

Remmen vandaag en morgen

Anton De Coster



Continental

ATE

Aankoop van Alfred Teves GmbH door ITT



Aankoop van de afdeling ITT Brake & Chassis
Groupe door Continental AG

AUMOVIO
Spin Off van Continental AG



Situation: 9/2025



Alfred Teves schreef geschiedenis ... 1906 - 2025



Alfred Teves 1868 - 1953



Adler Standard 6 (1926)



VW Coccinelle



VW Golf I

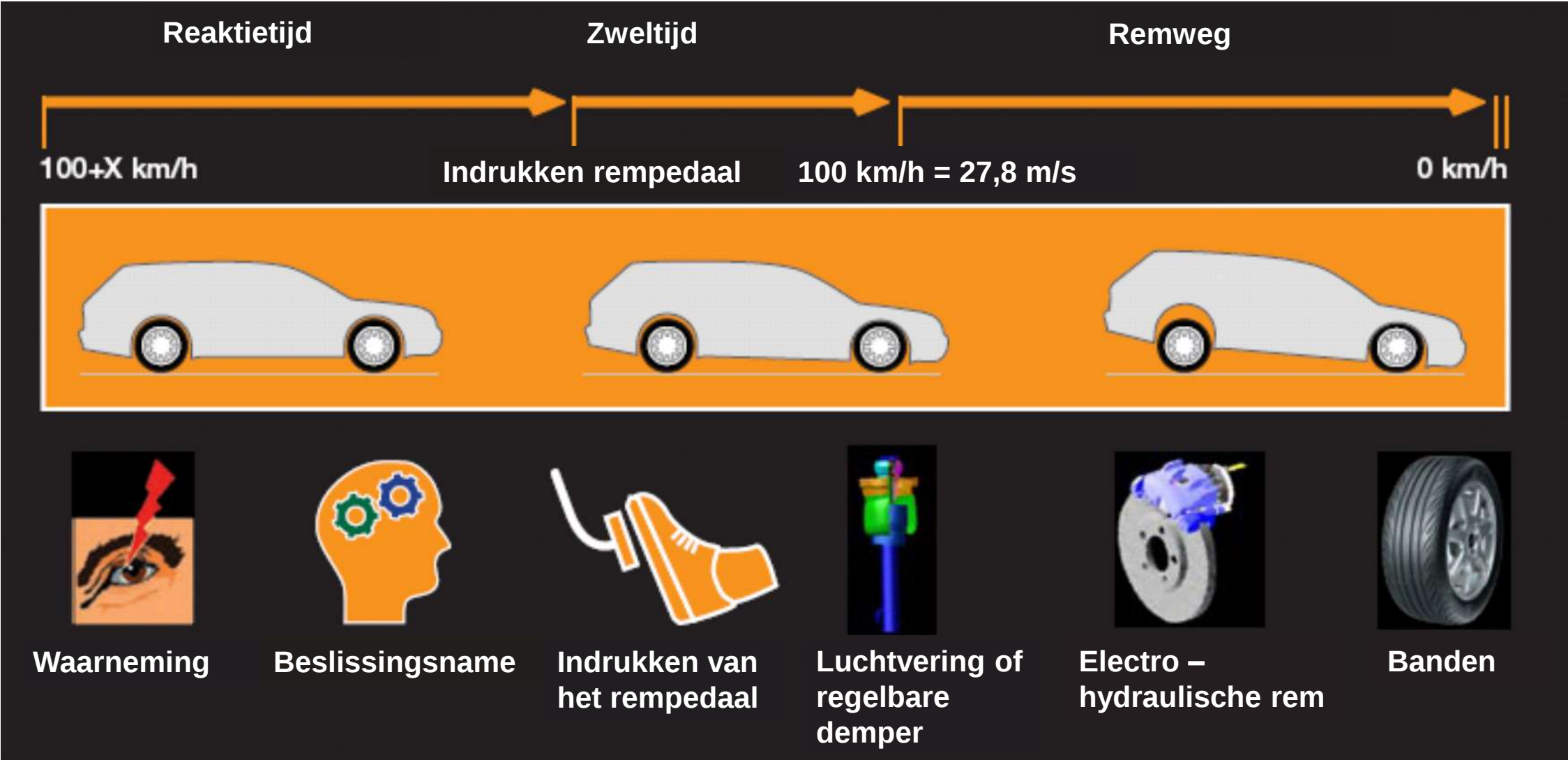


VW Golf IV

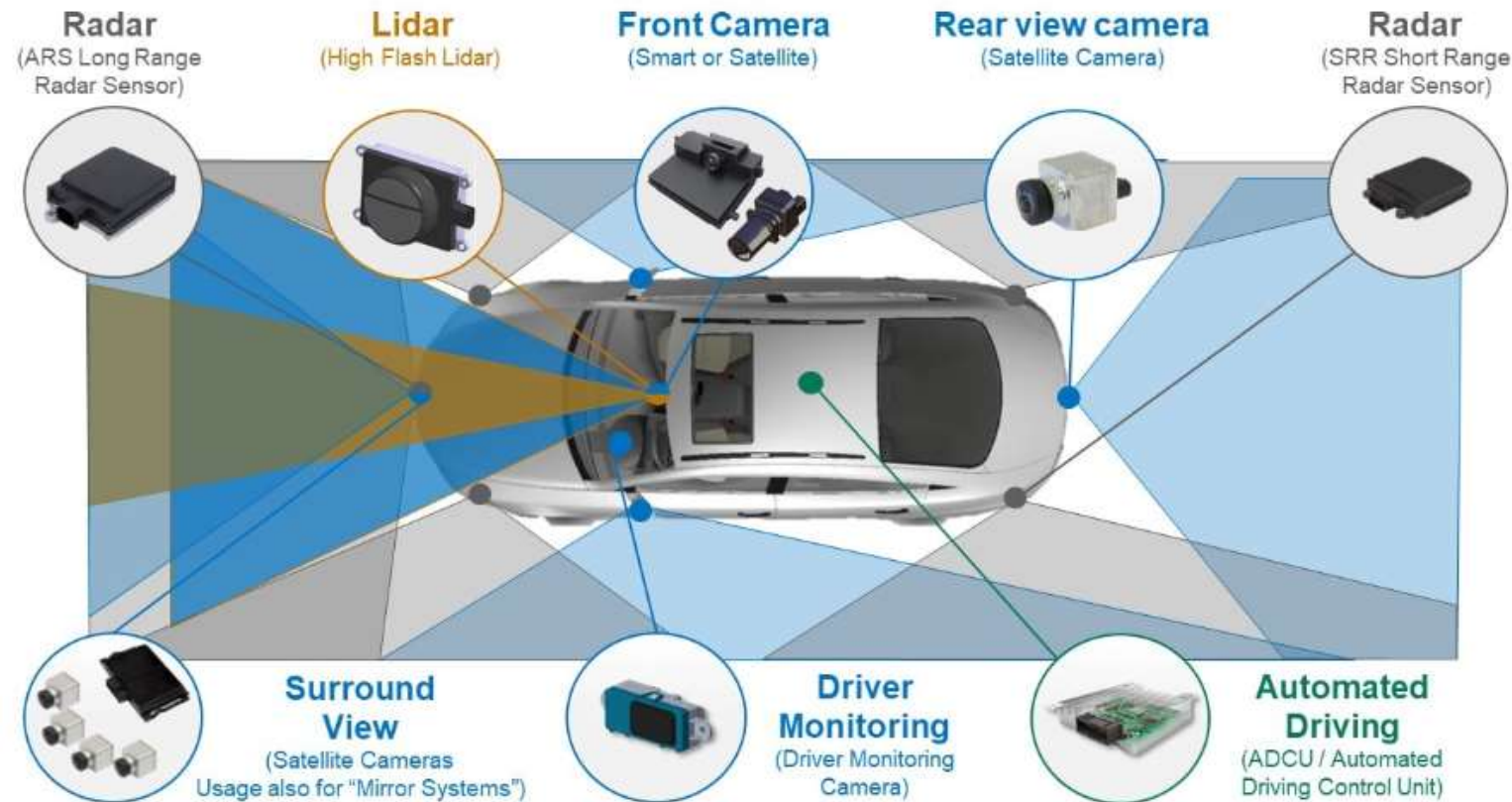


VW Golf 6

Remafstandparameters



Rijhulpsystemen ADAS (Advanced Driver Assistance System)

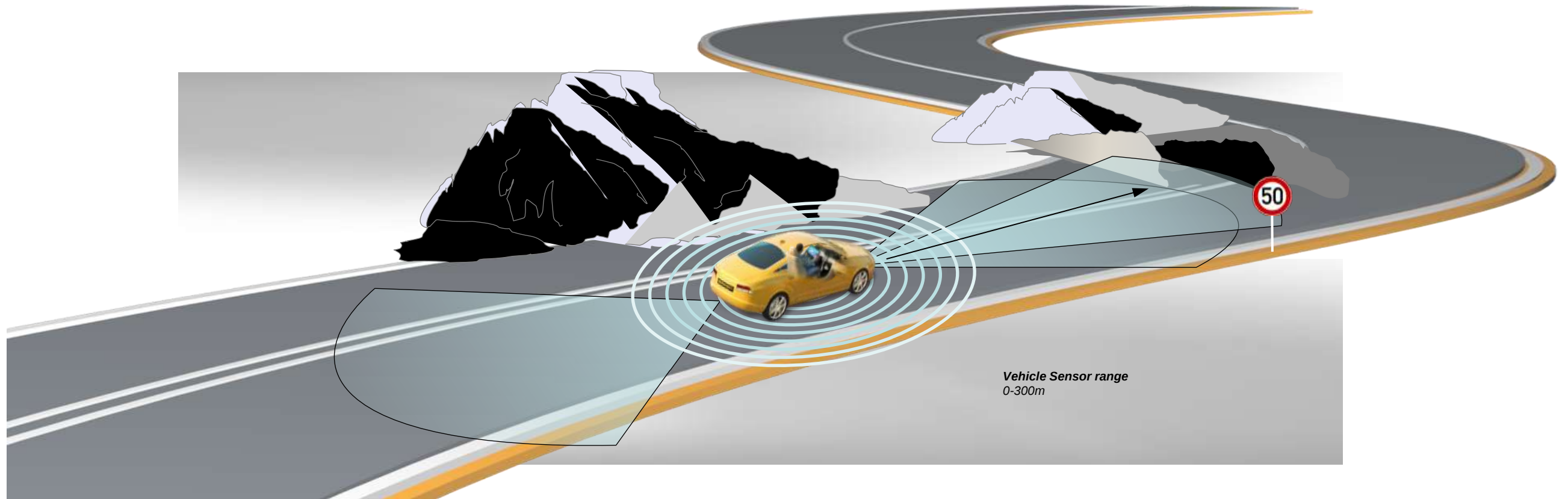


RADAR : *RA*dio *DE*tectio*N* And *RA*nging
LIDAR : *LI*ght *DE*tectio*N* And *RA*nging
LIDAR : *LA*ser *IM*aging *DE*tectio*N* And *RA*nging



Vandaag

typisch zichtveld van een voertuig

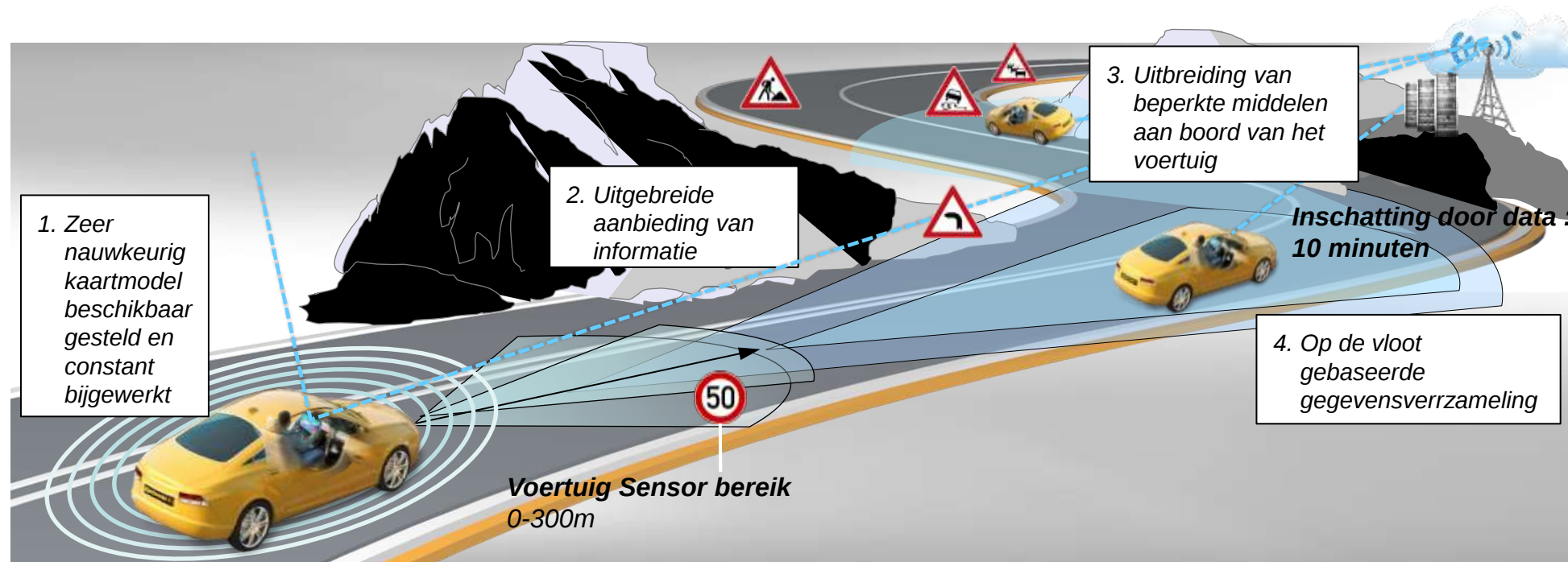


300m zicht Is dit voldoende ?



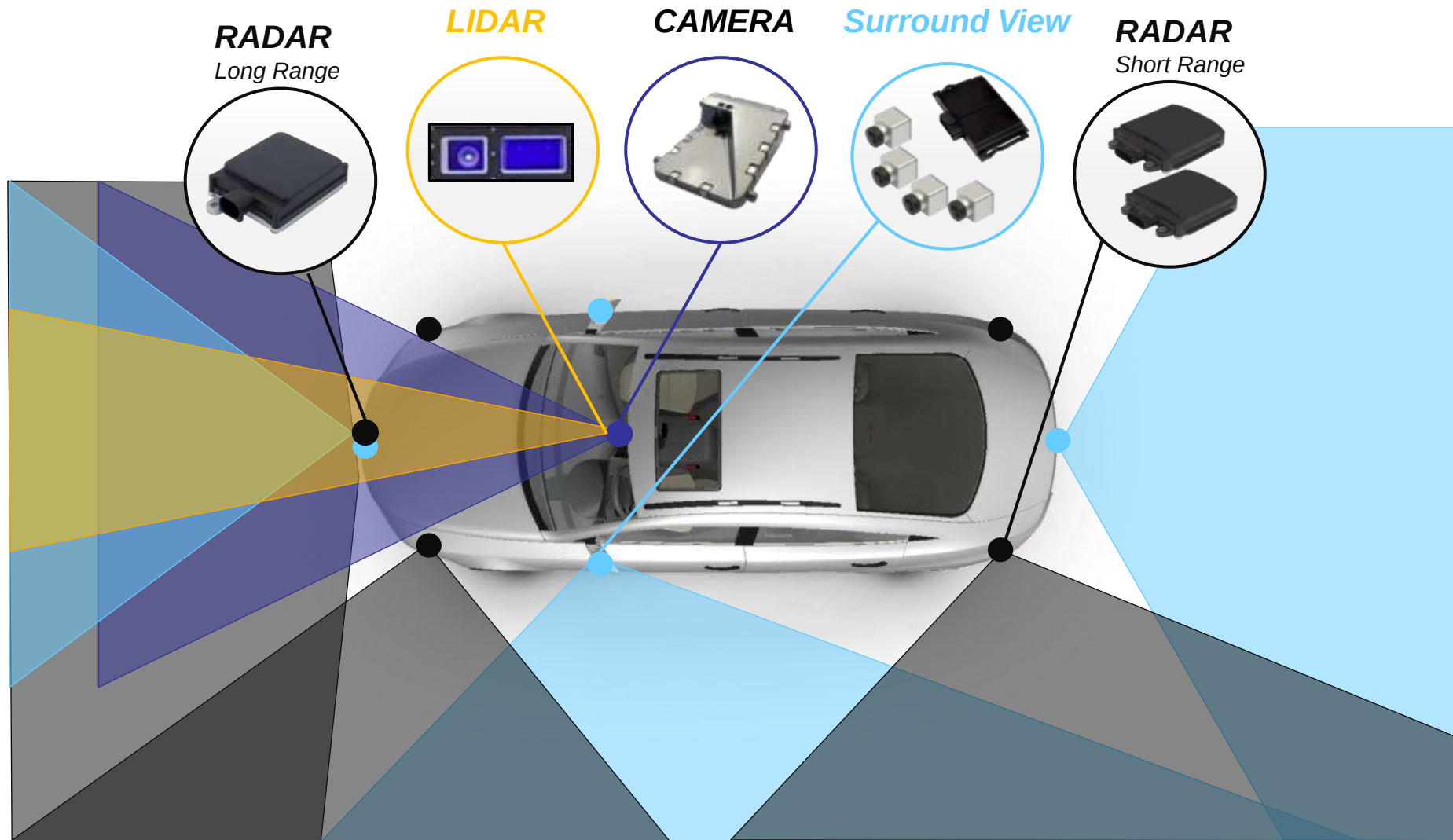
Morgen: Sensoren, HD-kaarten & Online Data

Dynamische eHorizon : voertuigen kijken vooruit en om het hoekje



ADAS sensor technologie

Sensoren voor veiligheid en comfort



ADAS sensor technologie

RADAR sensoren bieden het beste zicht



Omstandigheid	RADAR	CAMERA	LIDAR
verblindend licht	+	-	+
regen / sneeuw	+	-	+
mist	+	-	-
duisternis	+	- *	+

* ok binnen het bereik van de verstralers



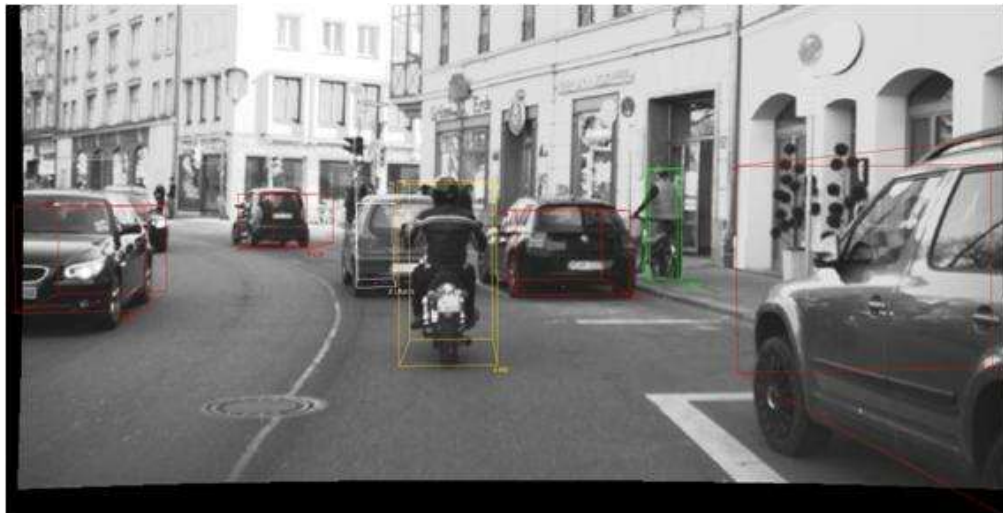
ADAS sensor technologie

CAMERA sensoren hebben de beste *object herkenning*



Obj. herkenning	RADAR	CAMERA	LIDAR
verkeersborden	-	+	-
Wegmarkering-lijnen	-	+	-
voertuigen	+	+	+
voetgangers	- *	+	+

* ok wanneer in beweging





Performantie	CAMERA	RADAR	LIDAR
obj. classificatie	++	-	+
Afstand & snelheid	- *	++	+
Geometrische detectie	+	-	++
Over-run detectie	+	+	++
Beschikbaarheid	-	++	+

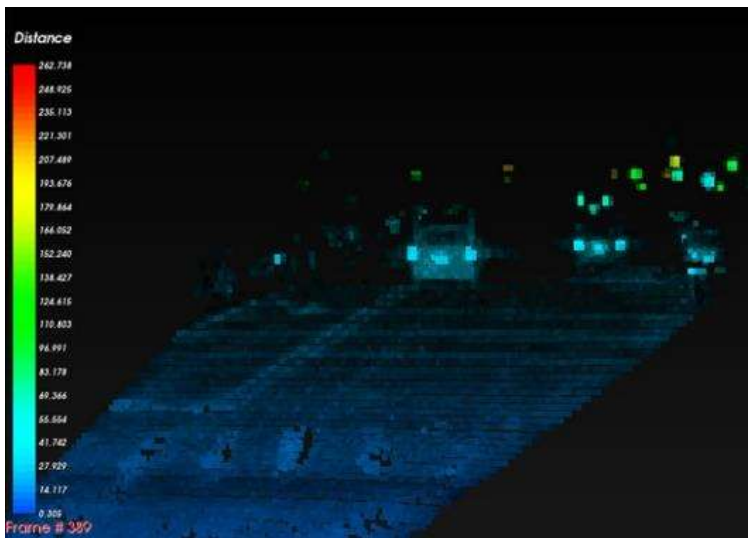
CAMERA beeld



Lidar reflectie



Lidar 3D Point Cloud

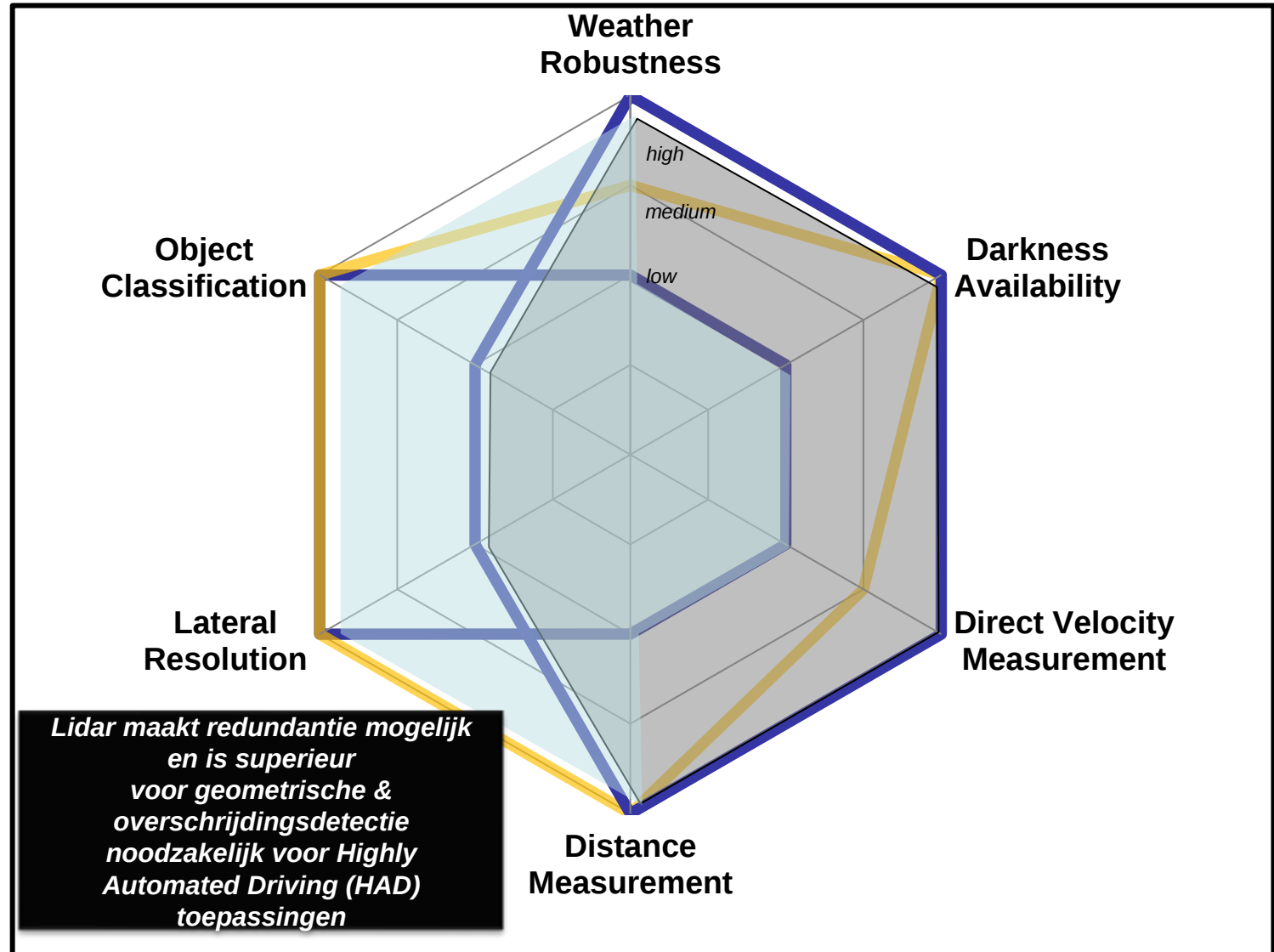


ADAS sensor technologie

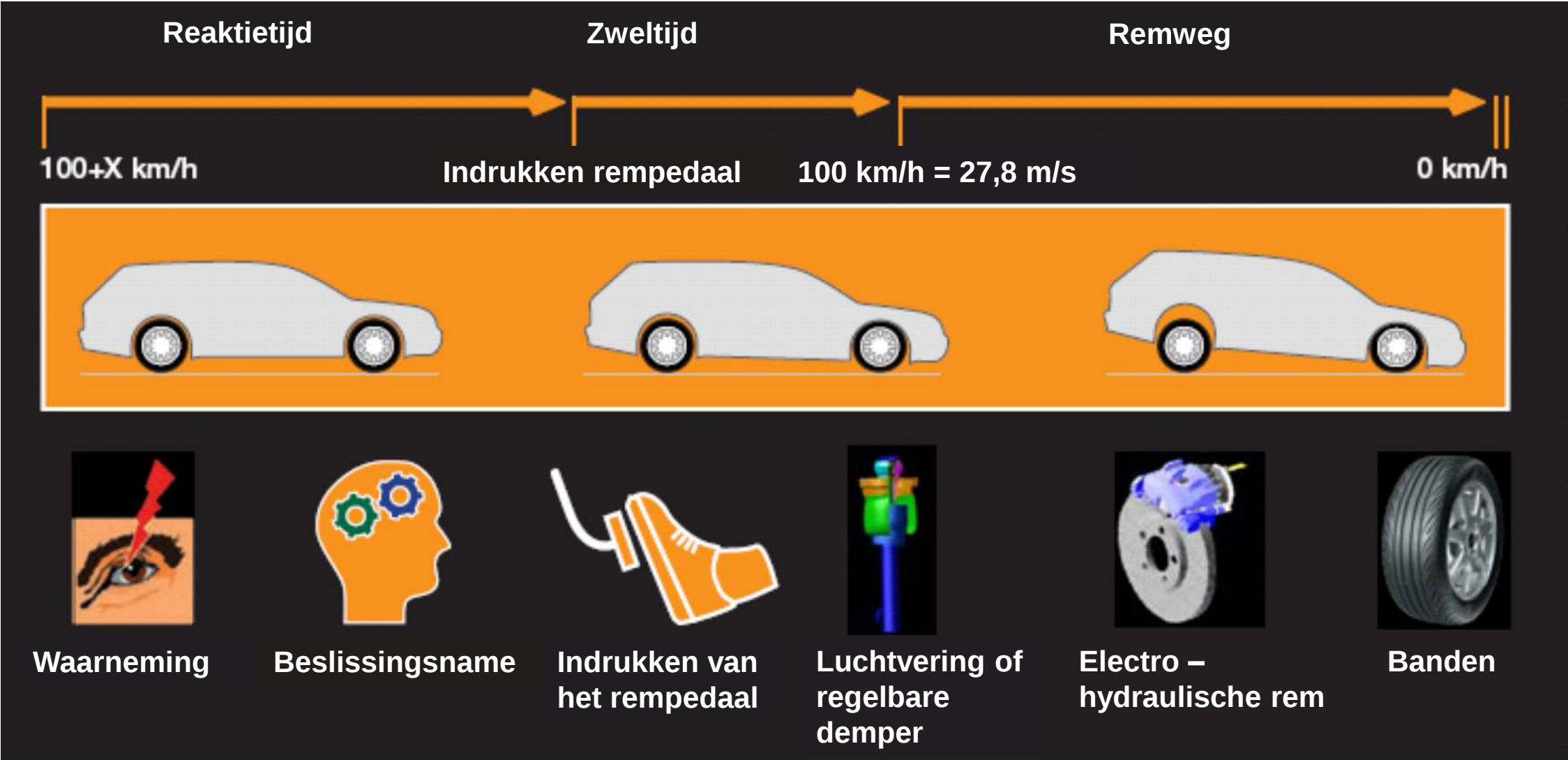
RADAR + CAMERA



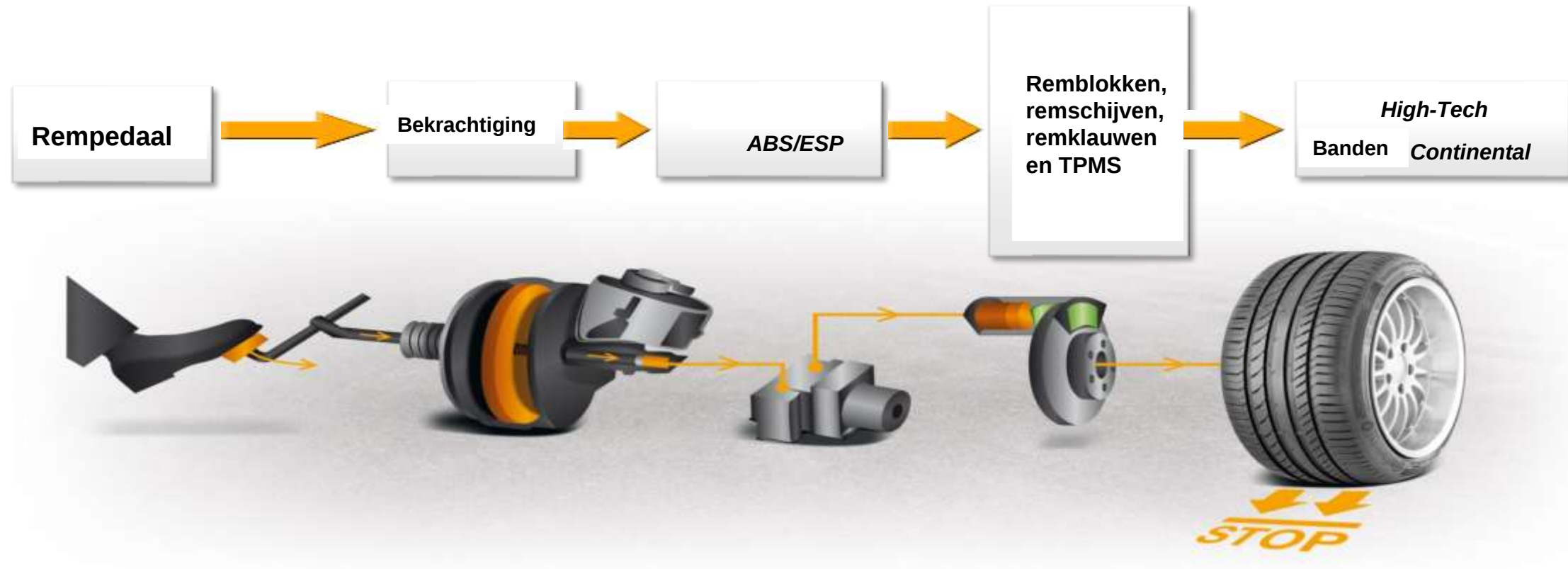
De combinatie
is robuust en
veelzijdig.



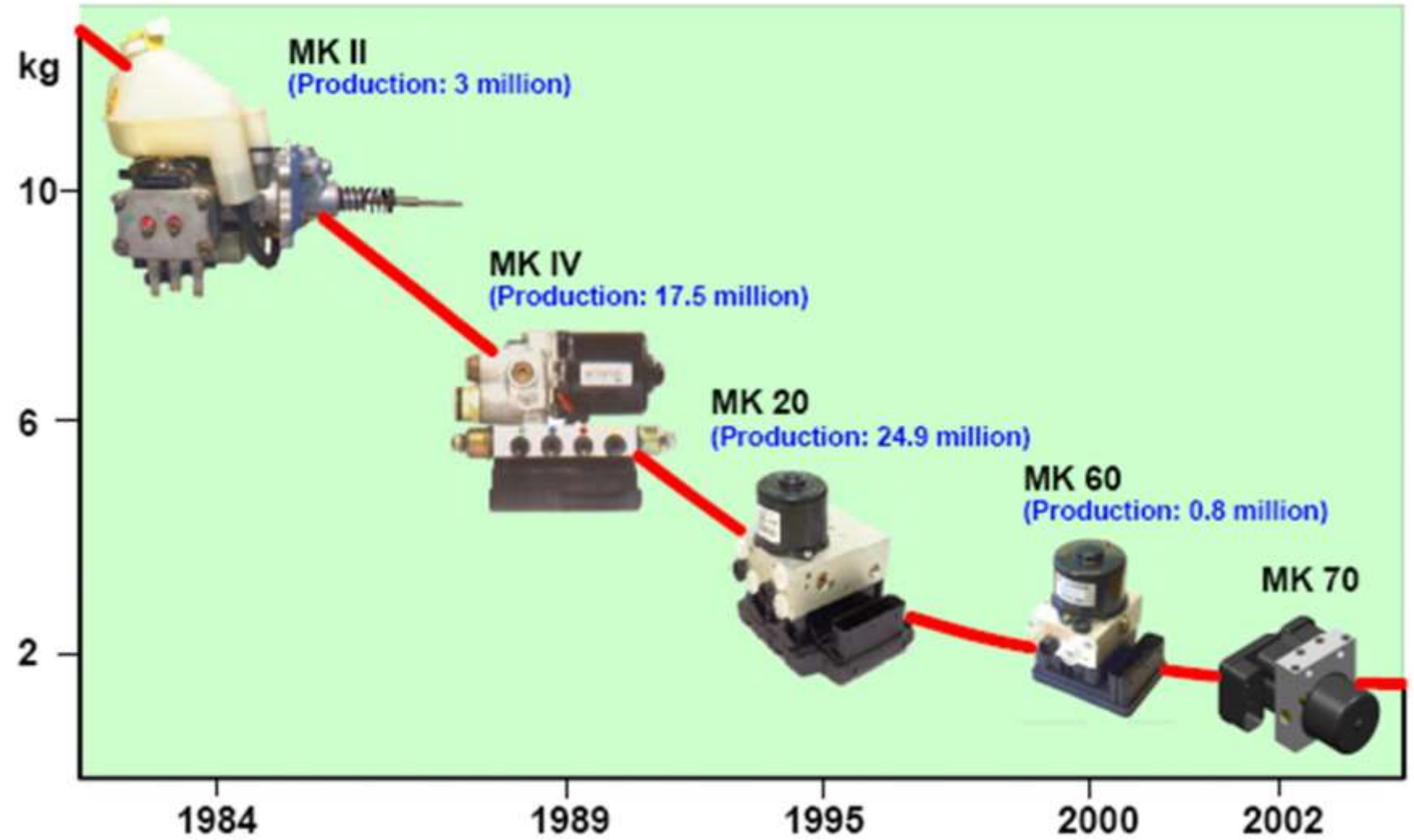
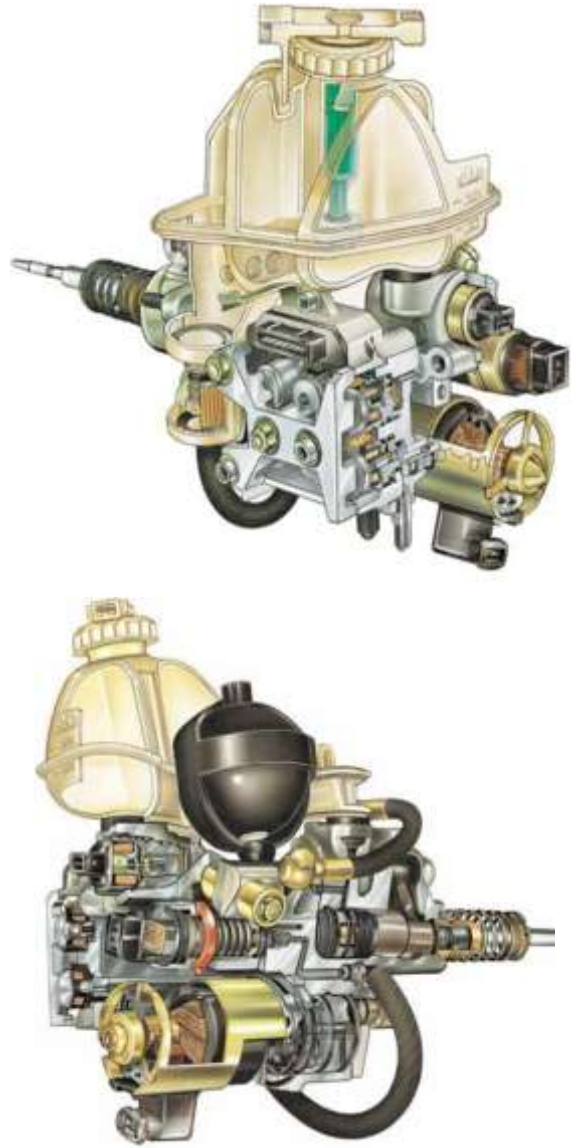
Remafstandparameters



Opbouw van een klassiek remsysteem



ABS sinds 1984

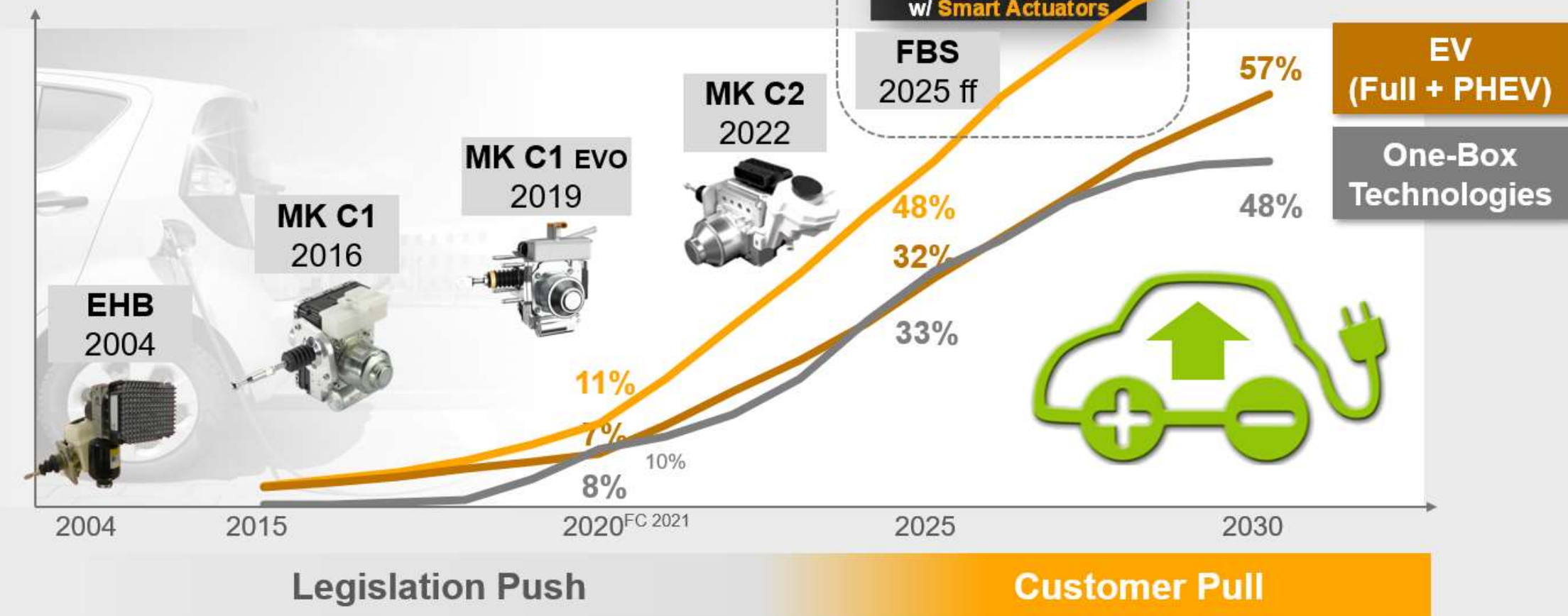


De evolutie van het remsysteem



WE! Match with the Market...

Driver: Electrification/By-Wire



Future Brake System Technology Roadmap

FBS 0 2016 / 2022 -

Wet Brake-by-wire w/ hydr. fallback



- › Simulator brake system
- › Vacuum free for EVs
- › Highest regen. efficiency
- › Supports SAE Level 2
- › SAE Level ≥ 3 w/ add-on

FBS 1.x 2025 - 2026

Wet Brake-by-wire w/o hydr. fallback



- › Next Step towards full by-wire architecture
- › Electric pedal is enabler for skateboard chassis
- › SAE Level ≥ 3

FBS 2.0 2025 - 2026

Dry Rear Axle



- › Introduction of dry brakes on rear axle
- › Keeps proven hydraulic fallback in case of conventional actuation

FBS 3.0 2028 - 2030

Full Dry Brake-by-wire



- › Dry brake-by-wire on all corners
- › Vehicle assembly simplified
- › Brake service simplified

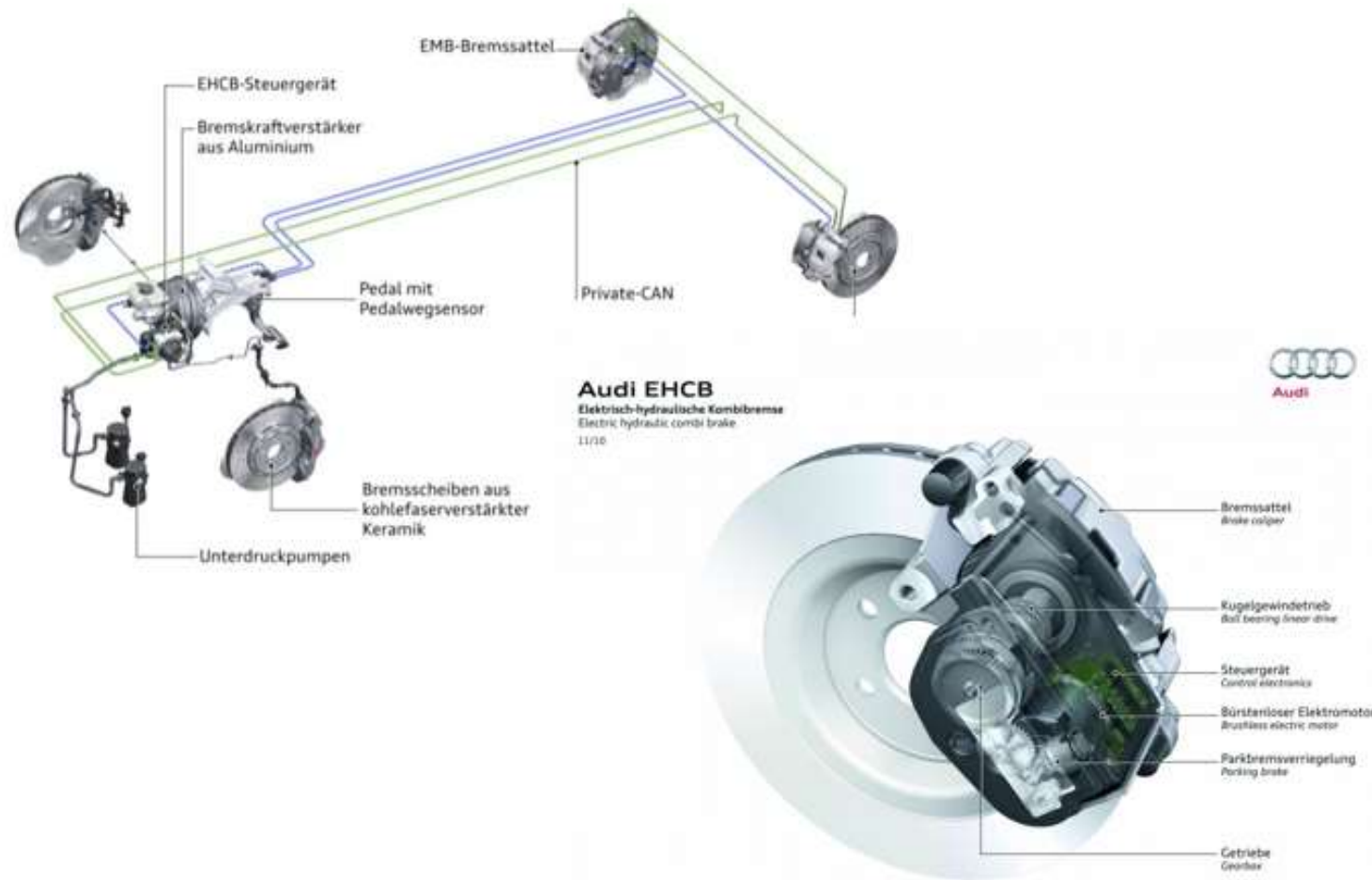
wet

dry



Brake Systems Brake-By-Wire @ Audi R8 e-Tron

Electric Hydraulic Combi Brake

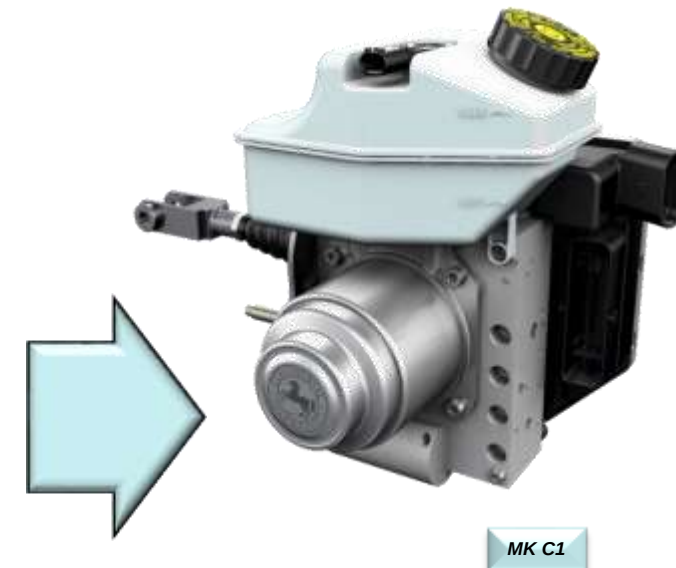


**Worldwide first series-production released
Electro-Mechanical Disc Brake in 2013**



MK C1 - Motivatie voor moderne remsystemen

Minder gewicht – minder volume



Ingenomen volume: $> 4 \text{ dm}^3$

Gewichtsbepierking: 3* - 4 kg

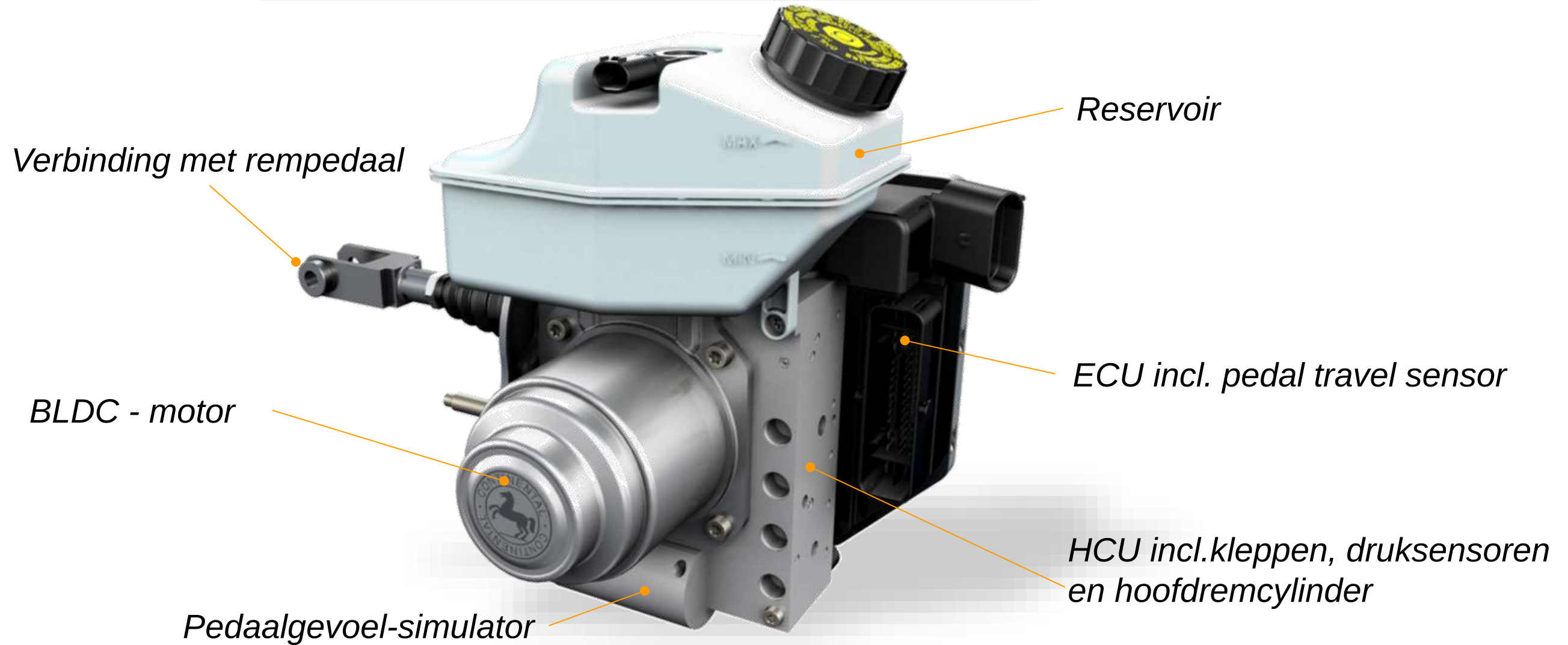
* Aluminum-Booster

Op de markt sinds 2016



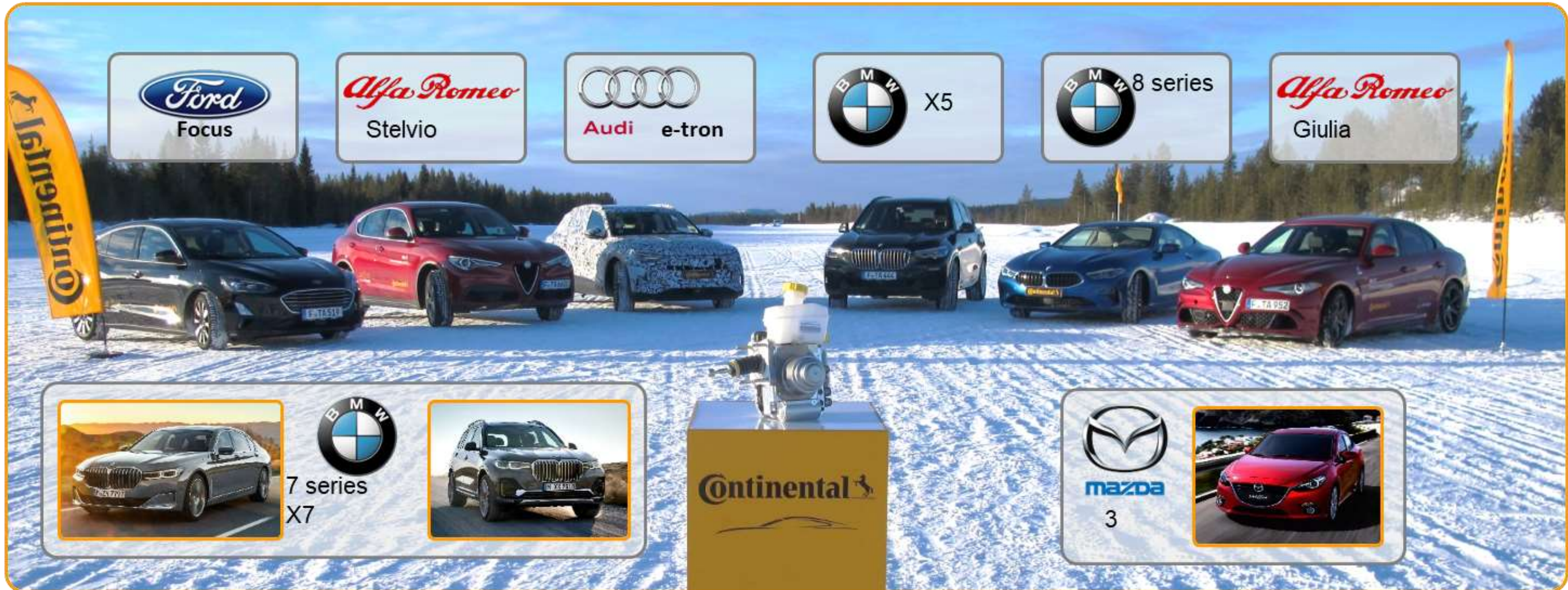
MK C1

System Overzicht



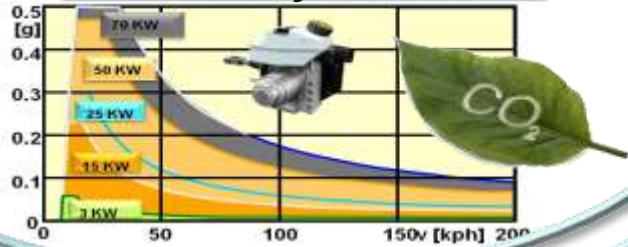
Brake Systems

MK C1 – Outlook status 2016

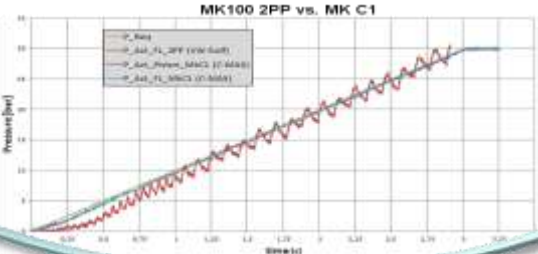




Zonder
vacuum/Hybrid



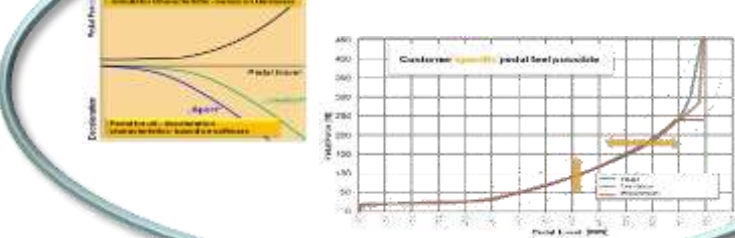
NVH – Confort



Noodstopfunctie



Comfortabel rempedaalgevoel

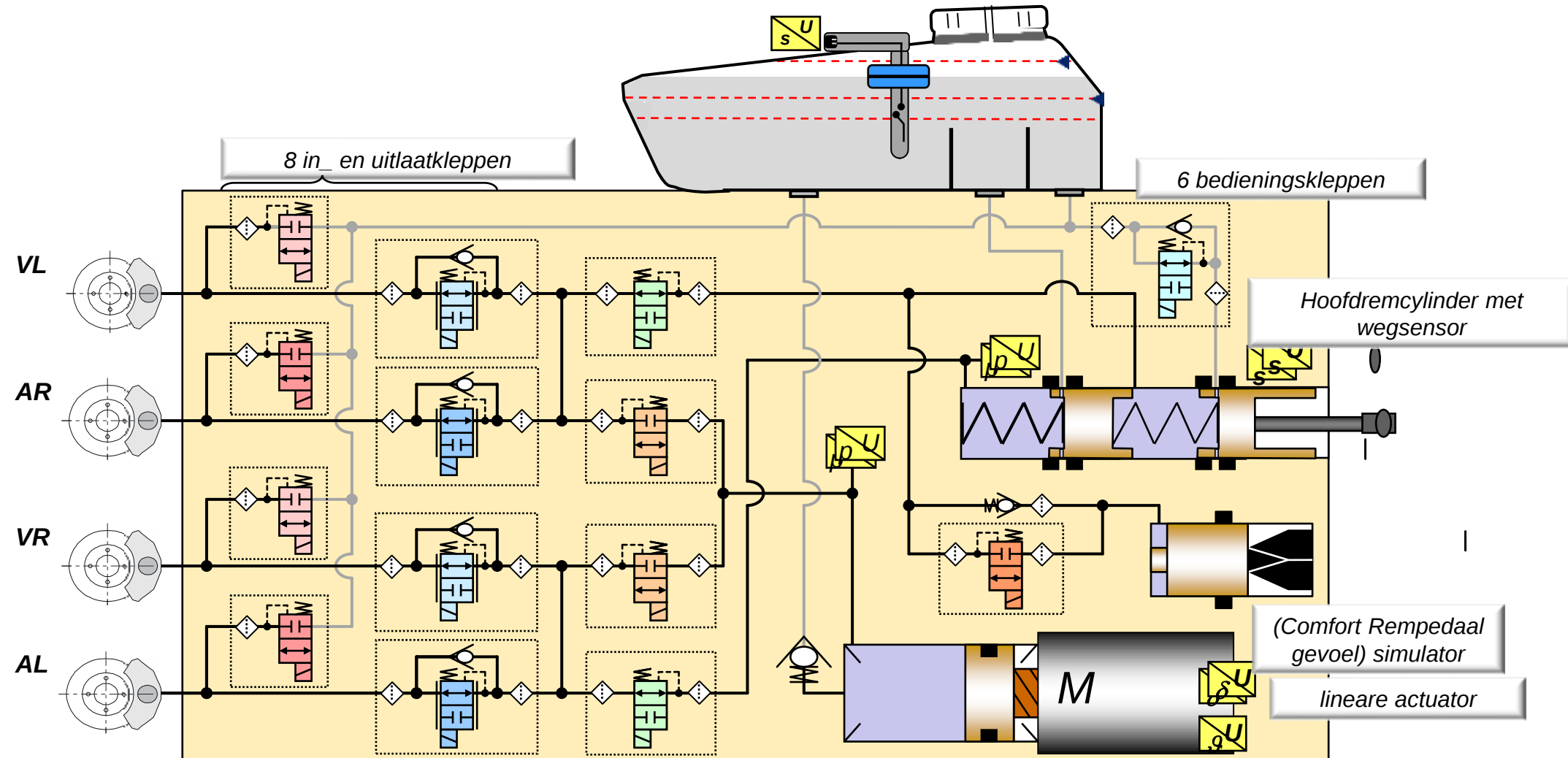


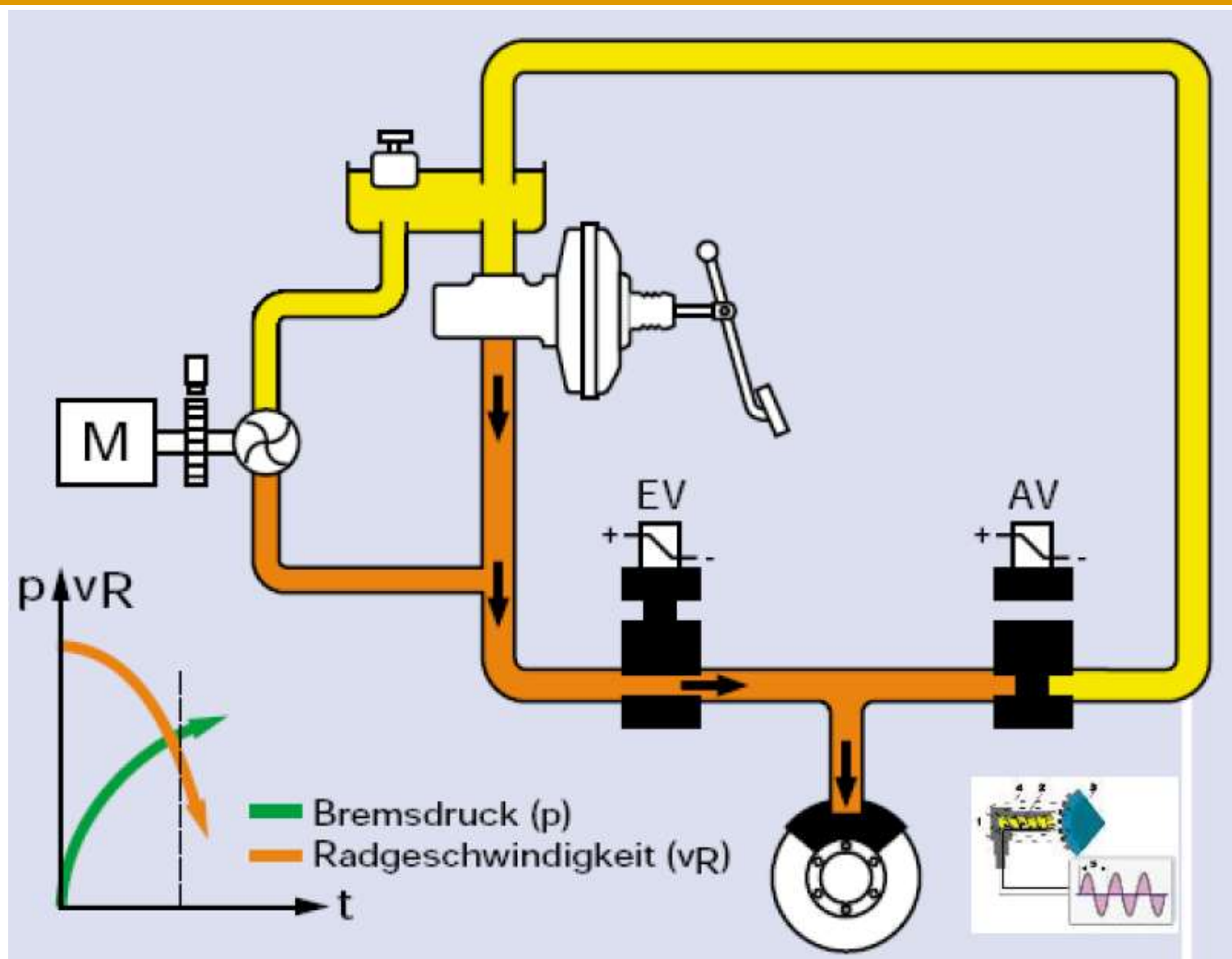
Gewicht en Vomume

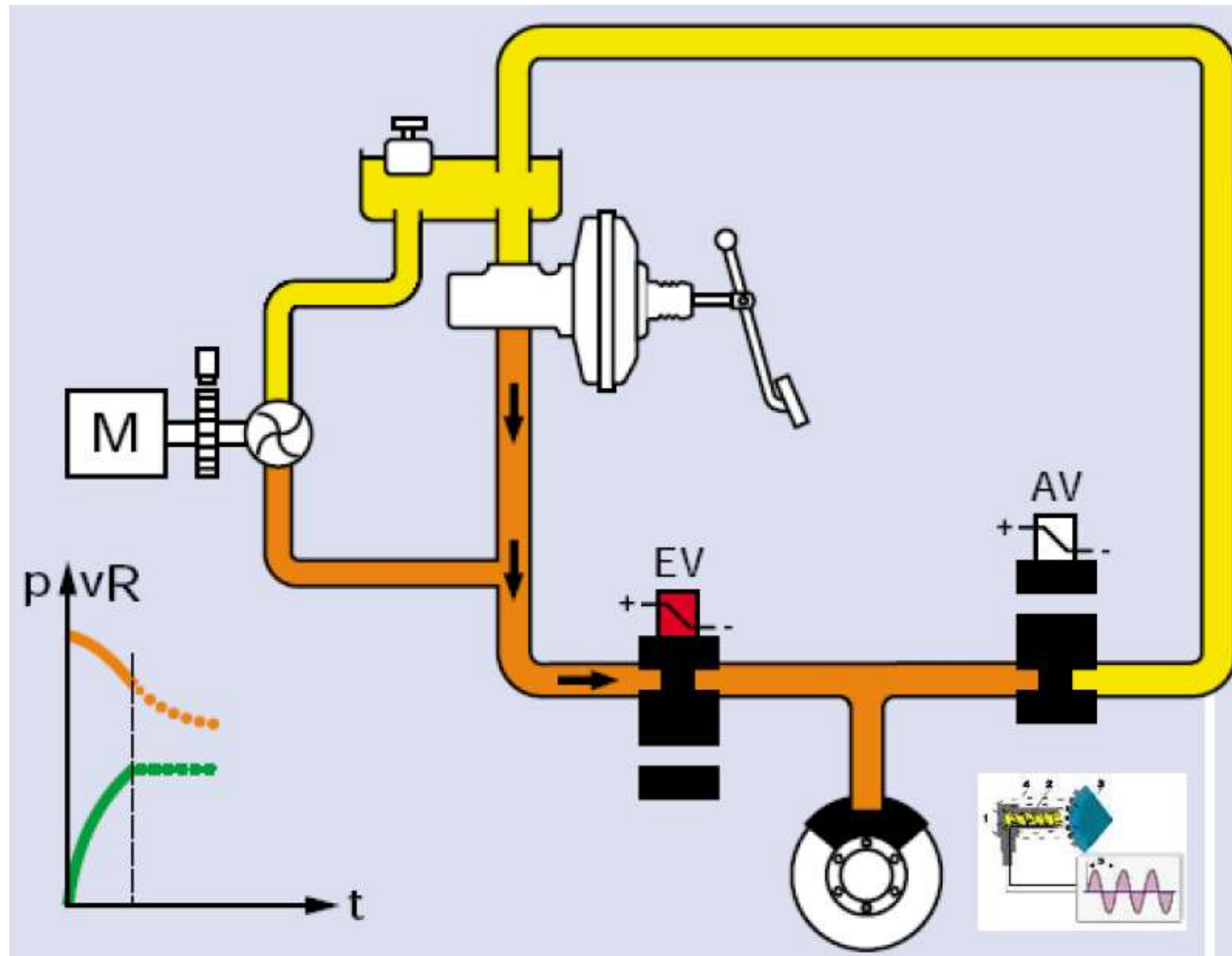


MK C1[®] – Systeem

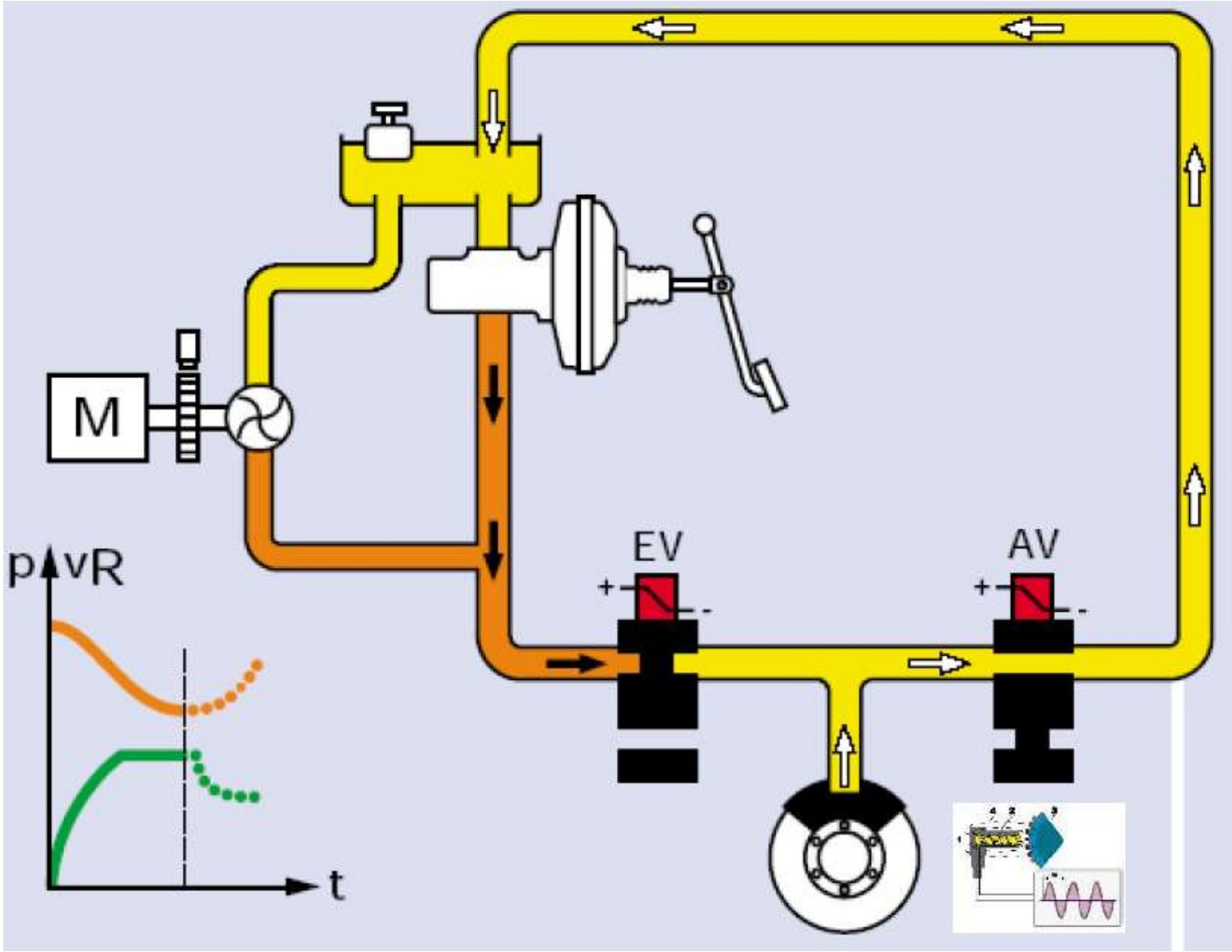
Hydraulische architectuur

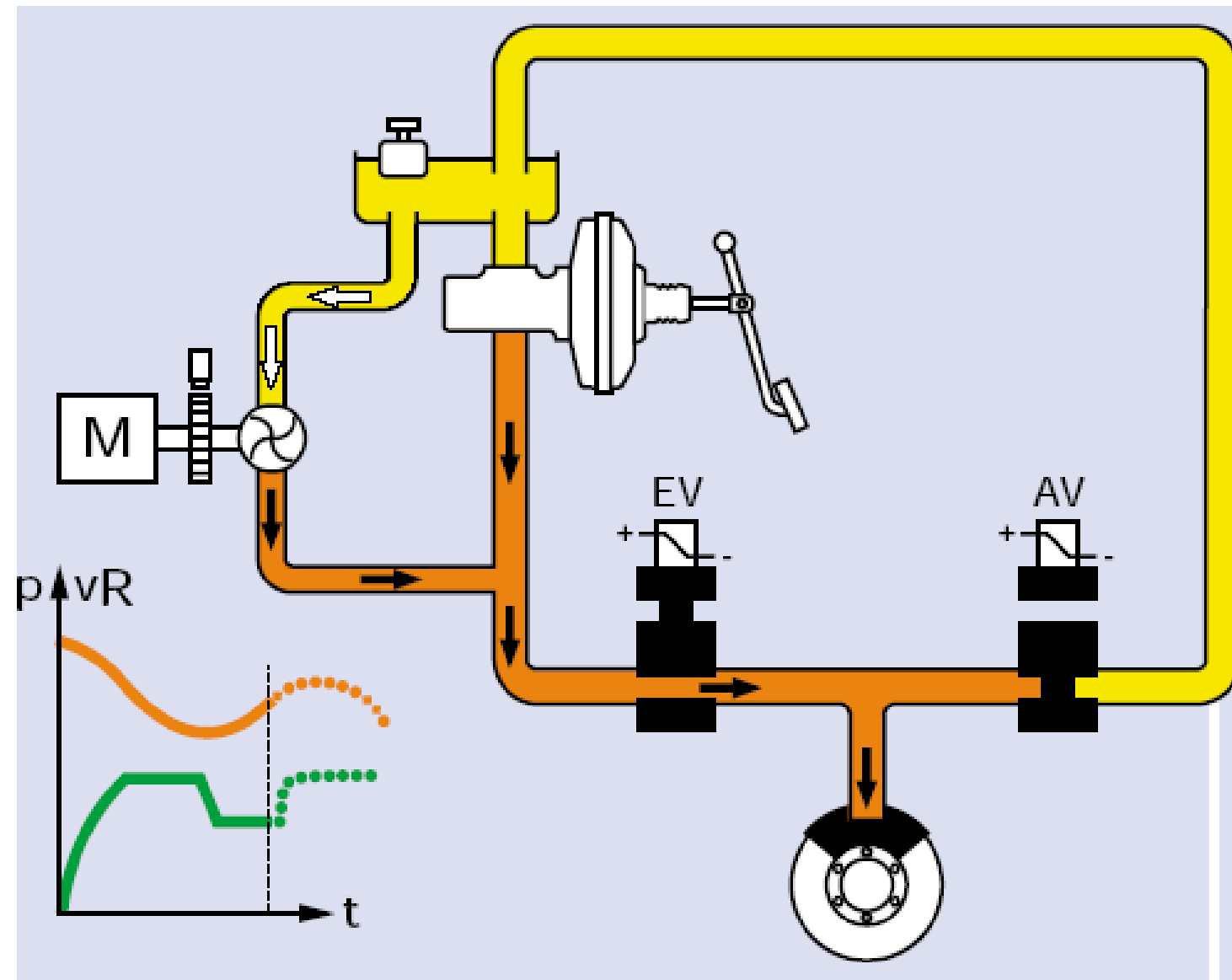






ABS



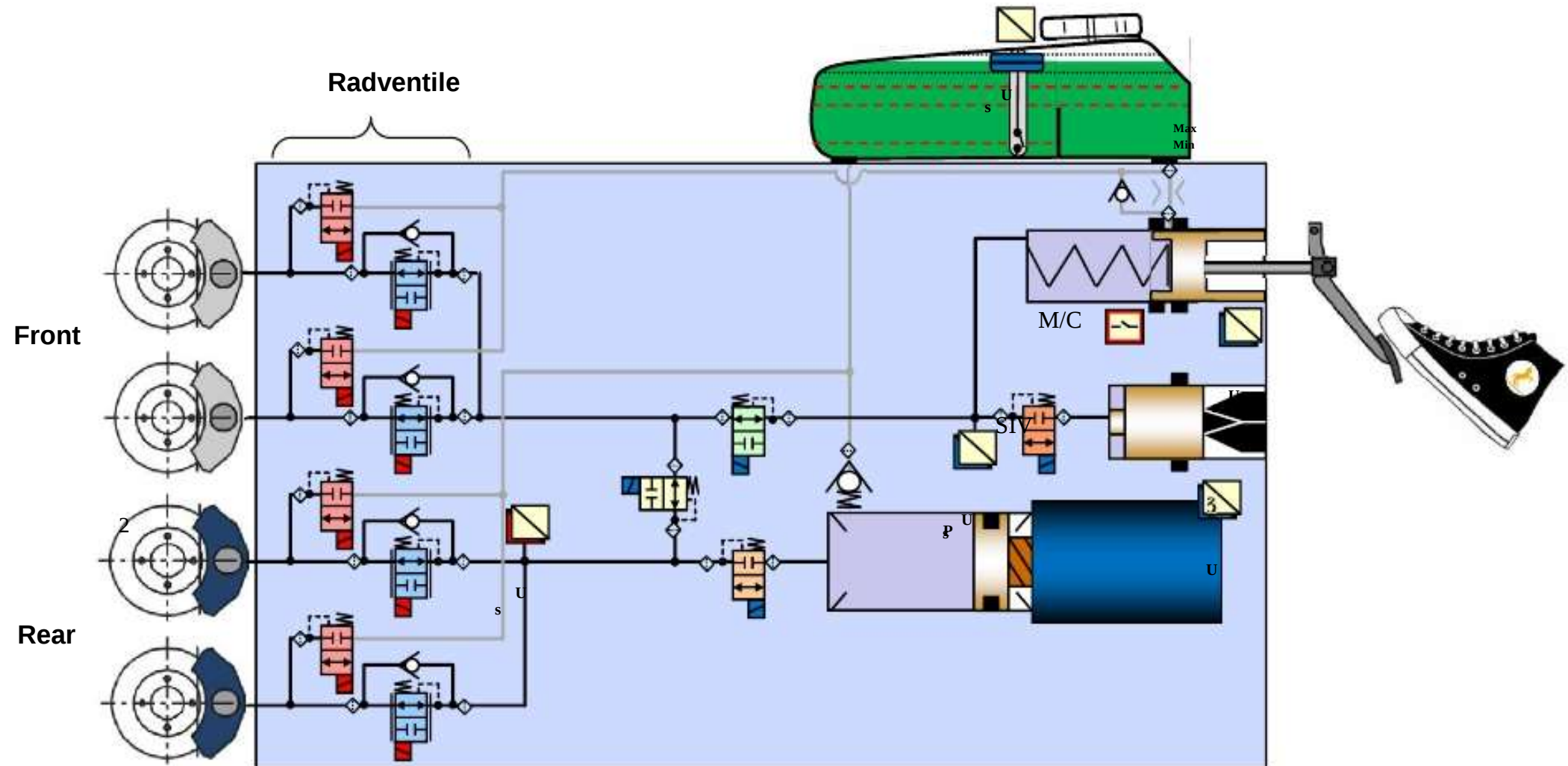


MK C2 Base

Hydraulikeinheit

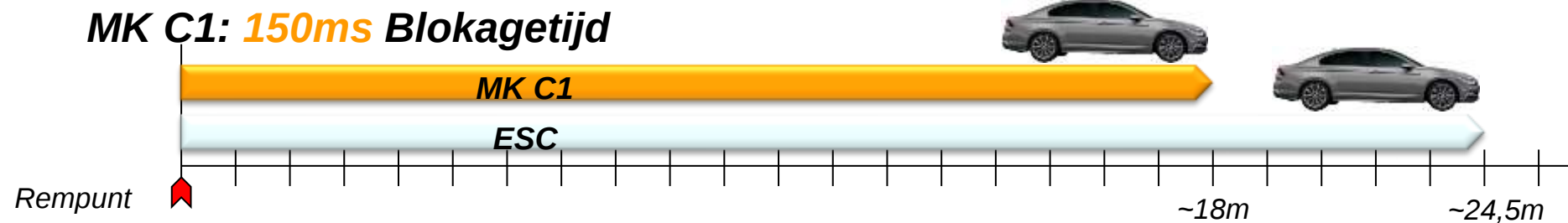
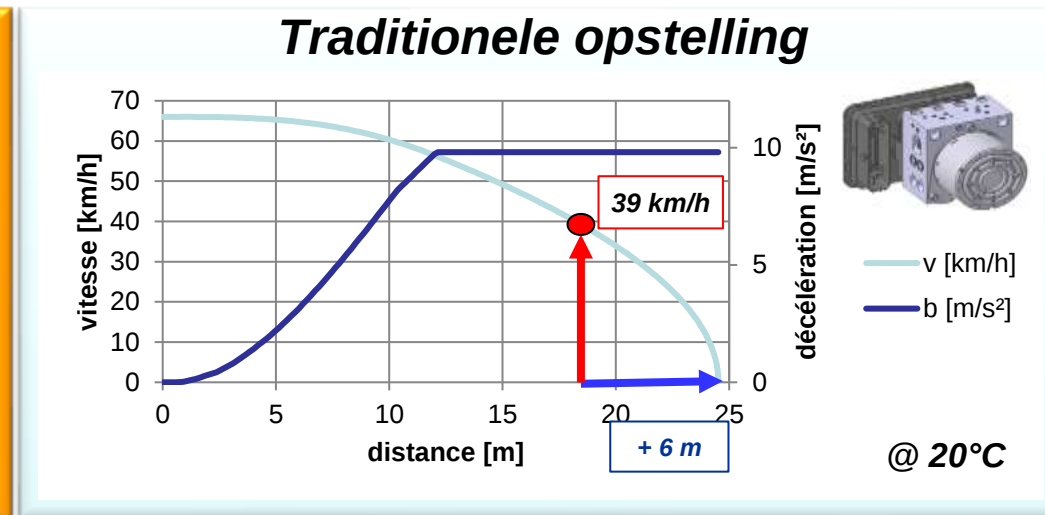


Hydraulische architectuur



MK C1[®] – Controle

Autonome remwerking voor voetgangerbescherming (66 km/h) = (18,3 m/s)

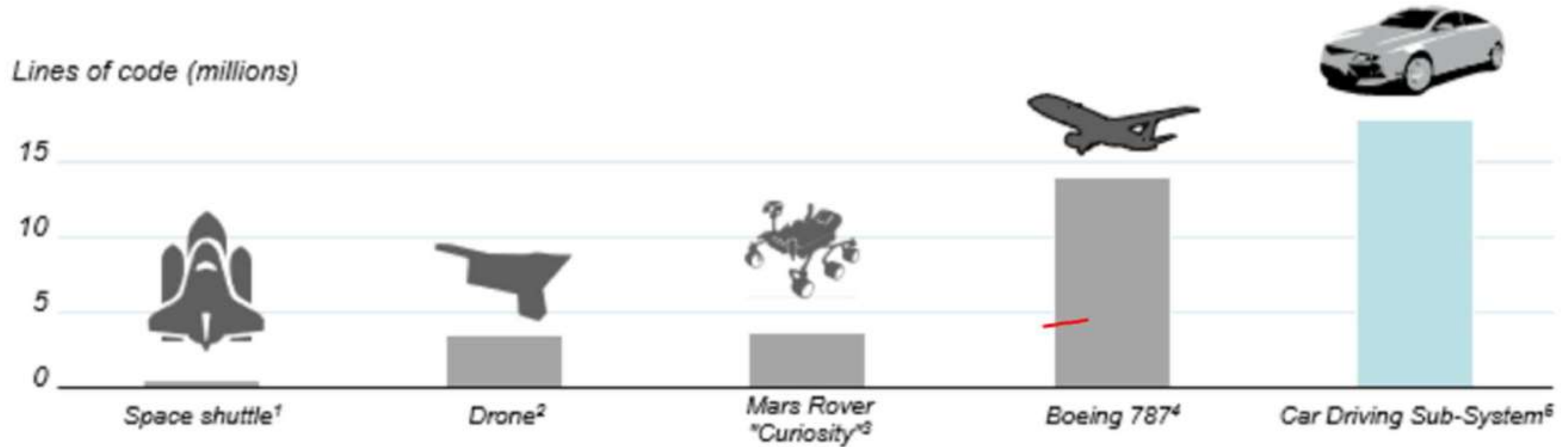


Continental Automotive Systems

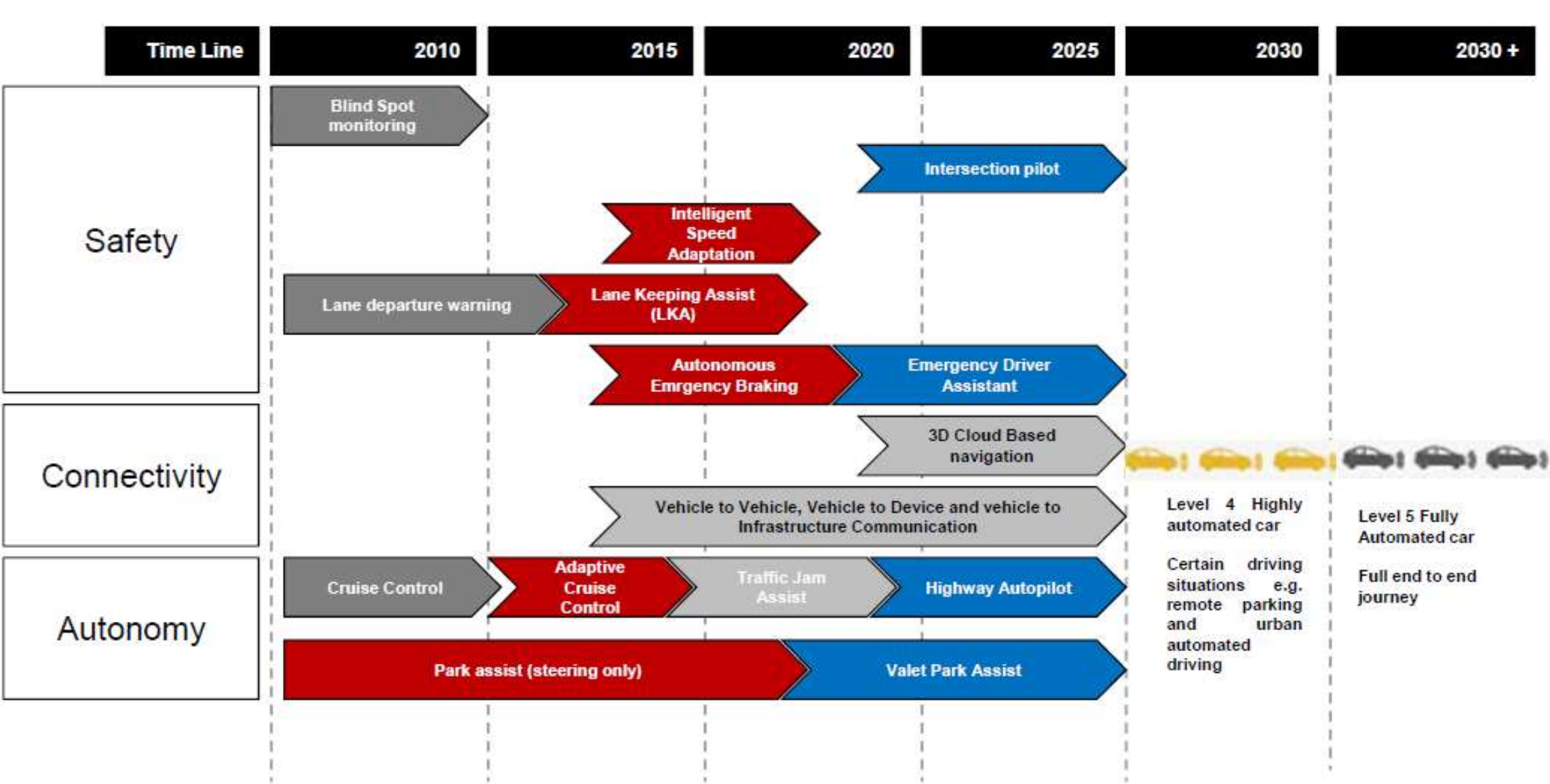
De evolutie in de techniek gaat razendsnel.



Communicatiecapaciteit voor automatisch rijden is gigantisch

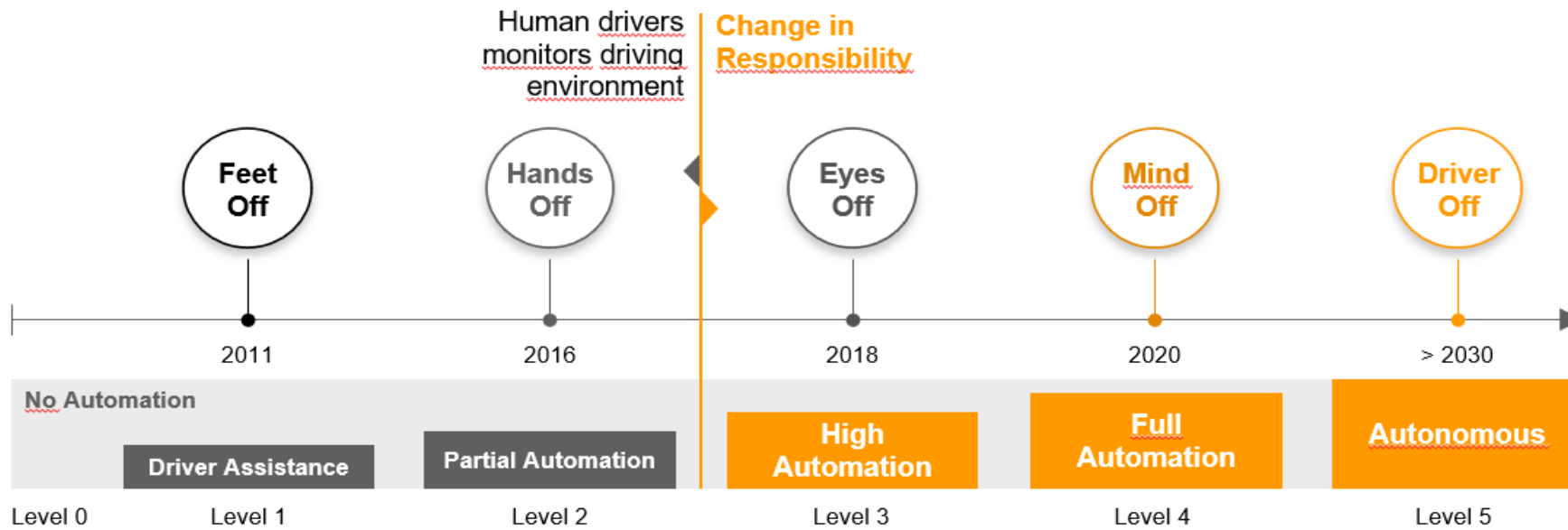


Road map automatisch rijden



Brake Systems

Automated Driving Levels



Source: based on Frost & Sullivan; VDA



Brake Systems

Automated Driving Levels Autosalon Brussel Januari 2025





$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$



Alfetta
 v_{max} = 180 km/h
Poids max chargé = 1460 kg
 $t_a(0-100\text{km/h})$ = 9,8 sec
Engine performance = 89 kW
 a_{Brake} = 8,5 m/s²

$E_{kin}=1825 \text{ kJ}$

0,51 kWh

+ 175 %

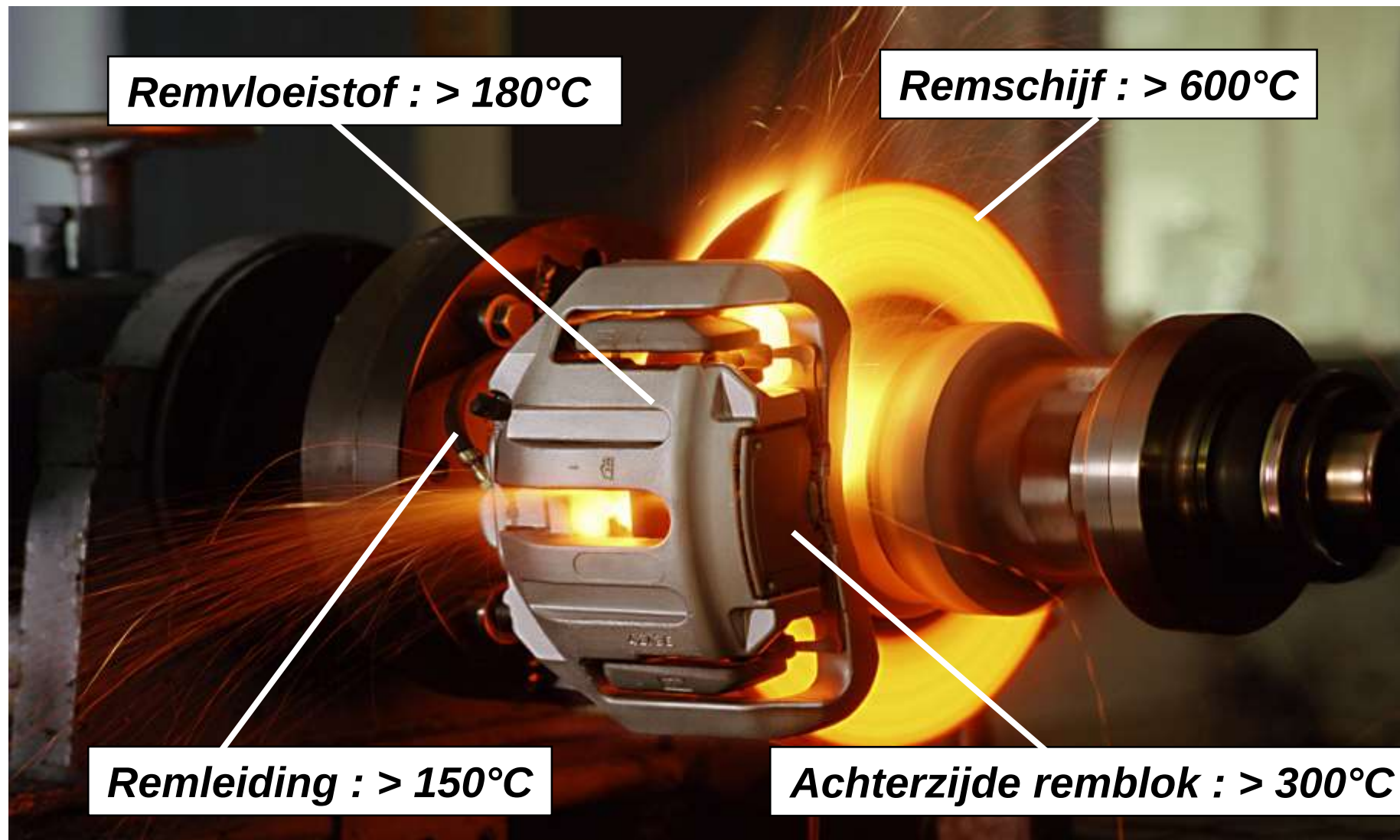
1,4 kWh

$E_{kin}=5022 \text{ kJ}$

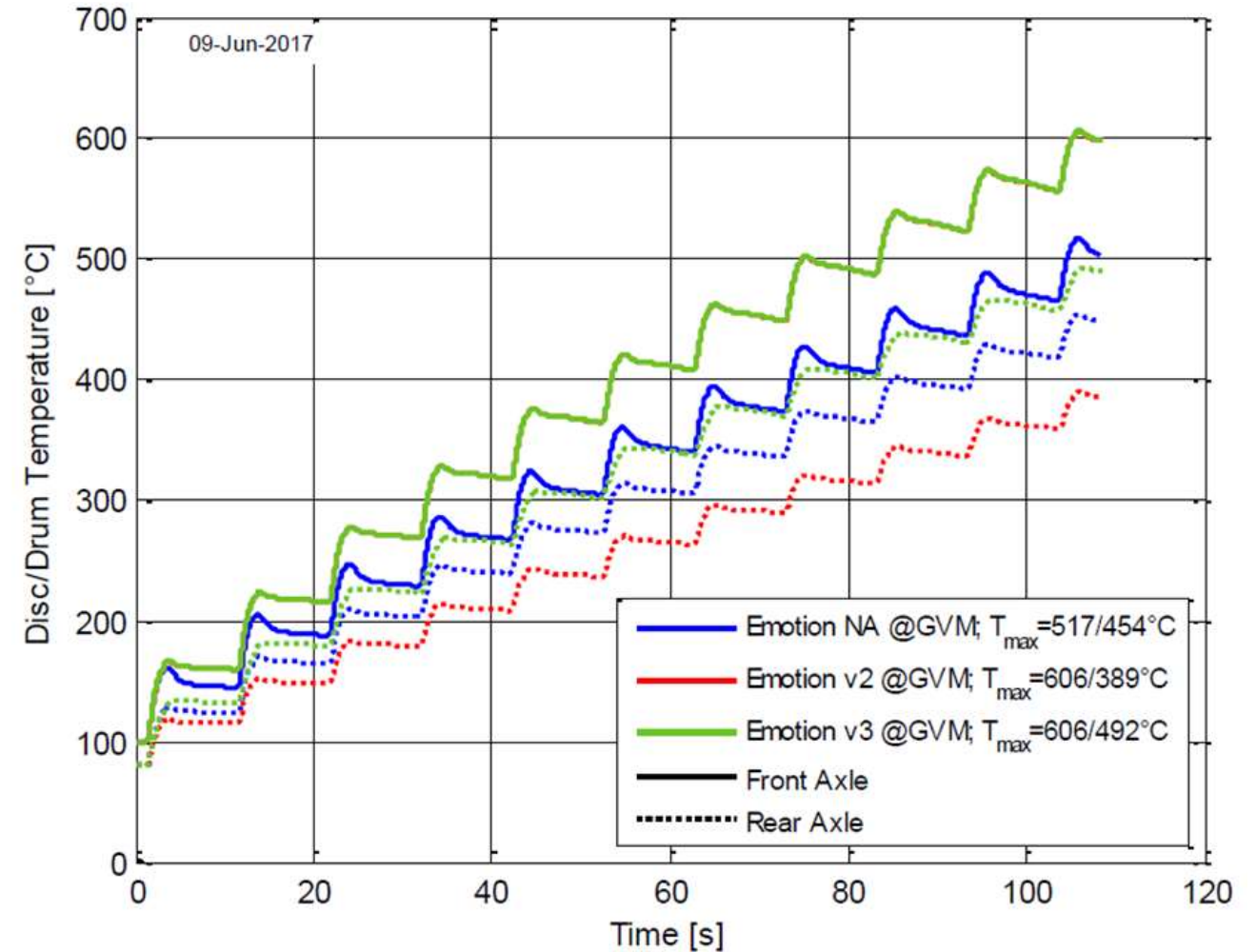
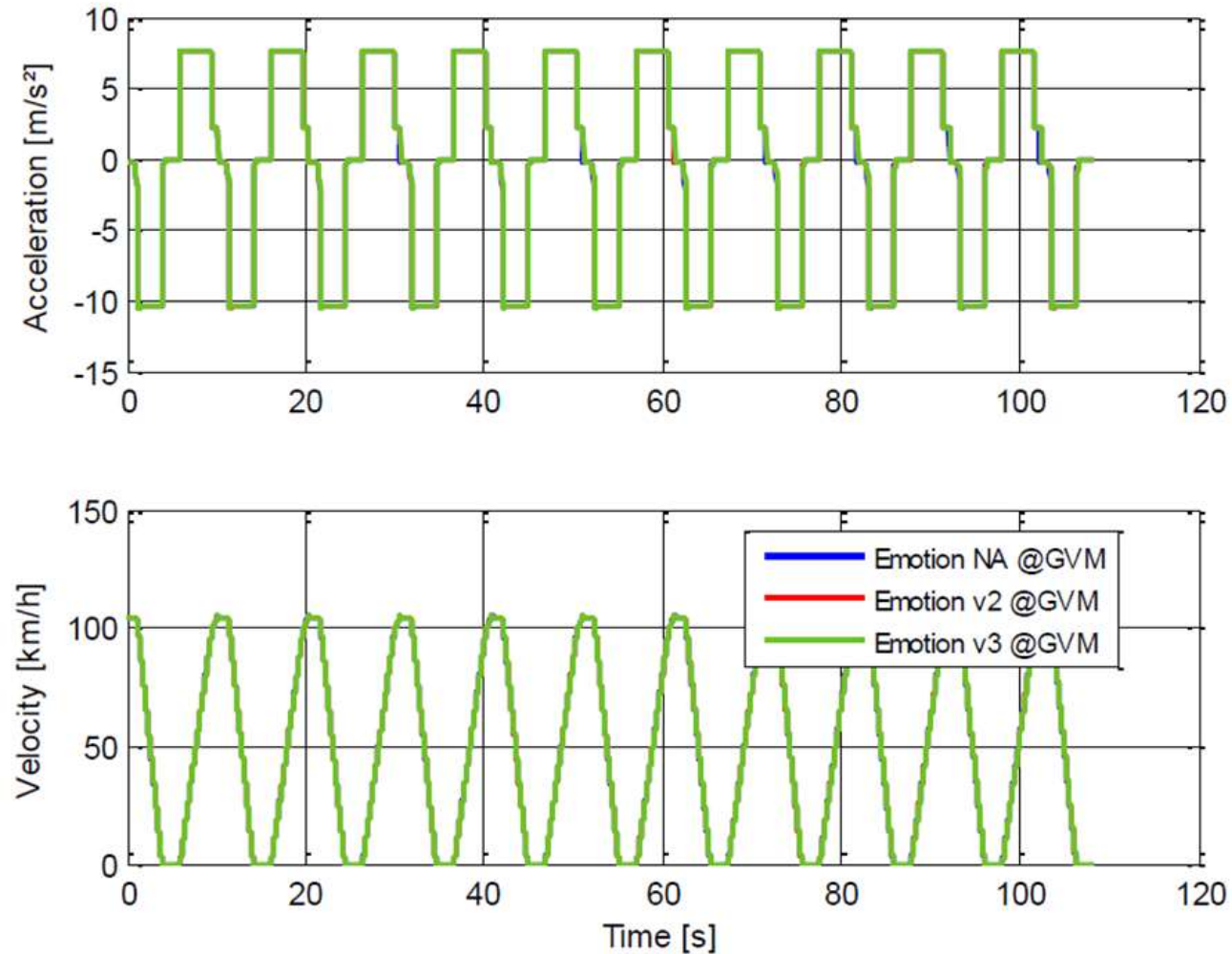


Alfa 159

v_{max} = 240 km/h
Poids max chargé = 2260 kg
 $t_a(0-100\text{km/h})$ = 7,0 sec
Engine performance = 176 kW
 a_{Brake} = 10,1 m/s²

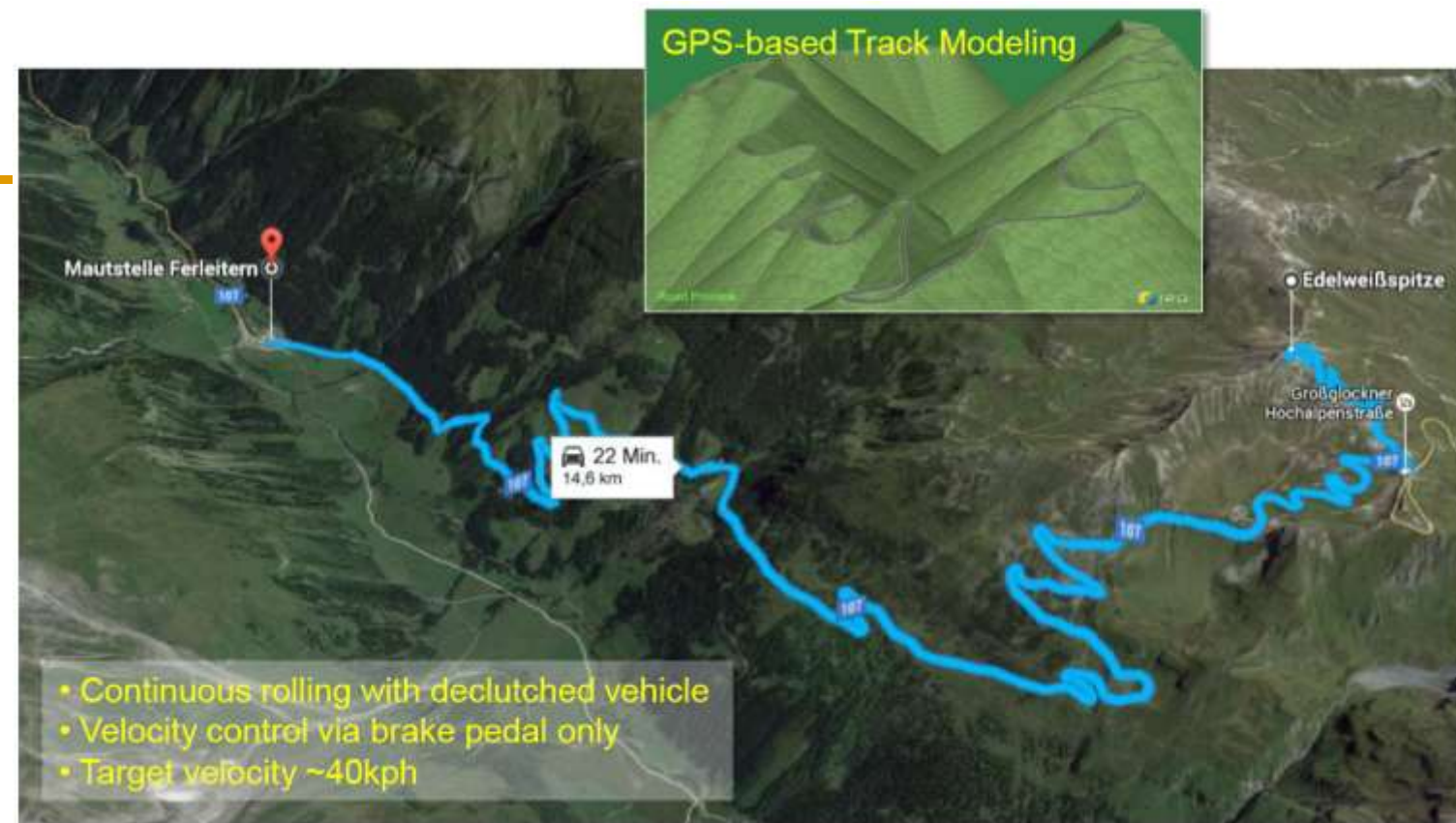
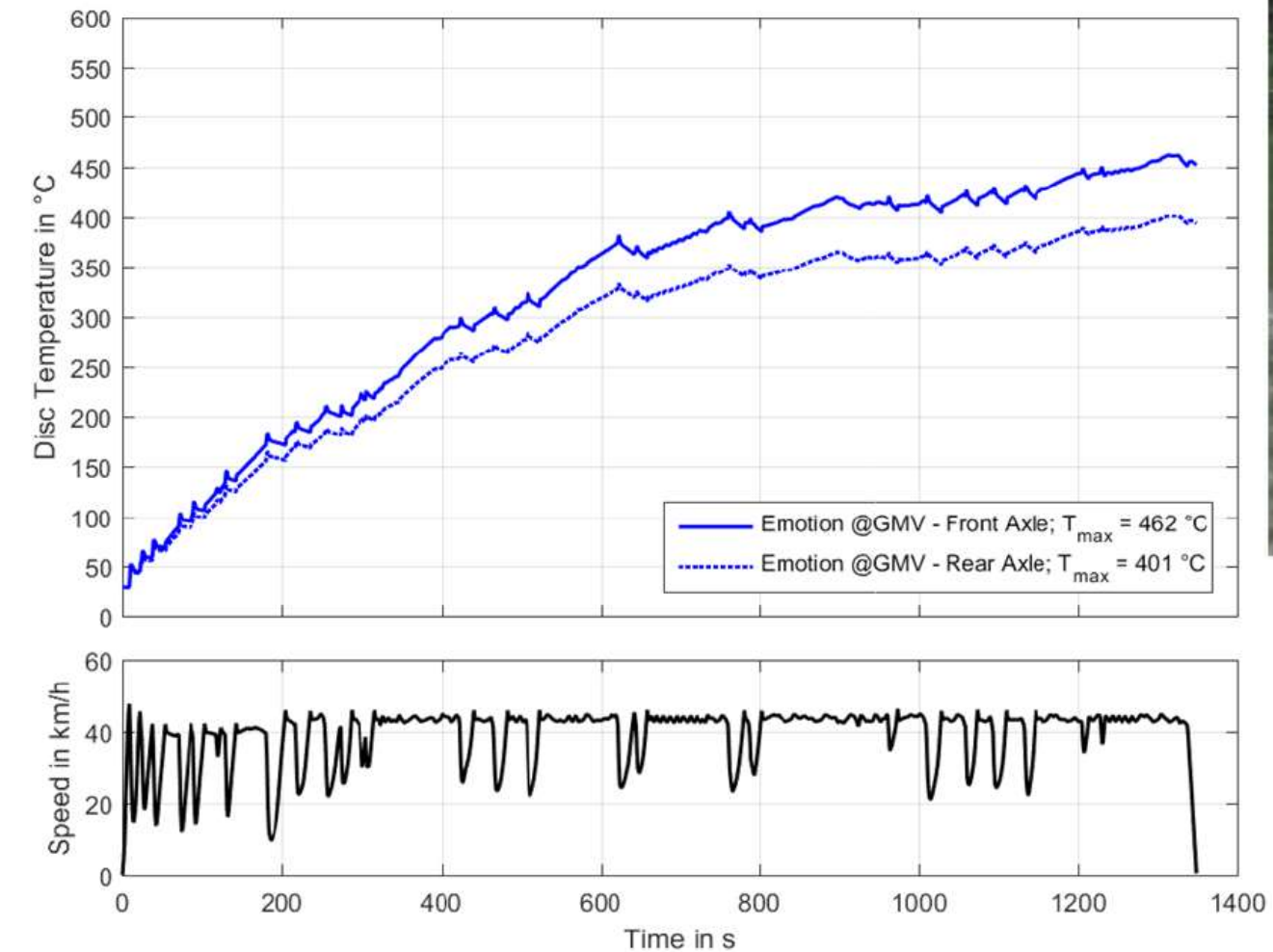


AMS 100 (11x 105...0 KMH)

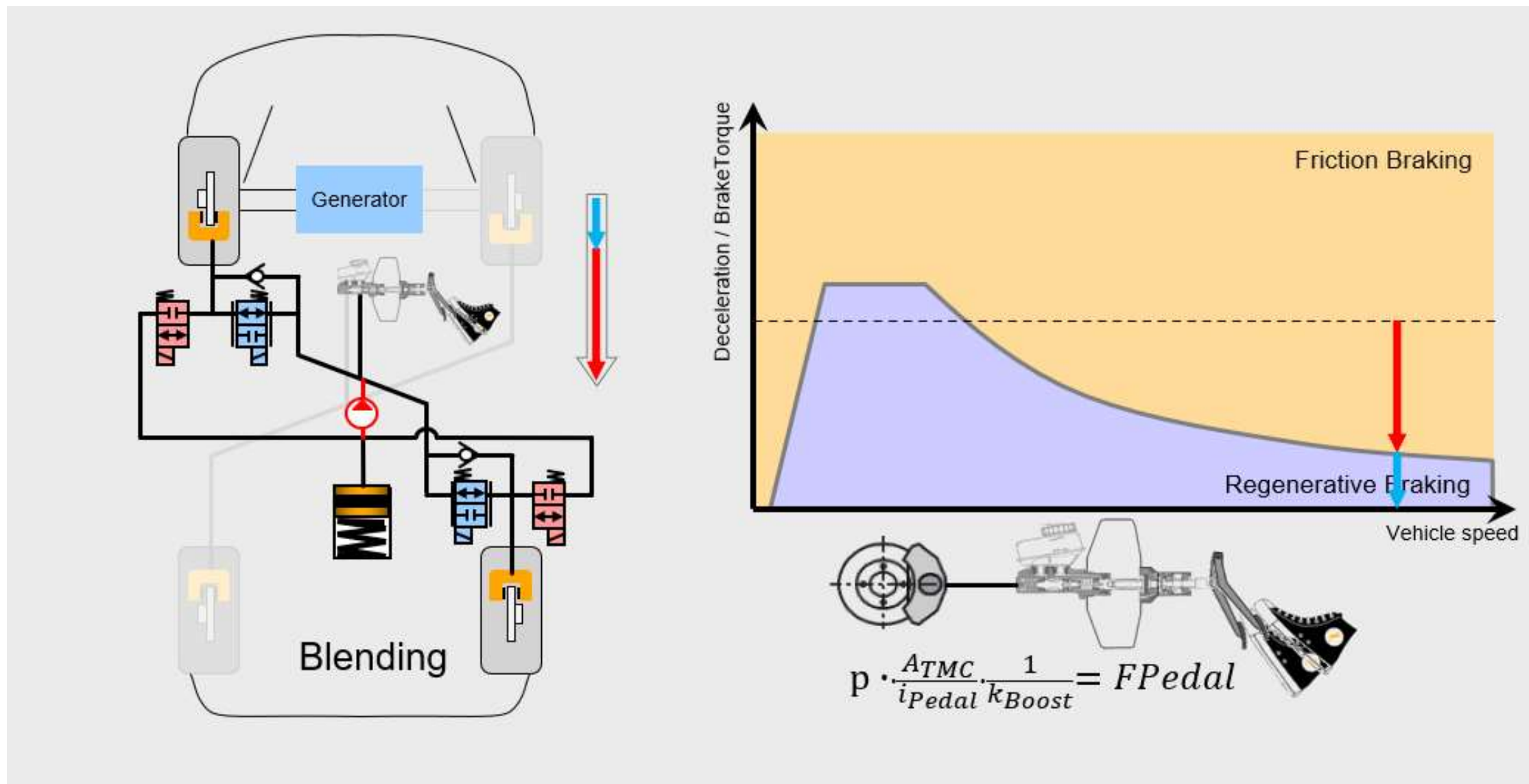


Grossglockner Downhill Test

Austrian Alps, $\Delta h \approx 1430\text{m}$



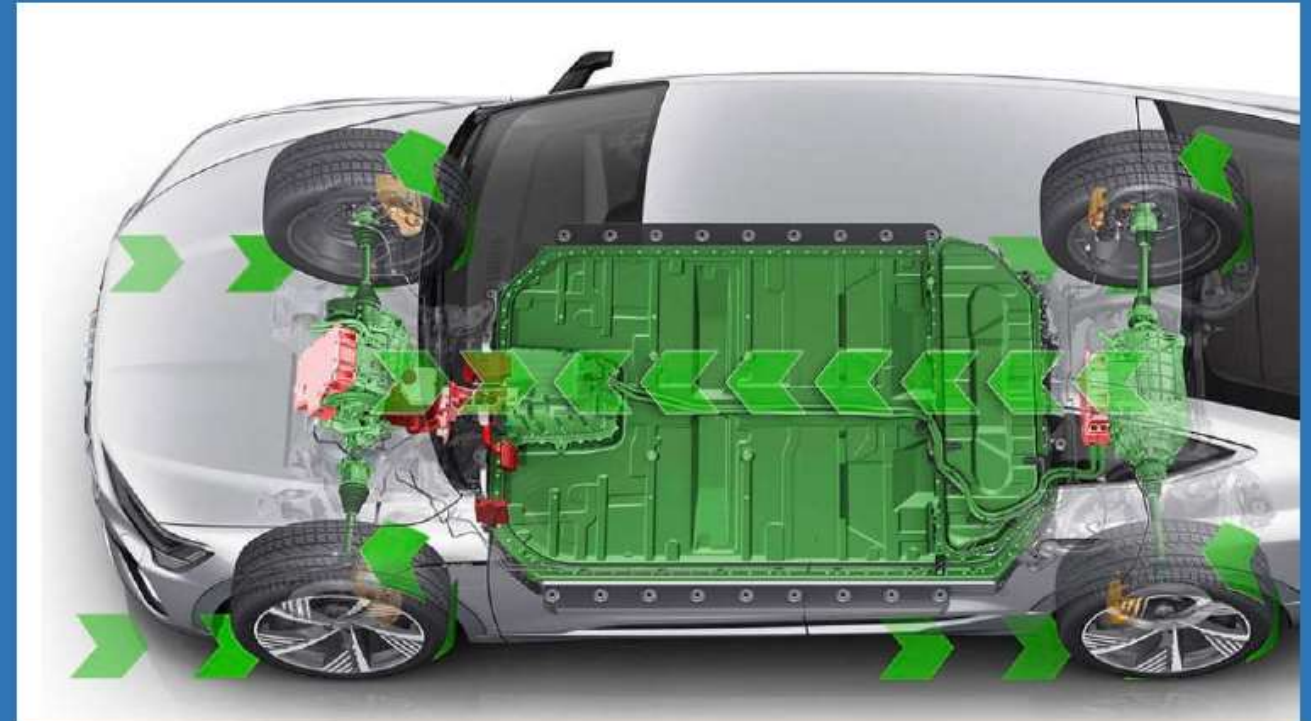
Optelsom van verschillende remkrachten bij Hybride aandrijving



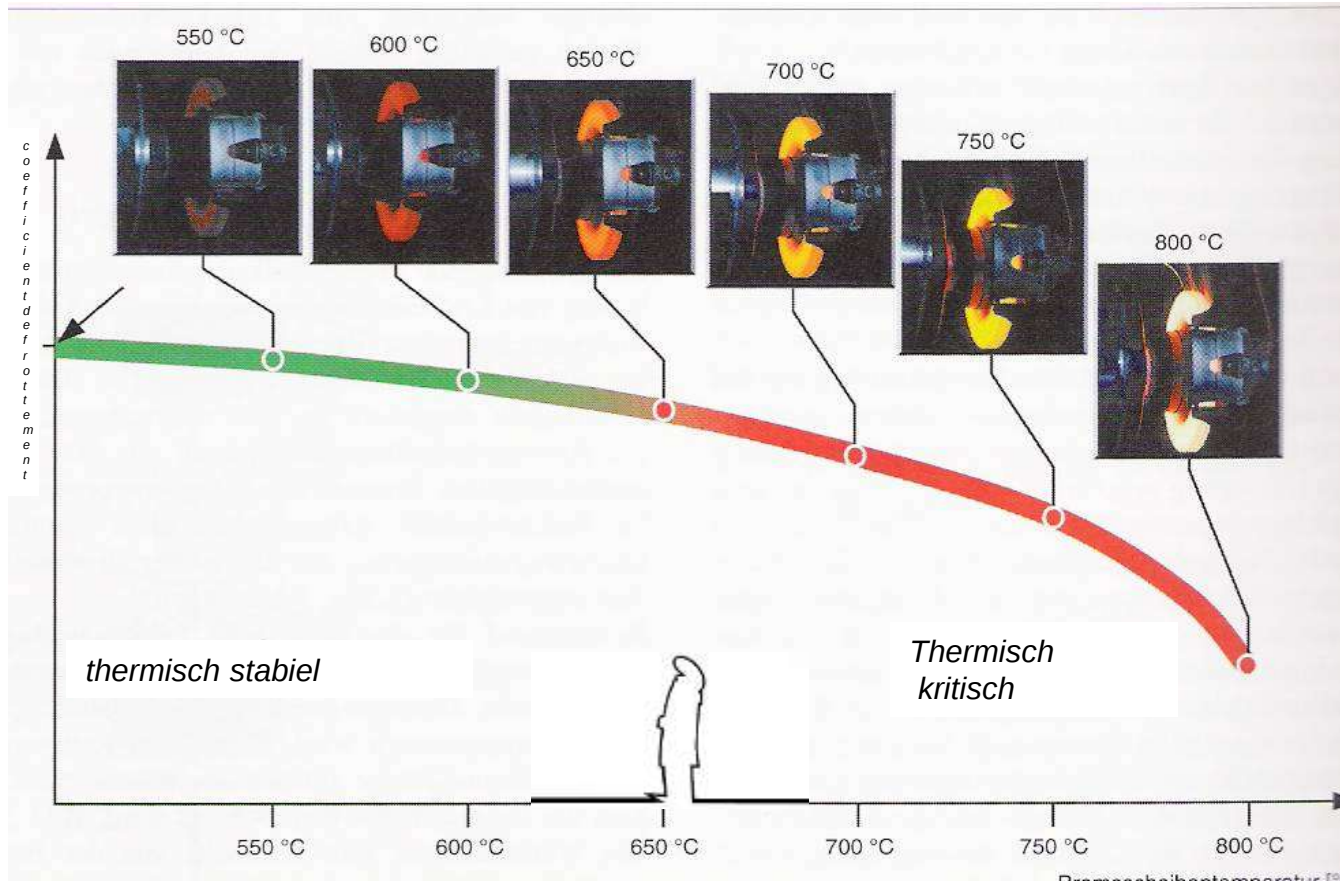


Factoren die de ontwikkeling van remmen beïnvloeden elektrificatie van de aandrijving van voertuigen

- | Remmen door energie-recuperatie
 - | Minder slijtage
 - | Lagere thermische belasting
 - | Hoog corrosierisico
- | Vermindering van noodzakelijk remmen tot 90% door recuperatie



Werkingstemperatuur remschijf





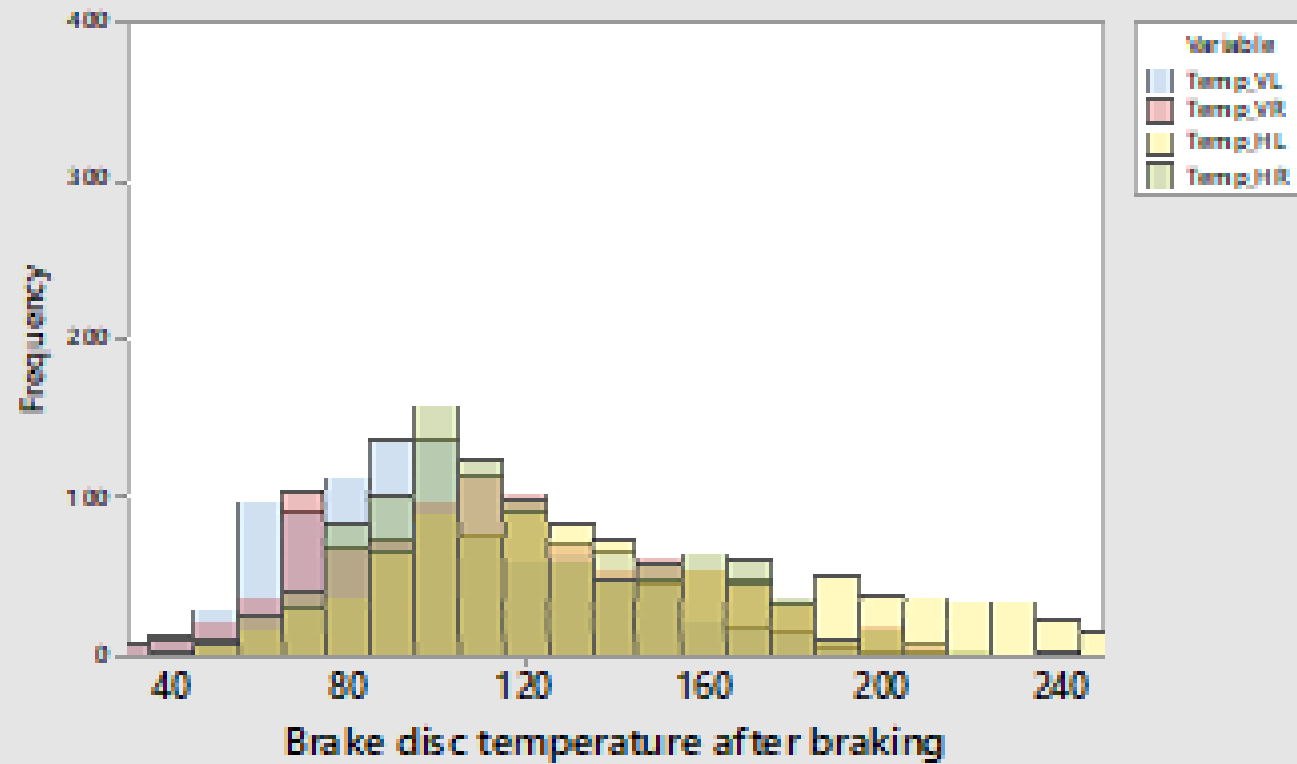
Op het einde van het productieproces ondergaan de remblokken een thermische behandeling van ongeveer 500 ° C.

Door dit proces van uitgloeien kunnen de opgestapelde gassen en spanningen volledig verwijderd worden.

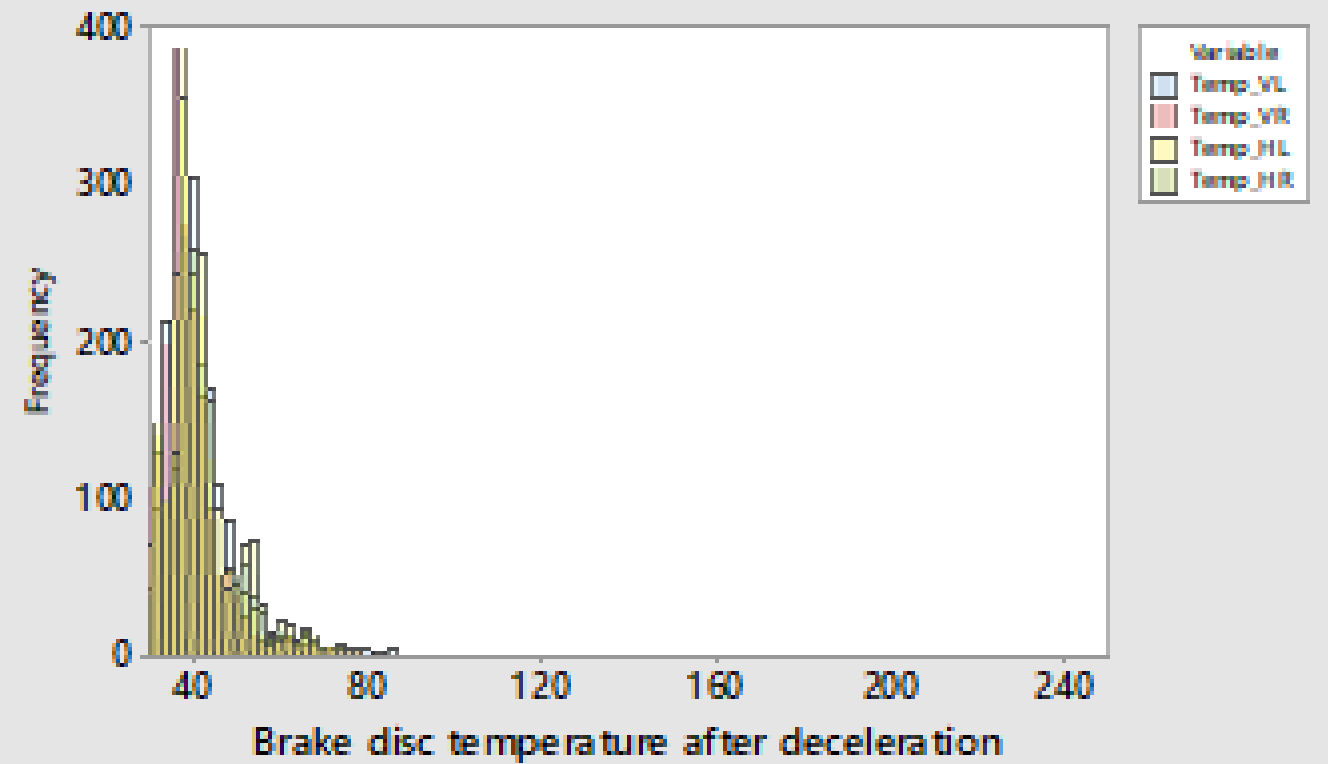
Geventileerde schijfrem



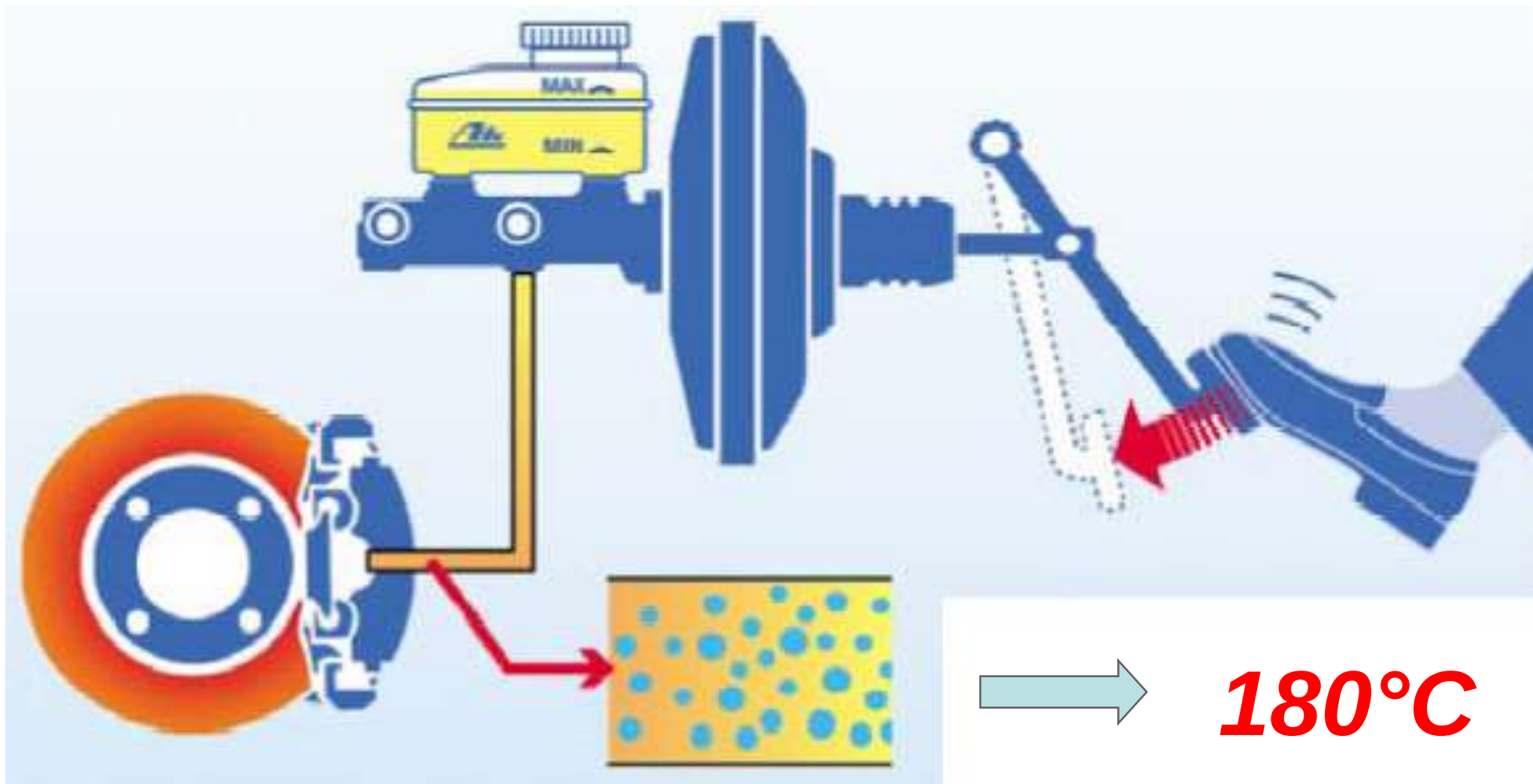
Histogram of Temp ICE C-Segment



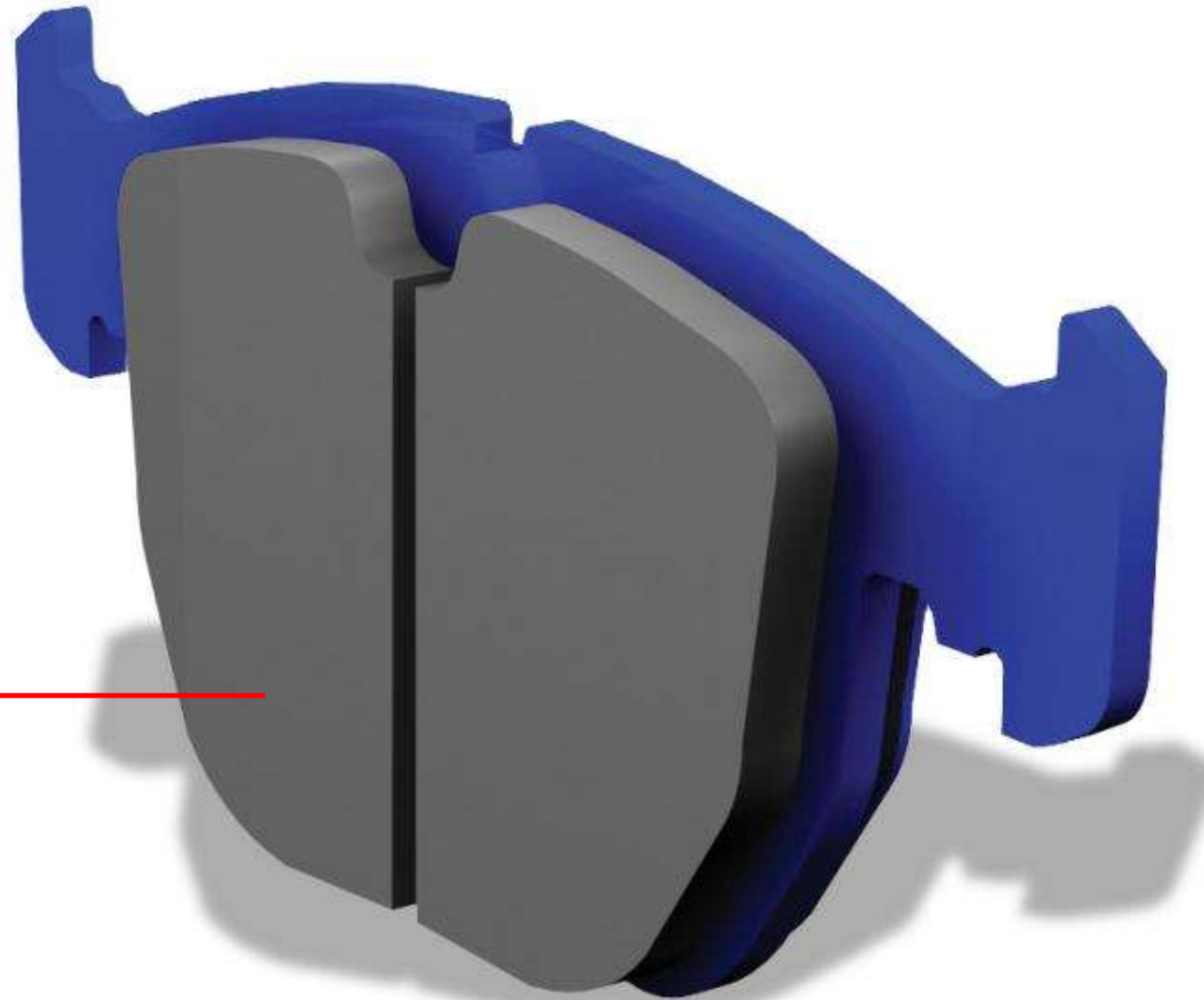
Histogram of Temp BEV C-Segment



Nadeel van de warmteontwikkeling tijdens het remmen

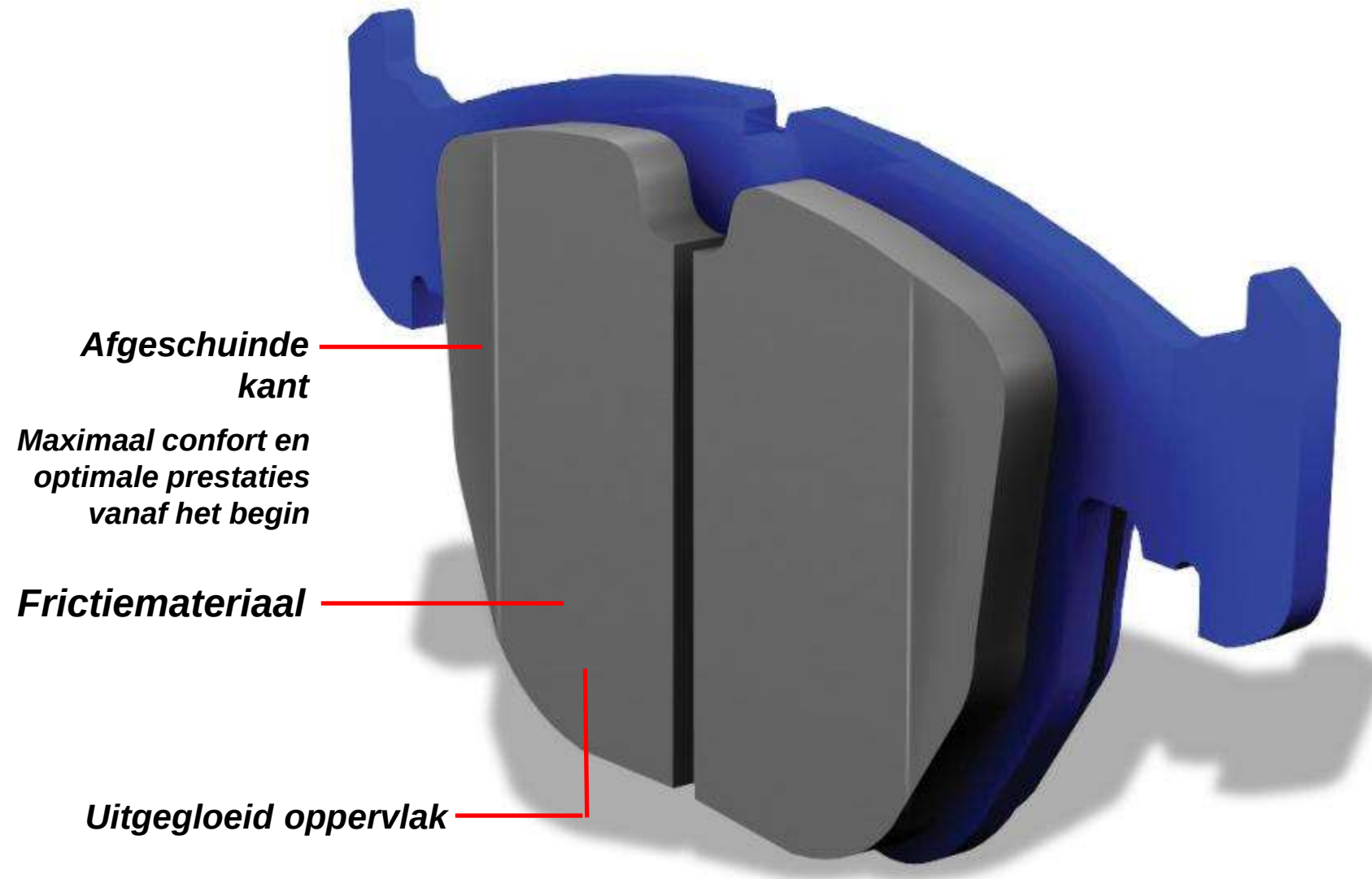


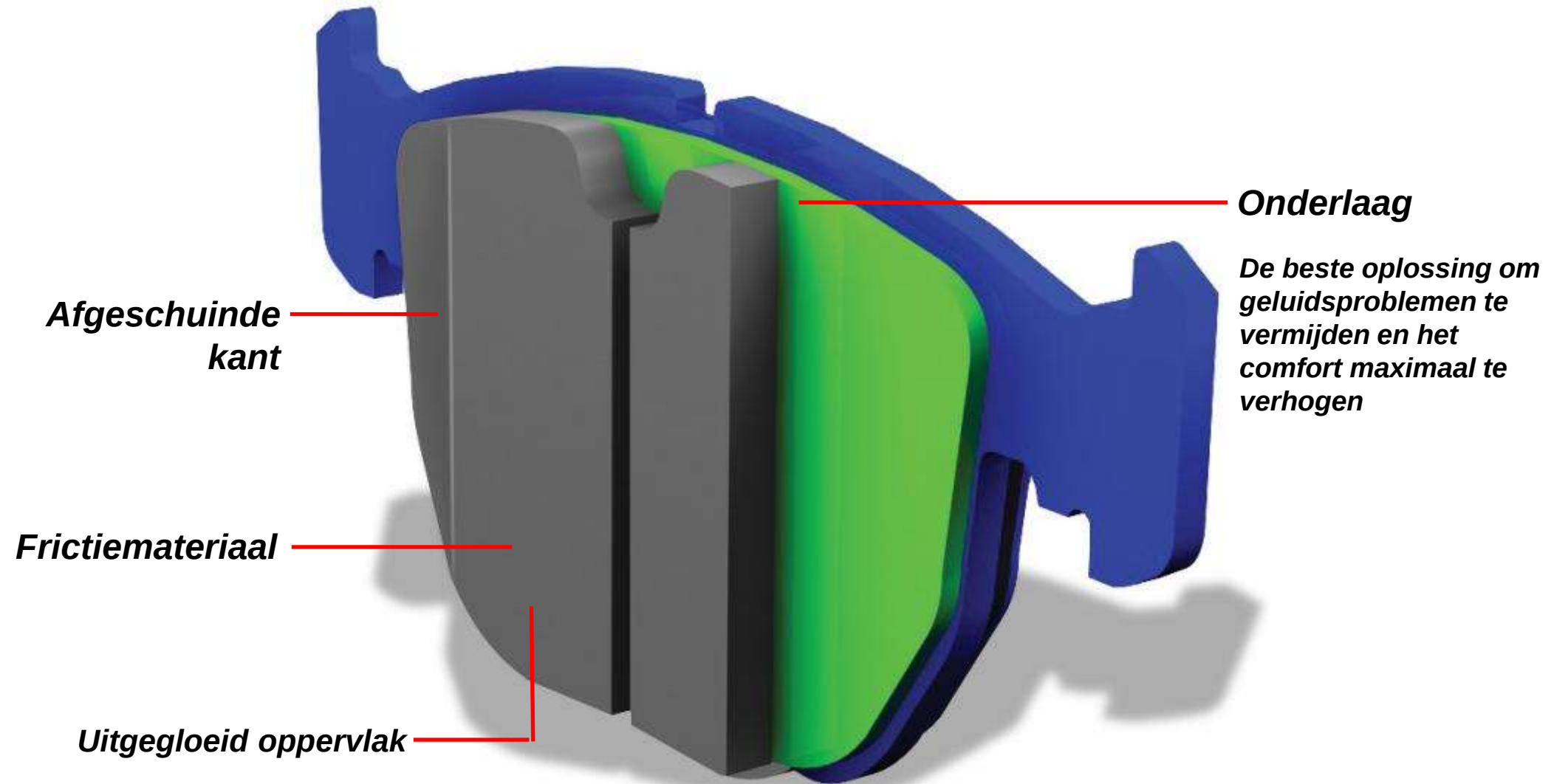




Frictiemateriaal

*ATE biedt meer dan
160 verschillende
frictiematerialen aan
om tot een perfect
resultaat te komen.*







μ Level

<0.150
0.151-0.250
0.251-0.350
0.351-0.450
0.451-0.550
>0.550

Identified as

C
D
E
F
G
H

Example:

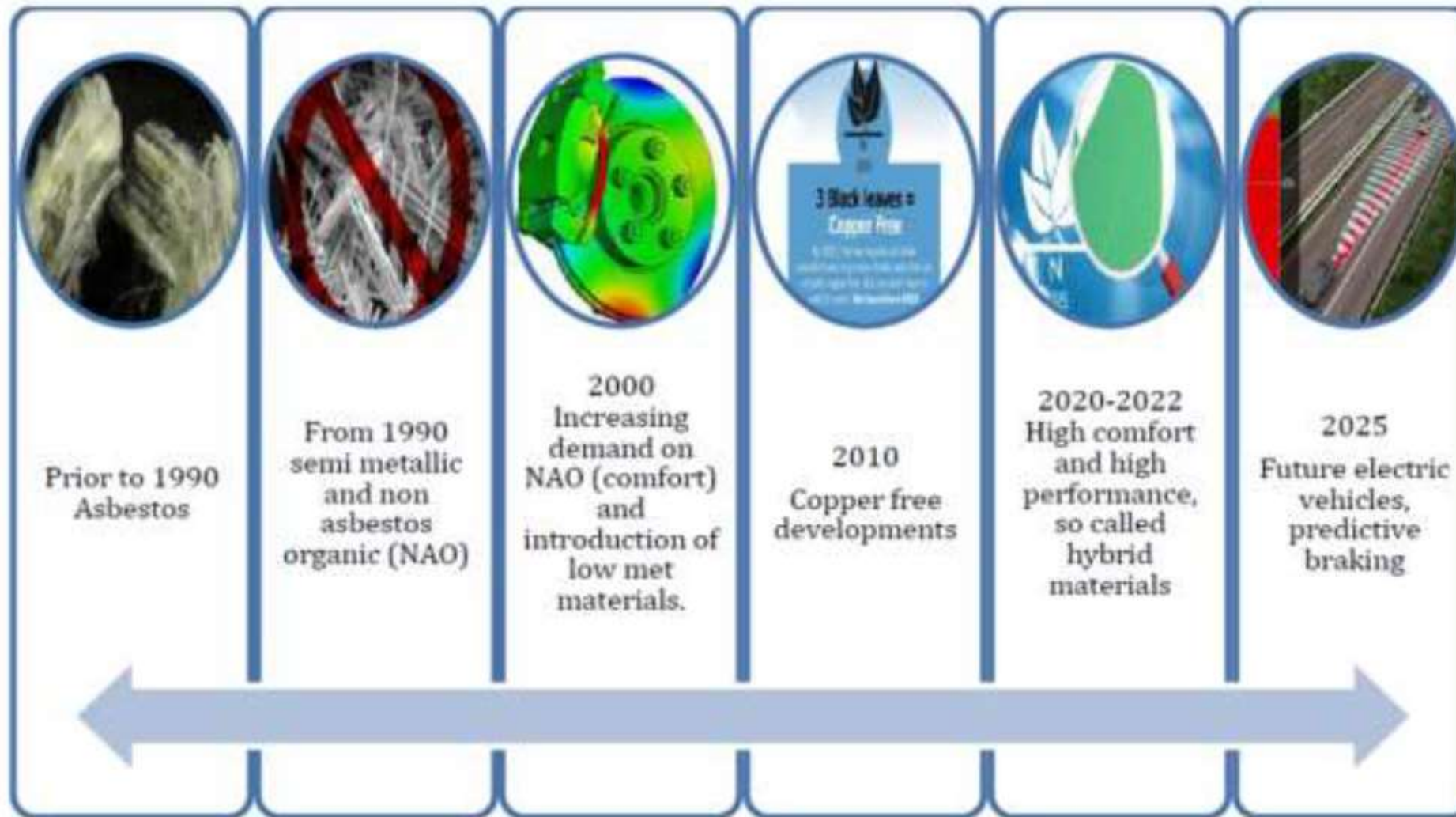
FER
Co. name

4071
Prod. ID

F
cold

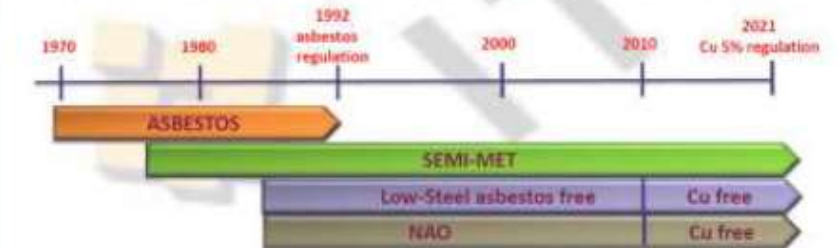
G
Hot

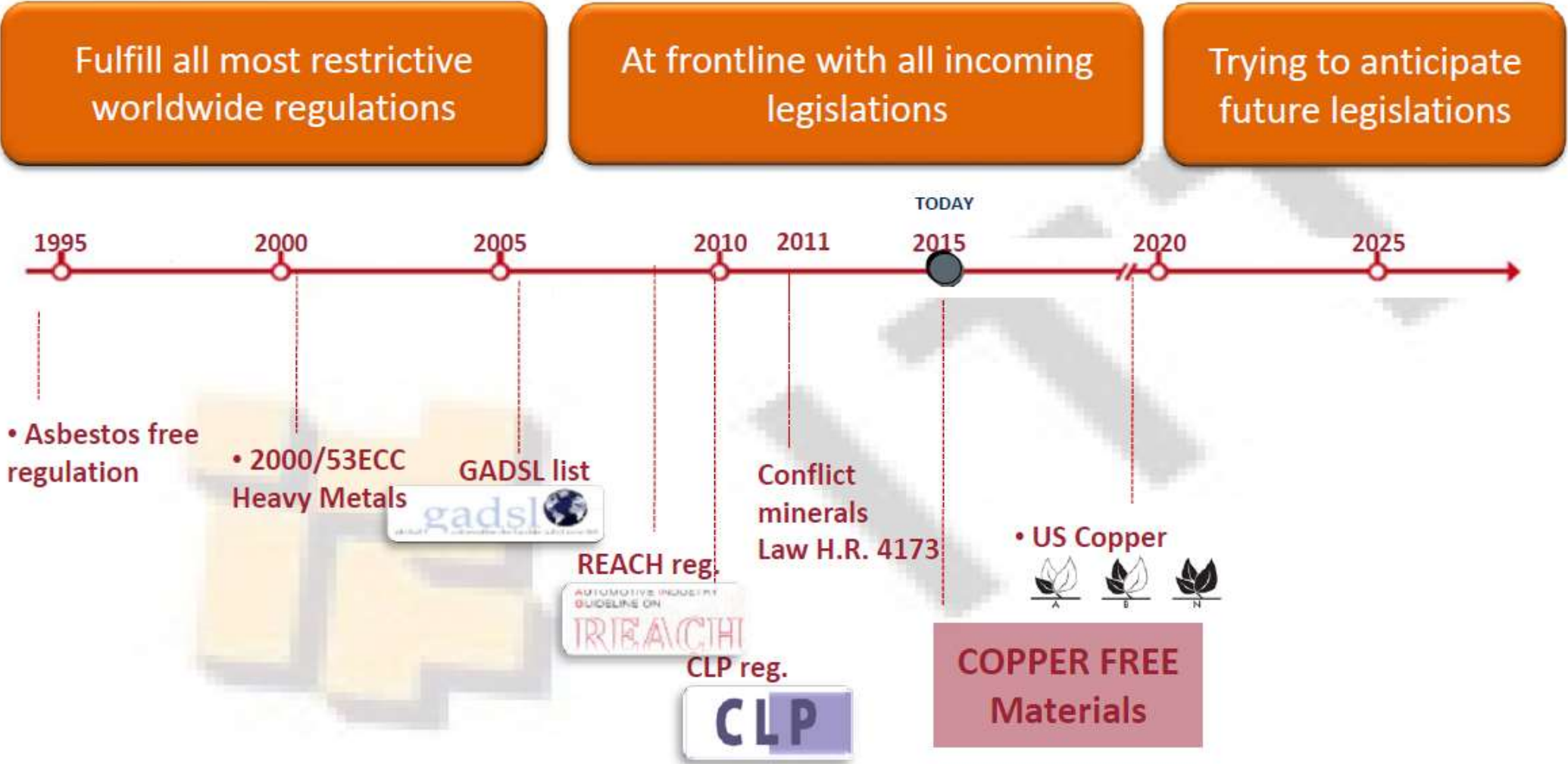
Evolutie materiaal Remblokken



Friction material – Types and Evolution

- Semi-metallic formulas – primarily contain steel fiber, porous iron powder, abrasives and graphite/coke lubricants.
- Non-asbestos organics (NAOs) formulas contain nonferrous metals, various abrasives and lubricants, mineral fibers and other reinforcements. In the aftermarket, NAOs are often referred to as "ceramic" formulations.
- Low-steel contain some steel fiber and/or iron powder, various abrasives and lubricants, some non-ferrous metals – typically European style materials.





Reglementering metalen in remblokken



TABLE 2 - PERCENT BY WEIGHT LIMITS PER MATERIAL DESIGNATION

Chemical element	"A" material	"B" material	"N" material
Cadmium and its compounds	0.01	0.01	0.01
Chromium (VI)-salts	0.1	0.1	0.1
Lead and its compounds	0.1	0.1	0.1
Mercury and its compounds	0.1	0.1	0.1
Asbestiform fibers	0.1	0.1	0.1
Copper and its compounds	n.a.	5.0	0.5

Examples: "A15" material manufactured in 2015 and meets the "A" material designation
"B16" material manufactured in 2016 and meets the "B" material designation
"N17" material manufactured in 2017 and meets the "N" material designation



Asbestos <0.1%
Cd<0.01% Cr(VI)<0.1%
Pb<0.1% Hg<0.1%



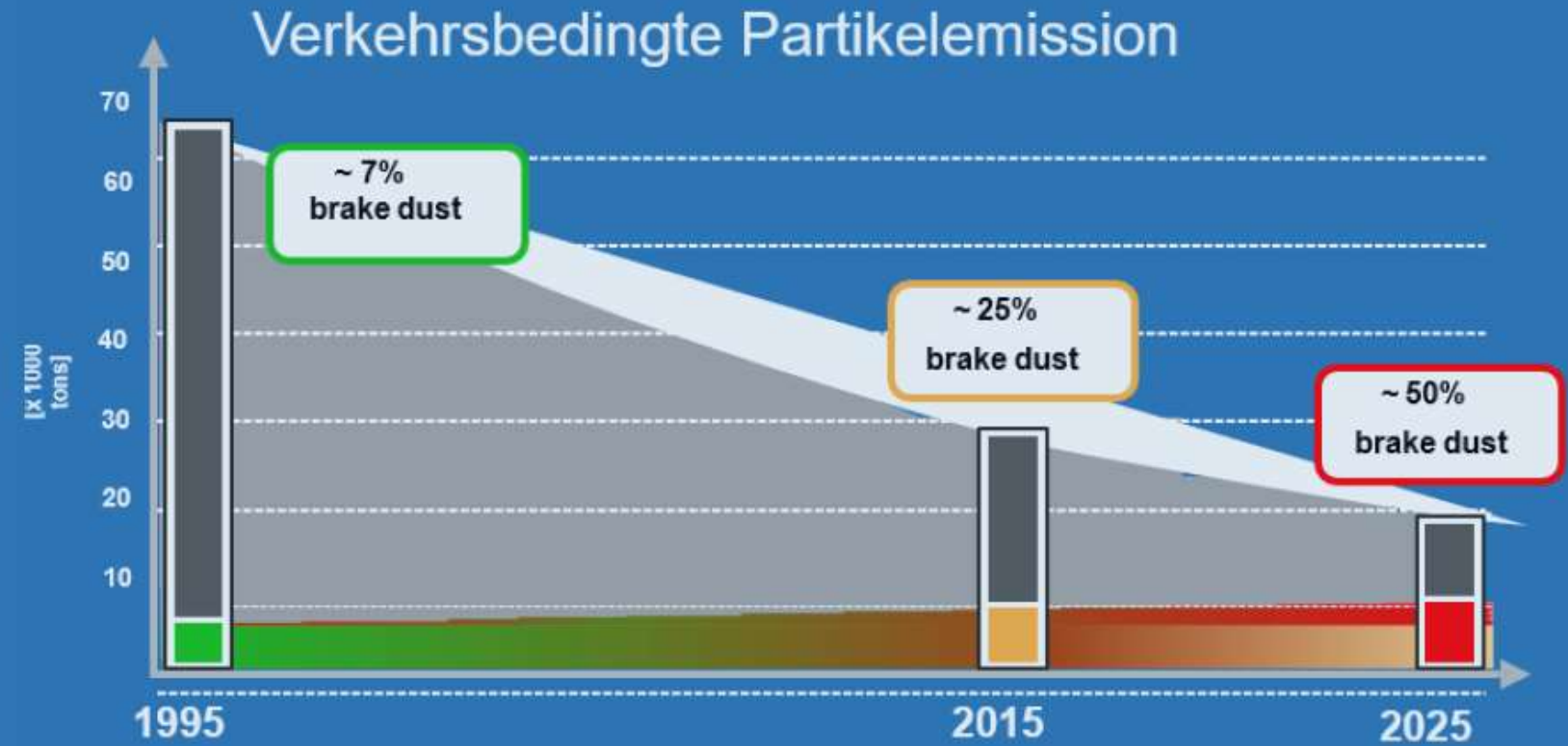
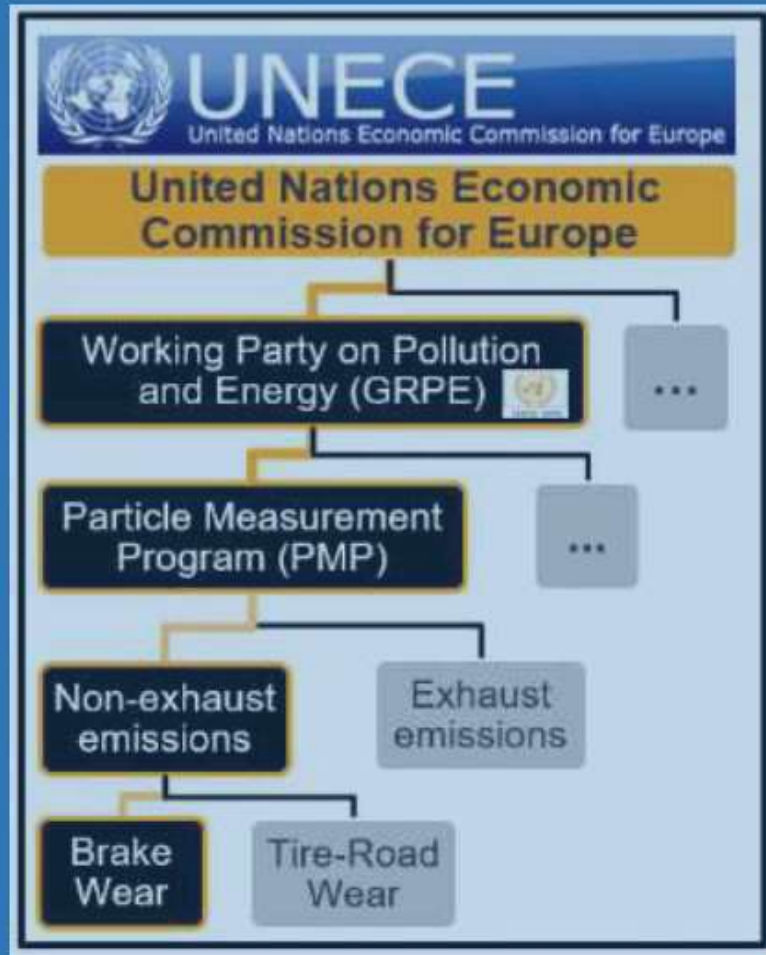
Copper content < 5 %



Copper content < 0.5 %

Factoren die de ontwikkeling van remmen beïnvloeden

vaststelling van grenswaarden in Euro 7





met ATE Ceramic



zonder ATE Ceramic

Vergelijking van 3 technologieën



ATE Original remschijven

ECE R90



- | Sinds november 2016 geldt dit ook voor remschijven voor alle voertuigmodellen met typegoedkeuring vanaf november 2016 - met nog strengere minimumeisen, zoals:
 - | 150 cycli (elk 2 stops) van V_{max} tot 20 km/u met een vertraging van 5 m/s^2
 - | Hoge belastingstest (op de vliegwielttestbank) 70 stops van V_{max} tot 10 km/u met een vertraging van 10 m/s^2
 - | Diktetolerantie* in mm: ECE = 0,015 ATE = 0,010
 - | Laterale slingering* in mm: ECE = 0,050 ATE = 0,030 *Fabricageafmetingen
- | Meer dan 90% van de ATE-remschijven voldoet aan de Europese norm ECE R90



Remstofemissies - remschijven

- | Speciaal gecoate remschijven om fijnstof en slijtage te verminderen
 - | Nitreren of nitrocarbureren, een soort warmtebehandeling in een speciale atmosfeer
 - | Remschijven bekleed met hard metaal (wolfraamcarbide, titaniumcarbide) met behulp van extreem hogesnelheidslaser (EHLA)



Foto: Fraunhofer ILT / Volker Lannert

**Komt er een heropstanding van de
trommelrem?**



De trommelrem als gebruiksrem

Voordelen

- | Lagere slijtage door corrosie
- | vermindering van stofemissies
- | Zeer laag restkoppel
- | Hoge kilometerduurtijd tot wel 150.000 km
- | Geschikt voor voertuigen tot een toegestaan totaalgewicht van 3.500 kg.
- | Kosteneffectiever dan schijfremmen



Duo Servo-remsteem

De trommelrem op de vooras



Duo Servo- en Simplex E-remsysteem

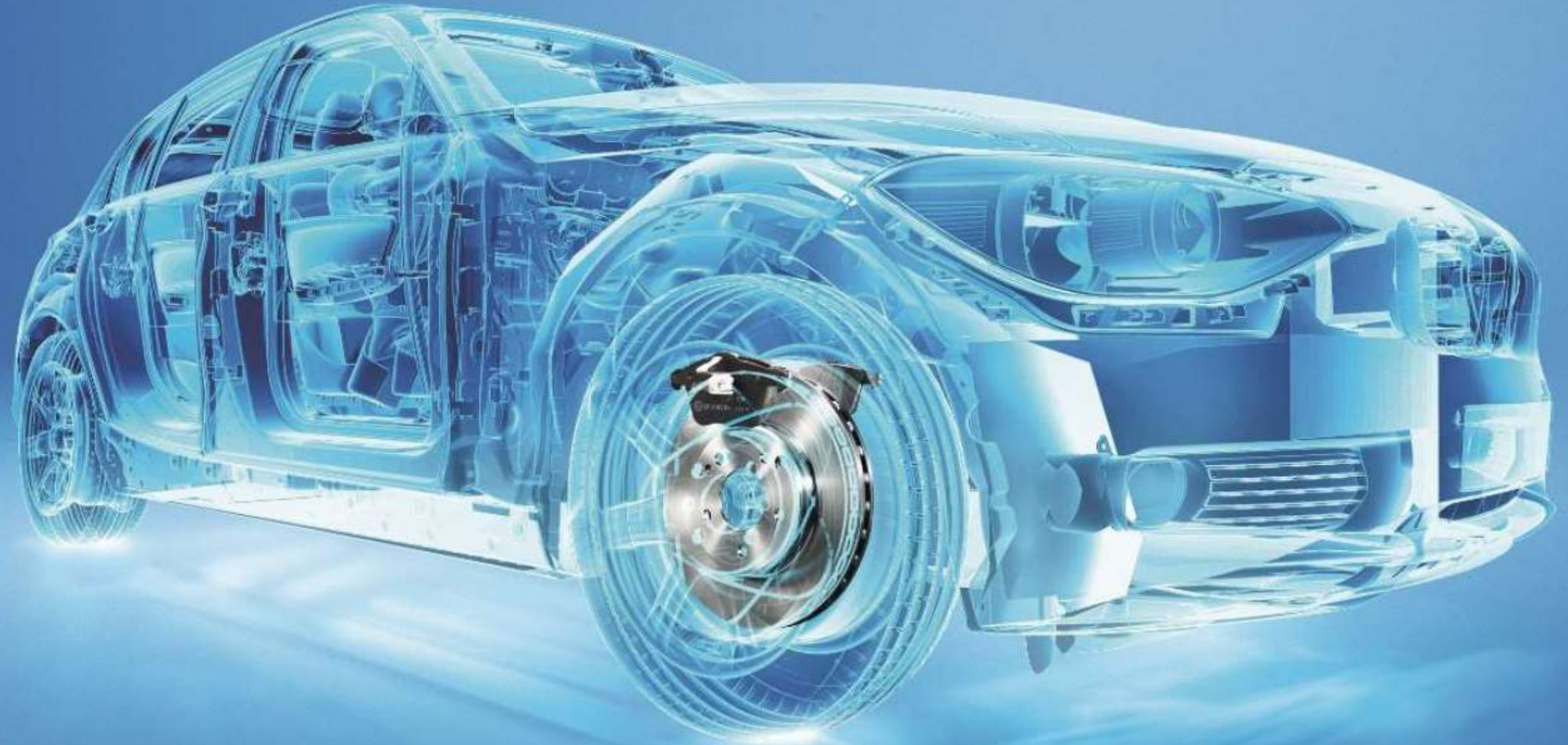
De E-Trommelrem incl. EPB



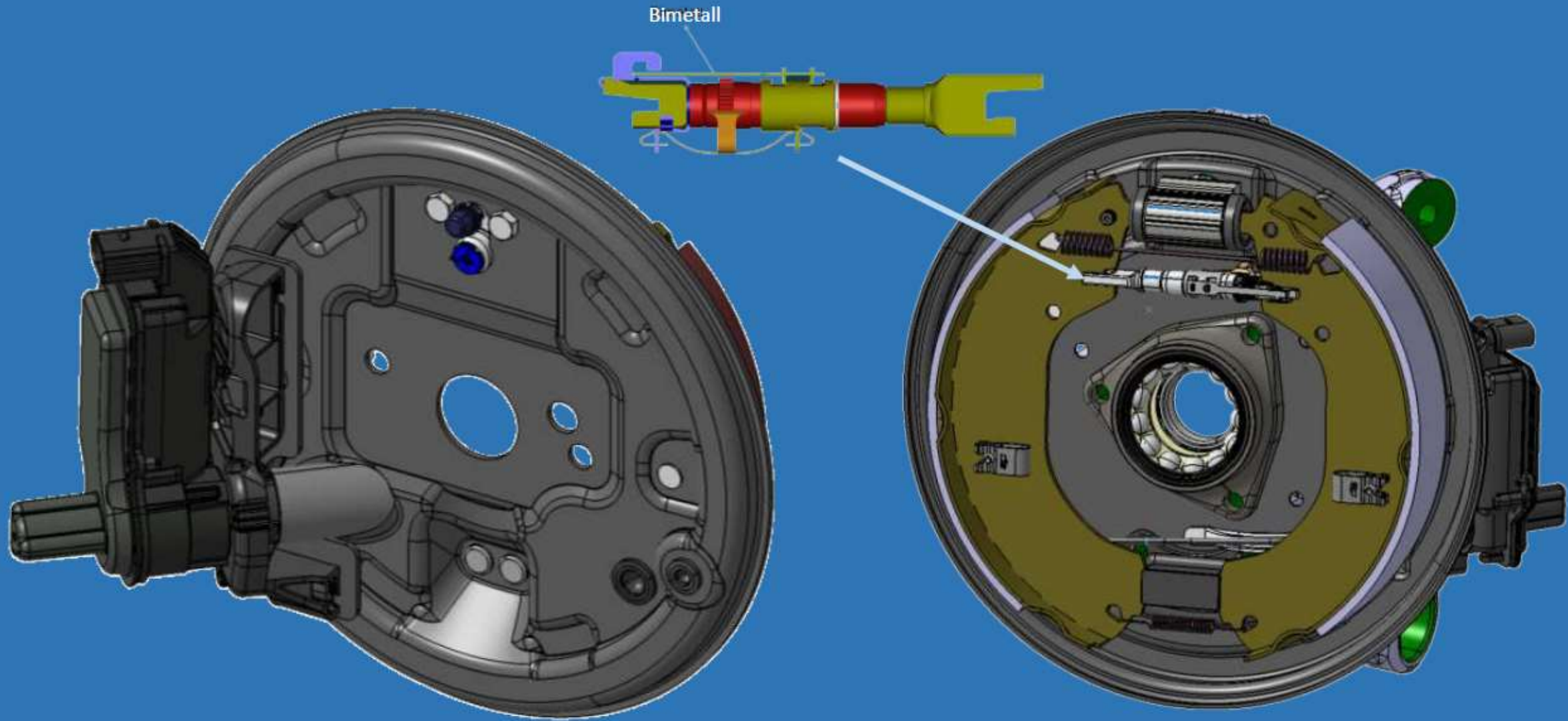
eDB Duo Servo / eDB Simplex



De trommelrem bij E-voertuigen bij voorbeeld ID.3 / ID.4



De Simplex trommelrem met Actuator VW ID.3/ID.4



E-Caliper en Simplex E-remsteem

De E-Trommelrem incl. EPB



eCaliper / eDB Simplex



E-Caliper en Duo Servo E-remsysteem

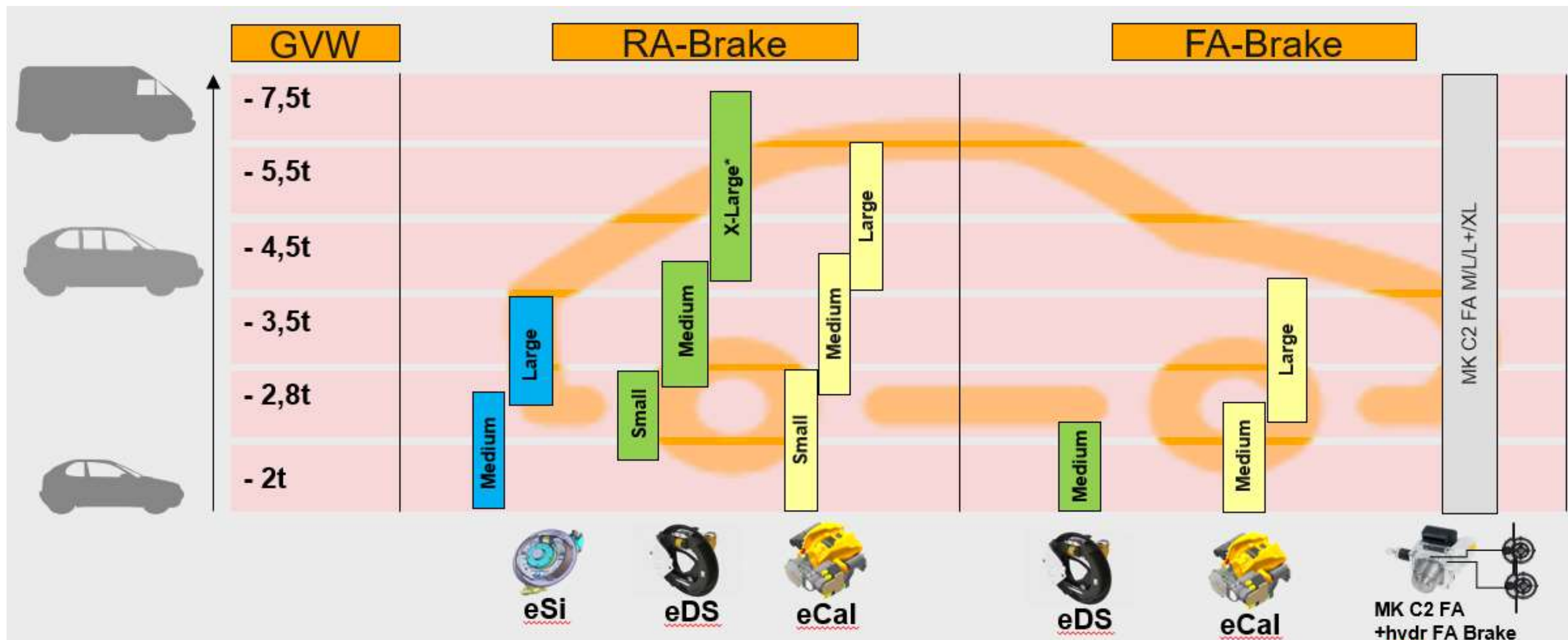
De E-Trommelrem incl. EPB



eCaliper / eDB Duo Servo



Komt de trommelrem terug ?



Komt de trommelrem terug ?

Vehicle		FA-Brake		RA-Brake		Demo
FBS3 4x eDB	 Audi Q2 F-TZ3000 Gas 1,5l Turbo 110kW DSG7		e-DS: 13" Duo-Servo Drum Brake max Force: 7 kN		e-Si: 11" Simplex Drum Brake max Force: 7 kN	TCA Winter ride
FBS3 4x eCal	 Audi Q2 F-TZ1000 Gas 1,5l Turbo 110kW DSG7		eCal Medium: Base Caliper: FA 63 @disc: 340-30 max Force: 45 kN		eCal Small: Base Caliper: EPB Ci Fnc-M38 @disc: 270- 10 max Force: 24 kN	TCA Winter ride

Concepten voor remsystemen

Standaard
remschijf



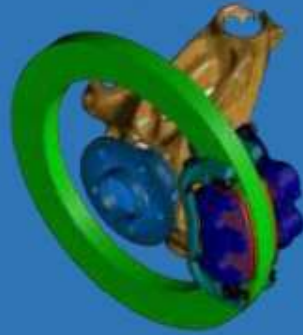
Pro:

Hoge thermische
belastbaarheid

Contra:

Heeft veel ruimte nodig,
Corrosie, Partikelemissie

Buitenliggende
remschijf



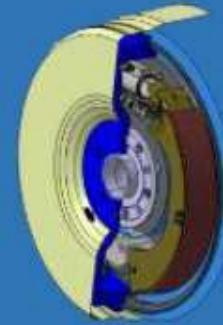
Pro:

Hoge thermische
belastbaarheid

Contra:

Heeft veel ruimte nodig,
Kosten, Corrosie,
Partikelemissie

Trommelrem



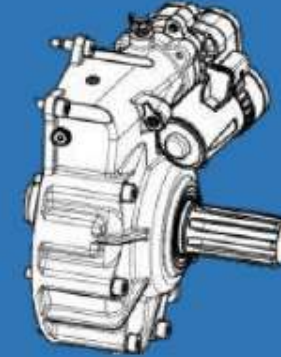
Pro:

Hoog remmoment,
goede behuizing

Contra:

Geringe thermische
belastbaarheid

Lamellen-
remsysteem



Pro:

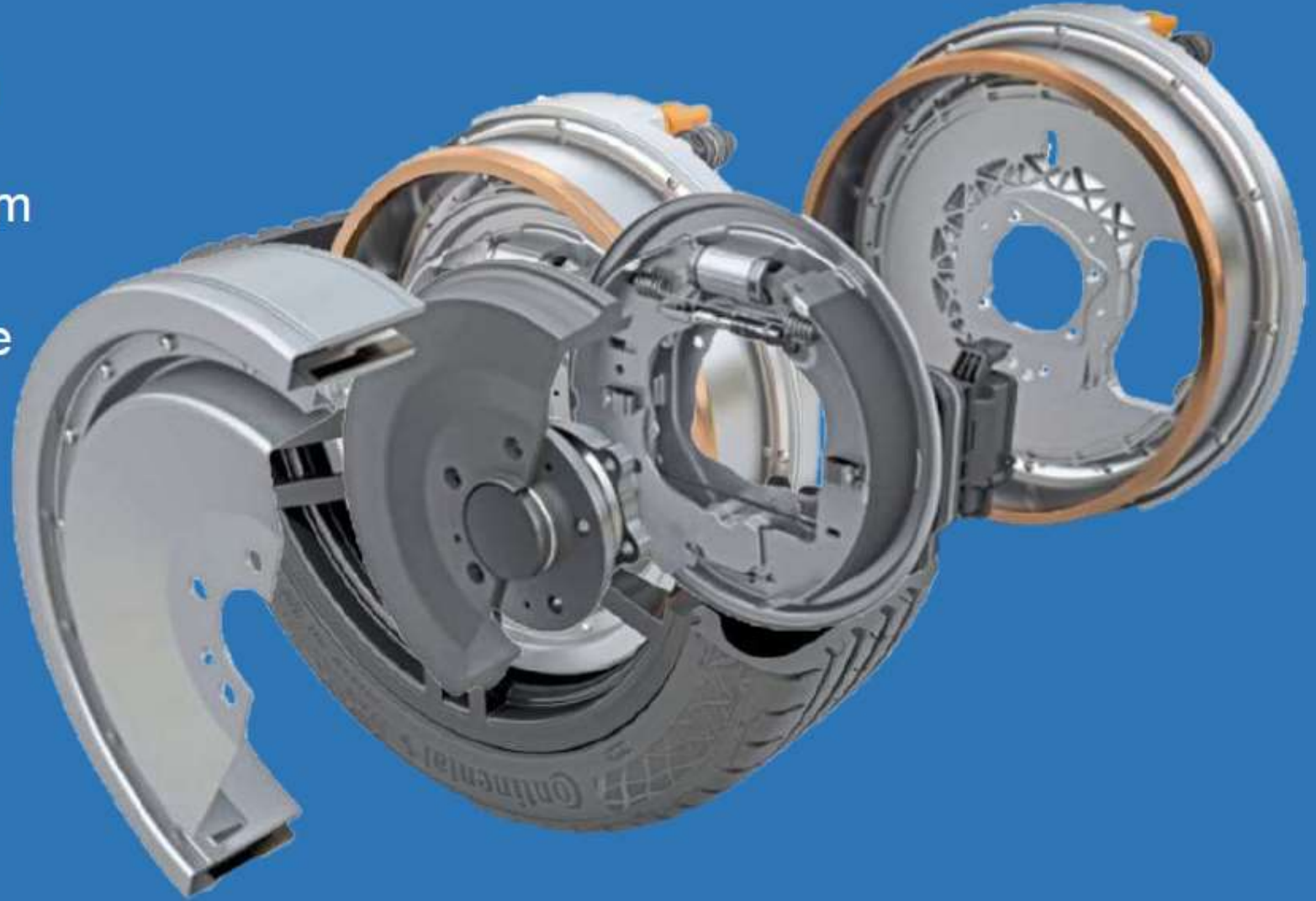
Zeer hoog remmoment,
totale bekapseling

Contra:

Zeer geringe thermische
belastbaarheid

Wielnaafmotor en trommelrem

- › In een eerste stap wil Continental de toekomstige aandrijfremunit uitrusten met een hydraulische rem
- › Later worden ook droge remsystemen zonder hydraulische componenten in het Deepdrive-systeem geïntegreerd



Wielnaafmotor



Wat brengt de toekomst?



