



Samenvatting

Hoe en in welk tempo zal de transitie, ofwel overgang, verlopen naar een toekomst met autonome auto's en vrachtauto's? Welke ontwikkelingen zijn bepalend? Gaat het vooral om de ontwikkeling van de techniek, de wetgeving eromheen, of juist om de acceptatie van de gebruiker? En als je weet welke ontwikkelingen bepalend zijn, hoe zijn deze dan te volgen? En hoe kan de overheid hier tijdig op inspelen?

Dezelfde vragen zijn te stellen over andere vervoerwijzen, zoals vliegen, varen en voortbewegen over rails. Daarbij is het van belang te kijken naar overeenkomsten en verschillen tussen de vervoerwijzen. Zijn er dwarsverbanden of kruisbestuivingen, waarbij automatisering van besturingstaken bij de ene vervoerwijze een voorloper is van een soortgelijke ontwikkeling bij een andere vervoerwijze of hier juist een rem op zet?

Om de ontwikkelingen richting een mogelijke toekomst met autonoom vervoer, zowel bij de personenauto als bij andere vervoersmodaliteiten, te kunnen volgen en daarop als beleidsmaker tijdig te kunnen inspelen heeft het directoraat-generaal Mobiliteit van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KIM) gevraagd een monitoringskader te beschrijven voor de transitie naar autonoom vervoer.

De onderzoeksvraag luidt:



Welke indicatoren kunnen worden gedefinieerd om ontwikkelingen in de richting van een mogelijke toekomst met autonoom vervoer te monitoren en welke informatiebronnen zijn beschikbaar om de trends op deze indicatoren (periodiek) in kaart brengen?

Om deze vraag te beantwoorden onderscheiden we drie stappen:

- Stap 1:** Context: autonoom vervoer, doelen en stand van de techniek;
- Stap 2:** Het formuleren van een conceptueel kader met monitoringsindicatoren;
- Stap 3:** Het beschrijven van literatuurbronnen, onderzoeksprojecten en organisaties per indicator die voor een periodieke monitor kunnen worden gebruikt.

Voor een gedegen monitoring van de transitie is het gebruikelijk dat beleidsdoelen dusdanig concreet zijn dat het mogelijk is verklarende en meetbare indicatoren te benoemen en daaraan grens- of streefwaarden te koppelen. Deze scherp geformuleerde doelen en grenswaarden zijn er (nog) niet. Daarom richten we ons op het in kaart brengen van indicatoren en informatiebronnen die gezamenlijk een beeld geven van het verloop van de transitie naar een toekomst met autonoom vervoer. We doen geen voorstel voor het monitoren van de praktijkeffecten van autonoom vervoer, zoals de effecten op veiligheid, milieu en bereikbaarheid. Dergelijke effecten zijn weliswaar belangrijk, maar vallen buiten de scope van dit onderzoek. We richten ons ook niet op praktische vragen rond het monitoringsproces, zoals wie monitort wat en wanneer.

Tabel S.1: Onderzoeksaanpak voor de drie stappen.

Stap	Toelichting	Onderzoeksaanpak
Stap 1	Context	Literatuuronderzoek (wetenschappelijke artikelen, belangrijke rapporten, artikelen in vakbladen)
Stap 2	Conceptueel kader met indicatoren	Het conceptueel kader met indicatoren is gebaseerd op inzichten uit de recente literatuur (afgelopen 10 jaar) en besprekingen met deskundigen binnen het KiM. Het kader hebben we getoetst en aangepast op basis van tien interviews met experts: Drie voor zelfrijdende auto's; <ul style="list-style-type: none"> • Eén voor railvervoer; • Vier voor luchtvaart/drones; • Twee voor scheepvaart. De experts waren werkzaam bij de volgende organisaties: TU Delft, NLR (Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum), DG RTD (Directoraat-Generaal Onderzoek en innovatie) van de Europese Commissie, Rijkswaterstaat, DG Mobiliteit van het ministerie van IenW.
Stap 3	Bronnen	We hebben de geïnterviewde experts gevraagd aan de hand van welke bronnen (rapporten, onderzoeksprojecten en organisaties) de ontwikkelingen met de indicatoren de komende tijd te volgen zijn. Deze bronnen hebben we aangevuld met eigen bronnen via literatuuronderzoek en internetzoekopdrachten.

Stap 1: Context



In deze eerste stap staan de volgende vragen centraal:

- Wat houdt autonoom vervoer in?
- Welke maatschappelijke doelen (kunnen) worden nagestreefd met autonoom vervoer en in welke mate hangt doelbereik af van het niveau van autonomie?
- Wat is de stand van de techniek rond autonoom vervoer? En wanneer kunnen we bepaalde systemen in de praktijk verwachten en op welke schaal?

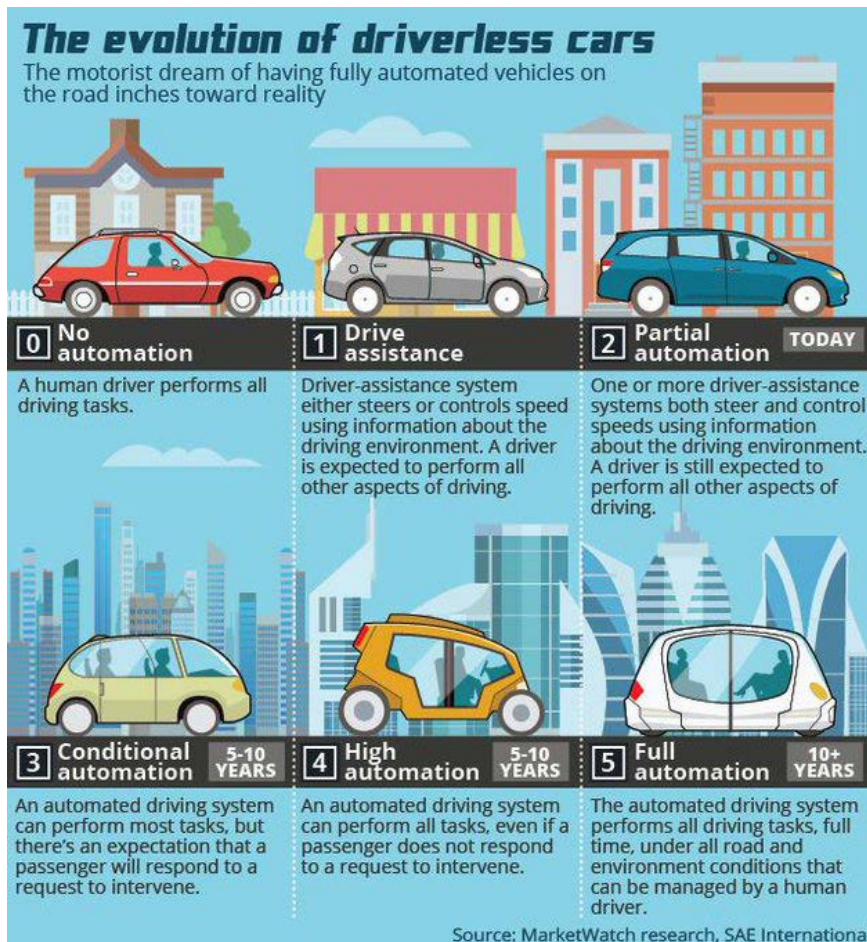
1.1 Autonoom vervoer

Niveaus van autonoom vervoer

In het dagelijks leven wordt vaak gesproken over zelfrijdende of autonome auto's en in iets mindere mate ook over autonome treinen, schepen en luchtvaartuigen. Een speciale categorie binnen de laatste zijn drones: kleine onbemande vliegtuigjes of helikopters, die nu al worden gebruikt voor verschillende toepassingen. Maar wat bedoelen we precies met autonoom vervoer? De literatuur onderscheidt verschillende niveaus van autonomie per vervoerwijze, met drie, soms vier of zelfs nog meer autonomie-niveaus (zie figuur S.1 voor de auto). Een belangrijke overeenkomst bij al deze indelingen is dat het gaat om de rol en verantwoordelijkheden die de mens (nog) draagt en die de techniek (oftewel het automatische systeem) overneemt. We kunnen daarbij drie hoofdniveaus onderscheiden:

1. Het huidige autonominiveau, waarbij voor het merendeel van de besturingshandelingen een mens nodig is.
2. Een autonominiveau waarbij digitale technieken een groot deel van de besturingshandelingen kunnen overnemen, maar waarbij nog wel altijd een bestuurder nodig is met meer of minder verantwoordelijkheid.
3. Het hoogste autonominiveau, waarbij een vervoermiddel zich volledig autonoom, dat wil zeggen zonder interventie van een bestuurder, van herkomst naar bestemming kan verplaatsen.

Hoe hoger het autonominiveau, des te kleiner de rol van de menselijke bestuurder. De verwachting is vaak dat het hoogste niveau van autonomie, waarbij de mens geen rol meer speelt bij de besturing, zorgt voor de gunstigste effecten op veiligheid, milieu en klimaat, doorstroming en effectief tijdgebruik. Maar autonoom vervoer kan soms juist ook strijdige effecten hebben. Een hoog veiligheidsniveau botst bijvoorbeeld met een goede doorstroming en met een effectief tijdgebruik ('het schiet niet op').



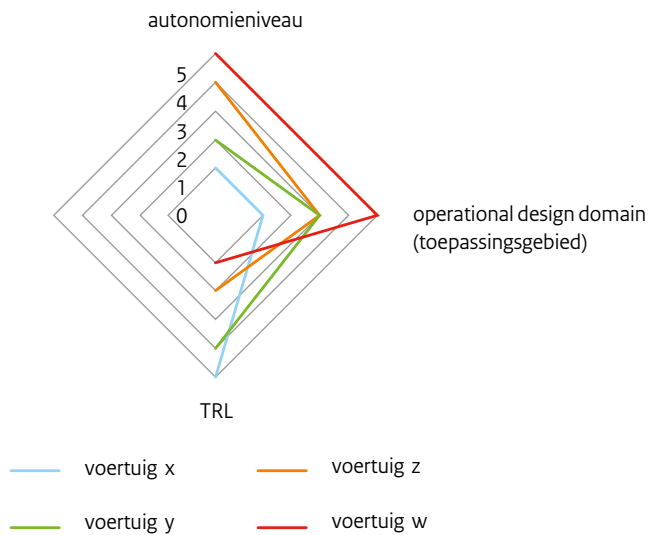
Figuur 5.1: Voorbeeld van vijf SAE-niveaus voor autonome auto's. Bron: Marketwatch research.

Relatie met Technology Readiness en het toepassingsgebied

De autonominiveaus zeggen iets over de functionaliteiten die kunnen worden geautomatiseerd, maar niets over hoe marktrijp een techniek is. Daarom is het belangrijk te kijken naar marktrijpheid, oftewel 'technology readiness levels (TRL)'. TRL's beschrijven de technologische ontwikkeling in negen niveaus vanaf het eerste idee tot aan introductie op de markt. De eerste drie niveaus (TRL 1, 2, 3) behoren tot 'discovery' ofwel ontdekking, TRL 4-6 tot 'development' ofwel ontwikkeling en TRL 7 en TRL 8 behoren tot de fase 'demonstration', de pilotfase, met TRL 9 'deployment' als laatste ontwikkelingsfase van de (grootschalige) marktintroductie.

Daarnaast is het van belang binnen welke grenzen, qua plek/tijd/klimatologische omstandigheden, autonoom vervoer aan de orde is. Dit noemen we het toepassingsgebied, of in het Engels het 'operational design domain' (ODD). De term wordt vooral toegepast bij autonome auto's, maar is in principe relevant voor alle vervoerwijzen. Dat bijvoorbeeld opeens een auto op de markt komt die op alle snelwegen volledig autonoom kan gaan rijden, is onrealistisch. Een evolutionair proces, waarbij eerst delen van de snelweg worden aangemerkt als 'autonome zone', is waarschijnlijker.

Autonomieniveau, toepassingsgebied en marktrijpheid zijn dus drie verschillende dimensies die gezamenlijk de fase beschrijven waarin een autonome vervoerwijze zich bevindt (zie figuur S.2). Een voorbeeld is een autonoom voertuig, niveau 1, dat op het punt van marktintroductie (dus TRL 9) staat en als toepassingsgebied een specifiek snelwegtraject kent.



Figuur S2: Illustratie van relatie tussen autonomieniveau, TRL-niveau en het toepassingsgebied voor verschillende hypothetische voertuigen.

Interactie met fysieke en digitale infrastructuur

Bij autonoom vervoer denken we vaak dat het vervoermiddel zelf 'slimme' dingen kan, zoals zelf manoeuvreren (zoals zelf inparkeren), en daarbij met behulp van camera's, radar en LIDAR¹-systemen en algoritmes objecten kan ontwijken ('sense and avoid'). Daarnaast wordt ook de fysieke infrastructuur 'slimmer', waardoor beter autonoom kan worden gereden of gevaren. Denk aan verkeerslichten, die met een auto kunnen communiceren (of hem detecteren) om zo de doorstroming te verbeteren, of sensoren in treinrails of op een havenkade die met een trein of schip communiceren. Maar ook data en gegevensuitwisseling spelen een belangrijke rol bij autonoom rijden. Denk aan ontwikkelingen in 5G-netwerken die communicatie tussen voertuigen ('vehicle-to-infrastructure') kunnen verbeteren, maar die het ook mogelijk maken verkeer op afstand te beïnvloeden (bijvoorbeeld 'vehicle-to-cloud'). Ontwikkelingen op al deze vlakken zijn belangrijk en zelfs noodzakelijk bij de transitie naar een meer autonoom vervoersysteem. Ook deze ontwikkelingen op het gebied van de (fysieke en digitale) infrastructuur zijn te beschrijven met de marktrijpheidsniveau (TRL's).

¹ LIDAR staat voor Light Detection and Ranging. Een LIDAR-scanner maakt een soort van 3D-laserscan van de omgeving.

1.2 Maatschappelijke doelen en relatie met autonominiveau

Er is een wisselwerking tussen het autonominiveau en de mate waarin doelen kunnen worden behaald. Leidt een hoger niveau tot meer positieve effecten? Dat is niet met zekerheid te zeggen. Zo kan het hoogste niveau van autonoom vervoer er bijvoorbeeld toe leiden dat de sociale inclusie toeneemt, omdat kinderen en mindervalide mensen zich met de (zelfrijdende) auto kunnen verplaatsen. Tegelijkertijd zorgt dit voor een toename van de mobiliteit (en mogelijk files) en de uitstoot.

Maar zelfs als we aannemen dat een hoger autonominiveau ervoor zorgt dat doelen beter worden gerealiseerd, dan is het nog steeds de vraag in hoeverre dit opweegt tegen de meerkosten. Zo kan de verkeersveiligheid al verbeteren door allerlei bestuurderondersteunende systemen toe te passen, zoals 'adaptive cruise control'. En 'Driver Assistance Systemen' (DAS) in de trein, die de machinist informeren hoe hij optimaal binnen de dienstregeling kan rijden, kunnen zorgen voor een betere benutting van de spoorcapaciteit. Het is onduidelijk hoeveel veiligheids- of capaciteitswinst een verdere automatisering van besturingstaken oplevert en hoeveel dit kost.

1.3 Stand van de techniek en verwachtingen

De verwachting in de literatuur is dat voor het jaar 2030 een beperkt aantal functionaliteiten autonoom kan worden uitgevoerd met marktrijpe technieken/systemen (TRL-niveau 7-9). Denk hierbij aan het op de snelweg automatisch rijden of aan het op bepaalde trajecten automatisch rijden van treinen. Omdat het om een beperkt aantal functionaliteiten gaat, is nog steeds een 'bestuurder' nodig, die taken kan overnemen. Het volledig autonoom verplaatsen in alle situaties en op alle trajecten duurt in de meest gunstige voorspellingen nog minstens tien tot vijftien jaar. In de meest ongunstige voorspellingen gebeurt het nooit (zie Tillema et al., 2017).

Stap 2: Indicatoren

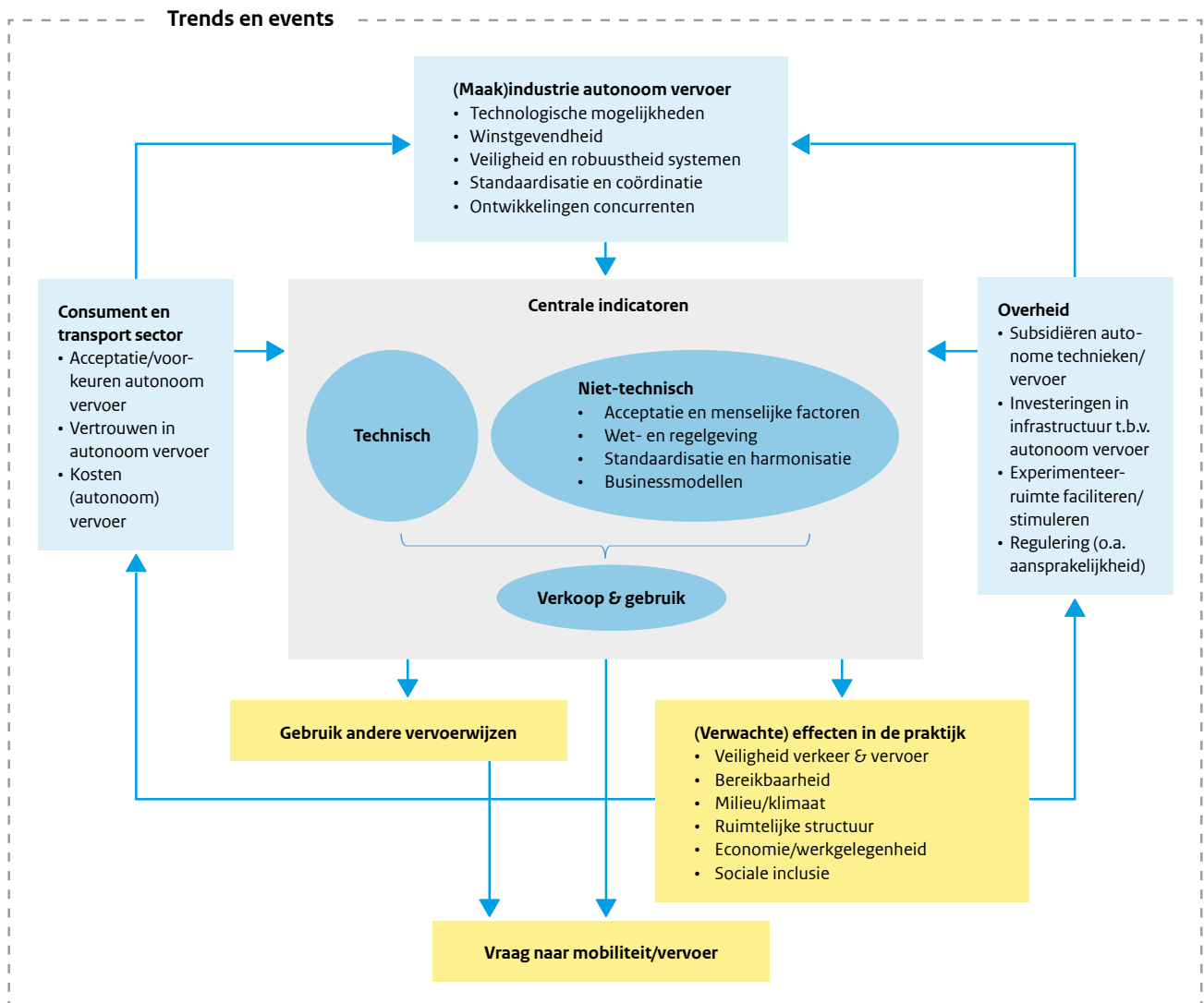


In deze stap brengen we factoren in kaart die de transitie naar een toekomst met autonoom vervoer stimuleren dan wel belemmeren. De samenhang daartussen staat in het conceptueel kader in figuur 5.3. De kern bestaat uit een blok met indicatoren die kunnen helpen de transitie naar autonoom vervoer te monitoren. Het gaat om 'technische' indicatoren, 'niet-technische' indicatoren en om de indicator 'verkoop en het gebruik in de praktijk'.

Niet-technische indicatoren verdelen we verder onder in:

- Acceptatie en menselijke factoren;
- Wet- en regelgeving;
- Standaardisatie en harmonisatie;
- Businessmodellen.

De technische en niet-technische indicatoren tezamen bepalen de verkoop, penetratie en het daadwerkelijke gebruik van autonome systemen. We richten ons in deze studie op de uitwerking van deze indicatoren (grijze blok). Verschillende stimulerende en belemmerende factoren vanuit de consument, de industrie en de overheid grijpen op hun beurt in op deze centrale indicatoren (lichtblauwe blokken). Hetzelfde geldt voor meer algemene trends, onzekerheden en gebeurtenissen van buitenaf. Wanneer autonome vervoerssystemen op de markt komen en een vlucht nemen, heeft dat impact op het verkeers- en vervoerssysteem' (gele blokken).



Gebruik andere vervoerwijzen

(Verwachte) effecten in de praktijk

- Veiligheid verkeer & vervoer
- Bereikbaarheid
- Milieu/klimaat
- Ruimtelijke structuur
- Economie/werkgelegenheid
- Sociale inclusie

Vraag naar mobiliteit/vervoer

- Stimulerende en belemmerende factoren
- Effecten van autonoom vervoer
- Monitoringsindicatoren (onderscheid naar: voertuig, infrastructuur en communicatie)

Figuur 5.3: Conceptueel kader: stimulerende en belemmerende krachten voor de ontwikkeling, de verkoop en het gebruik van autonome vervoerwijzen.

Binnen de hoofdgroepen van indicatoren heeft het KiM een nadere indeling in deelindicatoren (zie tabel S.2) gemaakt, gebaseerd op de belangrijke ontwikkelingen die de geïnterviewde experts op het gebied van zelfrijdende auto's inbrachten. Om een vergelijking tussen vervoermiddelen mogelijk te maken, hebben we voor de andere vervoerwijzen dezelfde indicatoren gebruikt als voor de auto.

Tabel S.2: Monitoringsindicatoren met onderscheid naar hoofdgroepen, met daarbinnen deelindicatoren.

Hoofdgroep	Deelindicator
Technisch	Niveau van autonomie en marktrijpheid (TRL) Gebiedsafbakening/-grenzen (ODD) Ontwikkelingen interactie vervoermiddel en infrastructuur
Niet-technisch	<i>Acceptatie en menselijke factoren:</i> Acceptatie van de (potentiële) gebruiker en brede maatschappij Menselijke verantwoordelijkheid en ethische aspecten
	<i>Wet en regelgeving:</i> Verschillen in regelgeving tussen landen/werelddelen
	<i>Standaardisatie en harmonisatie:</i> Technieken Infrastructurele behoeften
	<i>Businessmodellen:</i> Investerings in autonoom vervoer Businessmodellen fabrikanten
Verkoop, penetratie en gebruik	Verkoop, penetratie en gebruik

Stap 3: Monitoringsbronnen



In deze stap koppelen we bronnen aan de indicatoren die voor een periodieke monitor kunnen worden gebruikt. Hierbij onderscheiden we drie typen bronnen:

1. (Periodieke) documenten/rapporten;
2. (Lopende) onderzoeksprojecten;
3. Belangrijke organisaties met relevante expertise.

Bij 'grote onderzoeksprojecten' richten we ons op Nederlandse en Europese projecten (met Nederlandse inbreng). Deze inperking heeft te maken met de praktische uitvoerbaarheid, gegeven het grote aantal onderzoeksprojecten in de wereld. Hetzelfde geldt voor 'belangrijke organisaties', waarbij we ons beperken tot Nederlandse en Europese organisaties. We noemen organisaties buiten Europa alleen indien ze essentieel zijn. Tabel S.3 bevat een selectie van belangrijke bronnen per vervoerwijze, met waar mogelijk een concrete weblink naar de bron.

Aandachtspunten

Met de indicatoren en hun gerelateerde bronnen kunnen we de ontwikkelingen richting een toekomst met autonoom vervoer volgen. Maar hoe lang blijven deze bronnen actueel en relevant? En hoe hangt dit af van het type bron (rapporten, onderzoeksprojecten en organisaties)? Van veel literatuurbronnen is onbekend of ze periodiek geüpdatet worden en hoe vaak dit gebeurt. Voor een gedegen monitoring is het echter belangrijk dat er een periodieke update plaatsvindt van bronnen. Bij grote onderzoeksprojecten is de borging en ontsluiting van kennis na afloop een aandachtspunt. Hiertoe worden overigens wel pogingen ondernomen. Een voorbeeld is ARCADE, een Horizon2020-project van de EU, dat via een website kennis en data uit verschillende projecten deelt en categoriseert.

Naast het bovenstaande aandachtspunt komt uit deze studie een aantal andere overwegingen naar voren:

- Bronnen dienen kritisch in hun context te worden gezien: Er wordt erg veel geschreven over autonoom vervoer en de (snelheid van) ontwikkelingen. Het is soms lastig om de waarde van de bronnen in te schatten. Elke bron moet worden beoordeeld in het licht van wie of vanuit welke organisatie deze komt. Dit hebben we in deze studie gedaan, maar het blijft een aandachtspunt voor elke nieuwe publicatie.
- Detailniveau monitoring: Autonome technieken en systemen tezamen bepalen in welke mate een vervoermiddel zich autonoom kan verplaatsen. Het gaat daarbij om slimme technieken in het vervoermiddel (bijvoorbeeld sensoren, camera's en software) maar ook om ondersteunende ontwikkelingen in de fysieke en digitale infrastructuur (bijvoorbeeld connectiviteit). In dit rapport zijn we uitgegaan van het monitoren van de ontwikkelingen van het vervoermiddel zelf en van de ontwikkelingen rondom de infrastructuur. We hebben daarbij niet gekeken naar indicatoren op het niveau van deelttechnieken (bijvoorbeeld de ontwikkeling op het gebied van sensoren of camera's).
- Verschillen tussen vervoerwijzen: Er zijn overeenkomsten tussen vervoerwijzen wanneer het om autonoom vervoer gaat, maar ook veel verschillen. Zo verschilt de rol van de consument. Bij de personenauto, en deels ook bij (kleine) drones, speelt de vraag wat de burgers/consumenten willen en kopen een belangrijke rol. Overheden kunnen hierdoor worden verrast. Bij andere vervoerwijzen, zoals het openbaar vervoer, speelt de overheid zelf een rol als consument, bijvoorbeeld via concessieverleningen. In de scheepvaart bepalen grote vervoerders en verladers welke typen schepen ze ontwikkelen. Soms zijn scheepswerven zelfs in handen van grote vervoerders. Tot slot spelen grote internationale organisaties in de lucht- en scheepvaart een belangrijke rol, waardoor veranderingen vaak traag verlopen. Kortom, het hele 'ecosysteem' en de bijbehorende stimulerende krachten verschillen. Dit bemoeilijkt het vergelijken van de transitie naar verschillende autonome vervoerwijzen.

Met deze studie draagt het KiM bij aan het denkproces binnen het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat over het monitoren van de transitie naar een toekomst met autonoom vervoer.

Tabel S3: Te raadplegen bronnen om de ontwikkelingen op de indicatoren te kunnen volgen, met onderscheid naar rapporten, projecten en organisaties.

Bronnen	Toelichting	Weg	Rail	Lucht	Water
Rapporten					
STRIA Roadmap on Connected and Automated Transport (EC, 2019)	Hierin worden roadmaps beschreven voor de weg, het spoor en het water. Het rapport is gemaakt in samspraak met EU-lidstaten en stakeholders uit de industrie en wetenschap. De stand van zaken wordt beschreven, net als de hordes die moeten worden overwonnen. Ook worden lopende onderzoeksprojecten genoemd.	X	X		X
Connected Automated Driving Roadmap (ERTRAC, 2019)	Dit rapport geeft een overzicht van ontwikkelingspaden rondom autonome auto's, bussen en vrachtwagens. Daarnaast beschrijft het belangrijke uitdagingen voor de komende tijd en geeft het een overzicht van EU-onderzoeksprojecten en initiatieven.	X			
Autonomous Vehicles Readiness Index (KPMG, 2019)	In dit jaarlijkse rapport vergelijkt KPMG 25 landen op vier aspecten: 'Beleid en regulering', 'Technologie en innovatie', 'Infrastructuur', 'Acceptatie Consumenten'.	X			
European Drones Outlook Study (SESAR, 2016)	De studie gaat vooral over de ontwikkelingen van drones voor vrachtvervoer tot het jaar 2050. Er wordt ingegaan op techniek, acceptatie, wet- en regelgeving. SESAR staat voor Single European Sky ATM Research, een samenwerkingsproject voor Europese luchtruimherziening en het geadvanceerde air traffic management (ATM).			X	
(Un)certain Skies? Drones in the World of Tomorrow (ITF/OECD, 2018)	Dit rapport onderzoekt de rol van drones in het toekomstige vervoerssysteem. Hierbij wordt onder andere ingegaan op drones die personen en goederen vervoeren.			X	

Bronnen	Toelichting	Weg	Rail	Lucht	Water
Projecten EU en NL					
ARCADE	ARCADE, onderdeel van het EU Horizon2020-programma, heeft als doel om een kennisbasis op te zetten voor alle Europese en internationale activiteiten en om een platform te maken waar data en ervaringen worden gedeeld en hergebruikt.	X			
Spatial and Transport impacts of Automated Driving (SURF-STAD)	Binnen dit SURF-project wordt onderzoek gedaan naar verschillende bereikbaarheids- en ruimtelijke effecten van autonoom rijden.	X (incl. OV)			
Shared Personalised Automated Connected vHicles (SPACE) project	Dit is een project dat zich richt op autonome deelvoertuigen in steden. Eén van de doelen is de ontwikkeling van operationele concepten en businessmodellen.	X (OV)			
Shift2Rail Joint Undertaking	Dit EU Horizon2020-project bestaat uit vijf innovatieprogramma's, waaronder Advanced Traffic Management & Control Systems. Hieronder valt ook ATO (Automatic Train Operation).		X		
PODIUM (Proving Operations of Drones with Initial UTM)	PODIUM (Proving Operations of Drones with Initial UTM) valt onder het EU Horizon2020-programma en is gericht op U-Space, een digitaal systeem dat de coördinatie van drones in het luchtruim mogelijk maakt.			X	
Organisaties/platformen					
European Road Transport Research Advisory Council (ERTRAC)	ERTRAC is een Europees technologieplatform met experts uit industrie, onderzoek en overheid.	X			
Researchlab Automated Driving TU Delft (RADD)	RADD is een testlaboratorium van de TU Delft, waar experimenten met automatisch vervoer plaatsvinden. Initiatiefnemers zijn de TU Delft, Metropoolregio Rotterdam Den Haag (MRDH), de gemeente Delft en de provincie Zuid-Holland.	X			
Strategic Area Smart Mobility (TU Eindhoven)	Dit is een verbindend cluster binnen de TU Eindhoven waarbij onderzoekers op het gebied van Smart Mobility zijn aangesloten.	X			
Department of Transport & Planning en Department of Marine and Transport Technology, TU Delft	Binnen deze vakgroepen is veel expertise aanwezig op het gebied van autonome auto's, treinen en schepen.	X	X		X
European Rail Research Advisory Council (ERRAC)	De European Rail Research Advisory Council (ERRAC) is een publiek-private samenwerking tussen de Europese Commissie en de industrie om de Europese railsector competitiever en innovatiever te maken.		X		
ICAO en EASA	<i>De International Civil Aviation Organisation (ICAO) valt onder de VN. EASA is het Europees Agentschap voor de veiligheid van de luchtvaart. Beide partijen spelen een belangrijke rol bij standaarden en regelgeving rond luchtvaart en autonoom vliegen.</i>			X	
International Maritime Organisation (IMO)	De International Maritime Organization (174 deelnemende landen) valt net als ICAO onder de VN en is verantwoordelijk voor regelgeving rond scheepvaart.				X
Smart Shipping (SMASH)	Dit programma van het ministerie van IenW faciliteert innovaties op het gebied van 'smart shipping'.				X
Researchlab Autonomous Shipping (RAS)	Binnen RAS wordt onderzoek gedaan naar de technische ontwikkeling van autonome schepen in Nederland. De TU Delft werkt hierin samen met overheden en industrie.				X
SMARTPORT	SMARTPORT is een non-for-profit kennisplatform met partners zoals de Haven van Rotterdam, TU Delft, de Gemeente Rotterdam, de Erasmus Universiteit en Deltares. Het platform richt zich op slimme havens, waarvan autonome schepen deel uitmaken.				X
Nederlandse kennisinstellingen	Voorbeelden van Nederlandse kennisinstellingen met relevante kennis zijn: Rijkswaterstaat (ITS, smart shipping), MARIN (autonomous sailing), NLR (autonome luchtvaart) en Prorail (ERTMS, ATO).	X	X	X	X