

# De weg naar de zelfrijdende auto's: Waar staan we nu (eigenlijk echt)?

Prof. Dr. Marieke H. Martens

**TNO** innovation  
for life

UNIVERSITEIT TWENTE.



## PROEF MET ZELFRIJDENDE BUS TUSSEN HAARLEM EN SCHIPHOL

19 JULI 2016



### ARTIKELEN

ZELFRIJDENDE VRACHTWAGEN LEVERT 50.000 BLIKJES BIER  
25 OKTOBER 2016

ZELFRIJDENDE TAXI'S IN OPKOMST

## ZELFRIJDENDE TAXI'S IN OPKOMST

9 SEPTEMBER 2016



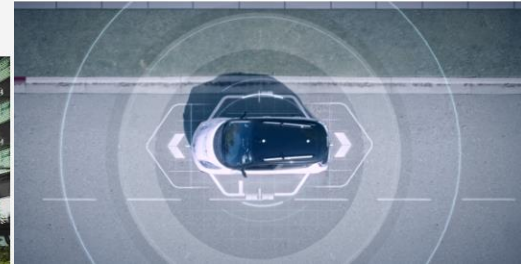
Gisteren, maandag 18 juli, reed op de busbaan tussen Schiphol en Haarlem een grotendeels zelfrijdende bus. Tijdens de proef op deze Zuidtangent bereikte de bus

## Nissan leent Mars-technologie van NASA voor zelfrijdende wagens

Technologie die ruimtevaartorganisatie NASA ontwikkelde voor Mars-rovers, krijgt een tweede leven op aarde als onderdeel van Nissans zelfrijdende wagens.

Januari 06, 10:37  
Door

Nina van Hoof  
@NinaVanHoof



### Related articles

CES 2017 die de tv vormge

Aan de : Legion-gewoor

9 opvall 2017 di

Razer ir 4K-scht immers

Intels G wereld

## ZELFRIJDENDE VRACHTWAGEN LEVERT 50.000 BLIKJES BIER

25 OKTOBER 2016



### ARTIKELEN

MODULAIR OPGEBOUWDE VRACHTWAGEN  
21 DECEMBER 2016

ZELFRIJDENDE TAXI'S IN OPKOMST  
9 SEPTEMBER 2016

MORELE TEST VOOR AUTONOME WAGENS  
16 AUGUSTUS 2016

PROEF MET ZELFRIJDENDE BUS TUSSEN HAARLEM EN SCHIPHOL  
19 JULI 2016

## Taking a ride in Nvidia's self-driving car

Riding in BB8 is an unnerving experience, but there's no doubt this is the future of cars.

MARK WALTON (UK) - 1/7/2017, 3:00 PM



## Volvo zoekt zelf een parkeerplek

Geplaatst: 20 juni 2013

[Nog geen reacties](#)



Lijkt het je niet heerlijk? Je komt aan bij je smartphone aan dat je auto maar even even gaat boodschappen doen. Als je klaar bent om je weer op te halen, en binnen no time Toekomstmuziek? Niet als het aan Volvo nadert hun autonome parkeerfunctie (a

## Mercedes S-klasse kan zelfstandig rijden

Mercedes heeft diverse nieuwe technologieën in de nieuwe S-klasse verwerkt waardoor de auto in bepaalde situaties zelf kan rijden of bijvoorbeeld zelfstandig kan remmen.



Foto: Mercedes

## Nieuwe VW Passat grijpt in bij onwel geworden bestuurder

Gepost op 26-05-2014 om 8:10 door [sir smokalot](#) - [11 Reacties](#) »



Een auto die doorheeft dat zijn bestuurder in actie onderneemt, dat is wat we in de technologie uitontwikkeld te hebben

Het spel is op de wagen voor VW's nieuw



## 'Volgend jaar al voor 90 procent zelfrijdende Tesla-auto's'

Gepubliceerd: 02 oktober 2014 23:33

Laatste update: 02 oktober 2014 23:33



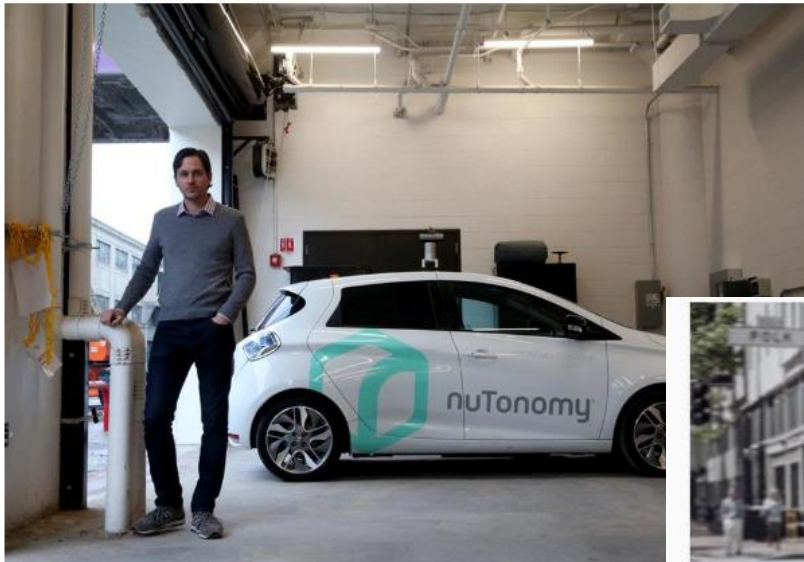
Autofabrikant Tesla Motors denkt volgend jaar al modellen te lanceren die voor negentig procent zelfrijdend zijn.

Dat stelt ceo Elon Musk in een interview met [CNNMoney](#).

De gangbare verwachting van veel autofabrikanten en andere belanghebbenden is dat het nog tot 2020 duurt voordat de eerste volledig zelfrijdende modellen op de markt komen.

Musk denkt echter dat zijn bedrijf in 2015 al een voertuig af kan leveren dat in ieder geval op de snelweg voor honderd procent zelfstandig kan rijden.

# Self-driving car hits Boston streets next week



A Chevy Bolt equipped with self-driving technology cruises the streets of San Francisco. Helena Price Photography

GENERAL MOTORS

## GM's Self-Driving Cars Are Coming to Michigan's Roads, Immediately

SCIENCE

# Tesla Autopilot Software Update Enables Cars To Be Fully Self-Driving

By Duna Bil , Jan 02, 2017 11:04 AM EST



BEIJING, CHINA - OCTOBER 23: (CHINA OUT) Elon Musk, Chairman, CEO and Product Architect of Tesla Motors, addresses a press conference to declare that the Tesla Motors releases v7.0 System in China on a limited basis for its Model S, which will enable self-driving features such as Autosteer for a select group of beta testers on October 23, 2015 in Beijing, China. The v7.0 system includes Autosteer, a new Autopilot feature. While it's not absolutely self-driving and the driver still need to hold the steering wheel and be mindful of road conditions and surrounding traffic when using Autosteer. When set to the new Autosteer mode, graphics on the driver's display will show the path the Model S is following, post the current speed limit and indicate if a car is in front of the Tesla.

*It's not absolutely self-driving and the driver still needs to hold the steering wheel and be mindful of road conditions and surrounding traffic*

# Verschillende beelden

---

- Op alle wegen - autosnelwegen? Alleen file?
- Openbare weg, afgesloten circuit, alleen op specifiek getrainde wegen?
- Ook bij mist, regen, sneeuw?
- Aanpassingen aan de infrastructuur?
- OV of eigen auto?
- Mens als back-up?
- Gewone bestuurder of techneut?
- Concept car?
- Stand-alone of cooperatief?
- Veiligheid tov snelheid?

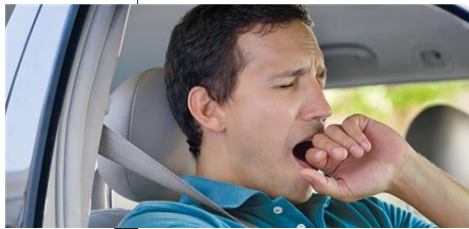
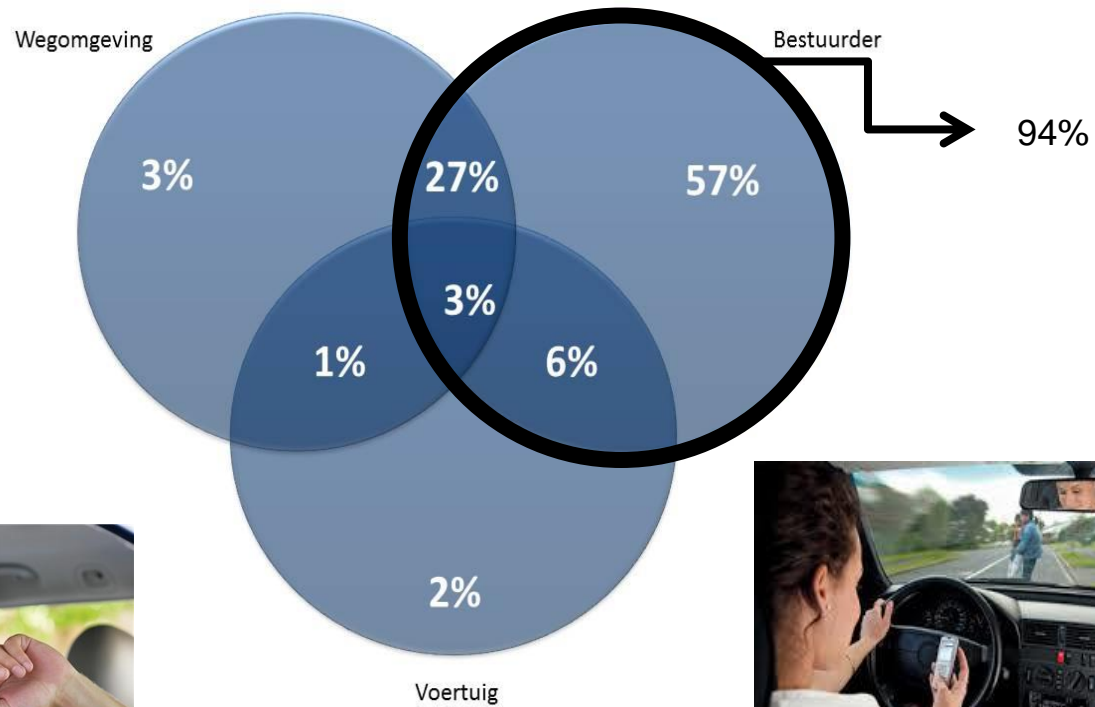




Level	Name	Narrative definition	Execution of steering and acceleration/ deceleration	Monitoring of driving environment	Fallback performance of dynamic driving task	System capability (driving modes)
Human driver monitors the driving environment						
0	No Automation	the full-time performance by the <i>human driver</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , even when enhanced by warning of intervention systems	Human driver	Human driver	Human driver	n/a
1	Driver Assistance	the <i>driving mode-specific</i> execution by a driver assistance system of either steering or acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i>	Human driver and system	Human driver	Human driver	Some driving modes
2	Partial Automation	the <i>driving mode-specific</i> execution by one or more driver assistance systems of both steering and acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i>	System	Human driver	Human driver	Some driving modes
Automated driving system ("system") monitors the driving environment						
3	Conditional Automation	the <i>driving mode-specific</i> performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> with the expectation that the <i>human driver</i> will respond appropriately to a <i>request to intervene</i>	System	System	Human driver	Some driving modes
4	High Automation	the <i>driving mode-specific</i> performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , even if a <i>human driver</i> does not respond appropriately to a <i>request to intervene</i>	System	System	System	Some driving modes
5	Full Automation	the full-time performance by an automated driving system of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> under all roadway and environmental conditions that can be managed by a <i>human driver</i>	System	System	System	All driving modes



## Waarom? 'Files' en 'Ongevallen'

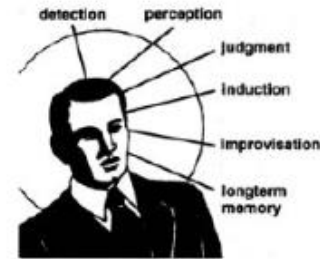




## Mens of machine?

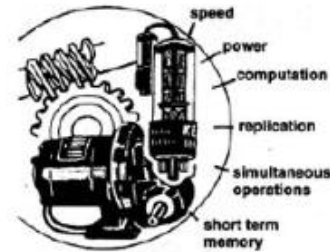
---

### HUMANS SURPASS MACHINES IN THE:



- Ability to detect small amounts of visual or acoustic energy
- Ability to perceive patterns of light or sound
- Ability to improvise and use flexible procedures
- Ability to store very large amounts of information for long periods and to recall relevant facts at the appropriate time
- Ability to reason inductively
- Ability to exercise judgment

### MACHINES SURPASS HUMANS IN THE:



- Ability to respond quickly to control signals, and to apply great force smoothly and precisely
- Ability to perform repetitive, routine tasks
- Ability to store information briefly and then to erase it completely
- Ability to reason deductively, including computational ability
- Ability to handle highly complex operations, i.e., to do many different things at once.

- Slimme auto's moeten dat doen waar mensen slecht in zijn
- Mensen moeten doen waar mensen goed in zijn en machines minder goed

## Waar zijn we goed en slecht in?

- Leren door observeren van anderen
- Duiden en interpreteren intenties
- Omgaan met nieuwe situaties



- **Eyes on the road**
- Concurrerende activiteiten
- **In slaap vallen**
- Reageren op rood licht
- Reactie op systeem falen



- Zelfrijdende auto doet nu de makkelijke rijtaak
- Mensen krijgen nu een taak die ze niet kunnen

# Eerste ongevallen

## Tesla Autopilot Enthusiast Killed In Death



**Brian Solomon**, FORBES STAFF

Covering technology and the on-demand economy. [FULL BIO](#)

Autopilot blamed for deadly Tesla crash on Chinese highway

BY ALEX LINDER IN NEWS ON SEP 15, 2016 11:05 PM



## Uber self-driving car that ran light was apparently 'human'

by MIX — 19 days ago in CARS

## Zelfrijdende auto van Uber rijdt voetganger dood

© MA 19 MAART, 19:00 BUITENLAND, TECH



Google reports self-driving car mistakes: 272 failures and 13 near misses

California regulators require self-driving car firms to report when humans had to take over from robot drivers for safety, though Google is giving only select data

## Zelfrijdende Tesla ramt brandweerauto

24 jan. 2018 in BUITENLAND

SAN FRANCISCO - In Los Angeles heeft een Tesla tijdens een test een brandweerauto van achteren gewonderbaarlijk genoeg geen gewonden.



## Dronken bestuurder valt in slaap in rijdende Tesla

Gepubliceerd op 23-01-2018 om 14:19

## Halveert een automatische piloot de kans op een auto-ongeluk?

Klopt dit wel?

Berichten verspreiden zich vaak razendsnel, of ze nu kloppen of niet. Wij proberen de zin van de onzin te scheiden. Deze week: een automatische piloot halveert de kans op een auto-ongeluk.

Hidde Boersma 7 mei 2016, 2:00



Foto EPA

Een auto die rijdt op de automatische piloot veroorzaakt 50 procent minder ongelukken, beweerde Elon Musk, de man achter autofabrikant Tesla, afgelopen week in een gesprek met de Noorse minister van Transport. De uitspraak vond zijn weg naar [ander](#) [andere Nu.nl](#). Volgens Musk moeten zulke cijfers het vertrouwen in zelfrijdende auto's vergroten en de introductie ervan



Ministerie van Infrastructuur en Milieu



Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Milieu



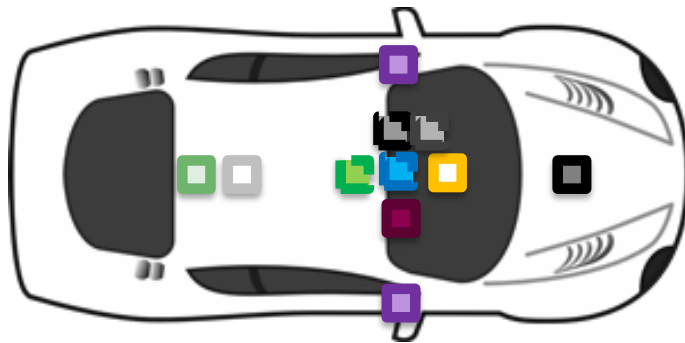
## Hoe zit het nu eigenlijk echt?

- Naturalistic driving study
- 4 verschillende typen 'zelfrijdende auto's' (SAE level 2)
- > 9 voertuigen > 18 proefpersonen
- Gewone weggebruikers – gewone omstandigheden
- 1 maand controle conditie (gewoon rijden)
- 2 maanden met de systemen waar en wanneer men wil (leercurve!)



# Loggers en camera's

- Datarecorders: CAN lezers, 8 camera's
- Extra: MobilEye en GPS



	Driver face Camera
	Camera dashboard view
	Feet Camera
	Driver activity Camera
	Rear view Camera
	Camera front view
	Camera side view
	MobileEye
	GPS
	CAN BUS



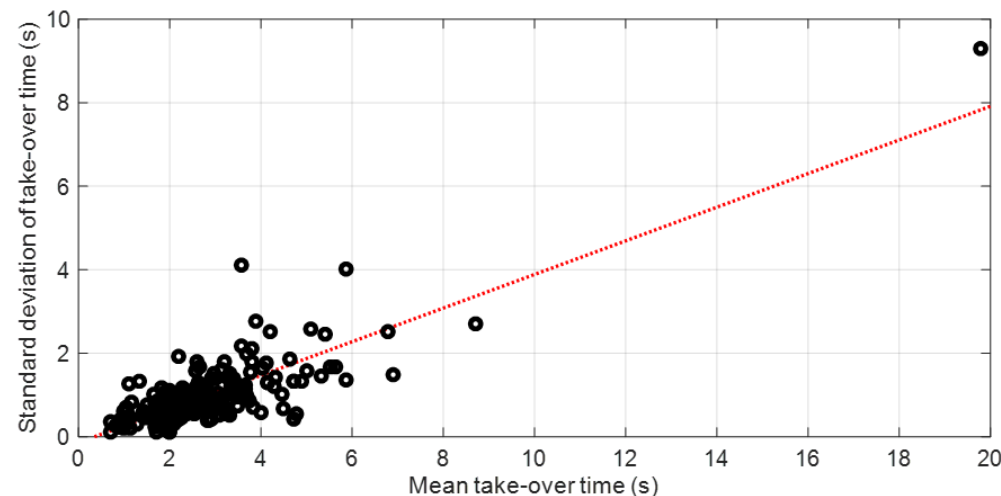
## Voorbeelden te beantwoorden vragen

---

- Op wat voor soort wegen zet men systemen aan/uit?
- Hoe reageren mensen op waarschuwingen?
- Wat doen mensen tijdens het rijden met deze systemen (afleiding, monitoren)
- Waar houdt men handen en voeten?
- Hoe lang duurt het voordat men gewend is?
- Onder wat voor omstandigheden is er overtrust – undertrust?
- .....
  
- 2017-2018: proefpersonen laten rijden en data verzamelen
- 2018: Start eerste data-analyse....
- Directe input voor nieuwe richtlijnen en beleid

## Wat gebeurt er verder internationaal? Hoe houden we grip?

- UN-ECE – internationale richtlijnen voor toekomstige voertuigeisen:
  - Mag een zelfrijdende auto een lane change uitvoeren waarbij de bestuurder nog verantwoordelijk is voor het in de gaten houden of er iemand in de dode hoek zit? *ND studie*
  - Hoe lang moet een knipperlicht aan voordat een zelfrijdende auto beslist dat geen lang change uit kan voeren?
  - Moeten we een driver monitoring systeem verplicht gaan stellen voor toekomstige voertuigen ? Zo ja wat moet die dan meten en wanneer?
  - Bij SAE L3 systemen: Hoe lang van tevoren moet een voertuig je waarschuwen (hoe lang heeft een bestuurder nodig om weer klaar te zijn voor de rijtaak)? *AIO's*
  - *TNO: Adaptive automation*  
“*Driver readiness estimation model*”





## Euro-NCAP

---

- Nieuwe HMI WG L2 voertuigen (TNO, Bast, IDIADA, (OEMs))
  - Welke eisen moeten we stellen aan de interface?
  - Overtrust, undertrust (trust calibration – AIO)
  - Marketing, handleiding?
  - Veel info, weinig info, self-explaining?
  - Wie moet dit beoordelen?
    - Experts
    - Proef-evaluaties - validatie
    - Opleiden experts?



# ISO werkgroepen: TC 22/SC 39/WG 8 On-board- MMI

---

- External vehicle communication

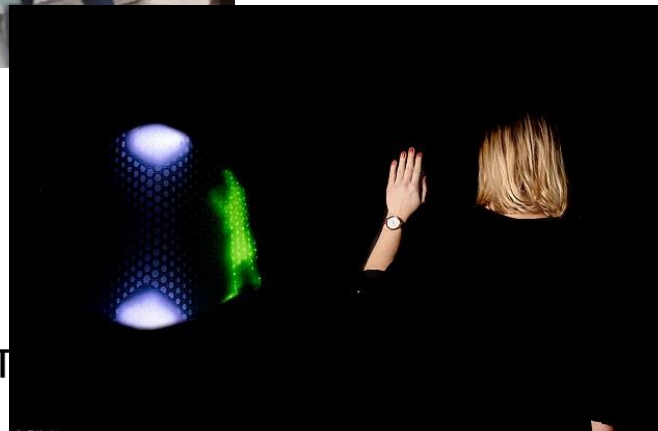
*Semcon*



*Drive AI*



*Blink*



# Oogcontact niet zo belangrijk als we denken!

---



## Wat kunnen we leren van huidige interactie?

**Frankrijk** (Gueguen, Meineri & Eyssartier, 2015):

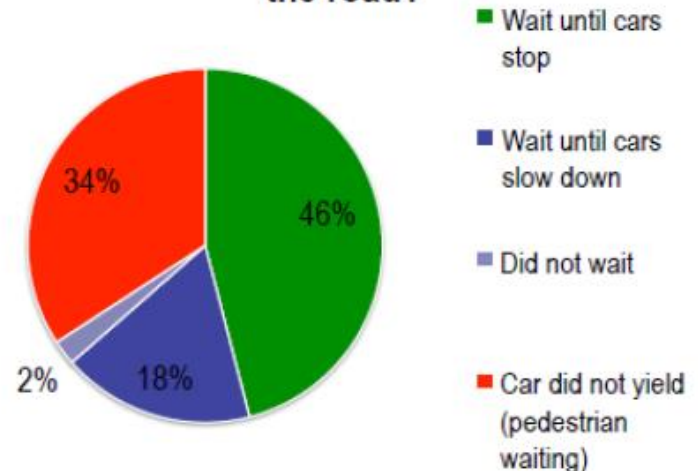
- 45% van de voertuigen stopt niet bij zebrapad
- Met expliciet oogcontact nog steeds 32%!

**Tsjechie** (Sucha, Dostal & Risser, 2017):

- 61% van automobilisten zoekt geen oogcontact
- Slechts 2% van de voetgangers anticipeert niet



Did pedestrian wait before crossing the road?



## i-Cave (TNO, UTwente, TU/e)

---

- 1 AIO op dit onderwerp
- Gedrag voertuig belangrijkste
  - Snelheid, snelheidsprofiel en afstand
  - Uiterlijk (futuristisch) speelde kleine rol
  - Automatisch of niet-automatisch nauwelijks een rol
- Verkenning use-cases: Wanneer is er wel extra info nodig? (AIO)
- OEMs allemaal eigen insteek
- Maar we weten het nog niet!!!



## Belangrijkste take-home message

---

- Veiligheid ‘garanderen’ is illusie: You win some, you lose some
- Grote sprong wanneer mens (tijdelijk) niets meer hoeft te doen onder de juiste randvoorwaarden
- Maatschappelijke acceptatie: Oplosbaar
- Machine learning:
  - *Responsible, controllable and explainable AI*

### Wie betaalt als een zelfrijdende auto ergens tegenaan botst?

**Mobiliteit** Allerlei bedrijfstakken zien grote veranderingen door de zelfrijdende auto. „Wordt de auto voor de bestuurder straks een rijdend kantoor?”

Wouter van Noort © 17 maart 2016

- We weten nog zoveel niet, maar niet alles is nu al urgent
- We (I&W/RDW) moeten NU de juiste keuzes maken voor een veilige toekomst
- We kunnen nu (samen nog) het verschil maken!

#### De zelfrijdende auto en moraliteit

woensdag 13 januari 2016 • 413x gelezen

De zelfrijdende auto is in ontwikkeling: er wordt heel veel van verwacht, maar wat als zo'n auto een ongeluk veroorzaakt, een dodelijk ongeluk? Hoe weet je of de zelfrijdende auto de juiste beslissing maakt? Dat en meer staat centraal in De Kennis van Nu Extra: Hoe leer je een auto moraliteit?

In deze video van De Kennis van Nu komen Maarten Steinbuch (hoogleraar Robotica, TU/e), Marieke Martens (onderzoeker TNO/hoogleraar Universiteit Twente) en Filippo Santoni de Sio (filosoof en ethicus, TU Delft) aan het woord over de mogelijkheden van de zelfrijdende auto, maar ook over de ethische dilemma's waarmee deze auto kan worden geconfronteerd.

