Wie stuurt zelfrijdende voertuigen?

Notitie geschreven in opdracht van de G4 Mobiliteit

Delft, augustus 2026
Arie Bleijenberg, Koios strategy

1. Aanleiding, doel en afbakening

Wereldwijd rijden er ongeveer 8.000 zelfrijdende robotaxi's, en aan het eind van dit jaar misschien al 18.000. Verder zijn enkele tientallen zelfrijdende bussen en vrachtwagens in gebruik en meer dan 50.000 robovans. De ontwikkeling van zelfrijdende voertuigen gaat snel, vooral omdat grote techbedrijven in de VS en China hierin miljarden investeren. Het gebruik van zelfrijdende voertuigen neemt nu nog langzaam toe, maar zal in een stroomversnelling komen door de grote commerciële belangen erachter.

Zelfrijdende voertuigen verbeteren de bereikbaarheid voor mensen die niet kunnen of mogen autorijden. Mensen die wel zelf rijden, verliezen met een zelfrijdende auto minder tijd aan het uitvoeren van rijtaken, waardoor ze verder weg gelegen bestemmingen kiezen. In combinatie met lege ritten, groeit hierdoor het autoverkeer en neemt de congestie toe.

De opkomst van zelfrijdende voertuigen verandert niet alleen het mobiliteitsgedrag, maar ook de markt voor vervoersdiensten. Nieuwe grote internationale aanbieders zijn bijvoorbeeld Waymo, Uber en Baidu. Hoe de voor- en nadelen van zelfrijdend vervoer uitkristalliseren is nu slechts gedeeltelijk te voorzien, evenals de beleidsmaatregelen die nodig zijn om de ontwikkelingen in goede banen te leiden.

De grote steden bereiden zich voor op de komst van zelfrijdende voertuigen. Deze notitie schetst op hoofdlijnen kansen en bedreigingen, uitmondend in initiatieven van de grote steden. Buiten beschouwing blijven de techniek van zelfrijdende voertuigen, de typegoedkeuring en de verkeersveiligheid van de voertuigen. Uitgangspunt is dat de techniek goed werkt en dat zelfrijdende voertuigen veilig rijden.

2. Robotaxi's

De drie grootste aanbieders van robotaxi's zijn Waymo – dochter van Alphabet – en de Chinese bedrijven Pony.ai en Baidu Apollo Go[1]. Waymo rijdt met ongeveer 3.000 robotaxi's in 11 steden in de VS en breidt uit naar Londen, Tokyo en München. Pony.ai heeft inmiddels bijna 2.000 robotaxi's en Baidu biedt vervoersdiensten aan in 10 Chinese steden met ongeveer 1.000 robotaxi's. Zes kleinere aanbieders zijn actief in de VS en China. In Hamburg is een zelfrijdende minibus van VW MOIA te boeken voor deelvervoer. In 2030 kan het aantal robotaxi's zijn gegroeid naar 2,5 miljoen, een tiende van het aantal taxi's. Naar verwachting zal de robotaxi op termijn ongeveer de helft kosten van de taxi met chauffeur[2]. Grote platforms voor taxidiensten, zoals Uber en Lyft, zitten op het vinkentouw om over te stappen op zelfrijdende voertuigen. Uber rijdt al met robotaxi's in Zagreb en Madrid. Samen met het Chinese Pony.ai willen ze uitbreiden naar vier andere steden in Europa. En samen met het Amerikaanse WeRide naar Zürich.

Robotaxi's rijden gemiddeld een kwart van de afgelegde afstand leeg en niet onderweg naar een klant. Dit blijkt uit data van Waymo-auto's in Californië[3]. Weinig parkeermogelijkheden en hoge parkeertarieven, leiden tot meer lege kilometers van robotaxi's.

---

[1] Presenc AI (2026) *Robotaxi Expansion Tracker 2026*. Versie mei.
[2] McKinsey & Company (2022) *The road to affordable autonomous mobility.*
[3] McGuinness, K. et al (2026) *How Would For-Hire Autonomous Vehicles Impact New York City?*

Robotaxi's rijden momenteel uitsluitende in delen van grote steden, omdat daar de vraag naar taxidiensten groot is, waardoor de benuttingsgraad van de dure voertuigen relatief hoog kan zijn. Ze zijn nu meestal nog niet toegelaten in buitengebieden. De grote steden hebben juist ook congestie en een hoog aandeel openbaar vervoer. De vraag is of robotaxi's complementair zullen zijn aan het openvaar vervoer of dat ze concurreren. In theorie zou de robotaxi dunne en onrendabele ov-lijnen kunnen vervangen en als feeder kunnen dienen naar ov-knooppunten. Dit maakt het ov-systeem beter en goedkoper. Om dit te realiseren zullen robotaxi's of onder de ov-concessie moeten vallen of zodanig gereguleerd moeten worden dat de exploitanten niet concurreren met het ov, ondanks dat dit tegen hun commerciële belang in gaat. Het zou goed zijn deze beide varianten voor regulering van robotaxi's te concretiseren.

Grote internationale exploitanten van robotaxi's gaan belang krijgen bij het gemeentelijk beleid rond infrastructuur, openbare ruimte, openbaar vervoer en regulering van de taximarkt. Een belangrijke vraag bij de marktordening is ook of één of meerdere aanbieders van robotaxi's worden toegelaten.

Voor New York City zijn beleidsvoorstellen gedaan voor de introductie van robotaxi's[4]: vergunningstelsel, gebruiksdata moeten beschikbaar zijn, heffing op lege kilometers, vaste op- en uitstappunten, uitsluiten van drukke stadsdelen. Om de introductie van robotaxi's en andere zelfrijdende voertuigen in goede banen te leiden is een handvest opgesteld door POLIS en Eurocities[5]. Kern hiervan vormt de borging van het publiek belang.

In Europa vinden enkele experimenten plaats met de integratie van robotaxi's in het reguliere ov. Hierbij ligt het accent op de vervoerskundige inpassing en de organisatie. De regelgeving voor commerciële aanbieders van diensten met robotaxi's – ov-concessie, taxiverordening, e.d. – blijft in de pilots buiten beschouwing.
Het Noorse ov-bedrijf Ruter# biedt sinds 2023 vervoersdiensten aan met zelfrijdende voertuigen. Ze zijn gestart met 5 auto's van het Chinese NIO. Na de zomer van 2026 stappen ze over op minibussen van VW MOIA[6].
Het Zwitserse ov-bedrijf PostBus voert testen uit om in 2027 te starten met het aanbieden van zelfrijdend vervoer als aanvulling op het ov-aanbod[7]. De auto's zijn van het Chinese Baidu.
De Deutsche Bundesbahn en het Rhein-Main-Verkehersverbund testen zelfrijdende auto's als voor- en natransport naar stations[8]. Elektrische auto's van het Chinese NIO zijn uitgerust met de technologie van het Israëlische Mobileye.
Alle drie de experimenten bieden aanvullingen op het reguliere ov, met volledig elektrische voertuigen. De voertuigen rijden voorlopig in een beperkt gebied en met een safety driver.

3. Particuliere zelfrijdende auto's

Zelfrijdende auto's zijn nu nog duur, maar de aanschafprijs zal in 2030 gedaald zijn naar 50.000 tot 100.000 euro. Als de typegoedkeuring is afgegeven, zijn er geen belemmeringen voor particulieren om een zelfrijdende auto te kopen. Dit zal ook gaan gebeuren[9], eerst door mensen met een hoog inkomen en later vrij massaal.

---

[4] McGuinness,K. et al (2026) *How Would For-Hire Autonomous Vehicles Impact New York City?*
[5] POLIS en Eurocities (2026) *Joint Charter on Automated Mobility in European Cities and Regions*.
[6] Ruter#
[7] AmiGo
[8] KIRA
[9] De Amerikaanse startup Tensor wil nog dit jaar beginnen met de verkoop aan particulieren. Het Chinese DeepRoute.ai levert de techniek voor autonoom rijden aan autofabrikanten en het Chinese XPENG is gestart met de serieproductie van zelfrijdende auto's voor particulier gebruik.

Waarschijnlijk zal het autobezit maar weinig afnemen door de opkomst van zelfrijdende auto's[10]. Vrouwen hechten meer aan de eigen auto dan mannen. Het is niet te verwachten dat de opkomst van zelfrijdende auto's tot een massale overstap naar deelauto's zal leiden, in tegenstelling tot wat pleitbezorgers vaak beweren. Mogelijk gaan aanbieders van deelauto's ook zelfrijdende voertuigen aanbieden, die de gebruiker dan voor de deur ophalen. Dit verschilt technisch niet van een robotaxi, maar misschien wel in marketing en prijsstelling. Het Italiaanse Niulinx heeft Robo-share ontwikkeld, waarbij de zelfrijdende deelauto op lage snelheid – maximum 30 km/uur – leeg komt aanrijden, waarna de gebruiker er zelf mee gaat rijden, zoals met een gewone auto[11]. Het Nederlandse MyWheels gaat nog dit jaar 50 Tesla's met FSD als deelauto aanbieden, om voor te sorteren op de komst van autonome auto's[12].

Omdat de tijd achter het stuur een belangrijke rem zet op het autogebruik, zal het aantal autokilometers toenemen door een grootscheepse overstap op zelfrijdende auto's. Modelstudies en een praktijkexperiment wijzen op een toename met 40 tot 70%[13][14]. Ongeveer de helft van het extra autoverkeer komt door lege kilometers, bijvoorbeeld om de auto goedkoop buiten de stad te parkeren. Het gebruik van openbaar vervoer zal ruwweg halveren en fietsen neemt wat af.

Het extra verkeer kan niet verwerkt worden op het bestaande wegennet in stedelijke regio's en zal tot meer congestie leiden. De gemiddelde snelheid van de auto zal met zo'n 10% afnemen, volgens verschillende modelstudies. In gebieden waar al veel congestie is, zal het ov-gebruik niet halveren, maar bijvoorbeeld met zo'n 10% afnemen[15].

Het grootschalig gebruik van zelfrijdende auto's zal ook de ruimtelijke ontwikkeling beïnvloeden. Een hogere dichtheid van kerngebieden is mogelijk, doordat er minder ruimte voor geparkeerde auto's nodig is. Aan de andere kant zorgt de toename van verplaatsingsafstanden voor verdere suburbanisatie en ruimtelijke spreiding[16]. Het is niet duidelijk of de bereikbaarheid per saldo verbetert of verslechtert door de combinatie van comfortabeler autorijden, grotere verplaatsingsafstanden, toenemende congestie en afnemend ov-gebruik. De effecten verschillen voor stedelijke en landelijke regio's.

In theorie kunnen zelfrijdende voertuigen een goede bereikbaarheid mogelijk maken voor de inwoners van stedelijke regio's. Modelsimulaties laten zijn dat met trein, tram en metro, in

---

[10] Walud, Z. en P.K. Chintakayala (2021) *To own or not to own – that is the question: The value of owning a (fully automated) vehicle.* Snelder, M. et al (2019) *Mobility impacts of automated driving and shared mobility – explorative model and case study of the province of North-Holland*.

[11] Niulinx.

[12] MyWheels.

[13] Snelder, M.et al (2019 *Mobility impacts of automated driving and shared mobility: Explorative model and case study of the province of North Holland*; Harb, M. et al (2021) *Glimpse of the future: Simulating life with personally owned autonomous vehicles and their implications on travel behaviors*; Sun, R. et al (2024*) Impacts of connected and automated vehicles on travel demand and emissions in California*; Reimers et al (2025) *Will New Driving Technologies Change the Value of Public Transportation Investments?*

[14] Als een 20% hogere wegcapaciteit wordt verondersteld doordat intelligente voertuigen dichter op elkaar kunnen rijden, dan volgt een toename met 15% uit modelberekeningen. Snelder et al (2025) *Scenarios of automated driving based on a swichtboard for driving forces – an application to the Netherlands.*

[15] Reimers et al (2025) *Will New Driving Technologies Change the Value of Public Transportation Investments?*

[16] Gelauf, G et al (2019) *Spatial and welfare effects of automated driving: Will cities grow, decline or both?*; Llorca et al (2022) *Impact of autonomous vehicles on household relocation: An agent-based simulation*; Pimenta et al (2023) *Long-term effects of autonomous vehicles on the built environment: a systematic scoping review towards conceptual frameworks*; Reimers et al (2025) *Will New Driving Technologies Change the Value of Public Transportation Investments?*; Candia et al (2026) *Assessing the effects of autonomous vehicles in the Netherlands: a spatial general-equilibrium analysis.*

combinatie met robotaxi's en robobusjes-op-afroep, eenzelfde bereikbaarheid mogelijk is, tegen veel lagere kosten, met minder ruimtebeslag en minder nadelen voor de leefbaarheid[17]. Dit komt doordat er 80 tot 90% minder voertuigen nodig zijn. Een dergelijk vervoerssysteem is gunstig voor mensen die niet kunnen of willen autorijden en voor huidige ov-gebruikers, terwijl huidige autorijders ongeveer even snel op hun bestemming zijn. Dit blijft echter theorie, als de politieke wil ontbreekt om de privéauto te weren uit grote delen van de stad.

Vanwege de grote gevolgen van het massaal gebruik van zelfrijdende auto's op congestie, ruimtelijke ontwikkeling, leefbaarheid en ov-gebruik, is een geleidelijke ontwikkeling gewenst, met mogelijkheden om bij te sturen. Basisvoorwaarde hiervoor is dat er (voorlopig) een vergunningplicht komt voor zelfrijdende auto's. Momenteel is de typegoedkeuring de enige vereiste om de weg op te mogen.

4. Zelfrijdende bussen

Wereldwijd zijn er naar schatting enkele tientallen zelfrijdende bussen commercieel in gebruik. Bijvoorbeeld in Leuven en meerder Chinese steden. In Nederland rijdt sinds 1999 de ParkShuttle tussen bedrijventerrein Rivium en metrostation Kralingse Zoom. Vorig jaar startte een zelfrijdende bus tussen RDH-Airport en metrostation Meijersplein. En augustus dit jaar ging een zelfrijdende pendelbus rijden van en naar de Efteling. De bussen zijn van het Turkse bedrijf Karsan en ontwikkeld in samenwerking met Dutch Automated Mobility. I&W wil drie proeven met zelfrijdende bussen opzetten. De MRDH heeft als ambitie dat in 2040 de helft van de bussen zelfrijdend is[18].

De ontwikkeling en implementatie van zelfrijdende bussen loopt sterk achter op die van zelfrijdende auto's. Om het gebruik van zelfrijdende bussen te versnellen is het nodig om vanuit de gezamenlijke ov-bedrijven een grote marktvraag te creëren. Dit zal in de ov-concessies opgenomen moeten zijn, zoals dit ook met elektrische bussen is gebeurd. Een concreet marktperspectief is nodig voor bedrijven om te investeren in de uitontwikkeling van een zelfrijdende en elektrische bus, die op schaal gebouwd kan worden. Een Nederlandse – of minstens Europese – busbouwer zal dan in een consortium moeten stappen met een buitenlandse technologieleverancier, bijvoorbeeld uit China, de VS of Israël. Dit kan hopelijk voorkomen dat we straks zelfrijdende bussen alleen buiten de EU kunnen kopen. Door de vraag te bundelen komt tijdelijk weer een 'standaard bus' op de weg. Een Europese bundeling van de vraag maakt het mogelijk om enkele concurrerende typen tegelijkertijd te ontwikkelen. Hiervoor is een innovatiepartnerschap misschien een geschikte aanbestedingsvorm.

5. Robovans en zelfrijdende vrachtwagens

Wereldwijd zijn er 50.000 tot 60.000 robovans in gebruik, het overgrote deel in China. In Zürich loopt een proef. Het Singaporese bedrijf Zelostech gaat samen met het Nederlandse PuraMobi robovans in Nederland introduceren. De opkomst van robovans zal de stadslogistiek veranderen en tot meer vervoersbewegingen leiden.

Naar schatting rijden er wereldwijd 40 tot 60 zelfrijdende trucks. Vanwege de financiële voordelen, is een snelle introductie te verwachten. Dit verlaagt de kosten van het wegtransport, waardoor dit extra zal groeien. De concurrentiepositie van spoor en binnenvaart neemt verder af.

6. Data security

Zelfrijdende voertuigen verzamelen en verwerken veel data, zowel van de omgeving als van binnen het voertuig. Ze zijn verbonden met het internet en uitgerust met hoge resolutie camera's, radar en geluidsensoren. Dit brengt risico's met zich mee voor privacy, cyberaanvallen, onrechtmatig gebruik

[17] International Transport Forum en Yusuku, K et al (2021) *Impacts of shared autonomous vehicles: Tradeoff between parking demand reduction and congestion increase.*
[18] MRDH (2026) *Mobiliteitsvisie – Dromen, durven en doen.* Februari.

van data en de nationale veiligheid[19]. Om spionage te voorkomen hebben het VK, Polen en Israël zelfrijdende voertuigen in de omgeving van militaire terreinen en gebouwen verboden. China gaat hierin verder en heeft Tesla's[20] geweerd uit de omgeving van luchthavens en gevoelige overheidsgebouw. De VS hebben vanaf 2027 alle software en communicatie hardware van Chinese en Russische makelij verboden in nieuwe auto's.

De EU heeft nog geen omvattend beleid om de risico's die samengaan met de vele data van zelfrijdende voertuigen voldoende in te dammen. De Chinese aanpak omvat onder meer[21]:
- Alle gevoelige data worden in China opgeslagen.
- Data moeten zijn geclassificeerd naar gevoeligheid.
- Een security managementsysteem en risicoanalyses zijn verplicht. Regelmatige vinden audits plaats.
- Anonimiseren van gezichtsherkenning buiten het voertuig.
- Alle data van binnen het voertuig worden ook binnen het voertuig verwerkt.
- Alle sensoren naar de omgeving zijn met één klik uit te schakelen en aan het voertuig is van buiten te zien of dit is gebeurd.

De huidige EU-wetgeving rond data en cybersecurity, moet aangevuld worden met gedetailleerde technische standaarden en verplichte audits voor zelfrijdende voertuigen. Certificering van de data security is nodig naast de bestaande typegoedkeuring van voertuigen. Bij voorkeur door de EU en als dit te lang duurt door een coalitie van landen die voorop willen lopen met het gebruik van zelfrijdende voertuigen.

7. Korte termijn acties

De volgende acties zijn vanwege de snelle ontwikkelingen rond zelfrijdende voertuigen urgent en vinden in 2026 plaats:
1. De grote steden nemen het initiatief om twee varianten voor de regulering van robotaxi's bestuurlijk-juridisch uit te werken. Een variant gebruikt de ov-concessie, de andere variant een aanpassing van de taxiverordening. In beide varianten komt de keuze voor één of meer exploitanten aan de orde.
2. De grote steden nemen het initiatief om de uitontwikkeling en het gebruik van zelfrijdende bussen te versnellen. Een onderdeel is het creëren van een gebundelde marktvraag, nationaal en/of in de EU. Tweede deel is het bevorderen dat consortia rond Nederlandse of Europese busbouwers ontstaan, die op schaal zelfrijdende bussen gaan bouwen.
3. De grote steden bepleiten bij de rijksoverheid en andere instanties een geleidelijke toelating van zelfrijdende voertuigen. Voordat een grootschalig introductie mogelijk is, moet eerst de data security goed zijn geregeld en moet duidelijk zijn hoe de toename van het wegverkeer door zelfrijdende voertuigen in goede banen wordt geleid. Een tijdelijk vergunningstelsel voor zelfrijdende voertuigen is nodig om de ontwikkelingen bij te kunnen bijsturen. Nu ontbreekt deze mogelijkheid.

Verdere initiatieven van de grote steden volgen, bijvoorbeeld over robovans en beleidsvorming rond de toename van het wegverkeer in en om de grote steden door de opkomst van zelfrijdende voertuigen.

[19] Uznanska, P. (2025) *Smartphones on wheels – Connected cars from China and the EU's cybersecurity*. OSW-Report, Warsaw.
[20] Tesla is het enige niet-Chinese automerk geschikt voor autonoom rijden dat in China is gecertificeerd voor data security. Naast 12 Chinese autotypen. Bron: Uznanska, 2025.
[21] Uznanska, P. (2025) *Smartphones on wheels – Connected cars from China and the EU's cybersecurity*. OSW-Report, Warsaw.