

Ontwikkeling van een framework voor het retrofitten van voertuigen met verbrandingsmotor naar elektrische aandrijving met focus op TCO-optimalisatie

Dennis Rutten

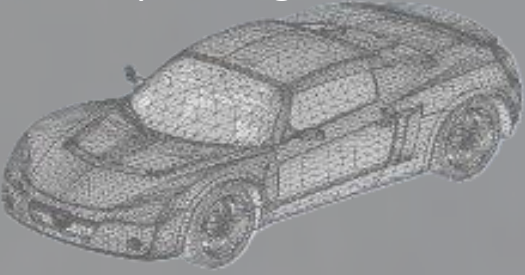
Peter van Hoof

master IW Energie

master IW Energie

INTRODUCTIE

De Europese Green Deal streeft naar klimaatneutraliteit tegen 2050 en **verbiedt** nieuwe verbrandingsmotorwagens **vanaf 2035** [1]. Het elektrificeren van bestaande voertuigen biedt een **duurzaam alternatief**. Een TCO-geoptimaliseerd **retrofitframework** biedt hiervoor een oplossing, gedemonstreerd op een lichtgewicht sportwagen de **Opel Speedster**.



Figuur 1: CAD model Opel Speedster

PROBLEEM

Het ombouwen van voertuigen naar elektrische aandrijving vereist dat **technische, economische** en **regelgevende** aspecten samenkomen.

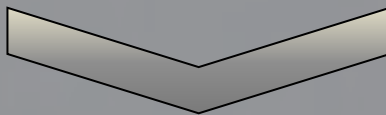
Verbeterpunten:

- Rendabiliteit,
- TCO optimalisatie,
- Methodisch raamwerk voor selectie van componenten,
- Systeemintegratie,
- Kosten-batenanalyse.

METHODE

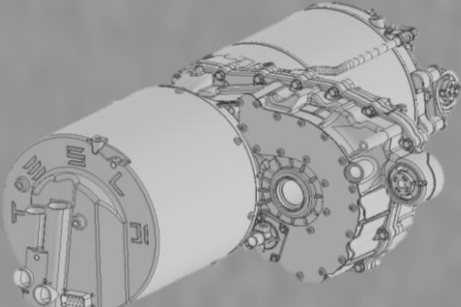
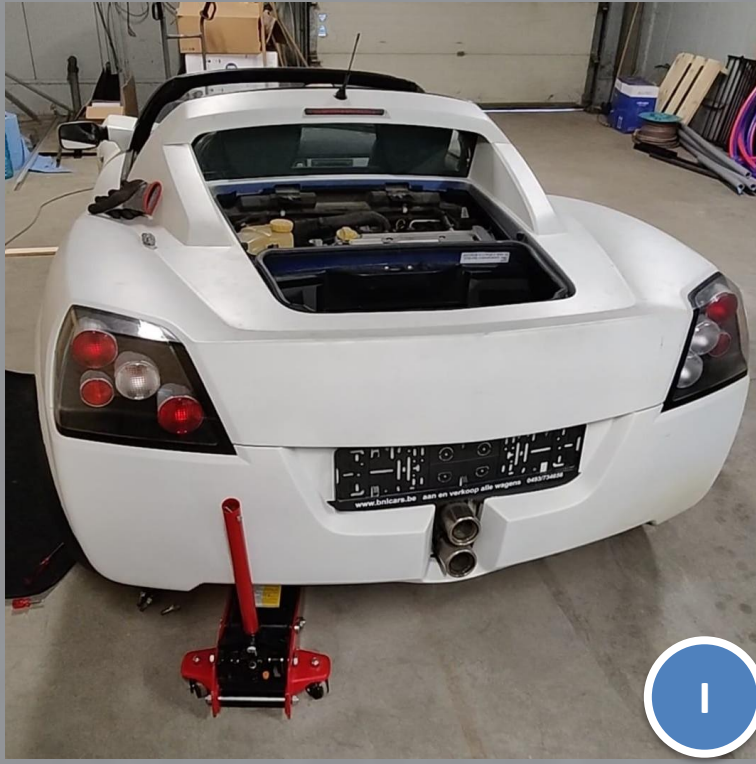
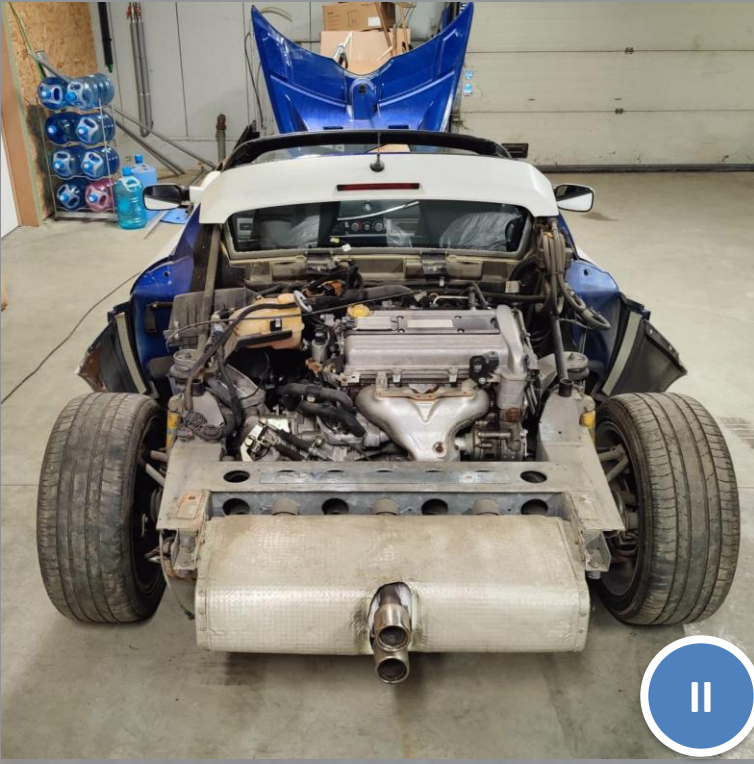
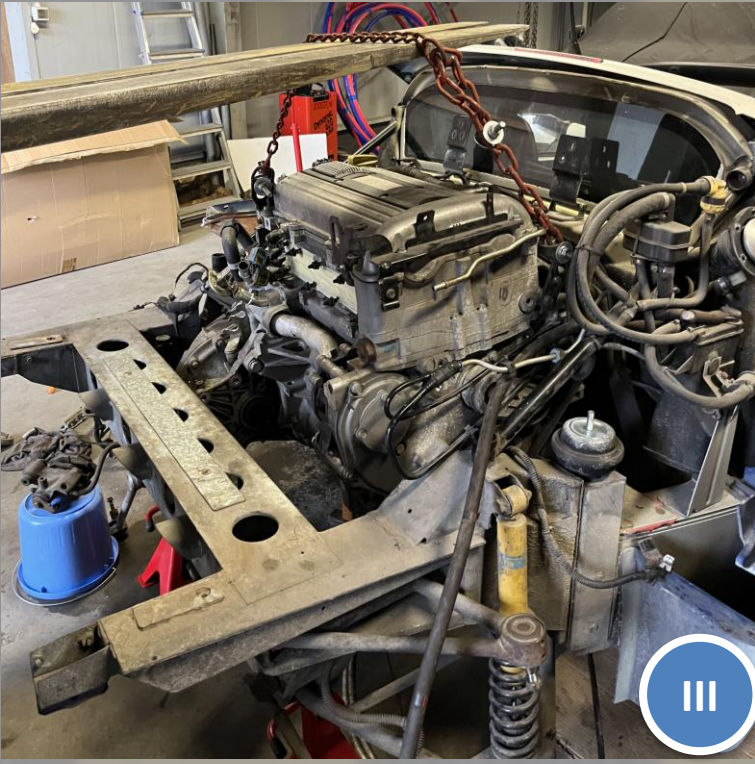
Fase 1: Analyse en ontwerp

- ✓ Technische analyse voertuig: volume, massa & compatibiliteit
- ✓ Selecteren en afwegen van de componenten
- ✓ Ontwerpen van de motor ophangen, batterijpakketbescherming en extra onderdelen



Fase 2: Implementatie

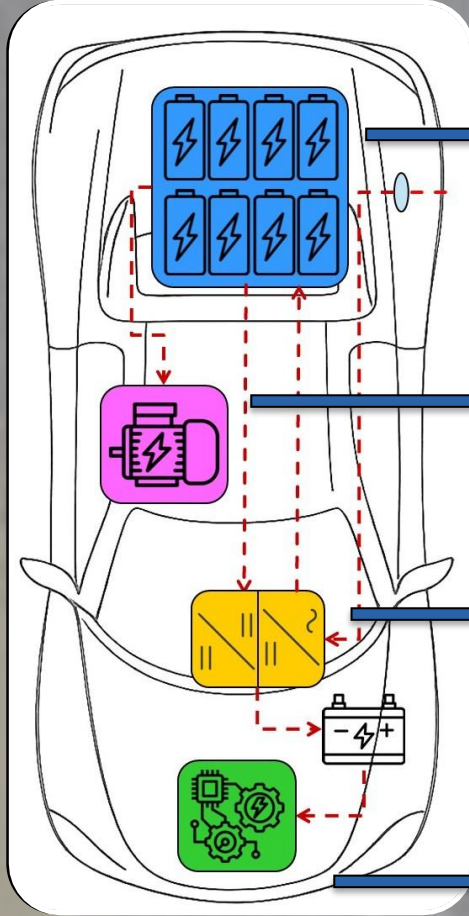
- ✓ Demontage van de originele aandrijving
- ✓ Integratie van de motor, batterijpakketten, OBC & koelcircuit
- ✓ Bekabeling en integratie van de veiligheidsvoorzieningen



Figuur 2: CAD model Tesla LDU [2]

Ombouwprocedure van ICE naar EV:

- | | |
|------------------------------|---------------------------|
| I. Originele staat | IV. LDU erin |
| II. Bodypanels eraf | V. Elektrisch aangesloten |
| III. Verbrandingsmotor eruit | VI. Volledige omgebouwd |



Figuur 3: overzicht elektrische componenten

Batterijpakket = 18 second-life modules van Watt4Ever

- Module: 2,77 kWh & 24 V,
- Pakket: 52 kWh & 440 V.

Elektromotor = second-life Tesla Large Drive Unit

- Massa 132 kg,
- Vermogen 475 kW,
- Koppel 650 Nm.

OBC + DC-DC omvormer: Ovartech

- OBC output 420 V_{DC} - 6,6 kW
- DC-DC output 14 V_{DC} - 1,5 kW

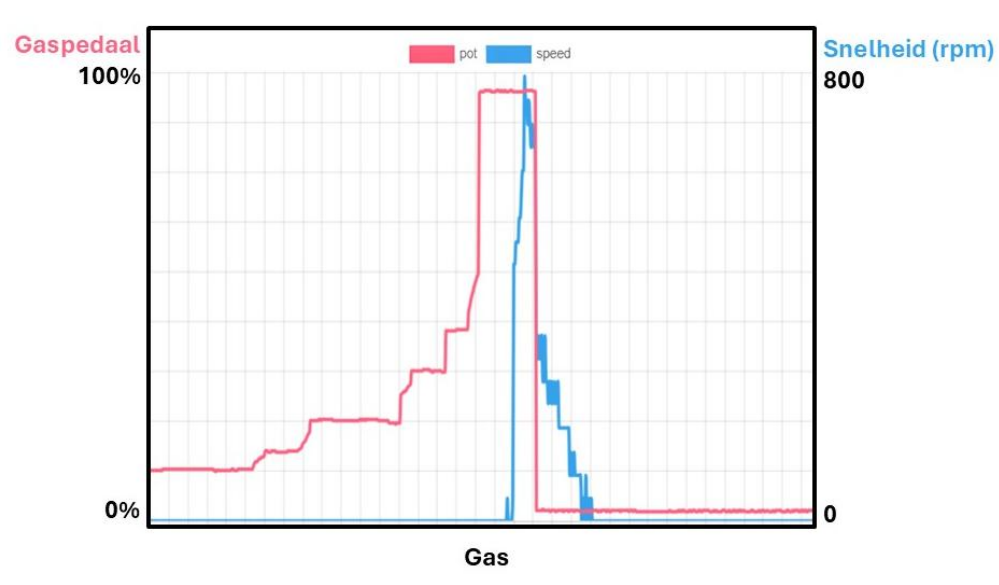
LV-systemen: behouden & uitgebreid, zoals:

- Remmen,
- Koelcircuit,
- VCU.

Fase 3: Validatie

- ✓ Functionele / prestatietesten van alle subsystemen
- ✓ Analyse van TCO

RESULTATEN & CONCLUSIE



Figuur 4: Datacollectie van het gaspedaal en snelheid van de motor

De retrofit resulteerde in een **geïntegreerd aandrijfsysteem** met een second-life Tesla LDU dat een **piekvermogen** van **475 kW** heeft en een second-life batterijpakket met een **batterijcapaciteit** van **52 kWh** bij **440 V**. Tabel 1 vergelijkt het prototype met voertuigen van hetzelfde type.

Tabel 1: Prototype vergeleken met gelijkaardige modellen

Specificatie	Opel OEM	Tesla OG	Tesla New	E-Speedster
Massa [kg]	875	1220	nvt	1051
Vermogen [kW]	108	185	nvt	475
Koppel [Nm]	203	240	10000	450
0 → 100 [s]	5,9	3,9	1,9	≈ 3
Bereik [km]	470	320	998	286
Capaciteit [l]/[kWh]	40	53	200	52
Maximum snelheid [km/u]	217	210	417	≈ 221

Het gebruik van **second-life componenten** heeft de **kostprijs** aanzienlijk **verlaagd**, mits strikte naleving van kwaliteits- en veiligheidsnormen. Verdere optimalisatie van het batterijontwerp en toepassing in **alternatieve voertuigtypes** kan de schaalbaarheid en commerciële rendabiliteit vergroten.

Promotoren / Copromotoren / Begeleiders

Prof. Dr. Ir. Wilmar Martinez, Ing. Ismaël Ben-AL-Lal / Ing. Hans Wouters, Ing. Wout Vanderwegen

[1] European Parliament. (2022) Eu verbod op de verkoop van nieuwe benzine- en dieselauto's vanaf 2035 uitgelegd. Geraadpleegd: 6 november 2024. [Online]. Available: <https://www.europarl.europa.eu/topics/nl/article/20221019STO44572/eu-verbod-op-de-verkoop-van-nieuwe-benzine-en-dieselauto-s-vanaf-2035-uitgelegd>
[2] W. Jennings. (2017) Tesla rear drive unit. Accessed: Mar. 4, 2025. [Online]. Available: <https://grabcad.com/library/tesla-rear-drive-unit-1>