

ZELFRIJDENDE AUTO'S

Kansen en knelpunten van autonoom vervoer

Inkijkexemplaar

ISBN: 978-94-92404-15-2 (paperback)

ISBN: 978-94-92404-25-1 (ebook)

NUR: 259 (Wetenschap), 462 (Auto's), 100 (Educatief)

Trefwoorden: zelfrijdende auto, autonome auto, deelauto's, robotaxi's, autonoom vervoer, zelfrijdende vrachtwagens, robots, disruptie

Titel: Zelfrijdende auto's
Ondertitel: Kansen en knelpunten van autonoom vervoer
Auteur: Jeroen Horlings
Druk: 1 (mei 2019, v1.03)
Opmaak en cover: Uitgeverij Sycorax

Uitgeverij Sycorax - www.sycorax.nl © Copyright 2019

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, digitaal, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16B Auteurswet 1912 j het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij Besluit van 23 augustus 1985, St.b. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht. Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatie- of andere werken (artikel 16 Auteurswet 1912), in welke vorm dan ook, dient men zich tot de uitgever te wenden. Ondanks alle aan de samenstelling van dit boek bestede zorg kan noch de redactie, noch de auteur, noch de uitgever aansprakelijkheid aanvaarden voor schade die het gevolg is van enige fout in deze uitgave.

Inhoudsopgave

Begrippenlijst	11
1. Inleiding	15
Waarom?	17
Transitie	18
2. Geschiedenis - van toen tot nu	23
Voor de Tweede Wereldoorlog	24
Jaren vijftig en zestig	24
Europa	27
Begin van de doorbraak	29
Autonome bussen in Rotterdam	31
Google (Waymo)	32
Volkswagen, Audi, BMW en Volvo	35
Japan en China	37
Het semi-autonome tijdperk	39
3. Semi-autonoom rijden	43
AutoPilot	44
Updates	46
Navigatie	47
Veiligheid	48
Beter dan de mens?	51
4. Vijf levels van autonoom rijden	55
Level 1	57
Level 2	58
Level 3	59
Level 4	61
Level 5	63

5. Veiligheid: mens versus computer	65
Ongelukken	66
Reactietijd	68
Voorbeeld	69
Inefficiënt weggedrag.....	71
Minder ongelukken, maar niet nul	74
6. Tijdsbesteding	77
Interieur.....	78
Voorbeeld	79
Andere tijdsbesteding.....	80
Delen	84
Je auto als taxi	84
7. Sensoren, radar en lidar	87
Sensoren	89
Radar	90
Camera's.....	90
Lidar	91
Is lidar noodzakelijk?.....	93
Processor	95
8. Software - van AI tot neurale netwerken	97
Neuraal netwerk	98
Machine learning en artificiële intelligentie	99
Waymo (Google).....	100
Lyft en Uber	102
Tesla AutoPilot.....	103
Tesla Fleet	106
9. Connected cars	109
Definitie van ‘connected’	110
De voordelen	111

Eigen communicatienetwerk.....	112
Standaard.....	114
Treintje rijden.....	116
Infrastructuur en investeringen	117
Noodzakelijk of niet?.....	119
Visueel naar data	120
Beveiliging en hackability	121
Privacy	122
10. Van autobezit naar -delen.....	125
Kosten	127
Trein en metro	127
Mobiliteit als dienst.....	128
Nieuwbouwwijk met deelauto's	129
Je eigen auto delen (als taxi)	130
11. Incidenten en ongelukken.....	135
Fatale ongelukken	137
Incidenten.....	140
Waarschuwing	142
12. Knelpunten en uitdagingen.....	145
Wetgeving	146
Onberekenbaar menselijk gedrag.....	148
Alles of niets	149
Te veel of te weinig vertrouwen.....	149
Complexe infrastructuur	150
Ethisch vraagstuk	152
Het laatste level	152
13. De gevolgen.....	155
Banenverlies.....	156
Verzekeringen	157

Zelfrijdende auto's

Parkeerplaatsen en parkeergarages	158
Dynamische straten	162
Openbaar vervoer	163
Garagebedrijven	165
De auto-industrie	166
Rijk en arm	166
Variabele maximumsnelheden	168
Suburbanisatie	168
Meer of minder files	169
Verboden zelf te rijden	172
14. De toekomst	175
Alles via apps	176
Gespecialiseerde diensten	177
Uitjes inclusief vervoer	178
Nieuwe vormen van vervoer	178
De autofabrikanten	179
Wanneer	180
15. 2035	189
Index	201

Zelfrijdende auto's

Adaptive Cruise Control (ACC)

Een slimme vorm van cruise control, waarbij de auto niet alleen een bepaalde snelheid aanhoudt zonder dat het gaspedaal hoeft te worden ingedrukt, maar deze ook automatisch aanpast op zijn voorligger (dus kan remmen en gasgeven). Het Nederlandse woord is 'adaptieve cruisecontrol', maar de Engelstalige benaming is meer gebruikelijk.

Artificiële intelligentie

Een ander woord voor kunstmatige intelligentie, wat staat voor het kunstmatige brein van een computer op basis van software (objecten en situaties interpreteren), hardware (zintuigen) en algoritmen (beslissingen).

Autopilot

Voor semi-autonoom rijden gebruikt iedere autofabrikant een eigen naam. Autopilot is de bekendste en is van Tesla. In tegenstelling tot wat soms gedacht wordt is dit geen volledig automatische piloot.

Autonoom voertuig (AV)

Alternatief woord voor zelfrijdende auto, bus of vrachtwagen.

Deelauto

Een auto die gedeeld wordt door meerdere personen. Dit kan een autonoom rijdende taxi zijn die een of meerdere personen vervoert, een auto die bedoeld is voor een bepaalde doelgroep (zoals werknemers of buurtbewoners), maar ook een auto in privébezit die uitgeleend wordt. Zie ook Mobility-as-a-Service.

Semi-autonoom voertuig

Een auto die deels de besturing kan overnemen, zoals binnen de lijnen blijven rijden op de snelweg. Dit is met nadruk niet

hetzelfde als een autonoom voertuig. De bestuurder moet alert blijven en zijn/haar ogen op de weg houden.

Connected car

Een auto's die kan communiceren met andere auto's (V2V) en de infrastructuur (V2X), middels 5G en/of Wi-Fi.

Lane keeping

Een functie waarbij een auto binnen de lijnen blijft rijden, bijvoorbeeld op de snelweg. Ook wel lane assist of rijbaanassistentie genoemd.

Level 1 tot 5

Een niveau-aanduiding van de mate van autonomie van een voertuig. Waar het bij level 1 begint bij simpele assisterende functies, rijdt een auto 100% autonoom op level 5. In Hoofdstuk 4 worden alle levels concreet besproken.

Lidar

Een methode om de omgeving te scannen op basis van ronddraaiende laserstralen die niet zichtbaar zijn voor het menselijk oog.

Mobility-as-a-service (MaaS)

Een systeem waarbij vervoer (direct) op afroep beschikbaar is en waarvan de route dynamisch wordt samengesteld. Vooral van toepassing voor een tijdperk waar in een bepaalde regio een groot deel van de auto's autonoom rijden. Autobezit zal hierdoor dalen. Een andere benaming is Transport-as-a-Service (TaaS).

Neuraal netwerk

Een systeem waarbij apparaten elkaars ervaringen delen en zo sneller dingen leren. Zo kan een auto voor miljoenen kilometers aan rij-ervaring hebben, op basis van dat van de hele vloot.

Radar

Een methode om objecten te detecteren op basis van radiogolven.

Robotaxi

Een afkorting voor autonome taxi of 'robottaxi'. Het gaat om een taxi waarbij de auto geheel autonoom bestuurd wordt. In principe ook zonder chauffeur (al is dat wettelijk vaak nog niet toegestaan).

V2V

V2V staat voor Vehicle-to-Vehicle communicatie, waarbij auto's rechtstreeks onderling kunnen communiceren en data kunnen delen. Door bijvoorbeeld aan te geven dat een auto gaat remmen, kunnen auto's daarachter direct anticiperen en kunnen zij dit al eerder doen wanneer de auto daadwerkelijk fysiek afremt.

V2X

V2X staat voor Vehicle-to-Everything communicatie, waarbij met dat laatste naast auto's ook de infrastructuur bedoeld wordt. Verkeersborden en stoplichten geven hun informatie dan draadloos door. In de toekomst zouden de visuele elementen daarvan zelfs helemaal kunnen verdwijnen.



Inleiding

Zelfrijdende auto's

Autonoom rijdende auto's spreken tot de verbeelding. Zou het niet fantastisch zijn als we ons kunnen laten vervoeren in plaats van urenlang achter het stuur te zitten? Natuurlijk niet altijd, want veel mensen vinden autorijden ook leuk. Maar er zijn maar weinigen die zich verheugen om dagelijks dezelfde route van het woon-werk-verkeer af te leggen. Die route kunnen immers wel dromen. In plaats van naar het natuurschoon om ons heen te kijken, zijn we bezig met andere weggebruikers. En ons aan het irriteren, vooral tijdens de spits. Bestuurders die te lang links of in het midden van de snelweg blijven rijden, die geen knipperlicht gebruiken, die rechts inhalen, over de weg zwabberen, half zitten te slapen of dronken zijn, botsingen, kijkersfiles op wegen waar verder niets aan de hand is en vrachtwagens die tijdens de spits gaan inhalen, waardoor er een enorme sliert auto's achter gaat plakken en de gemiddelde snelheid terugzakt naar amper 90 km per uur.

Zou het niet fijn zijn dat we in plaats van sturen gewoon een filmpje op kunnen zetten, even gaan slapen of de to-do-lijst wat verder wegwerken. Er zijn talloze redenen om dat kunnen of willen. Het zou onze tijdsbesteding veel efficiënter maken, maar ook het aantal (dodelijke) ongelukken kunnen verminderen. Dat zou ook de economie een enorme boost geven - verkeersongevallen kosten ieder jaar ruim 15 miljard euro en wanneer mensen veilig kunnen werken tijdens het forensen worden ze productiever.

Zelfrijdende auto's, oftewel autonome voertuigen (AV - *Autonomous Vehicles*). De een lijkt het fantastisch,

slapend naar het werk en van autobezit naar auto-on-demand, maar de ander lijkt het een gruwel om de controle over te geven aan een apparaat. De techniek lijkt er klaar voor te zijn; de hardware bestaat, de software is grotendeels geoptimaliseerd en al sinds 2009 hebben (semi-)autonome auto's tientallen miljoenen kilometers afgelegd, die een enorme dataset vormen voor een zelflerend neurale netwerk.

Waarom?

Los van de techniek zijn er ook maatschappelijke redenen waarom zelfrijdende auto's een enorme verbetering zouden zijn. Ten eerste zouden we auto's veel efficiënter kunnen gebruiken dan nu. Momenteel staan ze namelijk 96 procent van de tijd stil en zijn ze dus slechts 4 procent van de tijd in gebruik. Je rijdt er 's ochtends mee naar je werk, parkeert hem daar, gaat werken en rijdt er pas 's avonds mee terug, waarna hij de hele avond en nacht op straat of in de garage staat te wachten op de volgende rit. In maar liefst 85 procent van de rondrijdende auto's zit slechts één persoon; de overige stoelen zijn leeg. We verplaatsen ons dus met voertuigen die tien tot twintig keer zo zwaar zijn als wijzelf, wat uitermate inefficiënt is. Bovendien rijden de meesten dag-in-dag-uit dezelfde route, gemiddeld vijftig minuten per dag. Kan die tijd niet nuttiger worden besteed?

Ten tweede vallen er wereldwijd meer dan 1,3 miljoen verkeersslachtoffers per jaar. We zijn er zo aan gewend geraakt dat we er niet meer van opkijken. Hoewel de aantallen afnemen, vallen er in Nederland iedere dag 1,6 doden en 59 gewonden in het verkeer. Wereldwijd

komt het aantal verkeersslachtoffers neer op een Boeing 737 met gemiddelde bezetting die ieder uur van de dag neerstort, het hele jaar door. Of tien Hiroshima-atoombommen op steden, ieder jaar opnieuw. Erger nog, meer dan 90 procent van de ongelukken schijnt een menselijke oorzaak te hebben en was dus mogelijk te voorkomen geweest. Kan een computer dat niet beter?

Ten derde zouden autonome auto's leiden tot meer vrijheid voor bepaalde groepen mensen. Bijvoorbeeld ouderen die niet meer goed kunnen rijden. Zij worden weer mobieler en kunnen veel makkelijker op pad gaan, buiten het openbaar vervoer om. Datzelfde geldt voor mensen zonder rijbewijs, kinderen, blinden en gehandicapten. Zou je dan ook met een biertje in de hand achter het stuur kunnen plaatsnemen? Ja!

Transitie

Natuurlijk zijn we er nog niet. Zowel technisch als wettelijk en maatschappelijk zijn er nog talloze uitdagingen. Bepaalde bedrijven, zoals Waymo, Uber, Lyft, Tesla, Amazon en Apple, zijn al behoorlijk ver. De eerste drie hebben al enige tijd volledig zelfrijdende auto's op de openbare weg rijden, al gaat het vooralsnog om afgebakende regio's en nog iemand op de bestuurdersstoel. Er zijn sinds 2009 al tientallen miljoenen kilometers afgelegd, zowel in de stad als op snelwegen. Ieder jaar daalt het aantal 'ingrepen', waarbij iemand op de bestuurdersstoel besluit de controle tijdelijk over te nemen. Dat kan gaan om een cruciale ingreep, maar ook omdat de boordcomputer simpelweg te voorzichtig is en de controlerende bestuurder het

te lang vindt duren en besluit de handeling zelf uit te voeren. Dankzij de afname van het aantal ingrepen is in een krappe tien jaar tijd al heel veel vooruitgang geboekt. Zoveel zelfs, dat Lyft al begonnen zijn met het aanbieden van autonome taxiriten. Weliswaar in een beperkt gebied, zoals het centrum van Boston. Ook Waymo, onderdeel van Google's moedermaatschappij Alphabet, doet dat, maar op het moment van schrijven nog voor een beperkt publiek van proefpersonen in Phoenix, Arizona.

Mijn verwachting is dan ook dat deze transitie niet van de ene op de andere dag gaat, maar een geleidelijk proces is. Een proces dat in meerdere fasen zal verlopen. Feitelijk zitten we nu aan het begin van de eerste fase. We zien een mix van drie soorten auto's op de weg: volledig zelfrijdende voertuigen, auto's met semi-autonome functies en auto's zonder dergelijke functionaliteit. We zullen steeds vaker (semi-)autonome voertuigen gaan zien. Taxi's, bussen, metro's, treinen, maar langzamerhand ook steeds meer personenwagens. In Nederland rijden nu al bussen geheel autonoom een bepaald traject en in diverse steden geldt dat ook voor veel metro's, treinen en shuttles - onder andere op luchthavens.

Auto's krijgen steeds meer functies waarbij ze bepaalde taken geheel zelfstandig kunnen uitvoeren. Denk aan inparkeren en zelfstandig rijden op de snelweg. Kijk niet gek op als je over een paar jaar auto's zonder bestuurder op parkeerplaatsen ziet rijden. Ze parkeren zich dan zelf in en komen weer aanrijden als de bestuurder ze oproept via diens telefoon of smartwatch.

Zelfrijdende auto's

In daarop volgende fasen zullen zelfrijdende auto's een normaal straatbeeld worden en uiteindelijk zal de meerderheid van het verkeer volledig autonoom opereren. Het zal echter nog jaren duren voordat die transitie achter de rug is. Zelfs als alle auto's die vandaag de dag uit de fabriek rollen volledig zelfstandig zouden kunnen rijden, zijn we minstens 25 jaar verder voordat iedereen zo'n auto heeft. Wereldwijd zal dat nog een stuk langer duren. In steden duurde de transitie van paard-en-wagen naar auto's aan het begin van de 20e eeuw meer dan 10 jaar en dat was zelfs vrij snel, doordat auto's dankzij massaproductie ineens voor iedereen betaalbaar waren. Op het platteland duurde de transitie tientallen jaren langer en in sommige landen zijn paarden nog steeds het voornaamste transportmiddel.

Zo zal dat vermoedelijk ook met zelfrijdende auto's gaan. Taxidiensten op basis van autonoom vervoer zijn veel interessanter in de stad, net als verwante zaken als deelauto's en de focus op openbaar vervoer in plaats van autobezit. In de binnenstad van Amsterdam is amper plaats van auto's en de parkeertarieven zijn fors. In zo'n omgeving is het veel logischer om met een app een auto te bestellen voor een ritje naar je bestemming. Op het platteland blijft eigen vervoer nog lange tijd praktischer, alleen al omdat het aanbod van (zelfrijdende) deelauto's daar lager is en de af te leggen afstanden meestal groter zijn - en de ritten dus duurder.

Toch is niet alles louter positief. Wanneer autonoom rijdende auto's eenmaal een feit zijn, zal de wereld om ons heen er compleet anders uitzien. Postpakketjes worden autonoom bezorgd, taxi-chauffeurs raken hun

baan kwijt aan robotaxi's, vrachtwagenchauffeurs zijn niet meer nodig als vrachtwagens hun goederen zelf kunnen bezorgen - dag en nacht, zonder pauzes en zonder CAO. Steden en dorpen zullen er compleet anders uit gaan zien als de uitgebreide parkeerinfrastructuur niet meer nodig is en wegen meer dynamisch worden gebruikt. De mate van disruptie is haast niet voor te stellen en nog veel groter dan de transitie van paard-en-wagen naar auto's.

Zo snel zal het in dit geval niet gaan. Over tien tot vijftien jaar zullen autonome voertuigen vermoedelijk een normaal straatbeeld zijn, maar de transitie zelf is dan nog in volle gang. Los van de technische bottlenecks zijn er namelijk nog knelpunten op andere vlakken die misschien nog wel lastiger zijn om te overwinnen. Een ervan is de wetgeving. Vroeg of laat zal de wet moeten worden aangepast dat je als bestuurder niet meer continu je handen aan het stuur hoeft te houden en zelfs niet meer hoeft op te letten. Maar wanneer is dat het geval? Stel dat de meest geavanceerde zelfrijdende auto's nu al veiliger rijden dan de gemiddelde mens, moeten we ze dan nu ook al gaan toestaan of eisen we dat ze bijvoorbeeld minimaal een factor tien veiliger zijn? Of is geen enkele fout acceptabel en willen we niets minder 100% veiligheid? En een praktische vraag is *hoe* we ze gaan toestaan: gemixt met menselijk verkeer, op aparte rijbanen of met volledig eigen wegen?

De psychologische hobbel is minstens zo groot. Mensen zijn van nature behoudend en houden niet van grote veranderingen. Je kent de wereld van vandaag

en mist niet iets dat je niet kent of gewend bent. Zo ging het ook met de eerste mobiele telefoons. Waarom zou je die nodig hebben? Onzin! Elektrische auto's in plaats van een verbrandingsmotor? Die hebben alleen maar nadelen toch? Verduurzaming en minder CO₂-uitstoot voor een beter milieu? De mens heeft daar toch nauwelijks invloed op? Streaming video? Die dvd-schijfjes zijn toch prima? Ja, zo vonden we muziek op cassettebandjes ook ooit tof, maar is de afspeelkwaliteit bar slecht ten opzichte van wat we nu gewend zijn.

Oftewel, autonome auto's zullen hoe dan ook leiden tot ongeloof, weerstand en wantrouwen en dat zal nog vele jaren aanhouden, ook als de transitie al in volle gang is. De ontwikkeling sluit geheel aan bij de *Kübler Ross-verandercurve*. Het begint met een schok, ontkenning dat iets mogelijk is (het kan niet, eerst zien dan geloven), vervolgens woede (dat die verandering opgedrongen wordt), dan een poging om de verandering te voorkomen en soms ook teneergeslagenheid als blijkt dat het onvermijdelijk is. Maar ten slotte eindigt het met acceptatie - zeker als de voordelen worden ingezien en groter blijken dan de nadelen.

In dit boek probeer ik de ontwikkelingen, mogelijkheden, knelpunten en gevolgen helder en begrijpelijk te beschrijven om zo een blik in de toekomst te werpen wat ons allemaal te wachten staat...

Jeroen Horlings, mei 2019

jeroenhurlings.nl / jeroen@sycorax.nl

Einde inkijkexemplaar

Zelfrijdende auto's

Symbolen

3GPP 116
4G 41, 110
5G 110, 116, 117, 124
360 graden 91, 179
802.11p 41, 110, 116
(semi-)autonoom 19

A

achteruitrijcamera 56
adaptive cruise control 39, 40,
42, 44, 57, 142, 143
alcohol 71
algoritme 100
algoritmen 99
Alphabet 19, 33
Amazon 18, 103
app 130, 132, 176, 184
Apple 18, 103
Argo AI 181
artificiële intelligentie (AI) 99
Audi 35, 180
Audi A8 39, 60
Audi TT 32
autobezit 128
autogebruik 78
Automatic Emergency Braking
142
Autonomous Vehicle Readiness
Index 41
AutoPilot 39, 40, 44, 49, 103,
137
AutoSteer 45

B

baanverlies 156
Baidu 38, 102
bedden 177
beoordelingssysteem 132
bericht appen 66
beveiliging 121

bijverdienste 133
BMW 35, 181
BMW 5-serie 39
bugs 74, 121, 157
bumperkleven 71
bussen 19, 29, 128, 163

C

Cadillac CT6 39, 182
camera's 33, 49, 59, 88, 90
China 38
Chrysler Pacifica 34, 101
Comma.ai 42
connected cars 110
Cruise Automation 181
C-V2X 116

D

Darpa Challenge 30
dashcam 71
data 88
deelauto 20, 64, 83, 84, 128,
130, 163, 176
dichtheid 128
disruptie 21
dodehoekwaarschuwing 56
doorstroming 74
drugs 68, 71
dynamische straten 162

E

efficiëntie 17, 76, 78, 133
ego 74
elektronische snelwegen 27
energie 76
Europa 38

F

false positives 140
fatale ongelukken 137
Firebird 25

firmware-update 40, 46, 103
Ford 181
Full Self Driving 53, 94, 106

G

garagebedrijven 165
geen richting aangeven 71
General Motors 25, 38, 181
glasvezel 118
Google 19, 32
Google Car 33
Google Street View 33
GPS 92, 123
GPU 96

H

hackers 122
hacks 75, 121, 123
hail-riding 34
handen van het stuur 40, 59
hardware 88
Here 119
huisdieren 177
hulpfuncties 40, 56

I

incidenten 32, 136, 142, 185
in- en uitvoegen 29, 49
Infiniti Q50 39
infrastructuur 150
ingrepen 18
inparkeren 57
Intel 35, 95, 103
Intelligent Drive 182
interieur 63, 78
invoeegen 74

J

Jaguar I-Pace 34
Jam Pilot 180

K

kaartmateriaal 62
kinderzitjes 177
KITTT 27
Knight Rider 27
Kübler Ross-verandercurve 22
kunstmatige intelligentie 33, 185

L

lagere ritprijzen 127
lane assist 57
lane keeping 39, 40, 44
laserstralen 92
level 0 56
level 1 57
level 2 53, 58, 103, 137
level 3 48, 59, 146
level 4 52, 61, 62, 124, 147,
153
level 5 54, 63, 98, 147, 184
Lexus LS 39
lidar 33, 88, 91, 93
luxe 177
Lyft 18, 35, 94, 102

M

machine learning 100
magneten in de weg 28
maximumsnelheid 74, 168
Mercedes 28, 29, 39, 80, 86,
182
Mercedes E-klasse 39
Mercedes F-015 79
mesh-netwerk 115
metro 133, 167
minister Schultz-Van Haegen 41
minister Van Nieuwenhuizen 41
MobilEye 40, 95, 98, 103
Mobility-as-a-Service (MaaS)
128, 176

Zelfrijdende auto's

N

Navigate on AutoPilot 48, 49, 104
navigatiesysteem 47
Navigon 119
Nederland 41
negatieve gevolgen 156
neuraal netwerk 17, 104
Nissan 37, 39
Nissan Leaf 39
noodsysteem 122

O

ogen van de weg 59
ongelukken 28, 66, 67, 68
onnodig links rijden 71
OpenPilot 42
oververmoeidheid 66

P

parkeergarages 158, 161
parkeerpleinen 130
parkeersensoren 56
ParkShuttle 31, 32, 186
pedalen 63, 78
Personal CoPilot 181
platooning 29, 41, 117, 186
platteland 166
pods 126
privacy 122, 132
privébezit 130
processor 95
processorkracht 88
psychologie 149, 184

R

radar 33, 40, 49, 59, 88, 90, 141
radiosignalen 24
reactietijd 68
rechts inhalen 71

redundantie 122
reinigingsstation 131
Renault 82
Renault EZ-GO 82
rijbaanassistentie 39
rijbewijs 83, 186
rijgedrag 68, 74
robotaxi 62, 107, 151, 177
robotvoertuig 30
rolstoel 177

S

semi-autonoom 29, 39, 40, 42, 44, 54, 142
sensoren 32, 33, 40, 49, 59, 88, 89
shadow mode 104
shuttles 126
smartphone-app 46
smartphonegebruik 71
snelheidsaanduiding 73
snelheidslimiet 76
software 40, 98, 121, 184
stoplichtdetectie 46
stoplichten 40
stuur 63, 78, 186
suburbanisatie 168

T

taxi 84, 129, 132, 163, 176
taxidienst 126
te hard rijden 66
Tencent 38, 102
Tesla 18, 38, 39, 59, 96, 103, 137, 182
Tesla Fleet 106
Tesla Model 3 40
Tesla Model S 40
Tesla Model X 40, 69
Tesla Model Y 40
te snel rijden 71
tijdsbesteding 80

time-of-flight 92
TomTom 119
Toyota 37
Toyota Prius 32
transitie 149
Transport-as-a-Service (TaaS)
128
trein 133
treintje rijden 29, 76
trolleystelsysteem 152

U

Uber 18, 35, 84, 89, 94,
102, 120, 140, 144
Utrecht 129

V

van baan wisselen 49
Vehicle-to-Everything (V2X)
113, 116
Vehicle-to-Vehicle (V2V) 111,
116
verboden zelf te rijden 172
verdienmodel 126
verkeersborden 40
verkeersslachtoffers 17, 67
verzekeringen 157
Volkswagen 36, 180
Volvo 37, 38, 82
Volvo 360c 82
Volvo XC60 39
voorstoele 78
VPU 96, 99
vrachtwagens 29, 73, 86
vrije tijd 79

W

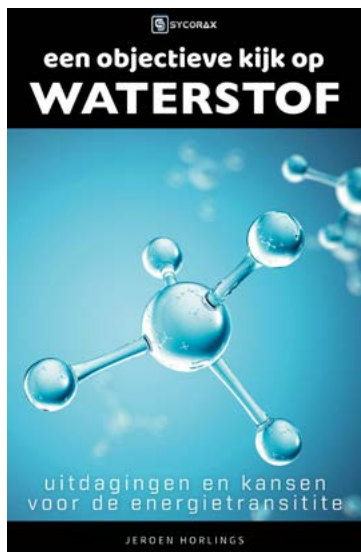
wachtplaatsen 160
Waymo 18, 33, 34, 35, 38,
63, 89, 94, 100, 120,
141, 154

Waymo One 34, 184
wegcapaciteit 28
weggedrag 71
wegomstandigheden 124
werken 80
wetgeving 146, 184
what if 152

Z

zebrapad 80

VAN DEZELFDE AUTEUR



Een objectieve kijk op Waterstof - ISBN 9789492404220



Alles over elektrische auto's - ISBN 9789492404190