



Vision Autonomes Fahren im Urbanen Umfeld

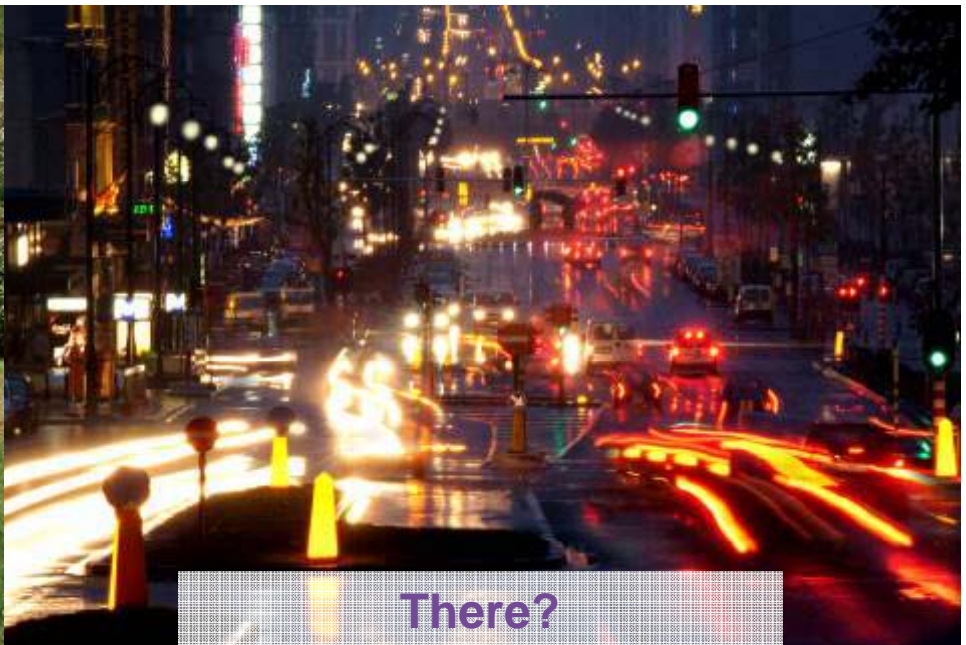
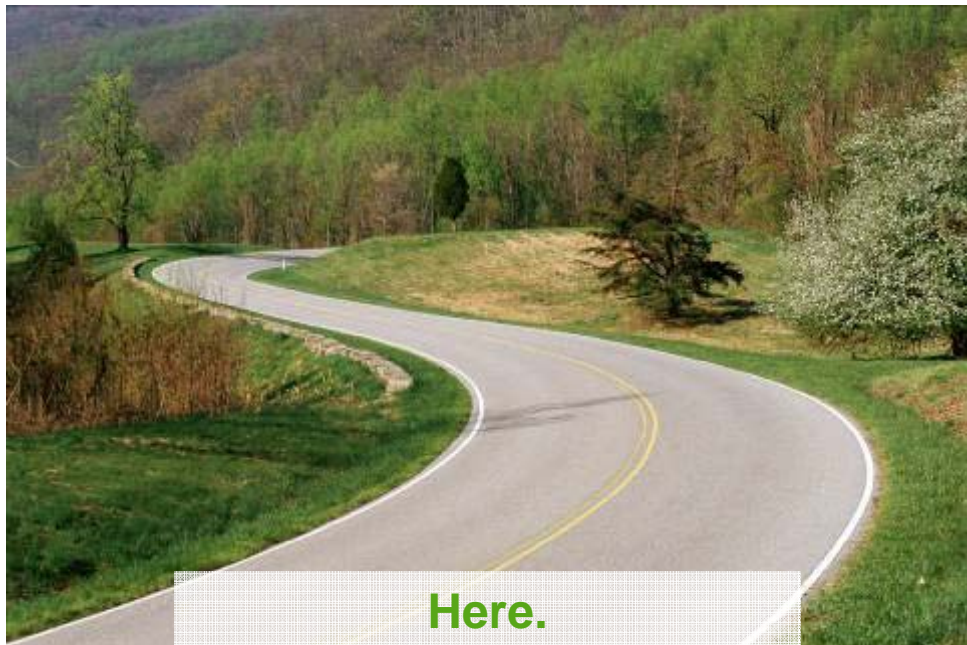
Dr. Heinrich Gotzig
Expertise & RAISE Director Valeo CDV
Valeo Senior Expert

Agenda

- Automotive Megatrends
- On the way towards Autonomous Driving
- Sensor Technologies
- Fusion concept / architecture
- Park4U®Remote
- Current development activities
- Summary

Pleasure to drive

- We enjoy driving...

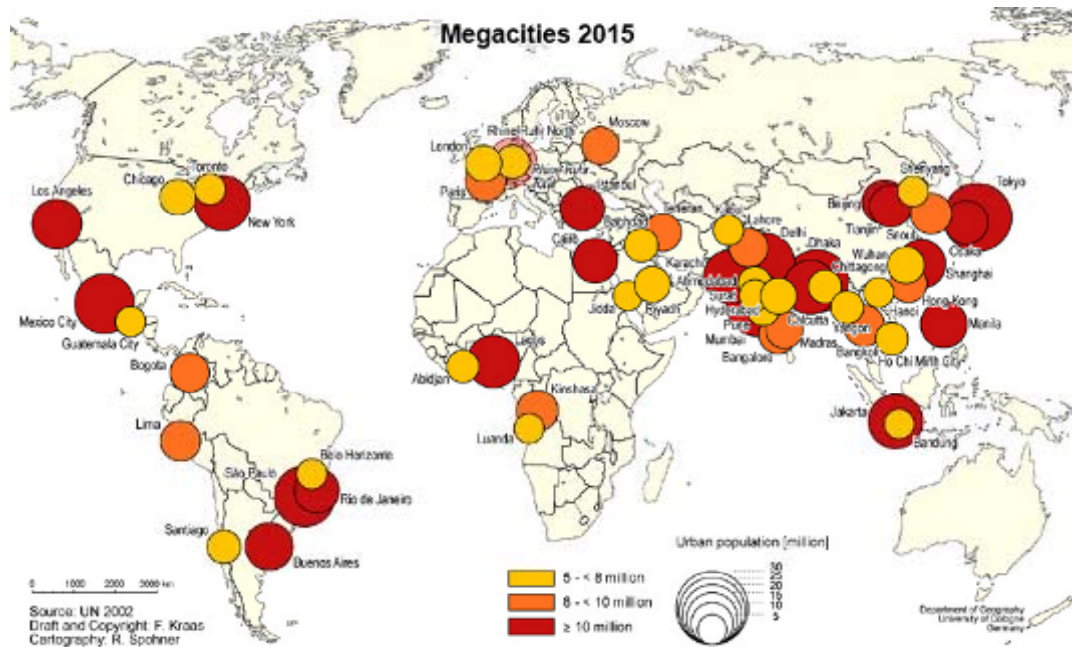


If driving is a burden, what is the end user expectation?



Urbanization

- More and more driving takes place in urban environments



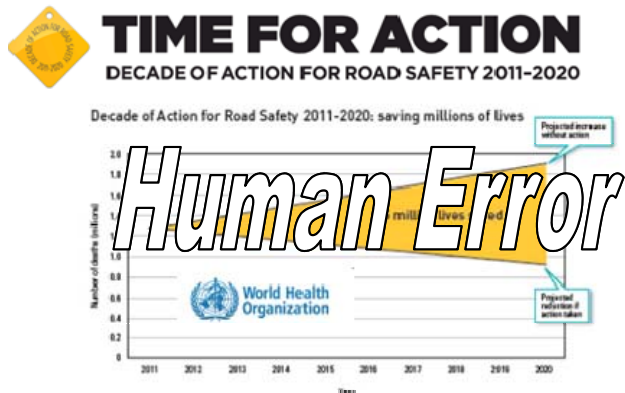
Megatrends: Sustainable Mobility



- Mobility in urban environments
 - ➔ Parking and maneuvering support
 - ➔ Automatic docking and charging for EVs
 - ➔ Car-sharing with partially autonomous elements, e.g. redispaching



- Stay mobil at an older age
 - ➔ Not enough adults to take care on the elderly
 - ➔ Quality of living



- Accident Avoidance:
 - ➔ „Vision Zero“ stop traffic fatalities
 - Active safety systems
 - Intelligent infrastructure
 - ➔ „Decade for Action“: Reduction of worldwide traffic fatalities by 5 million



On the way to Autonomous Driving



Delegation/
Warnung

angepasste
Information

unterstützender
Eingriff

Already existing:

Semi-automatic Parking

High-beam Assist

Lane Keeping

Emergency Braking

Active projects:



The Vision: Autopilot

AMARE

Modulowatt

Automatic docking/parking
for Electric Vehicles



ICADAC

Improved vision in
adverse weather



SPEEDCAM

Next generation
Traffic Sign Recognition



AROS

Vehicle dynamics
for automation in
Parking & Manoeuvring



On the way to autonomous Driving

Concrete timeline communicated by automotive OEMs:

“Latest in 2020, technologies like automatic driving will be standard.”

Ulrich Hackenberg
VW, Member of the Board for R&D

VW entwickelt einen Elektro-Transporter, der selbstständig und auf Zuruf fährt. Es ist das erste große Modell eines großen Projekts – des vollautomatischen Autos der Zukunft.

Hans Christian Schneider
Hamburg

Das Forschungsfahrzeug namens e!Schiff, was kein Szenario kann. Es folgt seinem Fahrer selbstständig. Gedacht ist der von Volkswagen gemeinsam mit der Tochter Porsche entwickelte Elektro-Transporter für Postboten und Kurierfahrer.

Der Clou: Der Wagen folgt dem Zusteller auf dem Weg von Haus zu Haus in Schrittschwindigkeit oder kommt auf Anforderung per iPhone. Eine Video- und eine Infrarotkamera verhindern Kollisionen. Im Potsdamer Design Center zeigte VW gestern das Konzept.

Alles nur Zukunftsmusik? „Autonomes Fahren ist weniger eine technische Herausforderung als eine Frage der Verantwortung und der Haftung im Fall eines Unfalls“, sagt Volkswagen-Entwicklungsleiter Ulrich Hackenberg dem Handelsblat. Er ist überzeugt: „Spätestens 2020“ dürften solche Technologien Standard sein.

Der Einsatz im Zustelldienst ist ideal für die Versuchsphase: Die Wege sind begrenzt, die Elektro-Transporter können abends zurück ins Frachtzentrum, wo die Batterie geladen wird. Der Bedarf an umweltfreundlichen Alternativen zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren bei Transportunternehmen wie der Post-Tochter DHL oder den Hamburger Kurierdiensten ist da. „Weil wir sprechen wir auch in diesem Segment von einem großen Volumen“, ist Hackenberg sicher.

Gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, zeigt der e!T, wie wir in Zukunft fahren könnten – auf Basis des „momentan maximal machbaren Technologie-Niveaus“, sagt Volkswagen-Nutzfahrzeugchef Wolfgang Schreiber, der mit dem

Bugatti Veyron bereits das schnellste Serienauto der Welt anvisierte.

Anstelle eines Verbrennungsmotors treiben elektrische Radnabenmotoren den e!T emissionsfrei an und machen ihn besonders wendig in der Stadt. Sogar von der Befahrerin selbst aus lässt sich der Wagen über einen sogenannten „Drive stick“ steuern. Und die Schiebertür öffnet sich elektrisch in zwei Stufen, erlaubt schnellen Zugriff auf Paletten.

Im Gegensatz zu Serienmodellen wie dem 2013 startenden Elektro-Golf haben die VW-Entwickler den e!T von vornherein nur für den elektrischen Antrieb konzipiert. „Derzeit müssen wir flexibel sein und legen unsere Fahrzeugso aus, dass sie mit verschiedenen Antrieben funktionieren“, sagt Hackenberg.

Sollte die Nachfrage nach Elektroautos so groß sein, dass sich eigene Fabrikten können, könnten die gut 30.000 Entwickler des VW-Konzerns ganz neue Konzepte ins Spiel

bringen, etwa die effizienten Radnabenmotoren des e!T.

Das wird nicht in der Branche ein neuer Optimumsstandort sein, sagt Ulrich Hackenberg, Entwicklungsvorstand VW.

„Monte kommen wir auf eine Reichweite von rund 100 Kilometern“, sagt VW-Entwicklungschef Hackenberg. Die Batterie-Kapazität soll in den nächsten Jahren um 20 bis 30 Prozent steigen. Hackenberg: „Den nächsten großen Technologiesteckbrief werden wir wohl erst nach dem Jahr 2020 sehen. Mit den neuen Zeitspielern dürfte dann die doppelte Reichweite möglich sein.“

Die Federführung bei der Umsetzung des e!T hatte Jürgen Lebeck, der die Konzernforschung des VW-Konzerns leitet. „Wir haben im Detail die Prozessabläufe und Kundenbedürfnisse analysiert und daraus abgeleitet, wie sich das Segment der Zustell- und Kurierfahrzeuge langfristig entwickeln wird“, sagt er. Um welche Zukunftskonzepte zu realisieren, setzt der Autokonzern auf kleine Konzeptteams – junge Ingenieuren und Ingenieure, die sich für ein paar Monate mit einer Zukunftsvision beschäftigen, auch mal kreativ „splinter“ dürfen, wie Hackenberg sagt. Beim e!T war zudem die Hochschule für Bildende Künste in Braunschweig beteiligt.

Bei einer Forschungsfahrt allein soll es aber nicht bleiben. Lebeck: „Tüftler arbeiten an Ablegern des folgsamen Transporters für unterschiedliche gewerbliche Einsatzgebiete. Der e!T selbst geht jetzt in den Praxistest. Bewährt er sich dort, denkt VW über den Start zumindest einer Kleinserie nach. Einer der größten Kunden für leichte Nutzfahrzeuge hat bereits Interesse bekundet – die Deutsche Post.“



GM ACTIVE SAFETY TECHNOLOGIES: BUILDING BLOCKS FOR AUTONOMOUS DRIVING



“Vehicles that partially drive themselves will be available by the middle of the decade with more sophisticated self-driving systems by the end of the decade”

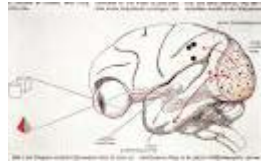
Alan Taub
GM VP Global Research & Development



Autonomous Driving – Technical Challenges

Environmental Sensors

Today: Eye of Driver



Aut Dri: several ranging + vision sensors, which are able to record ALL needed informations on environment

Signal Processing

Today: Human brain



Aut Dri.: signal processing unit which computes all recorded informations (sensors + infrastructure) and decides on activities like perfect driver would do

Infrastructure

Today: passive traffic signs



Aut Dri: active traffic signs (time dependent) informations on traffic situations / participants, GPS, maps, ...

User

Today: driver in full control of car



Aut Dri.: driver has to hand over / get back control to / of vehicle. Acceptance, under which conditions, situations, how ... ???
Different user expectations (age, culture, ...)



Where is Valeo today?

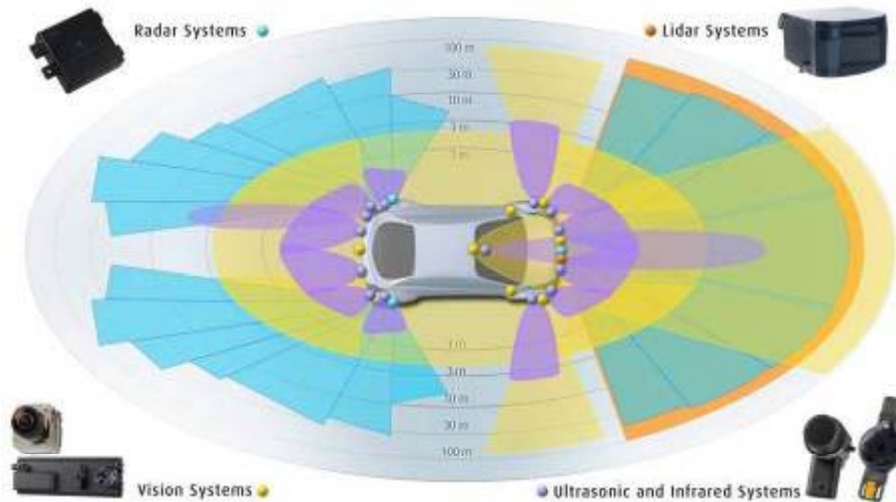
Valeo offers Multiple Sensor Technologies

■ Ranging and perception necessary to support both models

- ➔ Vision systems as reference to what the human perceives
 - Also provide „every day value“ through enhanced visibility
- ➔ Radar, Lidar, IR and Ultrasonics to complement the human senses

■ Sensor fusion takes care of functional safety through redundancy

- ➔ Odometry experience from multiple OEM projects in the last 5 years
- ➔ Fusion map in series development

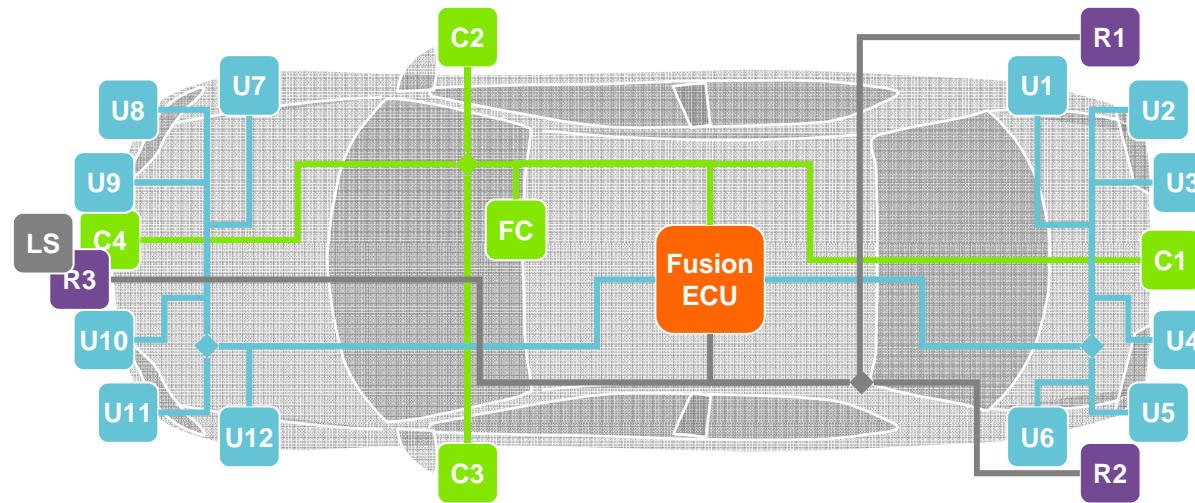


Technology	Strengths	Limitations	Market	Trend
Ultrasonics	Inexpensive (<5€) Near range capable (<30cm)	Influenced by rain/snow etc. Poor angular resolution (>10°) Range limited by response time (<5m)	●	?
Radar 24GHz – FMCW	Mid-range capable (>50m) Wide field of view (up to 150°) Good angular accuracy (up to 1°)	Significant cost (40-100€) Limited object separation and classification	●	?
Radar 77GHz – FMCW	Long-range capable (>150m) Good angular accuracy (up to 1°) Compact size (e.g. 7x7x5cm)	Significant cost (100-200€) Limited object separation and classification	●	↗
Radar 79GHz – UWB	Much better resolution than FMCW	Regulations not yet approved	●	↗
Camera – monocular (image processing)	Multifunctional, close to human perception Reasonable cost (60-100€)	Same as human vision (rain/fog etc) Needs illumination at night	●	↗
Camera – stereo	Multifunctional, close to human perception Calculates depth/distance information	Same as human vision (rain/fog etc) Needs illumination at night	●	?
Camera – 3D TOF (PMD)	Multifunctional, close to human perception Calculates depth/distance information	Same as human vision (rain/fog etc) Resolution limited by prototype chips	●	?
Lidar – Fixed Beam	Precise „in/out“ localization of objects Reasonable cost (40-60€)	Similar to human vision (rain/spray) Sensor needs to be visible	●	↗
Lidar – Scanning	Long-range capable (>100m) Very good angular accuracy (0,25°)	Similar to human vision (rain/spray) Sensor needs to be visible	●	↗



Valeo Architecture Proposal

Fusion ECU as Core Element



Valeo

Front Camera



Valeo

Viewing Camera



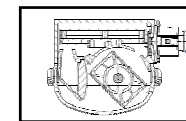
Valeo

Ultrasonic Sensor



Valeo

Radar Sensor



Valeo

Laser Scanner

Fusion Controller



Map-based Detection of the Environment Basis for Sensor Data Fusion

■ Combination of sensor data from different sources

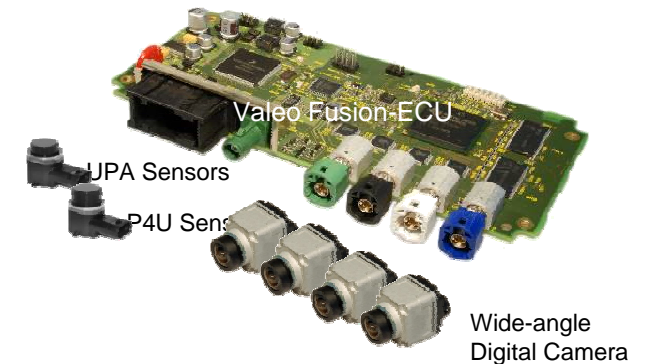
- Redundancy for safety classification
- Increased density of information in difficult conditions



Currently still separate HMI

■ Four Fusion Layers

- Points, Features, Objects and Scenarios
- Common path planning, tracking and prediction



■ Open Architecture

- Integration of 3rd party sensor information
- Scalable for different models

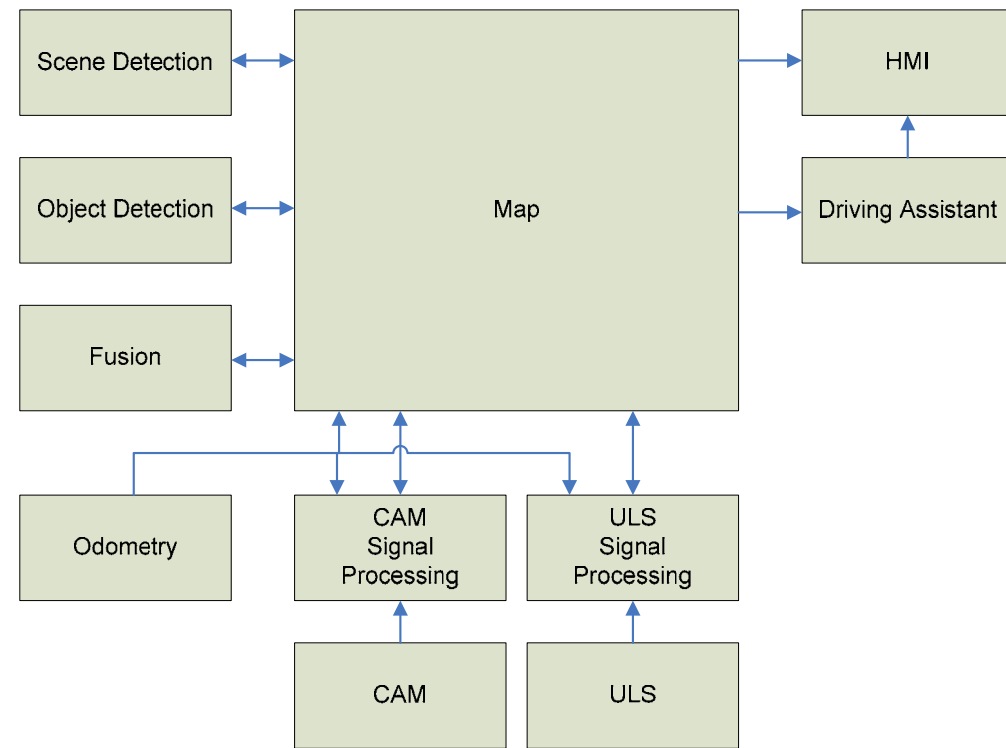
■ Distributed Architecture Option

- Stand-alone camera and Park4U can share the map
- Identical software modules for different architectures

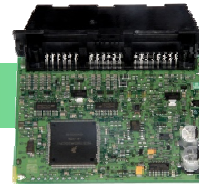


Fusion concept

- Associates features from different sensor channels
- Associates objects from different sensor channels
- Computes a combined confidence of a feature
- Computes a combined confidence of a object
- Fuses the location information and computes a new uncertainty



Modular Feature/Technology Approach



Standard (Technology Bricks)

Customer Specific Implementation



Ultrasonic Sensors

Interface HW/SW

Detection

Path Planning

Tracking

Odometry



Vision Sensors

Interface HW/SW

Classification

...

Threat Assessmt.

...



Radar Sensors

Interface HW/SW

Decision Module

...

Package/ Brackets

Mechanical Integration

Physical Layer

Electrical Integration

NOS

Software Integration

HMI

System Integration

Interface HW/SW

Steering System

Interface HW/SW

Braking System

Sensor Frontend

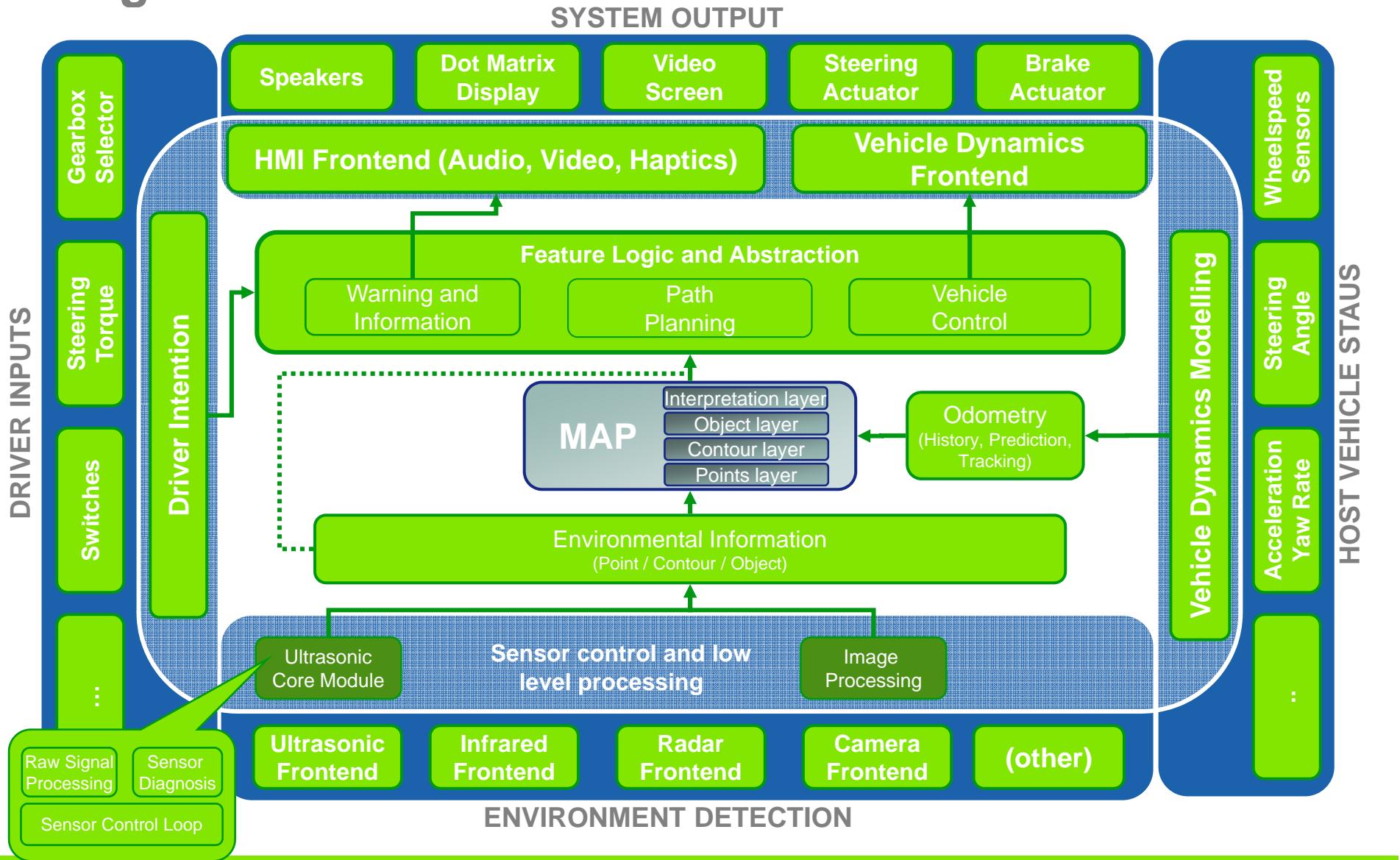
Core Algorithms

Vehicle/System Integration



360Map Fusion Software Architecture

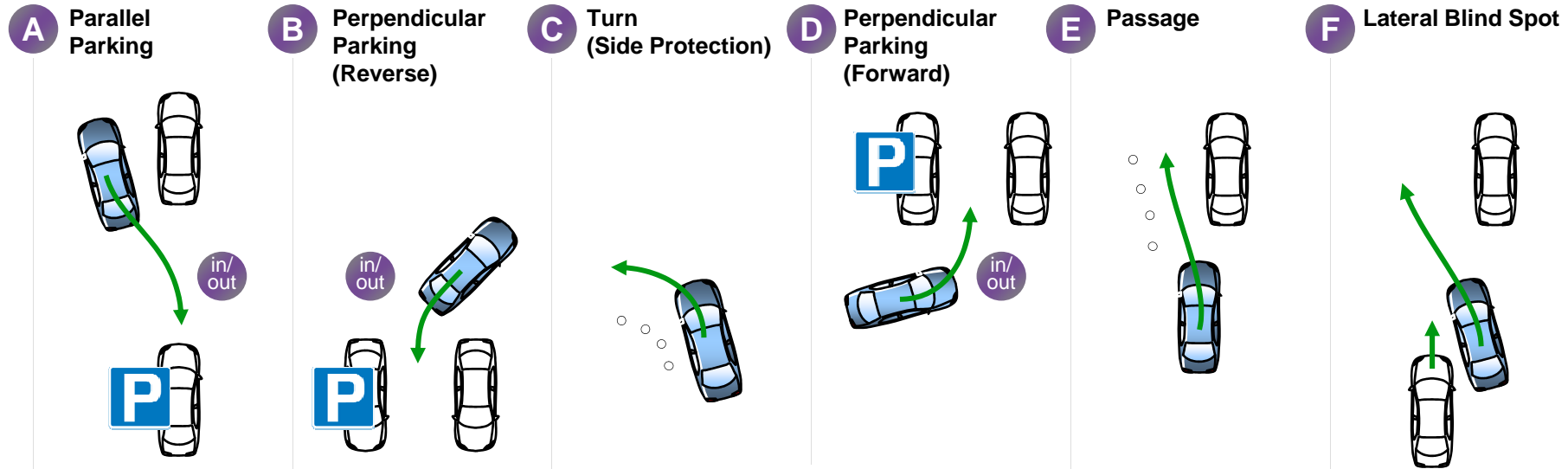
High Level Overview



Parking/Manoeuvring and Urban Driving

ongoing development activities

Ultrasonic Camera Radar Lidar



Visibility – Driver Information

Rear View

Available (2004)

Rear/U-View

Available (2004)

Top/U-/O-View

Available (2009)

Top/U-/O-View

Available (2010)

Top/U-/O-View

Available (2010)

Top/U-/O-View

Available (2010)

Escalation – Driver Warning

Video Overlays

Available (2007)

Video Overlays

Available (2007)

F flankGuard

Planned (2010)

Video Overlays

Available (2010)

PathVue

Planned (2013)

Ultras. Blind Spot/
Door Opening Alert

Available (2011+)

Active Intervention – Steering

Park4U
Gen2: Stop@End

Available (2010)

Park4U
Gen3: Line Detection

Available (2010+)

F flankGuide

Available (2013+)

Garage Parking

Planned (2013+)

PathGuide

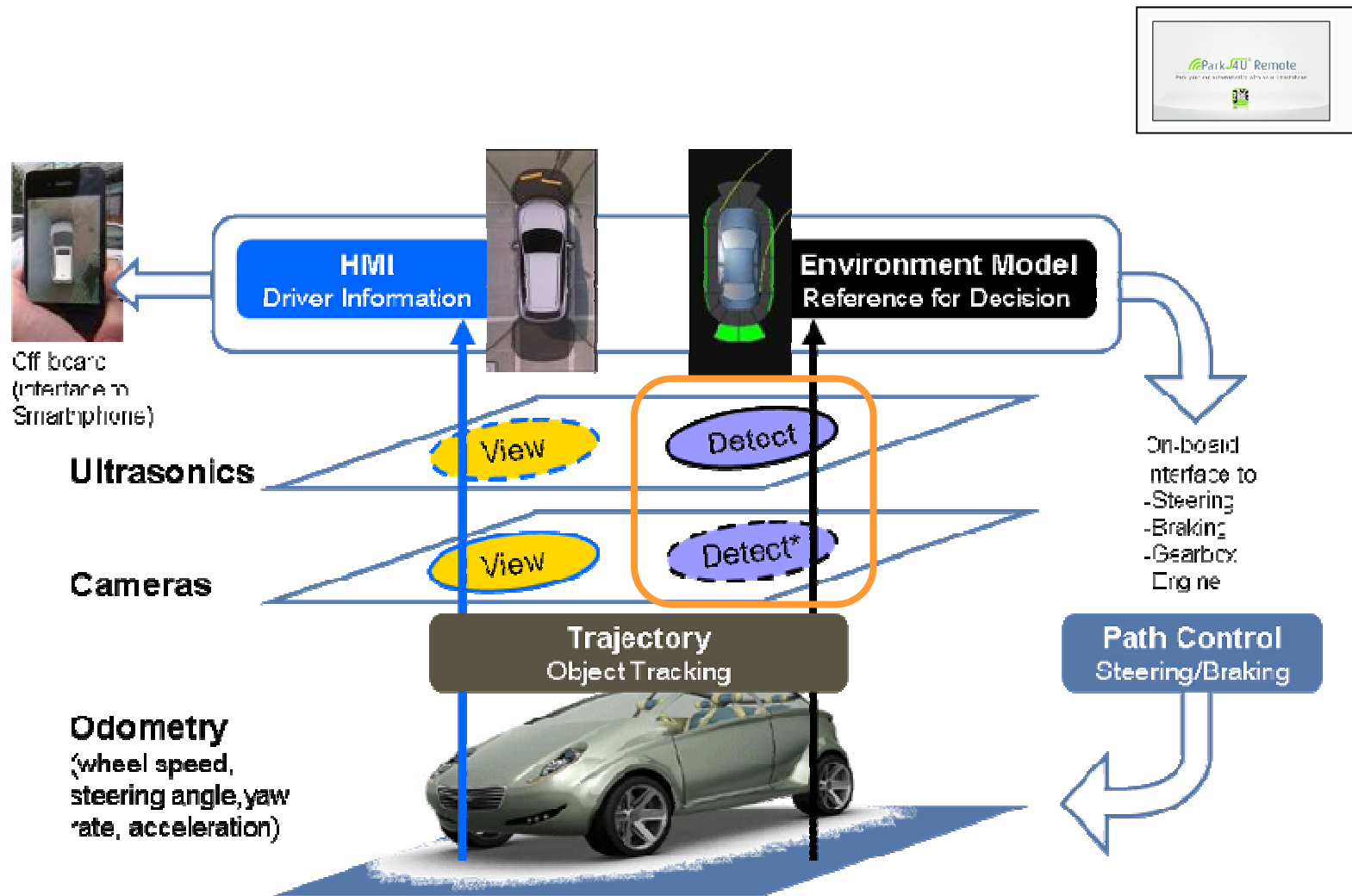
Planned (2015)

Side Collision Prev.
Parallel Unpark

Planned (2013+)



Ultrasonic/Camera Fusion Example Park4U® Remote



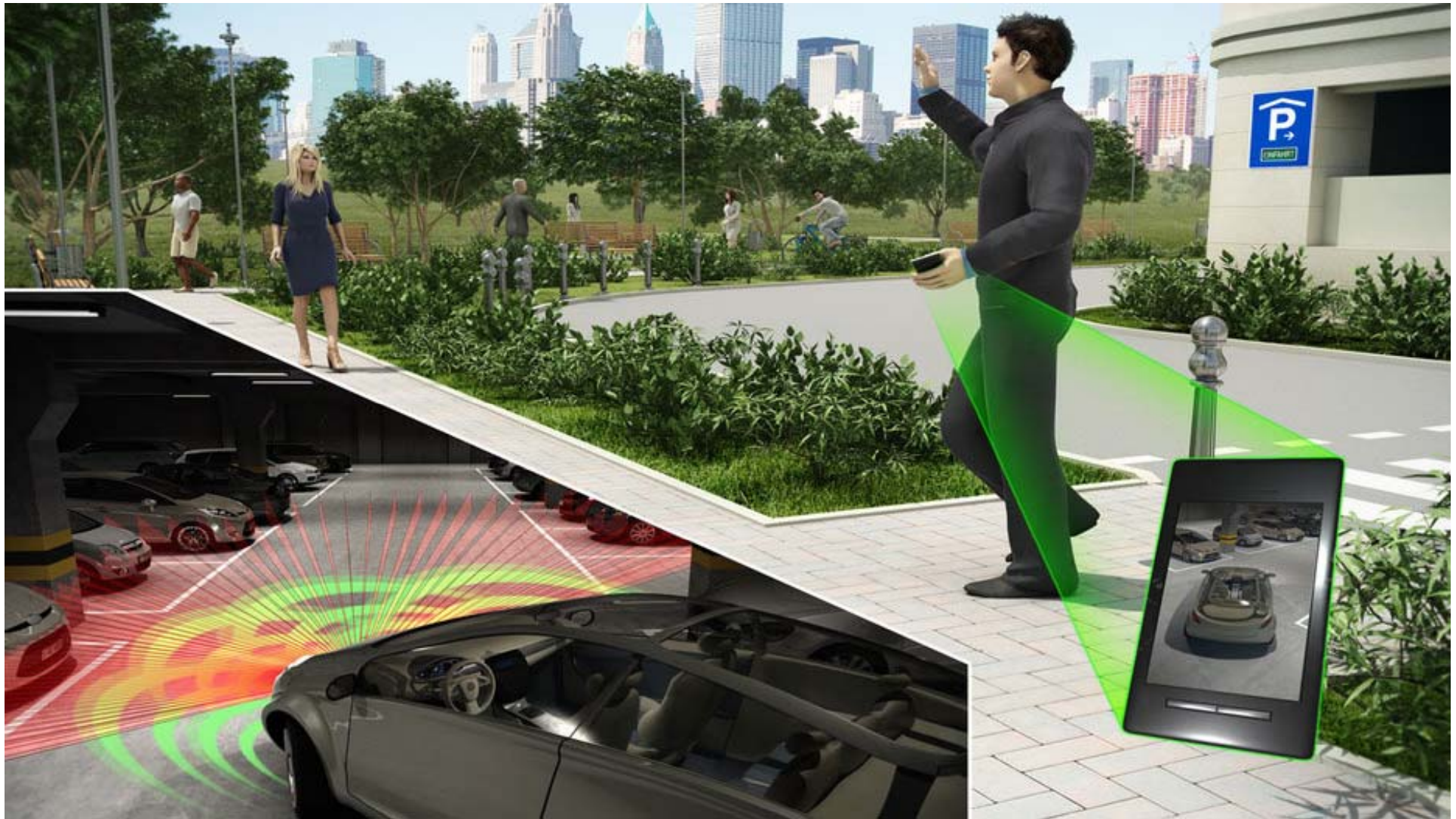
Vienna Convention on Road Traffic – Park4U ®Remote

- **Driver has to consciously trigger the maneuver**
 - ➔ Process is predefined within close limits (speed, permissible movements)
- **Driver has to confirm the maneuver is proceeding properly**
- **Driver has the opportunity to survey the vehicle surroundings**
 - ➔ Better than from the inside...
- **Any ambiguity will interrupt the maneuver immediately**
 - ➔ Sensors monitor surrounding and will brake on unexpected obstacles



Park4U®Remote

next steps



13.Nov. 2012 „Zulieferertag Automobil“

VALEO confidential



Summary

- **One automotive megatrend is mobility in urban environment**
- **Autonomous driving needs to be reliable, affordable, user friendly ...**
- **Systems require redundant information**
 - Sensor data from ranging systems (Radar, Ultrasonic) are fused with Vision systems using image processing for object detection
 - Viewing cameras become sensors
- **Environment map as fusion platform**
 - Object detection by multiple sources (confidence, classification etc.)
 - Calculation of vehicle position and trajectory
 - Points layer → Contour layer → Object layer → Interpretation layer
- **Valeo is working towards autonomous driving in urban environment**



Automotive technology, naturally

