassen van 30%
- Het in gang zetten van ontwikkelingen
- Het (openbaar) beschikbaar krijgen van informatie over de operationele inzet van innovatieve bussen
- Alfa-projecten: 25% CO<sub>2</sub>-reductie , 30.000 km/jaar
- Bèta-projecten: 50% CO<sub>2</sub>-reductie , 10.000 km/jaar

Een **alfaproject**: eerste kleine veldtest. Op basis van de test zal een alfaproject opgeschaald kunnen worden naar een industrieel ontwerp. Bij alfaprojecten gaat het om nog niet-beproefde innovatieve technologieën.

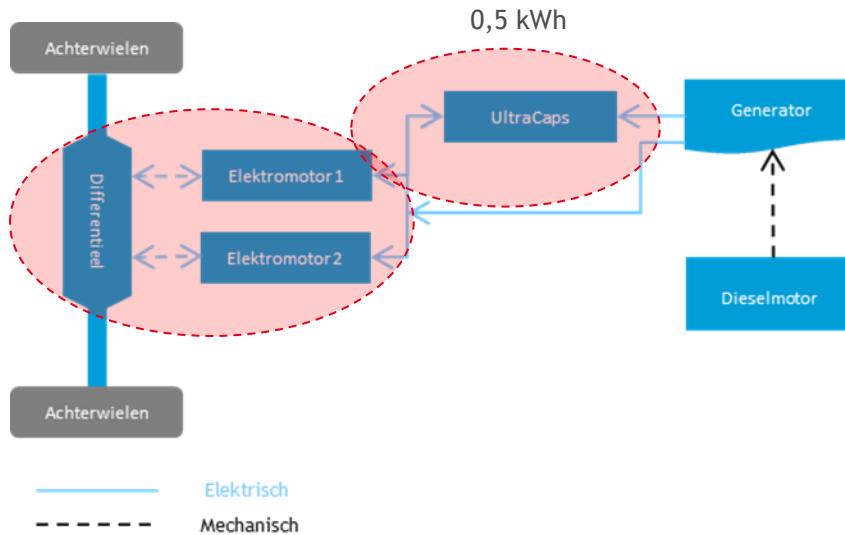
Een **bètaproject** betreft het testen van een nulserie, als vervolg op een alfaproject. Het betreft een industrieel opschaalbaar ontwerp. De nulserie dient, na het pilotproject, te kunnen worden ingezet in een dienstregeling. Hogere betrouwbaarheid.



| Project partners                 | Regio Twente, gemeente Enschede, Connexxion, VDL | Samenwerkingsverband Regio Eindhoven, gemeente Eindhoven, Hermes, PDE Automotive, Rolande LNG, NONO <sub>x</sub> Gas Engines | Stadsregio Amsterdam, gemeente Amsterdam, GVB, VDL | Stadsregio Rotterdam, RET, RCI, stichting NEMS, VDL, e-Traction | Provincie Gelderland, Veolia, stichting The Whisper, e-Traction | Provincie Zuid-Holland, Connexxion, Van Hool | Stadsregio Rotterdam, RET, Evobus, Mercedes-Benz |
|----------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Locatie                          | Enschede                                         | Eindhoven                                                                                                                    | Amsterdam                                          | Rotterdam                                                       | Apeldoorn                                                       | Leiden, Gouda, Alphen a/d Rijn               | Rotterdam                                        |
| Type project                     | Alfa                                             | Alfa                                                                                                                         | Alfa                                               | Alfa                                                            | Bèta                                                            | Bèta                                         | Bèta                                             |
| Looptijd monitoring proefproject | Januari 2010-juni 2013                           | April 2013-medio 2014                                                                                                        | Januari 2012-januari 2014                          | Januari 2011-december 2012                                      | Januari 2010-februari 2012                                      | November 2009-november 2011                  | April 2010-december 2012                         |
| Aantal bussen                    | 2                                                | 2                                                                                                                            | 2                                                  | 2                                                               | 4                                                               | 4                                            | 2 (18 m)                                         |
| Aandrijflijn                     | Seriehybride                                     | Conventioneel, gasmotor met nagenoeg smoorvrije vermogensregeling                                                            | Brandstofcelseriehybride                           | Seriehybride                                                    | Seriehybride                                                    | Serie Hybride                                | Seriehybride                                     |
| Energiedrager                    | Diesel                                           | LNG/LBG                                                                                                                      | Waterstof                                          | Diesel en elektriciteit                                         | Diesel en elektriciteit                                         | Diesel                                       | Diesel                                           |
| Elektromotoren                   | 1x op differentieel                              | -                                                                                                                            | 1x op differentieel                                | 2 direct-drive naafmotoren (zonder naafreductie)                | 2 direct-drive naafmotoren (zonder naafreductie)                | 2x (parallel) op differentieel               | 4 naafmotoren (met naafreductie)                 |
| Energieopslag                    | Ultracaps                                        | -                                                                                                                            | Accu en ultracaps                                  | Accu                                                            | Accu                                                            | Ultracaps                                    | Accu                                             |
| Plug-in                          | Nee                                              | Nee                                                                                                                          | Nee                                                | Ja                                                              | Ja                                                              | Nee                                          | Nee                                              |

# Technische concepten

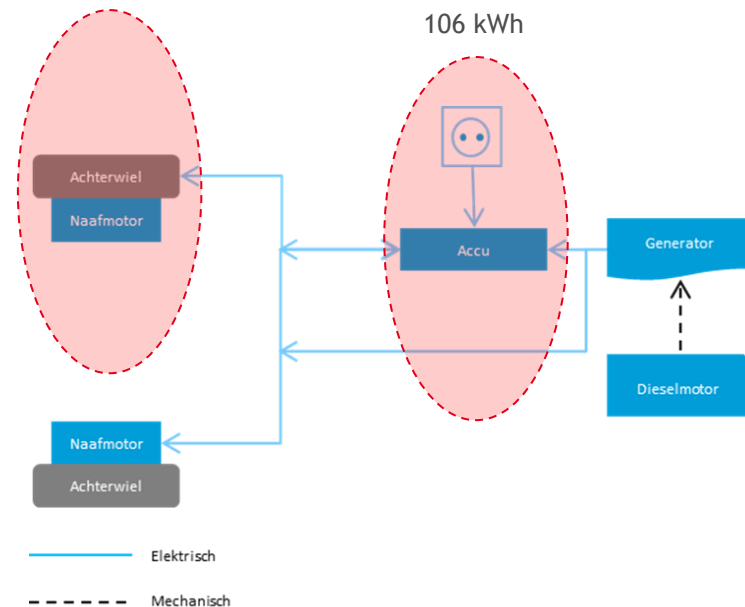
Zuid-Holland/Van Hool



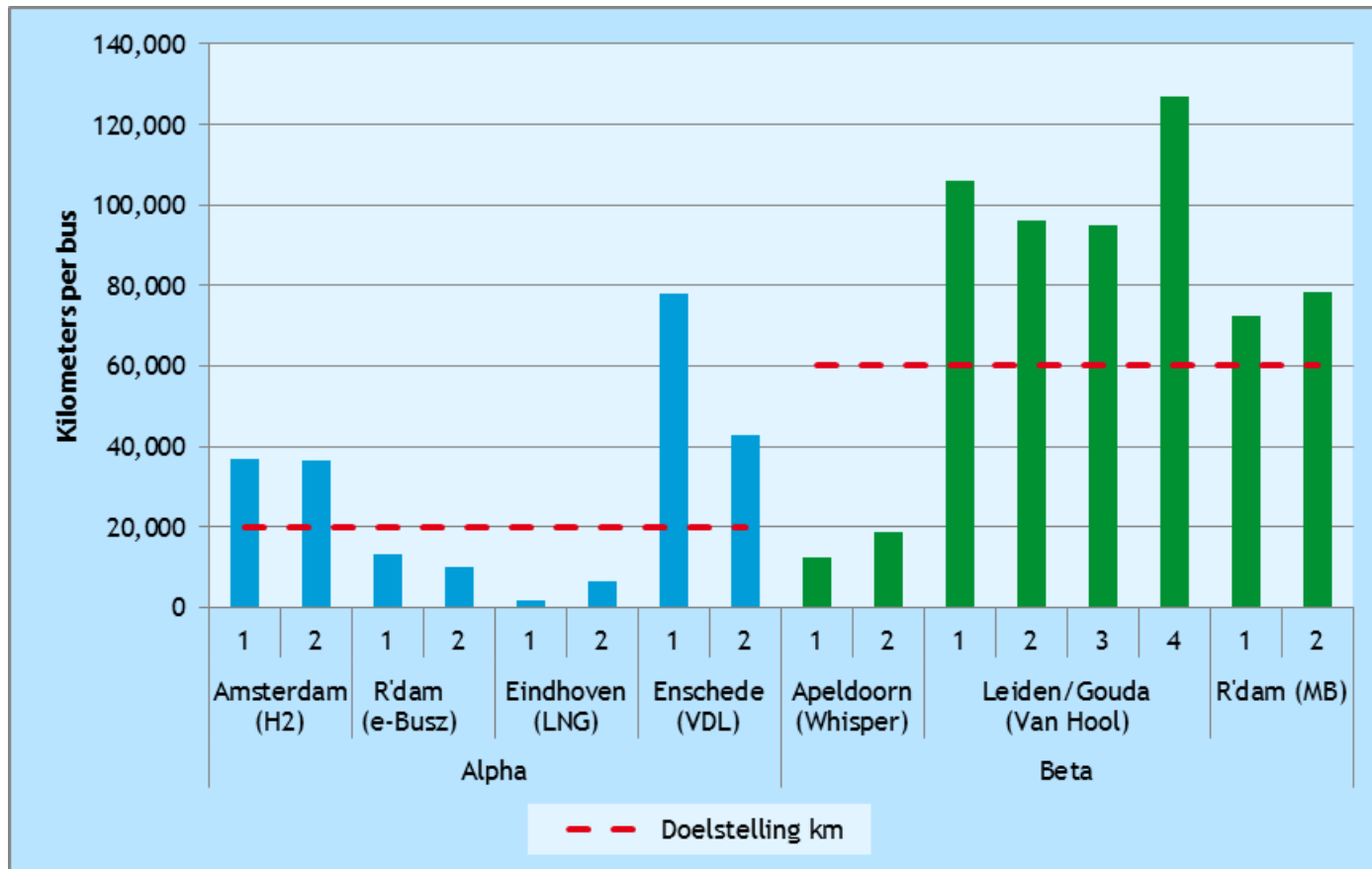
Variabelen:

- Energiedrager (LNG/H<sub>2</sub>/diesel)
- Wel/geen plug-in
- Energieopslag (accu/ultracaps of combinatie)
- Centrale elektromotor/wielmotoren
- 12/18 m

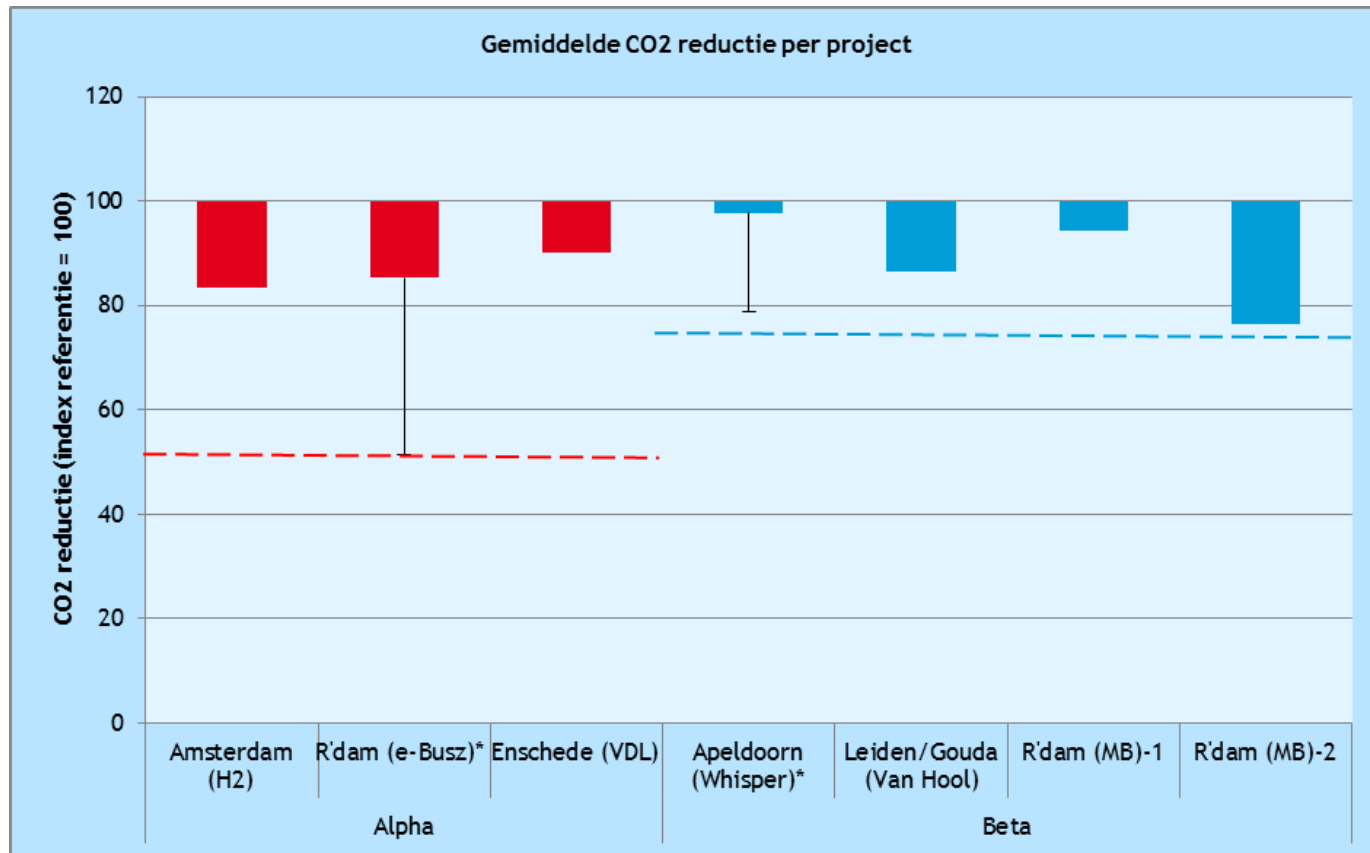
Whisper/e-bus



# Inzet van de bussen (kilometers gedurende project)



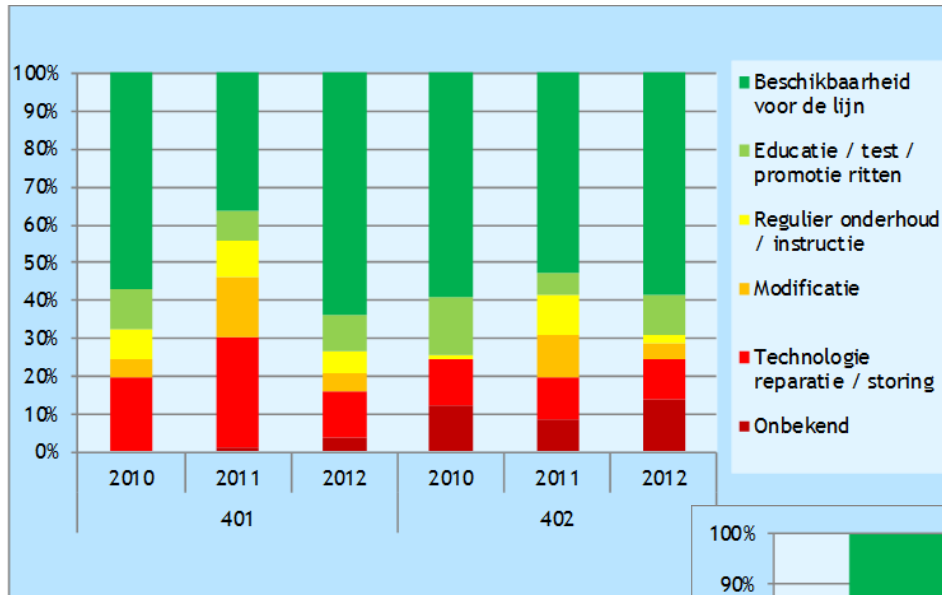
# Resultaten brandstofverbruik (potentie techniek)



\* Onderste waarde betreft gebruik van wind- en zonne-energie. H2 obv. Tank-to-wheel.



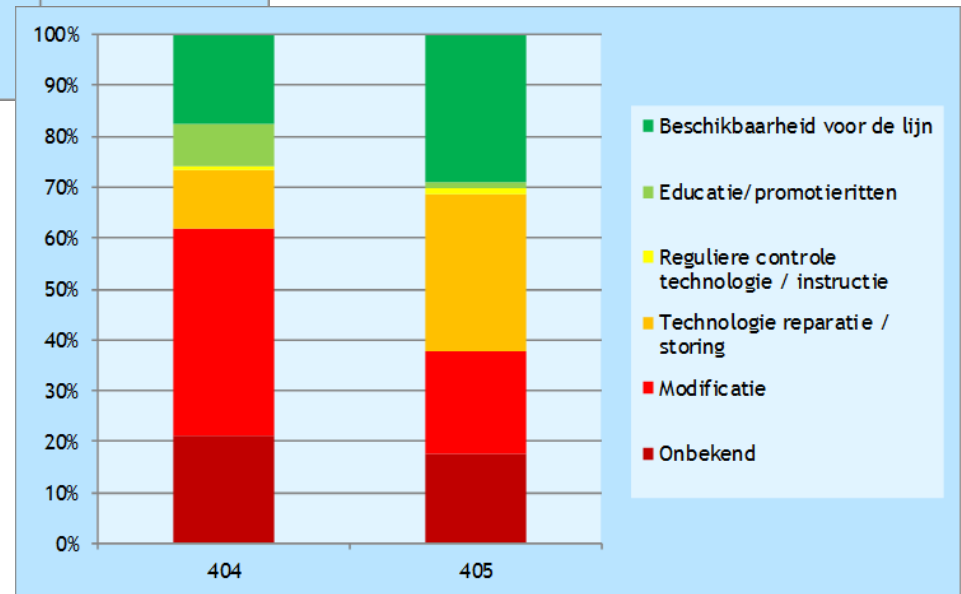
# Inzetbaarheid (RET)



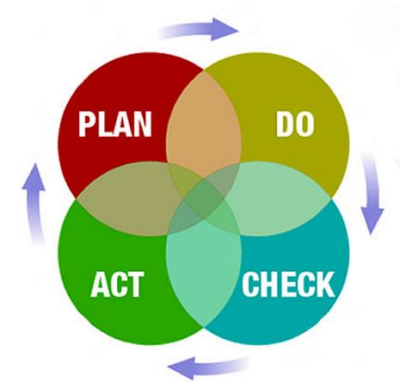
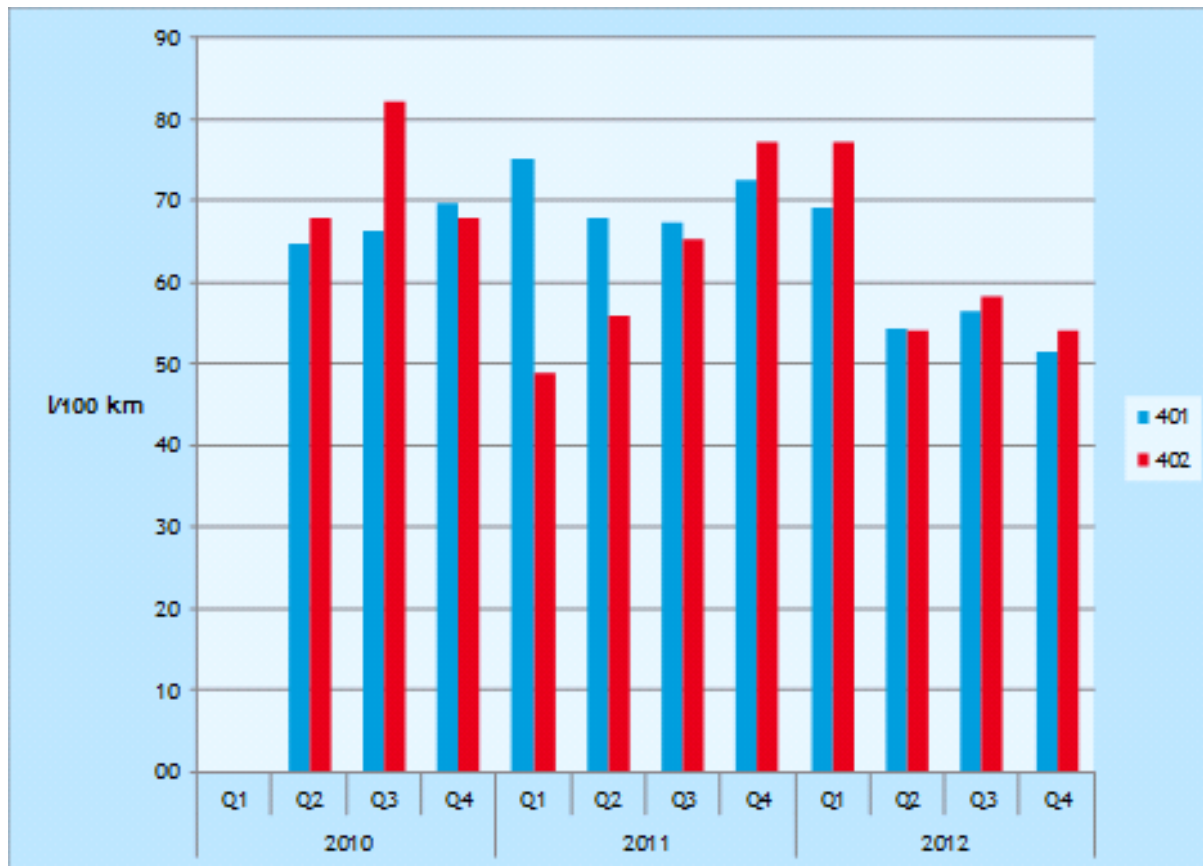
Mercedes



e-bus



## Trend in brandstofverbruik (R'dam, MB)



# Gebruik en onderhoud van de bussen

- Busbouwers meer of minder betrokken bij onderhoud
- Onderdelen niet altijd voorradig en niet altijd van de juiste kwaliteit
- Software-updates en accumanagement veel voorkomende problemen
  - Leertraject: verdubbeling accupakket/vervanging ultracaps/...
  - Extra gewicht/koeling van batterij
  - Isolatie van elektrische systemen (veel storingen)
- Ook niet hybride-gerelateerde problemen (oude bussen/klachten)
- Gebruikers merken over het algemeen weinig verschil
- Chauffeurs rijden niet altijd graag met de bus



## Doorkijkje hybride bussen

- 24 Van Hool-bussen (Leiden) en 2 Mercedes Benz-bussen rijden nog
- 2 e-buszen in Rotterdam
- 27 Parallele hybride Volvo-bussen in Dordrecht (Zuid-Holland)
- De andere projecten zijn gestopt, mede afhankelijk van de resultaten. Niet altijd succesvol. Ook samenhang met vraag naar hybride bussen.
- Fabrikanten en OV-aanbesteders zetten in op elektrische bussen en de hybride projecten hebben hieraan bijgedragen. Tien locaties operationeel of in voorbereiding.
- Er zijn veel lessen geleerd en inzichten opgedaan
  - Ontwikkeling nieuwe technologie (opslag remenergie, elektrische randapparatuur → milde hybride) en elektrische bussen
  - Project management/technische knelpunten (oude bus/trage service/geen onderdelen)

## Meer informatie

Eelco den Boer

[boer@ce.nl](mailto:boer@ce.nl)

015-2150 150

Meer informatie over de projecten:

<http://www.rwsleefomgeving.nl/onderwerpen/mobiliteit/aandrijftechniek-en-0/praktijkvoorbeelden/projecten/>