

Hoorzitting "Driverless Vehicles"

Dr. Sven Maerivoet



Vlaams Parlement | 28 Mei 2015

Een korte toelichting over autonome voertuigen

- Wie is Transport & Mobility Leuven?
- Niveaus van autonomie
- Impact op:
 - Stabiliteit verkeersstromen
 - Doorstroming en congestie
 - Verkeersveiligheid
 - Inzittenden
 - Verkeerssturing
 - Andere aspecten
- De weg voorwaarts

28/05/2015 | Vlaams Parlement | Hoorzitting "Driverless Vehicles"



2

Transport & Mobility Leuven (TML)

Voorstelling TML
Overzicht Pers| Congestie
Niveaus van autonomie
Impactanalyses
De weg voorwaarts

- Gesticht in 2002 als een spin-off bedrijf (NV):
 - KU Leuven ⇔ TNO onderzoeksinstituut (Nederland)
 - Multidisciplinair team (19 mensen)
 - Onafhankelijk en open (cf. www.tmlleuven.be)
 - Klanten: steden en regionale overheden, Vlaanderen, België, Europa
 - Betrokkenheden: ITS Belgium (RvB), VIM (adviesraad), EC 7KP
- Kwantitatief en beleidsondersteunend:
 - Verkeersstroomtheorie (incl. **ITS maatregelen**, fileschattingen)
 - Transporteconomie (incl. **impactbeoordelingen**, MKBAs, ...)
 - Private weg, spoor, openbaar vervoer, binnenwateren, lucht, ...
 - Milieu, publieke gezondheid, verkeersveiligheid (incl. wetgeving, infrastructuur, voertuig- technologie, ...)

28/05/2015 | Vlaams Parlement | Hoorzitting "Driverless Vehicles"



3

TML komt regelmatig in de media

- Het Nieuwsblad, De Morgen, De Standaard, Het Laatste Nieuws, Knack, Jobat, Le Soir, La Meuse, De Lloyd, Verkeersspecialist, Vacature Magazine, NM, Ademloos, Het Belang van Limburg, Mobimix, De Zondagskrant, De Streekkrant, Verkeersnet.nl, ...



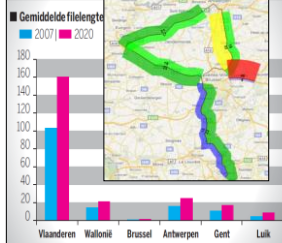
28/05/2015 | Vlaams Parlement | Hoorzitting "Driverless Vehicles"

Voorstelling TML
Overzicht | Pers | Congestie
Niveaus van autonomie
Impactanalyses
De weg voorwaarts

TRANSPORT
MOBILITY
4

Achtergrond: een blik op congestie

Prognose van de files tegen 2020



Files kosten ons elke dag minstens 600.000 euro



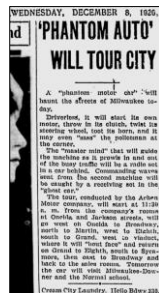
28/05/2015 | Vlaams Parlement | Hoorzitting "Driverless Vehicles"

Voorstelling TML
Overzicht | Pers | Congestie
Niveaus van autonomie
Impactanalyses
De weg voorwaarts

TRANSPORT
MOBILITY
5

De eerste tekenen van autonomie

- Telegeleid in 1926!
- 1980 - 2003:
 - Sterk afhankelijk van infrastructuur
- Vanaf 2004:
 - DARPA Grand Challenge
 - 240 km in de Mojave woestijn
 - Zwaar uitgeruste wagens



(The Milwaukee Sentinel, 1926)

28/05/2015 | Vlaams Parlement | Hoorzitting "Driverless Vehicles"

Voorstelling TML
Niveaus van autonomie
Vroeger (Antloop) Niveaus | V2X
Impactanalyses
De weg voorwaarts

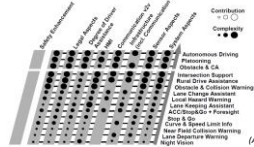
TRANSPORT
MOBILITY
6

De lange aanloop naar autonome voertuigen

Voorstelling TML
Niveaus van autonomie
Vroeger | Aanloop | Niveaus | V2X
Impactanalyses
De weg voorwaarts

- Advanced Driver Assistance Systems (ADAS)
 1. Veilige snelheden en volgafstanden
 2. Rijstrook ondersteuning
 3. Detectie van obstakels en vermijden van botsingen
 4. Veiligheid van kruispunten en complexe situaties

→ Hulpmiddelen!



(A Quick Scan of Quantified Effects of ADAS – ADASE II Extension, 2004)

- Autonoom rijden

28/05/2015 | Vlaams Parlement | Hoorzitting "Driverless Vehicles"

TRANSPORT
MOBILITY
T.M.L.

7

Verschillende niveaus van autonomie

Voorstelling TML
Niveaus van autonomie
Vroeger | Aanloop | Niveaus | V2X
Impactanalyses
De weg voorwaarts

- Niveau 0 (geen autonomie):**
 - Bestuurder onderneemt altijd zelf alle acties
- Niveau 1 (rijtaakondersteuning):**
 - Sturen of versnellen/vertragen worden overgenomen
- Niveau 2 (gedeeltelijke autonomie):**
 - Sturen en versnellen/vertragen worden overgenomen
- Niveau 3 (conditionele autonomie):**
 - Omgeving + interventie van de bestuurder is nog vereist
- Niveau 4 (hoge autonomie):**
 - Gedeeltelijke overname (ook als bestuurder niet tussenkomt)
- Niveau 5 (volledige autonomie):**
 - Volledige overname van alle rijtaken



(SAE, 2013)

National Highway Transportation Safety Agency (NHTSA, 2013)
Society of Automotive Engineers (SAE, 2013)

28/05/2015 | Vlaams Parlement | Hoorzitting "Driverless Vehicles"

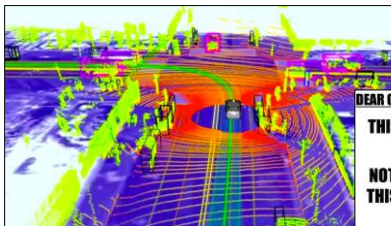
TRANSPORT
MOBILITY
T.M.L.

8

Autonomie met integratie van V2V en V2I (V2X)

Voorstelling TML
Niveaus van autonomie
Vroeger | Aanloop | Niveaus | V2X
Impactanalyses
De weg voorwaarts

- VANETs (mesh grids) + coöperatief rijden
- Communicatie met (intelligente) kruispunten
- Ter info: Google Car bevatte zeer gedetailleerde kaart



28/05/2015 | Vlaams Parlement | Hoorzitting "Driverless Vehicles"

TRANSPORT
MOBILITY
T.M.L.

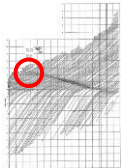
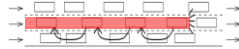
9

Impact op stabiliteit verkeersstromen: positief

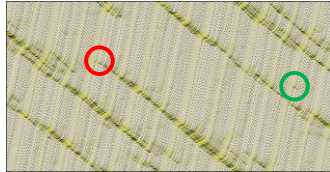
Voorstelling TML
Niveaus van autonomie
Impactanalyses
Stab|Cong|VKV|Inz|Stur|Etc
De weg voorwaarts

• Verhoogde stabiliteit want:

- Snellere reacties van AVs
- Filekiemen worden schaarser



(Treiterer and Myers, 1969)



(Maerivoet, 2005)

– In principe: hogere dichtheid van de verkeersstroom

28/05/2015 | Vlaams Parlement | Hoorzitting "Driverless Vehicles"

TRANSPORT MOBILITY 10

Impact op doorstroming en congestie: onzeker

Voorstelling TML
Niveaus van autonomie
Impactanalyses
Stab|Cong|VKV|Inz|Stur|Etc
De weg voorwaarts

• Voertuigen kunnen dichter op elkaar rijden

- 'Platooning'
- Beter interactie en synchronisatie van sleutelmanoeuvres bij inhalen, aan op- en afritten, ...
- Tendens naar hogere doorstroming
- Sterk afhankelijk van de mix AVs ⇔ (niet-|semi-)AVs

• Kost van congestie:

- Interne kost daalt: onze tijdsbesteding kan beter benut worden
- Externe kost stijgt: als #vkm toeneemt omdat kost van rijden goedkoper wordt [rebound effect] (Autonomous Vehicle - A Guide for Policymakers, 2014)

• Bedenking: AVs even comfortabel als bv. treinen?

- Vereist lagere versnellingen (The Tension Between Autonomous Cars' Impacts on Junction Intersection Capacity and Occupant Comfort, 2014)
- Kan tot capaciteitsreductie leiden (orde 20% – 50%)

28/05/2015 | Vlaams Parlement | Hoorzitting "Driverless Vehicles"

TRANSPORT MOBILITY 11

Impact op verkeersveiligheid: sterk positief

Voorstelling TML
Niveaus van autonomie
Impactanalyses
Stab|Cong|VKV|Inz|Stur|Etc
De weg voorwaarts

- Grotendeels al een gevolg van de bestaande ADAS
- Geïnspireerd op de veiligheidspiramide van Heinrich:



(Road Safety with Self-Driving Vehicles: General Limitations and Road Sharing with Conventional Vehicles, 2015)

- Zwaar + licht: voertuigconstructie + autonomie
- Bijna: verkeerseducatie/voorlichting + opvolging/handhaving

• Opletten bij mix AVs ⇔ (niet-|semi-)AVs

28/05/2015 | Vlaams Parlement | Hoorzitting "Driverless Vehicles"

TRANSPORT MOBILITY 12

Ethische aspecten bij verkeersveiligheid

Voorstelling TML
Niveaus van autonomie
Impactanalyses
Stab|Cong|VKV|Inz|Stur|Etc
De weg voorwaarts

- Stel een AV berekent dat een crash onvermijdelijk is
- Welke keuzes worden dan gemaakt?
 - Moreel dilemma bespreken
 - Kluwen van aansprakelijkheid: eigenaar/inzittenden, verzekeringen, constructeurs, wegbeheerders, ...
- Gelukkig hebben AVs veel snellere reactietijden dan mensen
- Standardisatie mbt. veiligheid & sturing:
 - Automotive Safety Integrity Level (ASIL): niveaus A – D
 - Waarschijnlijk op naar ASIL-D

28/05/2015 | Vlaams Parlement | Hoorzitting "Driverless Vehicles"

TRANSPORT
MOBILITY
13

Impact op inzittenden: onzeker

Voorstelling TML
Niveaus van autonomie
Impactanalyses
Stab|Cong|VKV|Inz|Stur|Etc
De weg voorwaarts

- Psychologische impact:
 - Wanneer bestuurders passagiers worden...
 - ... willen ze misschien niet dat het voertuig nog zo snel rijdt
- Onderzoek nodig/gaande naar:
 - Vertrouwen kweken bij ex-bestuurders
 - 'Humaniseren' van AVs
 - Cf. comfortniveau van meerijden
 - Het verdwenen rijplezier
 - 'Offset' gedrag: door meer autonomie waan je je veiliger en ben je onvoorzichtiger

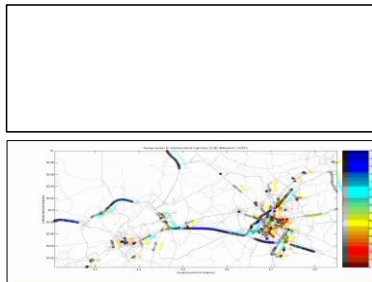
28/05/2015 | Vlaams Parlement | Hoorzitting "Driverless Vehicles"

TRANSPORT
MOBILITY
14

Impact op verkeerssturing: positief

Voorstelling TML
Niveaus van autonomie
Impactanalyses
Stab|Cong|VKV|Inz|Stur|Etc
De weg voorwaarts

- Voorafgaand: uiteraard het security ⇔ privacy debat



28/05/2015 | Vlaams Parlement | Hoorzitting "Driverless Vehicles"

TRANSPORT
MOBILITY
15

Impact op andere aspecten

Voorstelling TML
Niveaus van autonomie
Impactanalyses
Stab|Cong|WV|Inz|Stur|Etc
De weg voorwaarts

- Impact op ruraal landgebruik:
 - Verder wonen / bereid tot langer reizen want meer kwali-tijd
- Impact op stedelijk weefsel:
 - Parkeerproblematiek vermindert ('afzetten en doorrijden')
- Impact op energie en uitstoot:
 - Waarschijnlijk verminderend (zelfs bij stijgend #vkm)
 - Groene golven, efficiënter brandstofverbruik, ...
- Impact op kosten:
 - Onzeker wegens complex vraagstuk
 - Actoren: eigenaar, parking-/weguitbater, jobs (taxi's, OV, ...), ...
 - Waarschijnlijk positief effect voor maatschappij
- Impact op persoonlijke mobiliteit:
 - Een AV kan door iedereen gebruikt worden (zelfs door mensen met geen of mindere rijvaardigheid)

28/05/2015 | Vlaams Parlement | Hoorzitting "Driverless Vehicles"

TRANSPORT
MOBILITY
16

Gewenste aanpassing na verankering in de wet

Voorstelling TML
Niveaus van autonomie
Impactanalyses
De weg voorwaarts
Oerwet|Voorwaarts|EMDAS

- Locomotives 'Red Flag' Acts (1865)
 - Max 3 km/u in steden
 - Vereist: bestuurder + stoker + vlaggenzwaaijer
 - Achtergrond: bescherming van spoor en 'OV' industrie



- Conventie van Wenen ivm. wegverkeer (1968)

ARTICLE 8
Drivers
1. Every moving vehicle or combination of vehicles shall have a driver.

28/05/2015 | Vlaams Parlement | Hoorzitting "Driverless Vehicles"

TRANSPORT
MOBILITY
17

De weg voorwaarts!

Voorstelling TML
Niveaus van autonomie
Impactanalyses
De weg voorwaarts
Oerwet|Voorwaarts|EMDAS

- Als overheid mee helpen om het praktijkproeven / validatietesten met AVs wettelijk mogelijk te maken:
 - Nu vaak privéterreinen: shuttleservices (cf. luchthavens), industrieterreinen, landbouwsector, ...
 - Lommel test circuit ⇔ openbare weg
 - Opkomst van proefprojecten met OV (De Lijn, Flanders' MAKE en VDL) en taxi's
 - Potentieel ingezien door Uber en Google
 - Smart Roads
- Uitgangspunten:
 - Beleid vertrekt vanuit de verkeersproblematiek (en veiligheid)
 - Industrie vertrekt vanuit comfort en veiligheid

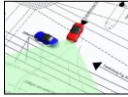
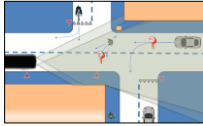
28/05/2015 | Vlaams Parlement | Hoorzitting "Driverless Vehicles"

TRANSPORT
MOBILITY
18

EMDAS (collectief van Vlaamse bedrijven/kennisinstellingen)

Voorstelling TML
Niveaus van autonomie
Impactanalyses
De weg voorwaarts
Oerwet/Voorwaarts EMDAS

- Doel: ontwikkeling van een zelfrijdende bus
- Wij onderzoeken daarbij:
 - Vergelijking van ongevalsrisico's zonder en met AVs
 - Verandering van ongevalsrisico's ifv. het niveau van autonomie
 - Diepgaand begrijpen van de interacties tussen bestuurder en voertuig
 - Inzicht in het onveilig gedrag dat daaruit kan volgen



- Nood aan doorgedreven analyses van ongevallen

28/05/2015 | Vlaams Parlement | Hoorzitting "Driverless Vehicles"

TRANSPORT & MOBILITY LEUVEN 19

Meer informatie?

- **Transport & Mobility Leuven:**

- <http://www.tmleuven.be/>
- sven.maerivoet@tmleuven.be
- 016/31.77.33



28/05/2015 | Vlaams Parlement | Hoorzitting "Driverless Vehicles"

TRANSPORT & MOBILITY LEUVEN 20