

Infoblad mobiliteit voor veiligheidsregio's



Instituut Fysieke Veiligheid
Kennisonwikkeling en onderwijs
Postbus 7010
6801 HA Arnhem
Kemperbergerweg 783, Arnhem
www.ifv.nl
info@ifv.nl
026 355 24 00

Colofon

Ondanks de aan de samenstelling van de tekst bestede zorg kan de samensteller geen aansprakelijkheid aanvaarden voor schade ontstaan door eventuele fouten c.q. onvolkomenheden in deze handreiking.

Het IFV heeft zijn uiterste best gedaan om bronnen en rechthebbenden van beeldmateriaal die in dit infoblad zijn gebruikt, te achterhalen. Wanneer desondanks beeldmateriaal wordt getoond waarvan u (mede)rechthebbende bent en u voor het gebruik ervan niet als bron of rechthebbende wordt genoemd, of u heeft voor het gebruik geen toestemming verleend, neemt u dan contact met ons op via info@ifv.nl.

Om de publicatie te kunnen blijven ontwikkelen en verbeteren, ontvangen wij graag commentaar en suggesties ter verbetering. Vragen of opmerkingen kunt u sturen naar info@ifv.nl, onder vermelding van 'Infoblad mobiliteit'.

Achtergrondinformatie over mobiliteit is te vinden in het dossier Veilige Energietransitie op www.ifv.nl/kennisplein.

Instituut Fysieke Veiligheid (2019). *Infoblad mobiliteit*. Arnhem: IFV.

Opdrachtgever:	Programmaaad Risicobeheersing, Vakgroep Omgevingsveiligheid
Contactpersoon:	Margreet Spoelstra
Titel:	Infoblad mobiliteit
Datum:	30 september 2019
Status:	Definitief
Versie:	1.0
Auteurs:	Margreet Spoelstra
Projectleider:	Margreet Spoelstra
Review en Eindverantwoordelijk:	Nils Rosmuller

Voorwoord

Naar verwachting zal per 1 januari 2021 de Omgevingswet van kracht worden. Regionaal en lokaal wordt meer ruimte geboden aan bevoegde gezagen om het omgevingsbeleid af te stemmen op hun eigen behoeften en doelstellingen, zoals die passen bij de eigen omgeving en bevolking. Dat is aan de ene kant natuurlijk mooi, maar anderzijds vraagt dit ook om visie en planvorming op de lange termijn, terwijl die lange termijn onzeker is: de ontwikkelingen zelf zijn onzeker, maar ook de consequenties van die ontwikkelingen zijn soms nog ongewis.

Mobiliteit is een voorbeeld van een dergelijke ontwikkeling: wat gaat er (in diverse regio's) in Nederland gebeuren op het gebied van mobiliteit? Denk bijvoorbeeld aan mobiliteitsconcepten zoals 'mobility as a service', 'autonoom rijden', drones of de vergroening van energie- en brandstofvoorziening in de transportsector¹. Niet alles is zeker, maar wat wel duidelijk is, is dat aan dit soort ontwikkelingen veiligheidsconsequenties kleven en dat het voor veiligheidsregio's relevant is deze consequenties te kennen. Om de 25 veiligheidsregio's hierbij te faciliteren, hebben we in opdracht van diezelfde veiligheidsregio's de impact van een aantal voorzienbare mobiliteitsontwikkelingen zo goed als mogelijk in beeld gebracht en beschreven in voorliggend Informatieblad mobiliteit.

Dit informatieblad is bedoeld om te fungeren als document met behulp waarvan veiligheidsregio's input kunnen leveren op het aspect fysieke veiligheid bij het opstellen van gemeentelijke omgevingsplannen en -visies. Gemeenten schrijven deze plannen en visies rondom thema's zoals energietransitie, mobiliteit, circulaire economie en leefbaarheid. Ik verwacht dat we dit informatieblad frequent zullen actualiseren vanwege actuele ontwikkelingen in de mobiliteitssectoren, de onvolledigheid van het huidige informatieblad waarvan we ons nu al bewust zijn en de steeds verdergaande kennis die beschikbaar komt omtrent de veiligheidsconsequenties.

Desondanks verwacht ik dat met voorliggend Informatieblad mobiliteit adviseurs van veiligheidsregio's 'vandaag' wel degelijk handvatten te bieden om regionaal/lokaal - vroegtijdig in het planvormingsproces - het gesprek aan te gaan over veiligheidsrisico's in relatie tot (enkele van de talrijke) mobiliteits- en bereikbaarheidsontwikkelingen.

Nils Rosmuller
Lector Energie- en transportveiligheid

¹ De transportsector is volgens de Amerikaanse Environmental Protection Agency (EPA) verantwoordelijk voor bijna een derde van alle broeikasgasemissies.

Inhoud

	Voorwoord	3
	Inleiding	5
1	Trends in mobiliteit	9
2	Mobiliteitsdruk	11
2.1	Meer wegverkeer	12
2.2	Mogelijke risico's	13
2.3	Bronnen	14
3	Smart mobility	15
3.1	Slimme auto's	15
3.2	Programma Beter Benutten	16
3.3	Talking traffic	17
3.4	Mogelijke risico's	18
3.5	Bronnen	20
4	Zelfrijdende auto's	21
4.1	Achtergrond	21
4.2	Mogelijke risico's	22
4.3	Bronnen	25
5	Zelfvarende schepen	26
5.1	Achtergrond	26
5.2	Mogelijke risico's	29
5.3	Bronnen	31
6	Zelfrijdende treinen	32
6.1	Achtergrond	32
6.2	ERTMS	33
6.3	Mogelijke risico's	35
6.4	Bronnen	38
	Bijlage 1 Vragenlijst	39

Inleiding

Context Infoblad mobiliteit

Naar verwachting zal per 1 januari 2021 de Omgevingswet van kracht worden. Met deze wet wil de overheid de verschillende plannen voor ruimtelijke ordening, milieu en natuur beter op elkaar afstemmen, duurzame projecten (zoals windmolenparken) stimuleren en bevoegd gezagen meer ruimte geven. Zo kunnen deze hun omgevingsbeleid afstemmen op hun eigen behoeften en doelstellingen.

De Omgevingswet is één wet die 26 wetten voor de leefomgeving bundelt en moet zorgen voor een goede balans tussen het benutten en beschermen van de fysieke leefomgeving. De omgevingsvisies die gemeenten, provincies en het Rijk opstellen, zorgen ervoor dat er meer samenhang in het beleid op de fysieke leefomgeving komt. Het Rijk heeft vooruitlopend op de invoering van de Omgevingswet de hoofdlijnen van een Nationale Omgevingsvisie (NOVI) opgesteld met daarin 21 nationale belangen en opgaven die via afwegingsprincipes leiden tot vier prioriteiten:²

1. Ruimte voor klimaatadaptatie en energietransitie
2. Duurzaam economisch groeipotentieel
3. Sterke en gezonde steden en regio's
4. Toekomstbestendige ontwikkeling van het landelijk gebied.

Omgevingsplannen en -visies bieden veiligheidsregio's kansen om belangen op het gebied van fysieke veiligheid vroegtijdig te borgen. Om veiligheidsregio's hierbij behulpzaam te zijn, is het IFV gevraagd 'infobladen' op te stellen. Een infoblad is een document waarmee veiligheidsregio's input kunnen leveren op het gebied van fysieke veiligheid bij het opstellen van gemeentelijke omgevingsplannen en -visies. Gemeenten schrijven deze plannen en visies rondom thema's zoals energietransitie, mobiliteit, circulaire economie en leefbaarheid en sluiten daarbij aan op de maatschappelijke opgaven van het NOVI. De infobladen die door het IFV worden opgesteld, behandelen de genoemde thema's. Voorliggend infoblad gaat in op het thema mobiliteit.

Mobiliteit en bereikbaarheid

Mobiliteit kan gezien worden als het zich verplaatsen of bewegen van personen of objecten, waarvoor doorgaans gebruik wordt gemaakt van de aanwezige infrastructuur.³ Onder infrastructuur worden (water)wegen, spoorwegen, lucht- en zeehavens verstaan, maar ook ondergronds gelegen kabels en leidingen voor telefoon, gas, elektriciteit, gevaarlijke stoffen, water en riolering.⁴ Mobiliteit en infrastructuur zijn daarmee onlosmakelijk met elkaar verbonden.

² Ministerie van Infrastructuur en Milieu, *Ontwerp Nationale Omgevingsvisie*, d.d. 19 juni 2019.

³ Nederlands kenniscentrum voor ondergronds bouwen en ondergronds ruimtegebruik (COB), *Inleiding Kabels en Leidingen*, 2009.

⁴ Nederlands kenniscentrum voor ondergronds bouwen en ondergronds ruimtegebruik (COB), *Inleiding Kabels en Leidingen*, 2009.

De Nederlandse infrastructuur is al decennia een speerpunt in de Nederlandse politiek; niet voor niets heeft Nederland sinds de Tweede Wereldoorlog een ministerie dat zich bezig houdt met verkeer en infrastructuur. De laatste jaren is een kentering zichtbaar waarbij niet langer de *modaliteit* centraal staat (de wijze van vervoer: over weg, water of spoor), maar de *mobiliteit*. Zo zijn in de ontwerp-NOVI in § 3.2 drie nationale belangen geformuleerd die te maken hebben met mobiliteit, te weten:

- > Waarborgen en realiseren van een veilig, robuust en duurzaam mobiliteitssysteem.
- > In stand houden en ontwikkelen van de hoofdinfrastructuur voor mobiliteit.
- > Waarborgen van een goede toegankelijkheid van de leefomgeving.

Dit vertaalt zich onder meer in de tientallen projecten van het Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport (MIRT).⁵

Door de toenemende mobiliteit wordt het op de wegen almaar drukker⁶, waardoor er behoefte is aan mobiliteitsoplossingen voor personen, goederen en diensten. Nieuwe ontwikkelingen en innovaties bieden kansen om (problemen met) mobiliteit aan te pakken en dan bij voorkeur op slimme, efficiënte, goedkope, duurzame én veilige wijze. Zo wordt er gekeken naar brandstofbesparing, efficiëntere vervoersstromen, hernieuwbare brandstoffen⁷, zero-emissie voertuigen⁸ en naar andere vormen van vervoer.⁹ Bij dit laatste moet gedacht worden aan deelauto's, drones (Urban Air Mobility (UAM)¹⁰), hyperloop en flexibele vervoersconcepten als MAAS (Mobility as a Service).¹¹

Dergelijke ontwikkelingen kunnen nieuwe, soms nog onbekende veiligheidsrisico's introduceren, waardoor veiligheidsregio's voor nieuwe uitdagingen komen te staan. Dat kunnen bijvoorbeeld veiligheidsconsequenties zijn die niet meteen als zodanig herkenbaar zijn. Te denken valt aan de faalbaarheid van ICT-systemen, al dan niet door cybercriminaliteit, die een risico vormt voor de mobiliteit omdat infrastructuur en verkeer in toenemende mate met elkaar communiceren via ICT-systemen en het internet.

Doel en doelgroep

Het Infoblad mobiliteit biedt veiligheidsregio's inhoudelijke en actuele kennis om het gesprek aan te gaan met bevoegd gezagen over het gezamenlijk bereiken en stimuleren van veilige mobiliteit. Daartoe heeft het IFV een verkenning gedaan van mogelijke risico's voor de fysieke veiligheid van enkele ontwikkelingen en noviteiten op het gebied van mobiliteit.

Dit infoblad geeft geen antwoord op de vraag of een ontwikkeling of lokale afweging op het gebied van mobiliteit veilig genoeg is. Onder 'onveiligheid' worden de mogelijke negatieve gevolgen verstaan voor de veiligheid en gezondheid van mens en milieu. Per situatie zal door de veiligheidsregio, al dan niet samen met gesprekpartners, bepaald moeten worden

⁵ Ministerie van Infrastructuur en Milieu, MIRT Overzicht 2019 of www.mirtoverzicht.nl.

⁶ Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, *Kerncijfers Mobiliteit 2018*, 2018.

⁷ www.ce.nl/hernieuwbare-brandstoffen.

⁸ Ministerie van Economische Zaken, Energieagenda, 2016; NOVI, *Verdiepingsrapport III Verstedelijking en Bereikbaarheid*, 2017.

⁹ P2, Vraaggestuurde Mobiliteit, 6 juli 2018 te downloaden via www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2019/02/06/rapport-vraaggestuurde-mobiliteit.

¹⁰ <https://eu-smartcities.eu/initiatives/840/description>.

¹¹ Ministerie IenW, Kamerstuk 31305 – 206, Mobiliteitsbeleid.

hoe waarschijnlijk veiligheidsissues zijn, op welke wijze mobiliteitsontwikkelingen doorwerken en welke maatregelen mogelijk en haalbaar zijn.

De doelgroep van dit document bestaat primair uit adviseurs van veiligheidsregio's die bevoegd gezagen adviseren over het borgen en bevorderen van fysieke veiligheid in de fysieke omgeving. Dit kan zowel op provinciaal niveau (omgevingsvisie en -verordening) zijn, als op gemeentelijk niveau (omgevingsvisie en -plan).

Hoofdvraag

In steeds meer omgevingsvisies en -plannen benoemen bevoegde gezagen expliciet de (ontwikkeling van) mobiliteit en infrastructuur (zie paragraaf 2.1). Veiligheidsregio's kunnen daarbij adviseren over veiligheids- en gezondheidsaspecten. Het Infoblad mobiliteit beoogt bij te dragen aan dat gesprek en richt zich op de volgende vraag:

Welke ontwikkelingen op het gebied van mobiliteit zijn de komende 10 jaar te onderscheiden en welke risico's op het gebied van veiligheid en gezondheid brengen zij met zich mee?

Afbakening

1. Er ontbreekt nog veel kennis over de kans op en de effecten van eventuele incidenten met nieuwe ontwikkelingen op het gebied van mobiliteit en infrastructuur. Om die reden spreekt dit infoblad over 'mogelijke' impact en niet over (gekwantificeerde) risico's. Omdat dit infoblad bedoeld is als generiek handvat, geeft het geen concrete antwoorden op complexe lokale vraagstukken. Per geval zal dit door het bevoegd gezag - veelal de gemeente - in samenspraak met de veiligheidsregio bediscussieerd moeten worden.
2. Dit infoblad gaat niet in op de vraag of een ontwikkeling veilig (genoeg) is en doet ook geen uitspraken over kansen en mogelijke maatregelen. Dit moet door de veiligheidsregio's, al dan niet samen met gesprekspartners, per casus geïnventariseerd en beoordeeld worden.
3. Dit infoblad beperkt zich tot de verplaatsing van personen en goederen op de grond en behandelt de luchtvaart niet. Het verplaatsen van data en elektronen (elektriciteit) en de bijbehorende infrastructuur maken ook geen deel uit van dit infoblad. Mogelijk dat luchttransport in de vorm van drones in een herziening van dit infoblad aan bod komt.
4. Ook wordt in dit infoblad niet ingegaan op het onderwerp 'mobiliteitsarmoede'. Mobiliteitsarmoede houdt in dat bepaalde bevolkingsgroepen minder gebruik kunnen maken van vervoerssystemen vanwege fysieke of andersoortige beperkingen. Het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) heeft onderzoek gedaan naar de grootte en doorwerking van mobiliteitsarmoede, maar heeft daarover echter geen uitspraak kunnen doen.¹² Gezien deze conclusie is besloten om het onderwerp 'mobiliteitsarmoede' niet verder uit te werken in dit infoblad.

¹² Kennisinstituut voor Mobiliteitsarmoede, *Mobiliteitsbeleid, vaag begrip of concreet probleem?*, oktober 2018.

Verantwoording

Dit infoblad is tot stand gekomen door zoveel als mogelijk gebruik te maken van openbare bronnen op het gebied van wetenschappelijke onderzoeken en informatie van (rijks)overheden (voor de Nederlandse situatie). De actualiteit van het infoblad is terug te zien in het grote aantal verwijzingen naar sites op internet. Door de inbreng van de kennis van een aantal specialisten van veiligheidsregio's is het infoblad vollediger en completer geworden.

Leeswijzer

Dit infoblad geeft in hoofdstuk 1 een korte beschrijving van de trends in mobiliteit en in de daaropvolgende hoofdstukken worden enkele relevante ontwikkelingen op het gebied van mobiliteit in Nederland toegelicht. Hierbij wordt steeds aandacht besteed aan de impact van die ontwikkelingen op veiligheid en gezondheid en wordt aan de hand van een praktijkvoorbeeld toegelicht hoe een bepaalde ontwikkeling in de praktijk vorm zou kunnen krijgen.

Hoofdstuk 2 behandelt de impact op de veiligheid wanneer er sprake is van meer verkeer op de weg en in hoofdstuk 3 worden de veiligheidsconsequenties van slimme mobiliteit uitgewerkt. De daarop volgende hoofdstukken gaan in op (semi-)automatische vervoersmiddelen, te weten zelfrijdende auto's (hoofdstuk 4), zelfvarende schepen (hoofdstuk 5) en zelfrijdende treinen (hoofdstuk 6). Ieder hoofdstuk wordt afgesloten met een voorbeeld dat de veiligheidsregio in de praktijk zal kunnen tegenkomen.

1 Trends in mobiliteit

Mobiliteit heeft de laatste jaren een steeds prominentere rol in plannen gekregen van de overheid, provincies en gemeenten. Om plannen te maken is het verstandig te weten wat de feiten zijn en wat men in de toekomst verwachten kan. Dat laatste is echter lastig: of een trend blijvend is en zich gaat ontwikkelen, hangt van veel onzekere factoren af. Meerdere organisaties hebben documenten gepubliceerd waar trends op het gebied van mobiliteit worden aangegeven met het jaar 2030 als richtpunt. De nadruk ligt hierbij met name op het wegverkeer en het openbaar vervoer:

1. De RAI-vereniging heeft negen trends beschreven die naar haar mening invloed zullen hebben op het voertuiggebruik in 2030:¹³
 - flexibelere mobiliteitskeuzes
 - de zoektocht naar alternatieve brandstoffen intensiveert
 - schaarste dwingt tot innovatie
 - senioren blijven langer mobiel
 - mobiliteit wordt steeds slimmer
 - politiek blijft onvoorspelbaar
 - het Nieuwe Werken beïnvloedt verstedelijking en mobiliteitsgedrag
 - rendementsdruk dwingt branches tot andere verdienmodellen
 - betalen naar gebruik wordt de standaard.
2. Bouwend Nederland heeft onderzoek laten uitvoeren naar de trends op het gebied van wonen, vrije tijd, werken, productie, bestuur, mobiliteitsbeleid, mobiliteitsgedrag, mobiliteitsvraag, mobiliteitsaanbod en technologie.¹⁴ De twee grootste onzekerheden hierbij zijn de keuzes die mensen zullen maken tussen het gebruik van eigen dan wel gedeelde vervoermiddelen en de vraag in hoeverre men betaalt voor een eigen vervoermiddel of voor een dienst. Op basis hiervan zijn vier typen reizigers beschreven met ieder hun eigen mobiliteitsbeeld op gebieden van vervoer, uitgaven, reistijd, CO₂-uitstoot en gewenste toegankelijkheid.
3. Capgemini geeft in het rapport 'Trends in Mobiliteit' aan dat 'de mobiliteitsopgave zo groot is dat deze door de volle breedte van de maatschappij (smart) moet worden ingevuld, zowel publiek als privaat'.¹⁵ De doelstellingen ten aanzien van mobiliteit en de technische middelen die daartoe ter beschikking staan, hangen volgens Capgemini samen. Doelstellingen als veiligheid, bereikbaarheid en leefbaarheid/milieu dragen namelijk allemaal bij aan de welvaart in Nederland en leiden tot de ontwikkeling van autonome voertuigen, aanpassingen in infrastructuur, drones, elektrische auto's en hyperloops.
Om deze doelstellingen te halen, moet aan een aantal randvoorwaarden worden voldaan: verbetering van samenwerking, gedragsverandering van gebruikers, beschikbaarheid en kwaliteit van data en modernisering van wet- en regelgeving. De trends die hieruit weer naar voren komen, zijn omvangrijk en zeer divers van aard.

¹³ <https://raivereniging.nl/artikel/trends-in-mobiliteit-in-2030.html>.

¹⁴ De Argumentenfabriek, *Verkenning mobiliteit – Hoe reizen we straks van deur tot deur?*, augustus 2018.

¹⁵ Capgemini, *Trends in mobiliteit – Van doorontwikkelen naar anders verplaatsen*, 2018.

Capgemini noemt de volgende onderwerpen die de komende jaren een rol (gaan) spelen, verdeeld over een vijftal gebieden:

- > Voertuigen:
 - autonome en verbonden voertuigen
 - ERTMS (European Rail Traffic Management System)
 - drones.
- > Infrastructuur:
 - slimme infrastructuur
 - kruisingen verbeteren
 - infrastructuur robuuster maken.
- > Gedrag:
 - rijgedrag en gebruik
 - reisinformatie.
- > Mobility-as-a-service
- > Verkeersmanagement:
 - individueel verkeer bijsturen
 - flexibelere en robuustere dienstregeling
 - aansluiting op logistieke ketens.

De hiernavolgende hoofdstukken gaan in op een aantal trends in mobiliteit die voor veiligheidsregio's vanuit het oogpunt van veiligheid en gezondheid van belang kunnen zijn.

2 Mobiliteitsdruk

Er moeten de komende jaren in Nederland honderdduizenden woningen worden gebouwd om in de woningbehoefte te voorzien.⁸ Gemeenten willen dat vooral doen op locaties binnen de reeds bebouwde omgeving en dan met name langs stedelijke invalswegen en rondom OV-knooppunten. Stationsgebieden zijn aantrekkelijke locaties vanwege hun goede (OV)-bereikbaarheid en daarnaast willen forensen het liefst zo kort mogelijk in de spits reizen. Deze twee zaken leveren een extra mobiliteitsvraag op in voornamelijk stedelijke gebieden: daar bevinden zich immers veel mensen in hetzelfde gebied, die zich ook allemaal willen voortbewegen. Die toenemende vraag drukt onder meer op het wegennet.



Afbeelding 2.1 Mobiliteit in stedelijk gebied (Shutterstock).

Het netwerk aan wegen is kwetsbaar; een ongeluk op een (snel)weg leidt al gauw tot ongemakken als files, ergernissen en tijdsverlies. Deze mobiliteitsdruk zal toenemen en het oplossen van de mobiliteitsdruk dan wel het realiseren van een goede bereikbaarheid zijn daarom speerpunten in het NOVI² en in veel beleidsplannen van gemeenten en provincies (zie paragraaf 2.1).

De Raad voor de Leefomgeving en Transport heeft in 2018 het rapport *Van B naar anders – Investeren in mobiliteit voor de toekomst* uitgebracht.¹⁶ Hierin wordt gepleit voor een omslag in denken, beleid, strategieën en in doen. Ook koppelt het rapport mobiliteit aan duurzaamheid, met name op het gebied van de circulaire economie en de kwaliteit van de leefomgeving: 'De manier waarop mensen zich verplaatsen verandert en uitbreiding van weg- en spoorinfrastructuur is duur en heeft vaak slechts een plaatselijk en tijdelijk effect. Daarom is er in het mobiliteitssysteem een omslag nodig om ook op de lange termijn er voor te zorgen dat de Nederlandse stedelijke regio's en het platteland bereikbaar blijven. De

¹⁶ Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (Rli), *Van B naar Anders – Investeren in mobiliteit voor de toekomst*, mei 2018.

oplossingen die in het verleden succesvol waren – het aanleggen en verbreden van wegen en het realiseren van extra spoorcapaciteit – zijn dat niet langer. [...] Bovendien vraagt de kwaliteit van onze leefomgeving erom dat ook mobiliteit verregaand verduurzaamd wordt.’ Rijkswaterstaat heeft het koppelen van mobiliteit en duurzaamheid al ingezet door in haar programma Ruimte en Duurzaamheid projecten op te nemen die hier op inspelen (onder andere door het realiseren van een klimaatproof wegennet en snelfietsroutes).¹⁷

De doorwerking van de toenemende mobiliteitsdruk op de fysieke veiligheid en op de gezondheid van mensen wordt in dit hoofdstuk beschreven.

2.1 Meer wegverkeer

Het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) verwacht voor de komende jaren een toename van het wegverkeer van 1,5% per jaar.⁶ De capaciteit van de wegen is hiertoe niet altijd toereikend.¹⁸ Dit leidt tot files, langere reistijden en een slechtere bereikbaarheid van bepaalde (stedelijke) gebieden.¹⁹ Om die reden wordt door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat gekeken naar het verder ontwikkelen van het wegennet, waarbij gedacht kan worden aan het uitbreiden van snelwegen met een nieuwe rijstrook of het veranderen van spitsstroken in (semi-) permanente normale rijstroken.²⁰ Het kabinet trekt de komende jaren 2,6 miljard euro per jaar uit om nieuwe hoofdwegen aan te leggen en verkeersknelpunten in het hoofdwegennet aan te pakken.²¹ Dit zijn voor hand liggende oplossingen, maar er zijn twijfels of deze oplossingen de beste zijn voor het verminderen van de mobiliteitsdruk.¹⁶ De verbeterde doorstroming heeft namelijk een veelal beperkt en tijdelijk karakter, bijvoorbeeld omdat weggebruikers juist meer gebruik van de vernieuwde rijbanen gaan maken.^{22,23}

Niet alleen het Rijk heeft een rol in het streven naar vermindering van drukte op de Nederlandse wegen, maar ook provincies en gemeenten denken na welke maatregelen zij kunnen inzetten of ontwikkelen om de mobiliteitsdruk te beperken. Zo heeft de gemeente Amsterdam een Uitvoeringsagenda Mobiliteit²⁴, de gemeente Amersfoort een Verkeer- en vervoerplan 2030²⁵ en de provincie Gelderland een kernteam Toekomst Mobiliteit.²⁶ Hierbij wordt door alle overheden niet alleen ingezet op meer en bredere wegen, maar ook op andere vormen van vervoer, afspraken met werkgevers, lokaal maatwerk, spits mijden enzovoort.

¹⁷ Rijkswaterstaat, *Corporate Innovatieprogramma Jaaroverzicht 2017*, te downloaden van <https://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/innovatie-en-duurzame-leefomgeving>.

¹⁸ www.ad.nl/binnenland/nederlandse-wegen-en-ov-naderen-grenzen-capaciteit-a589d5ce/.

¹⁹ www.nu.nl/weekend/5497790/vijf-redenen-waarom-aantal-files-toeneemt.html.

²⁰ www.clo.nl/indicatoren/nl2137-trajecten-met-reistijdverlies-en-aanbod-rijkswegennet.

²¹ www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/wegen/aanleg-van-nieuwe-wegen.

²² Duranton, G., and Turner, M. A. (2011), *The fundamental law of road congestion: Evidence from US cities*, *American Economic Review*, 101(6), 2616-52.

²³ www.volkskrant.nl/wetenschap/meer-asfalt-leidt-altijd-tot-meer-files-klopt-dit-wel-~bbc0372d/.

²⁴ Gemeente Amsterdam, *Amsterdam Aantrekkelijk Bereikbaar – MobiliteitsAanpak Amsterdam 2030*, 13 juni 2013.

²⁵ Gemeente Amersfoort, *Verkeer- en vervoerplan 2030: visie op verkeer en vervoer tot 2030*, 11 augustus 2016.

²⁶ <https://mobiliteit.gelderland.nl/default.aspx>.

2.2 Mogelijke risico's

De volgende veiligheids- en gezondheidsrisico's van mobiliteitsdruk op de Nederlandse wegen zijn reeds actueel of te verwachten:

- > Een toename van het aantal ongevallen wordt verwacht omdat:
 1. het aantal verkeersdeelnemers toeneemt
 2. er sprake is van vergrijzing²⁷ en
 3. het rijgedrag van mensen gevaarlijker kan worden naarmate wegen voller worden, omdat men zich ergert aan de medeweggebruikers.²⁸
- > Vollere wegen kunnen een negatieve invloed hebben op de bereikbaarheid en opkomsttijd van hulpverleningsdiensten wanneer zij naar een verkeersongeval rijden.²⁹
- > Meer verkeer op de weg zal leiden tot een toename in de uitstoot van fijnstof, NOx en CO2 en lokaal zou dat tot overschrijdingen van wettelijke normen kunnen leiden. Fijnstof en NOx kunnen schadelijke effecten op de gezondheid hebben³⁰, terwijl CO2 bijdraagt aan het broeikaseffect. Weliswaar stoten de auto's van tegenwoordig minder CO2 uit, maar omdat het aantal auto's in Nederland is gegroeid, is ook de CO2-uitstoot toegenomen.³¹
- > Omdat in Nederland verkeer één van de belangrijkste bronnen van lawaai is, komt geluidshinder in de buurt van (snel)wegen vaak voor. Die geluidsbelasting zal de komende jaren verder toenemen als gevolg van de hogere bevolkingsdichtheid, de voortgaande verstedelijking en de groei van het verkeer.³² Geluid van wegverkeer is na fijnstof de belangrijkste factor in de fysieke leefomgeving die de meeste ziektelast met zich meebrengt. Dit uit zich in de vorm van stress, irritatie, een hoge bloeddruk, verstoring van de slaap en een verhoogd risico op hart- en vaatziekten en luchtwegaandoeningen.³³
- > Nieuwe wegen en/of extra rijbanen leggen een beslag op de beschikbare ruimte en lokaal zal dat tot discussies kunnen leiden. Qua gezondheid en welzijn gaat het dan met name om een verstoring van het woongenot en het leefmilieu.³⁴
- > Als op nieuwe of verbrede wegen sprake is van vervoer van gevaarlijke stoffen, kunnen nabijgelegen objecten in het effect- en of risicogebied van een incident komen te liggen.³⁵

²⁷ Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV), *De relatie tussen verkeersintensiteit en het aantal verkeersongevallen voor verschillende wegtypen*, 2006; www.volkskrant.nl/nieuws-achtergrond/kwart-meer-auto-ongelukken-dan-vier-jaar-geleden-schuld-van-smartphone-of-gewoon-meer-verkeer--bbd0ccee/.

²⁸ Connecting Mobility en TU Delft, *Rijtaak en doorstromingsproblematiek*, mei 2014.

²⁹ Dit is in de ontwerp-NOVI op blz. 40 als opgave geformuleerd voor het waarborgen van een goede toegankelijkheid van de leefomgeving: 'De opgave is het verbeteren van de toegankelijkheid van gebouwen, openbaar vervoer en openbare ruimte (ook voor nood- en hulpdiensten) [...]'. Voor een situatie in de praktijk, zie bijvoorbeeld: www.ad.nl/den-haag/snelheid-hulpdiensten-onder-druk-door-files-a551d6d2/.

³⁰ www.rivm.nl/media/milieu-en-leefomgeving/hoeschoonisonzelucht/.

³¹ www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/37/co2-uitstoot-in-2017-gelijk-aan-die-in-1990; Kennisinstituut voor Mobiliteit, *Mobiliteitsbeeld 2017*, oktober 2017.

³² www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/geluidsoverlast/geluidsoverlast-van-wegen.

³³ www.rivm.nl/geluid.

³⁴ A.A.J. Nederveen, proefschrift *Ruimtelijke inpassing van lijninfrastructuur - Een onderzoek naar de geschiktheid van inspraakreacties voor het beoordelen van lijninfrastructuurontwerpen*, Technische Universiteit Delft, ISBN nr.: 978-90-5584-094-6, 2007.

³⁵ <https://www.infomil.nl/onderwerpen/veiligheid/basisnet-0/>. De 'Wet Basisnet' is een stelsel van wetten en regels die hun oorsprong hebben liggen in verschillende gebieden. Het betreft de Wet vervoer gevaarlijke stoffen, het Besluit externe veiligheid transportroutes, de Regeling Basisnet en het Bouwbesluit.

Praktijkvoorbeeld mobiliteitsdruk

Casus

De gemeente Maasmond heeft een hoge bebouwingsgraad: er zijn veel woningen, bedrijventerreinen, wegen, spoorlijnen et cetera. De gemeente wordt bovendien doorkruist door een belangrijke snelweg waar vaak file staat en waar vervoer van gevaarlijke stoffen plaatsvindt. De prognose is dat de verkeersdruk op de snelweg fors zal toenemen, wat de rijksoverheid heeft doen besluiten de snelweg aan weerskanten met één rijstrook uit te breiden over een lengte van 3600 meter. Die uitbreiding zou tot gevolg hebben dat de afstand tot een aangrenzende woonboulevard nog maar 15 meter bedraagt.

Inventarisatie van mogelijke veiligheidsrisico's

- De verbreding van de snelweg leidt in de bouwfase tot extra risico's voor de wegwerkers en het wegverkeer.
- De verbreding van de snelweg zorgt voor een verschuiving van de PR 10^{-6} contour en het plasaandachtsgebied (PAG). Er blijken zich geen gebouwen in de risicocontour te bevinden, maar wel in het PAG.
- Wanneer ter hoogte van de woonboulevard een ongeval met gevaarlijke stoffen plaatsvindt, kunnen de gevolgen daarvan voor een uitbreiding van het incident zorgen, met name wanneer de wind dusdanig is dat deze richting de woonboulevard gaat.

Mogelijke gesprekspartners

Gemeente, provincie, IenW/Rijkswaterstaat, omgevingsdienst, winkeliersvereniging van de woonboulevard, veiligheidsregio, politie.

Mogelijke maatregelen

- Het laten uitvoeren van een risicoanalyse (QRA) die inzicht geeft in de omvang van mogelijke effecten en risico's.
- Op basis van de QRA nagaan welke maatregelen lokaal getroffen kunnen worden. Te denken valt aan het plaatsen van keerwanden of brandwerende geluidschermen of het aanleggen van een droge sloot of een hoogteprofiel om te voorkomen dat brandbare vloeistof bij de gebouwen in het PAG kan komen.
- Nagaan of op drukke koopdagen de bereikbaarheid voor hulpverleningsdiensten en de zelfredzaamheid van bezoekers van de woonboulevard gegarandeerd kan worden.

2.3 Bronnen

Voor meer informatie zie:

- > De Argumentenfabriek (25 september 2018). [Verkenning mobiliteit – Hoe reizen we straks van deur tot deur?](#)
- > Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (2018). [Kerncijfers mobiliteit 2018](#).
- > Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (2017). [Mobiliteitsbeeld 2017](#).
- > Rijksoverheid, Compendium voor de Leefomgeving (6 september 2018). [Ontwikkeling mobiliteit, 2005-2016](#).

3 Smart mobility

3.1 Slimme auto's

Auto's worden steeds 'slimmer'; ze beschikken over systemen die informatie uit de omgeving opvragen op basis waarvan zij (zelfstandige) beslissingen kunnen nemen. Denk hierbij aan geautomatiseerd tijdig remmen of het voorkomen van het overschrijden van de wegbelijning door gebruik van sensoren. Ook kunnen auto's en slimme (vervoer)systemen 'zelfstandig' beslissingen nemen doordat zij steeds vaker informatie digitaal toegestuurd krijgen, waardoor omgevingsfactoren in kaart kunnen worden gebracht. Informatie- en communicatietechnologieën bieden dus mogelijkheden die in de vorige eeuw nog ondenkbaar waren. De inzet van deze ICT-technologieën wordt 'smart mobility' genoemd. Smart mobility wordt meer en meer ingezet om de hoeveelheid verkeer te verminderen, de doorstroming te verbeteren en het aantal incidenten te verminderen.³⁶ Een interessant overzicht van activiteiten die op dit gebied door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu zijn ontplooid, staat in de brochure *Smart Mobility – Bouwen aan een nieuw tijdperk op onze wegen*.³⁷



Figuur 3.1 Smart mobility.

De introductie van smart mobility heeft effect op de digitale infrastructuur van de Nederlandse wegen. De verwachting is dat het dataverkeer in de mobiliteitssector de komende jaren exponentieel zal groeien. Dit betekent dat er steeds meer vraag komt naar (ontsluiting van) data. Qua communicatietechnologie zullen hoge eisen gesteld worden aan de huidige telecomnetwerken. Grootschalige ontwikkeling van nieuwe technieken ligt echter nog ver weg omdat internationale overeenstemming nodig is over afspraken op het gebied van met name privacy en security.³⁸ Daarnaast zijn de meningen verdeeld of gebruik gemaakt moet worden van 5G of van wifi. De Europese Commissie heeft echter inmiddels besloten dat wifi

³⁶ Rijkswaterstaat, factsheet *Rijkswaterstaat werkt samen aan Smart Mobility*, maart 2016.

³⁷ Voor meer informatie zie *Smart Mobility – Bouwen aan een nieuw tijdperk op onze wegen* (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016).

³⁸ Monaco heeft als eerste en enige land ter wereld al wel een 5G-netwerk. Zie <https://www.volkskrant.nl/nieuws-achtergrond/peipklein-prinsdom-monaco-is-nu-de-5g-showroom-van-huawei-b9d36d44/>.

de verplichte communicatietechnologie wordt voor 'connected and autonomous vehicles' (CAV's).³⁹

De voordelen van het toepassen van smart mobility en andersoortige systemen in voertuigen hebben met name betrekking op veiligheid. Nieuwe auto's beschikken vaak over actieve veiligheidsvoorzieningen die de kans op een ongeluk verkleinen. Voorbeelden hiervan zijn voorzieningen die een waarschuwing geven als een bestuurder te dicht op zijn voorganger zit of als een auto op een andere rijbaan dreigt terecht te komen door bijvoorbeeld vermoeidheid.⁴⁰ Passieve voorzieningen zoals airbags en gelaagd glas verkleinen de effecten van een ongeval en sinds april 2018 is in Europa het systeem eCall verplicht voor nieuwe personenauto's. Met dit systeem wordt na een ongeluk automatisch een melding gedaan naar de 112-centrale waarbij relevante informatie wordt doorgegeven.⁴¹

De voordelen van smart mobility systemen op het gebied van veiligheid brengen ook economisch profijt, omdat minder ongelukken logischerwijs tot lagere kosten leiden. Daarnaast is er door het inzetten van deze systemen ook sprake van een betere doorstroming van het verkeer, waardoor het aantal ongelukken en daarmee de kosten eveneens afnemen.

3.2 Programma Beter Benutten

De afgelopen jaren is met het programma *Beter Benutten* en het *Vervolgprogramma Beter Benutten* gewerkt aan verbeteren van de bereikbaarheid in de drukste regio's over weg, water en spoor. In deze programma's werkten Rijk, regio en bedrijfsleven samen om diverse doelstellingen te halen op gebieden als reistijd, verkeersafwikkeling, alternatief vervoer en informatievoorziening ('talking traffic', zie paragraaf 3.3). Met behulp van een mix aan maatregelen zijn goede resultaten behaald. Alhoewel de programma's van tijdelijke aard waren, zal de gedachtegang erachter voortgezet worden.⁴² De mix van maatregelen betrof onder andere het toepassen van intelligente transportsystemen (ITS waaronder smart mobility), het stimuleren van het aanpassen van gedrag van weggebruikers, het stimuleren van het gebruik van de fiets en/of het openbaar vervoer, het mijden van de spits, het optimaliseren van parkeren in combinatie met reizen, het verbeteren van logistieke processen en het bevorderen van publiek-private samenwerking.

Zoals gezegd gaan ontwikkelingen door, ook op het gebied van smart mobility. Zo biedt Rijkswaterstaat bedrijven en kennisinstituten experimenteerruimte en ondersteunt de organisatie praktijktesten op de openbare weg, waarbij samengewerkt wordt met onder meer de RDW, regionale overheden en het bedrijfsleven.⁴³ Voorbeelden hiervan zijn de 'Innovatiecentrale' van de provincie Noord-Brabant⁴⁴ en het mobiliteitsprogramma SmartwayZ.NL in

³⁹ <https://hsfnotes.com/tmt/2019/08/05/eu-council-rejects-european-commissions-wi-fi-plans-for-connected-and-autonomous-vehicles/>.

⁴⁰ FCW (Forward Collision Warning) en LKA (Lane Keeping Assist). Er bestaat discussie in hoeverre actieve voorzieningen tot minder ongelukken leiden. Uit de Branchemonitor Schadesector 2018-2030 blijkt dat bestuurders van auto's met deze systemen juist vaker schade hebben dan bestuurders die geen gebruik maken van deze systemen. <https://fd.nl/ondernemen/1267298/slimme-sensoren-leiden-tot-meer-schade#>.

⁴¹ www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/alarmnummer-112/vraag-en-antwoord/wat-is-het-systeem-ecall-in-mijn-auto.

⁴² Zie: www.beterbenutten.nl en <https://wegwijs-beterbenutten.nl/>. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, kamerbrief *Vervolgprogramma Beter Benutten*, kenmerk IENM/BSK-2014/60153, d.d. 26 maart 2014; Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, eindrapport *Programma Beter Benutten Vervolg*, November 2018.

⁴³ www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/innovatie-en-duurzame-leefomgeving/innovatie/smart-.

⁴⁴ <https://innovatiecentrale.nl/nl>.

Zuid-Nederland.⁴⁵ Op Europees niveau wordt met andere landen samengewerkt in het project InterCor waar diverse landen smart mobilitydiensten op elkaar afstemmen⁴⁶ en onder de naam Socrates 2.0 wordt intelligente technologie getest in Antwerpen, München, Kopenhagen en Amsterdam (Praktijkproef Amsterdam (PPA)).⁴⁷ Hierbij gaat het om weggebruikers van slimme verkeersinformatie en navigatiediensten te voorzien, zoals de keuze voor de slimste route (smart routing), het geven van rijstrookadvies en het melden van plotselinge gevaarlijke situaties op de weg.

Hoeveel tijd het kost voordat dergelijke innovaties op het gebied van smart mobility gemeengoed zijn geworden, is niet op voorhand te zeggen. Diverse onzekerheden zullen in de toekomst moeten worden uitgewerkt, zoals de samenwerking die nodig is tussen overheid, (markt)partijen en kennisinstituten om wet- en regelgeving op orde te krijgen en om de innovaties geaccepteerd te laten worden door (weg)gebruikers.

3.3 Talking traffic

De behoefte aan het slimmer organiseren van mobiliteit en beter gebruik maken van de schaarse ruimte, heeft binnen het programma *Beter Benutten* geleid tot het oprichten van het platform 'Talking Traffic'.⁴⁸ Dit platform is een samenwerkingsverband van 60 steden, 12 regio's, Rijkswaterstaat en ruim 20 bedrijven. De naam is inmiddels een begrip aan het worden en duidt op innovaties op het gebied van transport waarmee mensen, apparaten en systemen onderling kunnen communiceren en informatie met elkaar kunnen delen. Het gaat dan veelal om 'real time' informatie op de volgende gebieden:

- > maximumsnelheid
- > snelheidsadvies
- > informatie over rijstroken
- > mogelijk gevaarlijke situaties (stilstaande voertuigen)
- > wegwerkzaamheden
- > parkeerinformatie
- > prioriteit bij verkeerslichten
- > informatie over verkeerslichten
- > optimaliseren van verkeersstromen
- > inhaalverboden voor vrachtwagens.

Een aantal van deze onderwerpen is interessant voor veiligheidsregio's. Het Kenniscentrum Voorrangsvoertuigen van het IFV is daarom betrokken bij pilots waarmee de doorstroming van voorrangsvoertuigen op de openbare weg verbeterd kan worden.⁴⁹ Het gaat dan om het beïnvloeden van verkeersregelininstallaties door voorrangsvoertuigen ('nooit meer door rood rijden') en het informeren van verkeerdeelnemers via apps en online routenavigatiesystemen over naderende voorrangsvoertuigen ('early warning').

⁴⁵ www.smartwayz.nl/.

⁴⁶ <https://intercor-project.eu/>.

⁴⁷ www.praktijkproefamsterdam.nl/.

⁴⁸ www.talking-traffic.com.

⁴⁹ IFV, nieuwsbrief Kenniscentrum Voorrangsvoertuigen, mei 2018.

Roadshow Deventer

De Veiligheidsregio IJsselland doet sinds december 2018 mee aan een proef waar met behulp van Talking Traffictechnieken een 'groene loper' door de stad gecreëerd wordt .



De brandweervoertuigen die deelnemen aan de test, maken gebruik van het Korte Afstand Radio-systeem (KAR), een kastje waarop de software van Talking Traffic ook geïnstalleerd kan worden. Dat kastje communiceert met intelligente verkeersregelinstantaties (iVRI's) en de omgeving. Op de aanrijdroute krijgen brandweervoertuigen groen licht, terwijl medeweggebruikers bij kruisingen rood licht krijgen én geïnformeerd worden over naderende hulpverleningsvoertuigen.

3.4 Mogelijke risico's

Het gebruik van smart mobility is aan het oprukken in het verkeer, maar brengt wel een aantal veiligheidsrisico's met zich mee:

- > Weggebruikers moeten op het verkeer letten, maar kunnen te veel worden afgeleid als er berichten binnen komen op de mobiele telefoon en/of het navigatiesysteem. Het reactievermogen gericht op situaties op de weg neemt af, men schat verkeerssituaties niet goed in, ziet verkeersborden of andere aanwijzingen niet en verliest daardoor de controle over de auto of de fiets.⁵⁰ Deze gevaren hebben geleid tot de verkeersveiligheids campagne 'Rij MONO'.
- > Een belangrijke voorwaarde voor het behalen van de beoogde veiligheids winst (zie paragraaf 3.1) is dat systemen werken én functioneren.⁵¹ Bestuurders hebben namelijk de neiging om veiligheidssystemen uit te zetten, met name nieuwe snuffjes, omdat ze niet weten hoe ze werken of omdat ze het maar lastig vinden dat de auto controle heeft op hun rijgedrag.⁵² Daarnaast bestaat het fenomeen 'risicocompensatie' waarbij bestuurders de extra veiligheid compenseren door zich juist onveilig te gedragen op de weg.⁵³
- > Niet alle auto's en/of bestuurders hebben een systeem dat zich leent om gebruik te maken van smart mobility. Er is daardoor sprake van een transitieperiode waarin diverse gradaties qua aanwezigheid en gebruik van smart mobility aanwezig zijn. Dit brengt risico's met zich mee.⁵⁴
- > Data afkomstig van en bestemd voor slimme systemen, wordt verstuurd met behulp van 5G of via beveiligde wifi-verbindingen. Het risico bestaat dat technische storingen

⁵⁰ <https://www.daarkunjemeethuiskomen.nl/rijmono/risicos>.

⁵¹ TNO en Arcadis, *Impactstudie autonome voertuigen*, 2018.

⁵² www.volkskrant.nl/nieuws-achtergrond/met-deze-elektronische-hulpmiddelen-woorden-auto-s-alsmaar-veilig-~babf8f5d/.

⁵³ SWOV, *Beïnvloeding van onveilige automatisen en gewoonten in het verkeer*, rapportnummer 98-3 8, 1998.

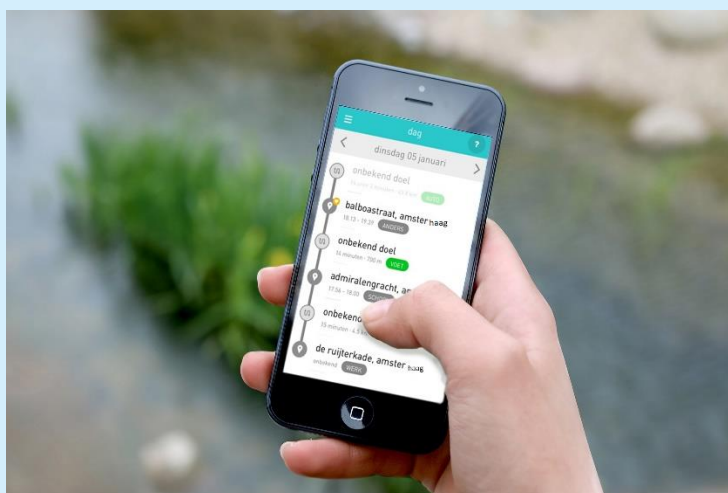
⁵⁴ Rijkswaterstaat, *Uitvoeringsplan Wegverkeersmanagement - Verbeteren van de netwerkdiensten en Vernieuwen op basis van Smart Mobility*, d.d. 25 mei 2018.

optreden, dat software in slimme systemen gehackt wordt⁵⁵ en dat voertuigen en/of vervoersystemen door hen worden overgenomen, data gestolen worden of dat moedwillig onveilige situaties gecreëerd worden. Een ander potentieel risico is dat software niet goed ontworpen is en bugs bevat waardoor eveneens gevaarlijke situaties kunnen ontstaan. Zeker in de pilotfase waarin slimme systemen voor het eerst in de praktijk getest worden, kunnen dergelijke situaties zich voordoen.

Praktijkvoorbeeld smart mobility

Casus

De gemeente Amstelhaag kent veel verkeer in de binnenstad van haar grootste stad (140.000 inwoners). Naast pogingen om autogebruik te ontmoedigen en bijvoorbeeld het OV aan te prijzen, wil de gemeente haar infrastructuur zo slim en efficiënt mogelijk inrichten. Zij ontwikkelt daarvoor bij wijze van pilot een route-app die weggebruikers kunnen downloaden en gebruiken. Via de app wordt data gedeeld tussen weggebruikers en het gemeentelijke verkeerssysteem, dat gebruik maakt van data van wegbeheerders. Het kan bijvoorbeeld gaan om informatie over filevorming, maximumsnelheden, gladheid op de weg, locatie en beschikbaarheid van parkeerplekken, werk in uitvoering en gevaarlijke situaties waaronder het aanrijden van hulpdiensten.



Afbeelding 3.2 Navigeren op de fiets.⁵⁶

Inventarisatie van mogelijke veiligheidsrisico's

- Het aflezen van berichten of waarschuwingen op de app brengt een risico met zich mee doordat bestuurders afgeleid worden. Ook kan een weggebruiker te veel informatie krijgen en vervolgens niet weten wat te doen.
- De robuustheid van de app en de daaraan gekoppelde verkeerssystemen moet gewaarborgd worden, óók in de pilotfase. Data moeten volledig en correct verstuurd worden, omdat anders onveilige verkeerssituaties kunnen ontstaan.
- Wanneer de app of verkeerssystemen gehackt worden, kan het bewust sturen van onjuiste informatie leiden tot chaos op de weg.

Mogelijke gesprekspartners

Gemeente, wegbeheerder, pilotpartners, Rijkswaterstaat, hulpdiensten.

⁵⁵ Cybersecurityraad, *Naar een veilig verbonden digitale samenleving - Advies inzake de cybersecurity van het Internet of Things (IoT)*. CSR-advies 2017, nr. 3.

⁵⁶ www.amsterdameconomicboard.com/app/uploads/2016/08/Foto-bij-oproep-onderzoek-Stedelijke-bereikbaarheid.jpg.

3.5 Bronnen

Voor meer informatie over smart mobility zie:

- > Ministerie van Infrastructuur en Milieu (oktober 2016). [Smart Mobility – Bouwen aan een nieuw tijdperk op onze wegen.](#)
- > [Partnership Talking Traffic](#)
- > Programma Toekomstbeeld OV (2018), [Contouren toekomstbeeld OV 2040.](#)
- > Rijkswaterstaat - Ministerie van Infrastructuur en Milieu (25 mei 2018). [Uitvoeringsplan Wegverkeersmanagement - Verbeteren van de netwerkdiensten en Vernieuwen op basis van Smart Mobility.](#)

4 Zelfrijdende auto's

Een zelfrijdende auto is een voertuig dat zelfstandig beslissingen neemt op grond van informatie over de omgeving en ontvangen uit de omgeving. Data kunnen ontvangen worden door sensoren in de auto zelf of verkregen worden van verkeerssystemen die informatie hebben opgehaald. De werking van de systemen in een zelfrijdende auto is in veel gevallen gebaseerd op het uitwisselen van informatie via het internet.⁵⁷

Veel autobedrijven, maar ook grote bedrijven uit andere of gelieerde sectoren (zoals Google en Uber) werken aan de ontwikkeling van zelfrijdende auto's.⁵⁸ Welke impact deze ontwikkelingen op de maatschappij hebben, is niet duidelijk omdat ze stapsgewijs gaan.⁵⁹ De komende jaren zullen meer en meer auto's slimmer en zelfstandiger worden en uiteindelijk (deels) autonoom aan het verkeer deel kunnen nemen. Dat betekent dat in de komende tientallen jaren een mix van voertuigen met verschillende gradaties van zelfstandigheid op de weg zal rijden.⁶⁰

In Nederland wordt ook getest, zoals met zelfrijdende busjes waarbij al dan niet een bestuurder aanwezig is. Zo rijden er zelfsturend busjes naar de ziekenhuizen in Scheemda⁶¹ en Den Haag⁶² en gaan er in 2020 zelfrijdende elektrische minibussen rijden naar de terminal van Rotterdam The Hague Airport.⁶³ Ook gaan er vanaf volgend jaar zelfrijdende elektrische minibussen rijden tussen de OV-halte Meijersplein en de terminal van Rotterdam The Hague Airport.

4.1 Achtergrond

Als groot voordeel van zelfrijdende auto's wordt het vergroten van de veiligheid gezien, zowel voor de inzittenden van de auto als voor overige verkeersdeelnemers. Reden hiervoor is dat het gros van de huidige verkeersongevallen veroorzaakt wordt door menselijk falen. Dat is dan ook één van de redenen geweest om zelfrijdende auto's te ontwikkelen.⁶⁴

Een bijkomend voordeel dat zelfrijdende auto's met zich mee kunnen brengen, zijn dalende kosten op het gebied van schade⁶⁵ en daarmee een besparing op hulpverlening, omdat er minder ongelukken zijn (zie ook paragraaf 3.1). Als voordeel wordt ook genoemd het verplaatsen van vrachtvervoer naar de nacht, omdat vrachtauto's dichter op elkaar kunnen rijden, het zogenaamde 'high density truck platooning'. Momenteel is hierbij is nog wel een chauffeur aanwezig, maar door gebruik te maken van high-tech wifi, camera's en radar is het technisch mogelijk om zonder chauffeur te rijden.⁶⁶ Hierdoor zal de verkeersdrukke overdag afnemen en zullen er minder files en ongelukken zijn.

⁵⁷ www.anwb.nl/auto/zelfrijdende-auto/.

⁵⁸ Poczter, S. L., & Jankovic, L. M. (2014), The Google Car: driving toward a better future?, *Journal of Business Case Studies (Online)*, 10(1), 7.

⁵⁹ Arcadis, *Impactstudie autonome voertuigen*, versie E, kenmerk 079904714-A, juli 2018.

⁶⁰ Luetge, C. (2017), *The German ethics code for automated and connected driving*, *Philosophy & Technology*, 30(4), 547-558.

⁶¹ <https://www.ovnieuwsuit groningen.nl/2018/08/02/zelfrijdend-busje-ziekenhuis-scheemda/>.

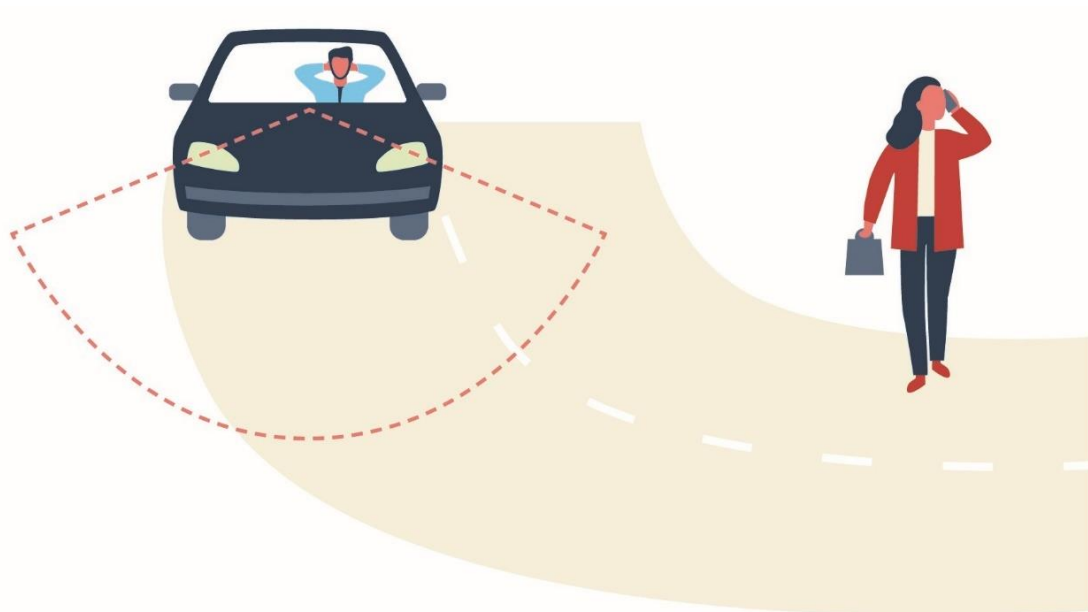
⁶² <http://thefuturemobility.network/na-haga-shuttle-mogelijk-meer-zelfrijdende-busjes-in-de-regio/>.

⁶³ <https://portofbusiness.nl/zelfrijdende-airport-shuttle-onderweg/>.

⁶⁴ www.kqed.org/science/1035195/how-safe-is-safe-enough-for-a-self-driving-car.

⁶⁵ <http://schade.mobilee.nl/wp-content/uploads/2014/04/Autoverzekering-artikel-InFinance.pdf>.

⁶⁶ <https://www.daf.com/en/about-daf/innovation/daf-ecotwin>.



Figuur 4.1 Zelfrijdende auto.

In hoeverre de veiligheid op de weg daadwerkelijk toe zal nemen, zal de toekomst moeten uitwijzen. De SWOV geeft aan dat zolang zelfrijdende auto's nog geen gemeengoed zijn en wegen nog niet zijn aangepast, de samenleving zich in een gevaarlijke transitieperiode bevindt.⁶⁷ Op Europees niveau wordt in ieder geval flink gewerkt aan de komst van zelfrijdende auto's, onder meer via het CONCORDA-project (Connected Corridor for Driving Automation).⁶⁸

Op 1 juli 2019 is de Experimenteerwet in werking getreden; deze wet maakt het mogelijk dat testen met zelfrijdende auto's onder strikte voorwaarden worden gedaan op de openbare weg. Hierbij bekijkt het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat welke wet- en regelgeving ontheven moeten worden boven de Wegenverkeerswet, terwijl de Rijksdienst voor het Wegverkeer (RDW) zich richt op de technische eisen van het voertuig om de verkeersveiligheid te waarborgen⁶⁹. De RDW adviseert het ministerie over de vergunningverlening. Daarnaast moet duidelijk zijn wie aansprakelijk is bij een ongeval, aangezien er geen bestuurder is.⁷⁰

4.2 Mogelijke risico's

Zelfrijdende voertuigen brengen veiligheidsrisico's met zich mee. Hieronder volgt een overzicht:

- > De bestuurder kan andere dingen gaan doen en afgeleid raken of zelfs helemaal afwezig zijn. De vraag is of dat in de toekomst een gewenste of een ongewenste situatie is, aangezien bij een dreigend ongeval niet snel en adequaat ingegrepen kan worden. Zolang zelfrijdende auto's nog in ontwikkeling zijn, lijkt continue oplettendheid van de

⁶⁷ TU Delft, artikel 'Er heerst te veel optimisme over zelfrijdende auto's' in Delta, nr. 07, 1 december 2014.

⁶⁸ <https://connectedautomateddriving.eu/project/concorda/>.

⁶⁹ <https://www.rdw.nl/particulier/nieuws/2019/experimenteerwet-voor-zelfrijdende-voertuigen-van-kracht>.

⁷⁰ www.slotletselschade.nl/de-zelfrijdende-auto/.

- bestuurder op zijn plaats om veilig te kunnen rijden.⁷¹ Hierbij moet opgemerkt worden dat de bestuurder dan wel toegang moet hebben tot handmatige besturing.⁷²
- > Wanneer een voertuig gevaarlijke situaties signaleert maar nog niet volledig zelfstandig beslissingen neemt, kan het te lang duren voordat de bestuurder ingrijpt. Simulaties van het Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) tonen aan dat het zo'n zes seconden duurt voordat een bestuurder daadwerkelijk ingrijpt in gevaarlijke verkeerssituaties en het systeem overneemt. Dit kan te laat kan zijn om een ongeluk te voorkomen.⁷³
 - > Zelfrijdende voertuigen functioneren beter naarmate er meer andere zelfrijdende voertuigen zijn.⁷⁴ Er zal sprake zijn van een lange overgangperiode waarin zowel bestuurde voertuigen als voertuigen met diverse gradaties van zelfrijdendheid deelnemen aan het wegverkeer. Op het gebied van veiligheid stelt dit hoge eisen aan bestuurders, aan de zelfrijdende voertuigen, aan software en dataverkeer en aan de inrichting van wegen plus aanpalende omgeving. In de overgangperiode zal de kans op aanrijdingen naar verwachting groter zijn.
 - > Zelfrijdende auto's worden aangestuurd door software en zijn daarmee gevoelig voor hacking⁷⁵ waarmee privacygevoelige informatie kan worden verkregen of de veiligheid van mensen in het verkeer (bewust) in gevaar kan worden gebracht.⁷⁶
 - > Met behulp van zelfrijdende auto's kunnen meer verminderd zelfredzame personen aan het verkeer deel nemen.⁷⁷ Op zich is dat een positieve ontwikkeling, maar zolang de technieken niet uitontwikkeld zijn, brengt deze toename risico's met zich mee.
 - > De pilotfase van nieuwe producten en technologieën kent vaak kinderziekten en onvolkomenheden. Bij het uitvoeren van pilots op de openbare weg kunnen veiligheidsrisico's ontstaan voor andere weggebruikers, onder wie hulpverleners.⁷⁸ De verwachting is dat het aantal ongevallen met zelfrijdende auto's op korte termijn stijgt en op lange termijn afneemt.⁷⁹
 - > Software van autosystemen die niet up-to-date is of om andere redenen faalt, kan leiden tot ongevallen, omdat geen of onjuiste informatie wordt geregistreerd of verzonden.
 - > De kans op wagenziek worden neemt fors toe, omdat de blik van de bestuurder en/of inzittende(n) niet meer op de weg gericht is, maar op bijvoorbeeld een scherm of boek.⁸⁰

⁷¹ www.euroncap.com/nl/pers/persberichten/testingautomation/; Llaneras, R. E., Salinger, J., & Green, C. A. (2013), *Human factors issues associated with limited ability autonomous driving systems: Drivers' allocation of visual attention to the forward roadway*.

⁷² In Las Vegas is in 2017 een ongeval geweest met een zelfrijdend busje waarbij één van de twee mogelijke oorzaken was dat de bestuurder geen toegang had tot handmatige bediening.

⁷³ Vlakveld, W., van Nes, N., de Bruin, J., Vissers, L., and van der Kroft, M. (2018), Situation awareness increases when drivers have more time to take over the wheel in a Level 3 automated car: a simulator study, *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 58, 917-929.

⁷⁴ CROW en Rijkswaterstaat, *Zelfrijdende auto – Verkenning van implicaties op het ontwerp van wegen*, referentie T&PBE6132R001D03, versie 03, 8 november 2016.

⁷⁵ <https://www.ad.nl/auto/deze-hacker-maakt-persoonlijke-beveiliging-van-zijn-tesla-model-3-a98fe533/>. Een hacker heeft zijn Tesla zo gehackt dat zijn auto in staat is om kentekens en gezichten te herkennen. Hij noemt het systeem 'Surveillance Detection Scout'.

⁷⁶ <https://www.frankwatching.com/archive/2016/03/21/baby-you-can-hack-my-car-hoe-zit-beveiliging-connected-cars/>.

⁷⁷ <https://webwereld.nl/markttrends/85581-7-positieve-gevolgen-van-de-zelfrijdende-auto>.

⁷⁸ De Onderzoeksraad voor de Veiligheid is in 2017 een onderzoek gestart naar de bewaking van de verkeersveiligheid bij de invoering van bestuurdersondersteunende systemen in auto's. De resultaten van het onderzoek zijn nog niet bekend. Om effectief en veilig te kunnen optreden, heeft Brandweer Nederland in afstemming met ambulancedienst en politie een aantal vragen geformuleerd. Deze vragen kunnen meegenomen worden in de vergunningverlening voor toelating op de weg, maar ook bij het ontwerp van nieuwe voertuigen en bij aanpassingen van bestaande voertuigen. De vragen zijn te vinden in Bijlage 1.

⁷⁹ www.zelfrijdendvervoer.nl/verkeersveiligheid/2018/04/18/hogere-veiligheidseisen-en-stapsgewijze-introductie-versnelt-ontwikkeling-autonoom-vervoer/.

⁸⁰ <https://slimonderweg.nl/zelfrijdende-auto-15/tno-wagenziekte-neemt-fors-toe-bij-komst-zelfrijdende-auto-39>.

- > Alhoewel geen nadeel met concrete gevolgen, mag toch het gevoel van onveiligheid dat veel wegdeelnemers zullen hebben wanneer ze rijden op wegen met zelfrijdende voertuigen, niet onderschat worden.⁸¹

Praktijkvoorbeeld zelfrijdende auto's

Casus

De provincie Middelland wil de verkeersdrukke in en rondom steden verminderen en de bereikbaarheid vergroten door het openbaar vervoer van en naar de steden te verbeteren. Daarom wil de provincie samen met de gemeenten en vervoerders uit de regio verkennen of het mogelijk is om elektrische, zelfrijdende bussen te laten rijden. De provincie en de vervoerders besluiten een pilot op te zetten met twee volledig geautomatiseerde bussen die gaan pendelen tussen OV-knooppunt Vezenaar in het centrum van Nijdoorn en het buitengebied. De veiligheidsregio is gevraagd mee te denken over de veiligheidsaspecten van de pilot.



Figuur 4.2 Zelfrijdende busjes (CROW).

Inventarisatie van mogelijke veiligheidsrisico's

- Er is geen buschauffeur die in kan grijpen wanneer het systeem faalt.
- De pilot vindt plaats op de openbare weg. De situatie is dus niet volledig gecontroleerd, wat gevaarlijke situaties kan opleveren voor andere weggebruikers of passagiers, omdat het systeem niet of verkeerd reageert op het gedrag van andere weggebruikers.⁸²
- Als de software van de systemen die de bussen gebruiken niet up-to-date is, kan dat leiden tot ongevallen.
- Passagiers voelen zich niet veilig in de bus omdat een buschauffeur ontbreekt.
- Het is onduidelijk hoe de bus zal reageren als hij pech heeft (bijvoorbeeld een lekke band).
- Het is onzeker of de systemen in de bus uitvallen na een ongeluk of dat de veiligheid van hulpverleners gevaar loopt doordat de bus 'spontaan' begint te rijden.

Mogelijke gesprekspartners

Provincie, gemeente, autofabrikant, pilotpartners, Rijkswaterstaat, wegbeheerder(s), hulpdiensten.

⁸¹ Salonen, A. O. (2018), *Passenger's subjective traffic safety, in-vehicle security and emergency management in the driverless shuttle bus in Finland*, Transport policy, 61, 106-110.

⁸² In juli 2019 heeft een zelfrijdende bus in Wenen een voetganger aangereden:
<https://www.nu.nl/tech/5967812/zelfrijdende-bus-in-wenen-rijdt-voetganger-aan.html>.

Aandachtspunten vanuit veiligheid

- Nagaan welke voorwaarden en veiligheidseisen gesteld werden aan pilots in Nederland met zelfrijdende auto's. Dit is niet primair de taak van de veiligheidsregio, maar deze moet er wel bij betrokken worden. Er kunnen namelijk door de veiligheidsregio aanvullende en locatiespecifieke eisen en voorwaarden gesteld worden.
- Dergelijke eisen die gesteld kunnen worden, kunnen betrekking hebben op:
 - o het aantonen van de werking van de diverse (software)systemen die met elkaar moeten communiceren
 - o het verplichten van de aanwezigheid van een veiligheidsbeambte die in geval van nood kan ingrijpen
 - o het controleren van de route en de wegmarkering waar de zelfrijdende bussen gaan rijden
 - o de wijze van monitoring van de pilot
 - o taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden van de betrokken partijen, ook op het gebied van aansprakelijkheid en risicocommunicatie.
- Overwegen of de veiligheidsregio voorafgaand aan de pilot een inzetstrategie heeft voor het geval er een botsing plaatsvindt. Daartoe moet zij informatie hebben over de route van de bussen, de lengte van de route, de tijdstippen waarop gereden wordt en de duur van de pilot.

4.3 Bronnen

Voor meer informatie over zelfrijdende voertuigen zie:

- > Arcadis en TNO (juli 2018). [*Impactstudie autonome voertuigen*](#).
- > Boersma, R., Scheltes, A. & Van Oort. N. (2018). [*Automatische voertuigen; kans of een bedreiging voor het OV in Nederland?*](#) In Colloquium vervoersplanologisch speurwerk (CVS), 2018.
- > Boston Consulting Group (17 augustus 2016). [*Impactanalyse Zelfrijdende Voertuigen*](#).
- > Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (oktober 2015). [*Chauffeur aan het stuur? Zelfrijdende voertuigen en het verkeer en vervoersysteem van de toekomst*](#).
- > Yeomans, G. - Lloyd's Exposure Management (2014). [*Autonomous vehicles – Handing over control: opportunities and risks for insurance*](#).

5 Zelfvarende schepen

Steeds vaker verschijnen er berichten in de media dat havenbedrijven en organisaties als Rijkswaterstaat en Rolls Royce zich voorbereiden op zelfvarende schepen.⁸³ Het gaat hierbij zowel om varen op open wateren als om vaarmanoeuvres in havens. Dit hoofdstuk geeft een overzicht van wat er anno 2019 speelt op het gebied van zelfvarende schepen en welke veiligheids- en gezondheidsrisico's deze ontwikkelingen met zich meebrengen.

5.1 Achtergrond

5.1.1 Voordelen

Zelfvarende schepen worden ontwikkeld met een bepaald doel of met bepaalde voordelen voor ogen:

- > Veiligheid is één van de redenen om zelfvarende schepen te ontwikkelen. Net als bij wegverkeer is ook bij scheepvaart menselijk falen een belangrijke oorzaak van ongelukken. Een bijkomend voordeel is dat er als gevolg van het gebruik van onbemande schepen geen mensen zullen verdrinken als er ongelukken gebeuren.⁸⁴
- > Havens kunnen efficiënter werken, omdat handelingen in de haven overbodig of korter worden en schepen dus niet of minder lang op elkaar hoeven te wachten.⁸⁴
- > Met behulp van zelfsturende schepen wordt binnenvaart gepromoot, omdat efficiënter en goedkoper getransporteerd kan worden. Een 'modal shift' van wegverkeer naar scheepvaart is daardoor mogelijk. Zo kan in kolonne gevaren worden, waarbij één of meerdere onbemande schepen een bemand moederschip volgen.^{85 86}
- > Voor specifieke doeleinden kunnen kleine, zelfstandig varende boten worden gebruikt en hoeft er geen gebruik gemaakt te worden van grote bemande schepen, omdat dergelijke onbemande boten goedkoper, efficiënter, flexibeler en minder vervuילend zijn.⁸⁷
- > De afwezigheid van bemanningsleden is zowel een voordeel bij als ook een noodzaak om zelfvarende schepen te ontwikkelen: enerzijds is er wereldwijd een tekort aan bemanningsleden en anderzijds worden kosten bespaard door de afwezigheid van bemanning.
- > Doordat zelfvarende schepen kunnen bepalen hoe laat ze bij sluizen of havens zijn, kan de vaarsnelheid daar op aangepast worden.⁸⁸ Veelal houdt dat een lagere snelheid in en dus minder CO₂-uitstoot.⁸⁹
- > Zelfsturende onderwaterdrones kunnen gevaarlijk werk overnemen van duikers, bijvoorbeeld voor het inspecteren van kademuuren en scheepshuiden.⁸⁸

⁸³ Zo voer in mei 2019 een 12 m lang onbemand scheepje van België naar Engeland met bier en oesters aan boord. Zie <https://www.bbc.com/news/science-environment-48216966#>.

⁸⁴ <https://nos.nl/artikel/2253291-haven-rotterdam-bereidt-zich-voor-op-zelfvarende-schepen.html>.

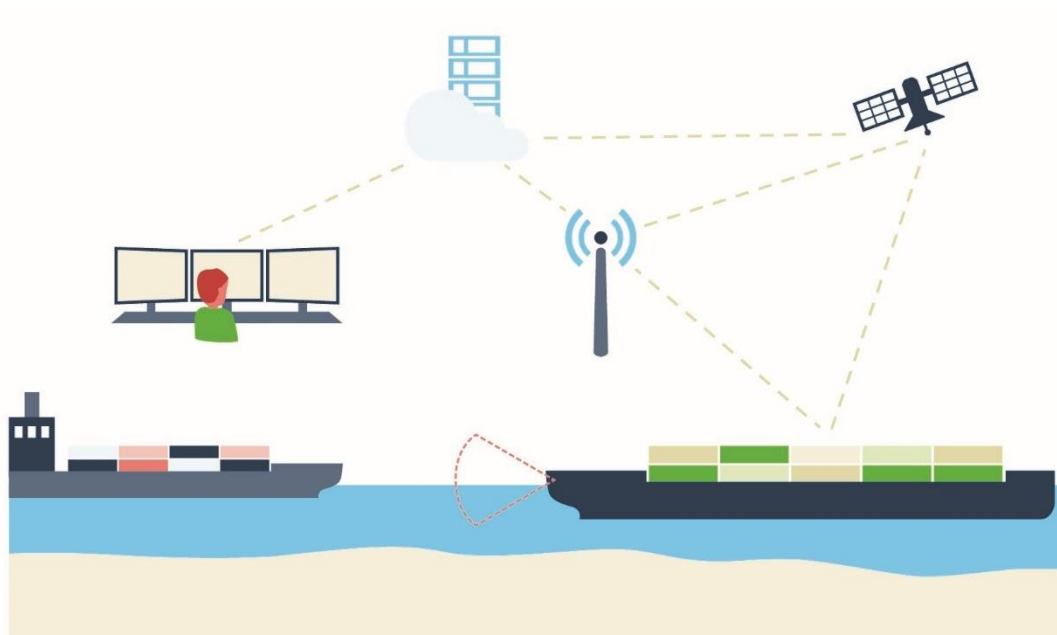
⁸⁵ www.logistiek.nl/distributie/nieuws/2017/03/nedcargo-bouwt-semi-autonoom-binnenvaartschip-101153489.

⁸⁶ <https://www.rijkswaterstaat.nl/nieuws/2017/11/smart-shipping-challenge-stap-naar-slimme-en-veilige-binnenvaart.aspx>.

⁸⁷ www.magazinesrijkswaterstaat.nl/zakelijkeninnovatie/2018/01/zelfvarende-schepen.

⁸⁸ www.rtlnieuws.nl/economie/artikel/3747406/rijkswaterstaat-zet-op-zelfvarende-schepen.

⁸⁹ www.nemokennislink.nl/publicaties/zelfvarende-schepen-goedkoper-veiliger-en-schoner/.



Figuur 5.1 Zelfvarende schepen.

5.1.2 Toekomstverwachting

In 2017 heeft Rijkswaterstaat met het 'Smart Shipping Challenge' de aanzet gegeven om bedrijven, onderzoeksinstituten en overheden actiever te laten samenwerken op het gebied van innovatie in de binnenvaart. Die rol wordt anno 2019 ingevuld door SMASH (Smart shipping), een platform waar kennis gedeeld wordt en samenwerkingsverbanden worden aangegaan om scheepvaart slimmer, veiliger en duurzamer te maken.⁹⁰

Hoewel ontwikkelingen snel gaan, verwachten organisaties over het algemeen niet dat er binnen een paar jaar zelfvarende schepen zijn, mede gezien de lange afschrijvingstermijn van tientallen jaren voor schepen. Er zal nog veel geëxperimenteerd moeten worden waarvoor een vergunning nodig is, omdat de huidige maritieme wet- en regelgeving uitgaat van de aanwezigheid van bemanning.

In september 2018 heeft het ministerie van IenW beleidsregels gepubliceerd voor experimenten met zelfvarende schepen.⁹¹ Alleen aan de hand van testen en demonstratieprojecten kan aangetoond worden in hoeverre autonome schepen realiteit kunnen worden en veilig zijn.⁹² Binnen een paar jaar zouden schepen kunnen varen met minder bemanning en op afstand ondersteund worden, maar het kan nog tientallen jaren duren voordat volledig autonoom varende schepen daadwerkelijk ingezet zullen worden.⁹³

⁹⁰ <https://smashnederland.nl/>.

⁹¹ IenW, *Beleidsregel experimenten vergaand geautomatiseerd varen rijksvaarwegen*, nr. IENW/BSK-2018/183049, 12 september 2018.

⁹² <http://www.maritiemnederland.com/nieuws/onderzoek-tu-delft-en-tno-over-autonoom-varen/item1793>.

⁹³ AAWA position paper Rolls-Royce, *Remote and autonomous ships – The next steps*, juni 2016; NISS, *Blauwdruk 2050 – De maritieme wereld voorbij de horizon*, oktober 2016.

5.1.3 Voorbeelden en experimenten

Op kleine schaal en met kleine vaartuigen wordt in Nederland al gebruikgemaakt van zelfvarende bootjes:

- > De Bospont is een zelfvarende veerpont in Amsterdam.⁹⁴
- > Roboats zijn zelfvarende boten die op termijn mogelijk ingezet kunnen worden om het drukke stadsverkeer te ontlasten en om afval uit het water te halen.⁹⁵

Gezien de eisen die gesteld worden aan veiligheid en betrouwbaarheid en de economische risico's, zijn zelfvarende schepen commercieel gezien het meest interessant voor rederijen die zich concentreren op de internationale zeevaart en niet op de binnenvaart, terwijl experimenten juist vooral plaatsvinden in nationale wateren zoals rivieren en havens. Een aantal voorbeelden van experimenten in Nederland en daarbuiten:

- > Rijkswaterstaat heeft op de Noordzee geëxperimenteerd met twee zelfvarende boten met als primair doel het testen van mogelijke gevolgen door aanvaringen met dergelijke schepen.⁹⁷ Rijkswaterstaat wil met onbemande boten de Nederlandse wateren monitoren en metingen gaan doen.
- > De haven van Rotterdam gebruikt een testvaartuig (RPA3) om te experimenteren met zelfvarende schepen. Hiervoor is een patrouilleschip omgebouwd en voorzien van camera's en sensoren.⁸⁴ Ook externe partijen kunnen van het schip gebruik maken voor testdoeleinden te testen ('Floating Lab Rotterdam').⁹⁶
- > Groningen Seaports test het 5G-netwerk om te bezien of het de communicatiestroom aan kan met data van onder andere camera's, gps, dieptemeters en radar. Voor het tweede kwartaal van 2019 staat een proef met een semi-autonoom vaartuig gepland.⁹⁷
- > Het Researchlab Autonomous Shipping (RAS) van de TU Delft heeft van de Provincie Zuid-Holland een ontheffing ontvangen om te mogen testen met autonoom varen op de Schie.⁹⁸
- > Vlaamse overheden, universiteiten en havens ondersteunen in het platform FLOAT (Flanders on the Automated shipping Track) een project waarbij in mei 2019 een droneboot zelfstandig de Atlantische Oceaan zal oversteken.⁹⁹
- > In Noorwegen wordt momenteel voor kunstmestfabrikant Yara het eerste autonome containerschip ter wereld gebouwd, de 'Yara Birkeland'. Na proefvaarten met een beperkt aantal bemanningsleden aan boord, zal dit schip vanaf 2020 het eerste volledig autonome schip ter wereld zijn. Zowel alle operaties in de laadhaven, als die tijdens de reis en in de loshaven zullen automatisch gebeuren.¹⁰⁰

⁹⁴ <http://landtongnieuwemeer.nl/plannen/bospont/>.

⁹⁵ <http://roboat.org/>.

⁹⁶ <https://www.portofrotterdam.com/nl/zakendoen/haven-van-de-toekomst/innovatie/floating-lab-rotterdam>.

⁹⁷ <https://www.rtvnoord.nl/nieuws/205916/Groninger-havens-bereiden-zich-voor-op-zelfvarende-schepen>.

⁹⁸ <https://rasdelft.nl/ontheffing-voor-testen-met-autonoom-varen-op-de-schie-delft-eeen-feit/>.

⁹⁹ <https://www.portofantwerp.com/nl/news/vlaanderen-wil-topregio-voor-autonome-vaartuigen-worden>.

¹⁰⁰ <https://www.yara.com/knowledge-grows/game-changer-for-the-environment/>.

5.2 Mogelijke risico's

Het gebruik van autonome en semi-autonome schepen brengt op velerlei gebied uitdagingen met zich mee. In de position papers van Rolls-Royce⁹³ en DNV GL¹⁰¹ wordt aangegeven dat de risico's liggen op het gebied van sensoren, software en communicatie, omdat men in geval van een storing of calamiteit niet meer kan terug vallen op menselijk ingrijpen. Nieuwe technologieën op dit vlak kunnen fouten in menselijk handelen weliswaar (deels) wegnemen, maar introduceren op hun beurt vaak ook weer risico's. Vandaar de eis dat een nieuwe technologie of ontwikkeling minstens even veilig moet zijn als de in gebruik zijnde applicatie.

De meeste bemanningsleden op een schip hebben een taak op het gebied van navigeren of controleren van (navigatie)systemen. Bij de afwezigheid van bemanningsleden liggen de risico's met name op het vlak van navigeren: het detecteren van een dreigende situatie, het analyseren van die situatie, gevolgd door het ingrijpen van het systeem en controle achteraf. Situaties waar met name aandacht voor is, zijn de volgende:

- > Het detecteren van kleine schepen en drijvende objecten op de vaarroute.
- > Het voorkomen van botsingen wanneer meerdere schepen op de vaarroute aanwezig zijn.
- > Het veilig navigeren in vaargeulen in kustwateren.

Daarnaast zijn er enkele andere kwesties waar rekening mee gehouden moet worden bij de ontwikkeling van zelfsturende of op afstand bestuurbare schepen:

- > Het verminderen van onderhoudswerkzaamheden c.q. het robuuster en betrouwbaarder maken van scheepsmotoren, omdat schepen soms wekenlang achterelkaar varen en er niemand is om een reparatie uit te voeren of onderhoud te plegen.¹⁰²
- > Wat te doen bij noodsituaties zoals brand of kapotte apparatuur die gerepareerd moet worden?
- > Fouten en disfunctioneren van software.
- > Storingen, fouten en kwetsbaarheden in datacommunicatieverbindingen.
- > Waar halen hulpverleningsdiensten bij een inzet op een zelfvarend schip informatie vandaan bij afwezigheid van een bemanning?
- > Onduidelijkheid over de aansprakelijkheid bij een ongeluk met een zelfvarend schip. Alle regelgeving is namelijk gebaseerd op bemande schepen en die regelgeving is bovendien versnipperd.⁸⁵

De mate waarin zelfsturende schepen realiteit kunnen worden, zal in grote mate bepaald worden door de betrouwbaarheid van de gebruikte sensoren en systemen. Sensoren moeten er voor zorgen dat objecten en situaties juist gedetecteerd worden en systemen moeten er zorg voor dragen dat er adequaat gereageerd wordt door het schip. Voor beide geldt dat ze jarenlang goed moeten functioneren, overeenkomend met de levensduur van een schip.

Om aan te tonen dat sensoren en systemen te vertrouwen zijn, zijn testen en simulaties nodig, eventueel aangevuld met praktijkproeven. Het wordt namelijk onwaarschijnlijk geacht dat praktijktesten alleen genoeg informatie zullen geven om sensoren en systemen in voldoende mate te kunnen vertrouwen. Men pleit daarom ook voor simulaties met behulp van een digitale kopie van het schip ('digital twin').¹⁰¹

¹⁰¹ DNV-GL, *Remote-controlled and autonomous ships*, 2018.

¹⁰² Er varen inmiddels al coasters van Wagenborg, Flinter en JR Shipping met een onbemande machinekamer. Zie <http://www.maritiemnederland.com/nieuws/onderzoek-tu-delft-en-tno-over-autonoom-varen/item1793>.

Praktijkvoorbeeld zelfvarende schepen

Casus

De firma Zorgvliet heeft tezamen met Rolls-Royce bij de gemeente Nieuwendam een vergunningaanvraag ingediend voor het testen van een op afstand bestuurbare ferry op het kanaal dat door de stad loopt. De gemeente staat daar niet onwelwillend tegenover, maar heeft haar bedenkingen vanwege onzekerheden over de veiligheid van de passagiers en van het scheepvaartverkeer ter plaatse. Bekend is dat in Turku (Finland) al een zelfvarende ferry van Rolls-Royce in gebruik is. De veiligheidsregio is gevraagd mee te denken over de veiligheidsaspecten van de pilot.



Figuur 5.2 Besturing op afstand van zelfvarende schepen.¹⁰³

Inventarisatie van mogelijke veiligheidsrisico's

- Als de beelden wegvallen, kan de operator niet meer op afstand sturen en reageren.
- Bij een (motorische) storing of een andere onveilige situatie aan boord, kan de operator onvoldoende ingrijpen.
- Bij een storing of een fout in ICT-systemen kan het schip niet meer op afstand bestuurd worden en is een aanvaring met de wal of met een ander schip mogelijk.
- De test vindt plaats op een kanaal waar ook andere schepen varen. Hoe kunnen die zien dat er sprake is van een onbemand schip?
- Passagiers voelen zich niet veilig op de ferry omdat er geen bemanning aanwezig is.

Mogelijke gesprekspartners

Gemeente, Rijkswaterstaat, de vergunningaanvrager in samenwerking met Rolls-Royce, hulpdiensten.

¹⁰³ https://yle.fi/uutiset/osasto/news/autonomous_ferry_makes_first_demonstration_voyage_in_finland/10537448.

Aandachtspunten vanuit veiligheid

- Nagaan hoe de ervaringen in Turku zijn en welke voorwaarden en veiligheidseisen daar gesteld zijn aan de vergunning.
- Overwogen of de test uitgevoerd moet worden met passagiers.
- Eisen die gesteld kunnen worden, kunnen betrekking hebben op:
 - o het aantonen van de werking van de diverse (software)systemen die met elkaar moeten communiceren
 - o de wijze van monitoring van de pilot
 - o welke taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden de betrokken partijen hebben, ook op het gebied van aansprakelijkheid en risicocommunicatie.

5.3 Bronnen

Voor meer informatie over zelfsturende of op afstand bestuurde schepen, zie:

- > AAWA position paper Rolls-Royce (2016). [*Remote and autonomous ships – The next steps.*](#)
- > DNV-GL (2018). [*Remote-controlled and autonomous ships in the maritime industry.*](#)
- > [*https://smashnederland.nl.*](https://smashnederland.nl)
- > [*http://www.unmanned-ship.org/munin/.*](http://www.unmanned-ship.org/munin/)
- > NISS (2016). [*Blauwdruk 2050 – De maritieme wereld voorbij de horizon.*](#)

6 Zelfrijdende treinen

6.1 Achtergrond

In december 2018 reed voor het eerst in Nederland een zelfrijdende locomotief op de Betuweroute, een spoortraject van de Maasvlakte bij Rotterdam tot de Duitse grens bij Zevenaar.¹⁰⁴ Deze test werd door ProRail uitgevoerd voor het spoorgoederenvervoer. Ook heeft ProRail samen met Arriva en de provincie Groningen in maart 2019 meerdere testen uitgevoerd met een zelfrijdende passagierstrein op het traject Groningen-Zuidhorn.¹⁰⁵ Afgezien van het aantonen dat automatische treinbesturing werkt¹⁰⁶, is het grote doel achter deze testen het optimaliseren van het gebruik van de spoorinfrastructuur in Nederland en het bevorderen van spoorvervoer ten opzichte van andere vervoersmodaliteiten.¹⁰⁷

6.1.1 Automatic Train Operation (ATO)

Automatische treinbesturing of ATO ('Automatic Train Operation') is het automatisch besturen van een trein of een ander railvoertuig. De mate van automatisering loopt uiteen van treinbeïnvloeding, waarbij het handelen van de machinist in meer of mindere mate bewaakt wordt, tot het volledig automatisch rijden, zonder de aanwezigheid van machinist of conducteur.¹⁰⁸ In tabel 6.1 wordt dit inzichtelijk gemaakt.¹⁰⁹

Tabel 6.1 Gradaties in automatisering.

Gradatie in automatisering (GoA)	Besturen trein	Starten trein	Stoppen trein	Sluiten van deuren	Besturing in noodsituatie
GoA1	ATB of ERTMS, machinist aanwezig	Machinist	Machinist	Machinist	Machinist
GoA2	Semi-automatisch, machinist aanwezig	Automatisch	Automatisch	Machinist	Machinist
GoA3	Machinist afwezig	Automatisch	Automatisch	Conducteur	Conducteur
GoA4	Volledig automatisch, machinist afwezig	Automatisch	Automatisch	Automatisch	Automatisch

¹⁰⁴ <https://www.spoorpro.nl/goederenvervoer/2018/12/19/test-met-zelfrijdende-trein-op-betuweroute-geslaagd/>.

¹⁰⁵ <https://www.spoorpro.nl/materieel/2019/03/15/experiment-met-zelfrijdende-passagierstrein-geslaagd/>.

¹⁰⁶ <https://www.spoorpro.nl/materieel/2018/05/17/prorail-wil-met-proeven-bewijzen-dat-automatic-train-operation-werkt/>.

¹⁰⁷ TNO, *Automatic Train Operation – driving the future of rail transport*, juli 2018.

¹⁰⁸ TNO, *Automatic Train Operation – driving the future of rail transport*, juli 2018. Het afwezig zijn van personeel in goederentreinen is in Amerika een twistpunt. De *Federal Railroad Administration* verplicht de aanwezigheid van twee personen, omdat over veiligheid niet getwijfeld mag worden, maar de *Association of American Railroads* is van mening dat er geen gegevens zijn die aantonen dat de aanwezigheid van mensen de veiligheid vergroot. Zie: <https://www.railway-technology.com/features/featureare-driverless-freight-trains-safe-5008616/>.

¹⁰⁹ A. Trestour en A. De-Reuck, *Railway technology and innovation – Driverless trains*, Proceedings of the Permanent Way Institution Annual Convention: Fifty Shades of Perway: the Allure of the Rail Industry, oktober 2015.

Wereldwijd zijn er diverse metro- en tramsystemen die functioneren op systeemniveau GoA4. Voorbeelden hiervan zijn te vinden in Singapore, Londen (Jubilee Line), Kopenhagen en Sao Paulo.¹¹⁰ Daarnaast beschikken veel vliegvelden over volledig automatisch rijdende treinen waarmee over korte afstanden passagiers worden vervoerd. Voorbeelden hiervan zijn de vliegvelden van Toronto, Seattle en Denver.¹¹⁰

Het ontwikkelen van zelfrijdende metro's en treinen vergt net als voor zelfrijdende auto en zelfvarende boten veel automatisering. Hoe eenvoudiger het systeem, hoe makkelijker de ontwikkeling en de automatisering. Metrolijnen zijn 'eenvoudiger' te automatiseren dan treinen, omdat ze op korte gesloten trajecten rijden waar geen overgangen zijn en waar mensen niet op het traject kunnen komen.¹¹¹

Vergaande automatisering bij treinen is lastiger te realiseren, omdat over een grotere afstand rekening moet worden gehouden met de aanwezigheid van spoorwegovergangen en obstakels.¹¹² Nederland en Duitsland¹¹³ zijn momenteel in de testfase met zelfrijdende passagierstreinen, maar in Australië vervoert mijnbouwconcern Rio Tinto al ijzererts met zelfrijdende goederentreinen die worden aangestuurd vanuit het 1500 km verderop gelegen Perth.¹¹⁴

In Nederland rijden de meeste treinen met een systeem dat overeenkomt met GoA1: de machinist bestuurt de trein (starten, stoppen), daarbij geholpen door het veiligheidssysteem ATB (Automatische Treinbeïnvloeding). De vervanging van het verouderende ATB door ERTMS (European Rail Traffic Management System) en daarmee ook de overstap van analoge naar digitale techniek, is volgens de voortgangsrapportage van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat 'een gewenste en onomkeerbare ontwikkeling'.¹¹⁵ Gezien de prioriteit die de komende jaren aan ERTMS wordt gegeven en de ontwikkelingen die daarmee gepaard gaan, wordt in dit hoofdstuk gefocust op ERTMS en niet op zelfrijdende treinen.

6.2 ERTMS

Het huidige treinbeveiligingssysteem in Nederland is gebaseerd op ATB. Dit analoge systeem is in Nederland ontwikkeld na de treinramp in Harmelen in 1962. Vrijwel alle baanvakken in Nederland zijn met ATB of met verbeterde varianten daarvan uitgerust. Daarnaast heeft Nederland op vier trajecten reeds ERTMS in gebruik: de HSL-Zuid, Hanzelijn en Betuweroute en het traject Amsterdam-Utrecht.¹¹⁶

Omdat alle landen in Europa eigen spoorbeveiligingssystemen hebben die niet interoperabel zijn, hebben de Europese spoorsector en de Europese Commissie begin jaren negentig het initiatief genomen tot ERTMS, een nieuw standaard treinbeveiligings- en besturingssysteem. De Europese Commissie heeft een verordening uitgevaardigd die landen verplicht om uiter-

¹¹⁰ https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_automated_urban_metro_subway_systems#Grade-of-Automation_4_systems.

¹¹¹ <https://mediarail.wordpress.com/2018/09/23/autonomous-trains-a-brief-review/>.

¹¹² https://www.vice.com/en_us/article/wnj75z/why-dont-we-have-driverless-trains-yet.

¹¹³ <https://www1.deutschebahn.com/livinglab-en/>.

¹¹⁴ <https://www.spoorpro.nl/goederenvervoer/2019/01/04/rio-tinto-rijdt-met-volledig-autonome-goederentreinen/>.

¹¹⁵ IenW, ERTMS: Tiende voortgangsrapportage en BIT-advies, kenmerk IENW/BSK-2019/59402, d.d. 26 april 2019.

¹¹⁶ http://www.nicospilt.com/index_treinbeinvloeding.htm.

lijk in 2030 op de negen belangrijkste doorgaande goederencorridors in Europa ERTMS in te voeren.¹¹⁷ De Betuweroute (Rotterdam-Zevenaar) maakt onderdeel hiervan uit.

ERTMS bestaat uit een systeem in de trein en een systeem in de infrastructuur. Door middel van bakens (balises) tussen de rails, sensoren in de trein en telecommunicatie communiceren de beide systemen met elkaar.¹¹⁸ Er wordt continu contact gelegd tussen een individuele trein, de baan waarop deze rijdt en de centrale verkeersleiding. Via een specifiek draadloos netwerk GSM-R wordt informatie over de route en de maximum snelheid doorgegeven aan de trein en op een beeldscherm in de trein getoond. Als een machinist de instructies van het systeem niet tijdig opvolgt, kan het systeem op iedere locatie, bij iedere snelheid en op ieder moment ingrijpen door bijvoorbeeld de snelheid van de trein aan te passen of deze tot stilstand te brengen.¹¹⁹

Er zijn drie versies ('baselines') van ERTMS beschikbaar en daarbinnen verschillende 'releases' en toepassingsniveaus ('levels'). Treinen kunnen alleen over een ERTMS-spoor rijden als het systeem in de trein minimaal hetzelfde baselinenummer heeft als het baanvak. Nederland heeft gekozen voor baseline 3, release 2 en level 2. Bij level 2 wisselt de trein via GSM-R data uit met het Radio Block Center (RBC), een computersysteem dat autorisaties om te mogen rijden naar de trein stuurt. Voor een gedetailleerdere uitleg van ERTMS wordt verwezen naar het ERTMS Kennisboek versie 2.0.¹¹⁹

6.2.1 Voordelen

Aan het automatisch besturen van treinen wordt een aantal voordelen toegekend:

- > Verwacht wordt dat veiligheid op het spoor verbeterd wordt.¹²⁰ Ten eerste is ERTMS in tegenstelling tot ATB werkzaam op trajecten waar langzaam wordt gereden (< 40 km/uur) zoals bij emplacementen en op plaatsen waar gewerkt wordt aan het spoor. Hierdoor zal op die locaties het aantal treinen dat een stoptonend sein passeert ('STS-passage') afnemen. Ten tweede controleert ERTMS de snelheid van de trein en zal ingrijpen als de machinist zelf niet tijdig remt, bijvoorbeeld wanneer bochten of stations te snel worden benaderd. Ten derde weet ERTMS exact de locatie van de trein waardoor de aankomsttijd van een trein bij een overweg beter bepaald kan worden en de variatie in wachttijd voor de spoorwegovergang minder wordt. Dit bevordert de snelheid van hulpdiensten en vermindert het 'slalommen' van ongeduldige weggebruikers bij dichte overwegbomen.
- > De veiligheid van baanwerkers wordt verder vergoot, doordat deze met 'hand-held terminals' een baanvak kunnen reserveren waar ze aan het werk zijn.¹¹⁸
- > Botsingen en ontsporingen zullen met ERTMS minder vaak voorkomen waardoor het veiliger wordt op het spoor. Botsingen worden voorkomen doordat het systeem weet waar treinen zich bevinden en zal ingrijpen zodra treinen op hetzelfde trajectdeel dreigen te rijden. Ontsporingen worden voorkomen doordat de snelheid van de trein gemonitord wordt en ERTMS ingrijpt als een wissel met een te hoge snelheid wordt genaderd.¹¹⁸
- > Door het gebruik van een systeem als ERTMS kunnen treinen dichter op elkaar rijden. De capaciteit van het spoor wordt daarmee vergroot, waardoor meer passagiers en

¹¹⁷ Besluit 2012/88/EU, *Besluit van de Commissie van 25 januari 2012 betreffende de technische specificatie inzake interoperabiliteit van de subsystemen besturing en seingeving van het trans-Europese spoorwegsysteem.*

¹¹⁸ <https://www.ertms-nl.nl>.

¹¹⁹ ProRail, NS en Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, *ERTMS Kennisboek versie V2.0*, bijlage bij Kamerstuk 33652 nr. 14, d.d. 16 april 2014.

¹²⁰ Ministerie Infrastructuur en Milieu, *Railmap ERTMS – Versie 3.0 – Nota Alternatieven*, april 2014.

meer goederen vervoerd kunnen worden. Dit vergoot de concurrentiepositie en is economisch gunstig.

- > Omdat er nauwkeuriger op tijd kan worden gereden, kunnen meer treinen op tijd vertrekken en komt er meer flexibiliteit in de dienstregeling.¹²¹
- > Slijtage en energiegebruik en daarmee de exploitatiekosten worden lager, omdat treinen gelijkmatiger rijden. Dit geldt vooral voor goederentreinen omdat die zwaar zijn.¹²²

6.3 Mogelijke risico's

Deze paragraaf beschrijft de mogelijke veiligheidsrisico's¹²³ van ERTMS. Omdat ERTMS als techniek nog niet uitontwikkeld is en er nog veel stappen te zetten zijn op het gebied van veiligheid en veiligheidsprotocollen, kunnen de hieronder aangegeven risico's in de loop der tijd veranderen.

Op het gebied van software worden de volgende risico's genoemd:

- > ERTMS wordt 'fail safe' uitgevoerd, dat wil zeggen dat bij het detecteren van een fout of storing in het systeem, de trein wordt stilgezet onder het motto: 'when in doubt, stop the train'. Een hacker kan door in te breken in het communicatiesysteem mogelijk wel een trein tot stilstand brengen, maar daar staat tegenover dat de kans zeer klein wordt geacht dat iemand in staat zal zijn een trein te laten botsen of te ontsporen.¹²⁴
- > Een ander aandachtspunt is de vraag hoe aangetoond kan worden of software betrouwbaar, zeker en veilig genoeg is om te gebruiken. Softwareontwikkelaars vertrouwen daarbij op testen, maar dergelijke testen kunnen alleen aangeven dat software fouten bevat en niet dat de software foutvrij is.¹²⁵
- > Omdat ERTMS een data-uitwisselingssysteem is, kan misbruik of onjuist gebruik van data tot gevaarlijke situaties leiden.¹²⁶ In diverse papers is over de mogelijke gevaren geschreven, maar ook over de specifieke kennis die nodig is om bewust een gevaarlijke situatie te creëren.¹²⁴

Andere veiligheidsrisico's die worden aangedragen in de bronnen, zijn:

- > De machinist speelt tot nog toe een belangrijke rol in het besturen van de trein en het reageren op signalen en onverwachte situaties. Met de komst van geavanceerde systemen veranderen de rol en de werkbelasting van de machinist. Het gevaar bestaat dat de aandacht van de machinist verslapt, omdat het ERTMS-systeem de snelheid bepaalt, evenals de toestemming om te mogen rijden op een baanvak.¹²⁷
- > Het ERTMS-systeem bepaalt aan de hand van data waar en hoe snel een trein op een traject mag rijden. Voorbeelden van dergelijke data zijn de lengte en het gewicht van de

¹²¹ http://www.ertms-conference2016.com/IMG/pdf/6.2_aoe_casestudy_8_mv.pdf.

¹²² <https://nos.nl/artikel/2264248-geslaagde-eerste-test-prorail-met-zelfrijdende-trein.html>.

¹²³ Gezondheidsrisico's worden niet genoemd in de geraadpleegde bronnen.

¹²⁴ Noorse onderzoekers zijn van mening dat ERTMS ten onrechte door velen wordt gezien als een systeem dat relatief eenvoudig te manipuleren zou zijn door hackers. Zie M. Maal et al, *How to assess future security threats to critical infrastructure systems? Lessons learnt and best practices from a security risk assessment of the ERTMS in Norway*, paper gepresenteerd op de 27^e European Safety and Reliability Conference (ESREL) in Portorož Slovenië, 18-22 juni 2017.

¹²⁵ Martyn Thomas (HSE), *The Internet of Things - The challenge for health and safety professionals*. Presentatie beschikbaar op <http://www.hse.gov.uk/events/conference/assets/the-internet-of-things.PPTX>.

¹²⁶ R.Bloomfield et al, *How secure is ERTMS*, paper gepresenteerd op de Workshop on Dependable and Secure Computing for Large-scale Complex Critical Infrastructures (DESEC4LCCI) in Herrenkrug Duitsland, 25 september 2012.

¹²⁷ ProRail, *Automatic Train Operation – Stand van zaken*, presentatie op IRSE-NL (Institution of Railway Signal Engineers), 12 april 2017. <http://www.irse.nl/resources/170412-ATO-voor-IRSE-NL--v2.pdf>.

trein, omdat aan de hand hiervan de remcurve van de trein wordt bepaald. Deze curve geeft aan hoe lang het duurt voordat de trein tot stilstand kan komen. Een foutieve invoer van gegevens leidt tot een fout berekende remcurve, waardoor het systeem met verkeerde gegevens beslissingen neemt. Het ERTMS-kennishandboek geeft aan 'dat in de specificaties geen maatregel zit tegen invoerfouten van de machinist.'¹¹⁹

- > Geautomatiseerde systemen als ERTMS kunnen trein-trein botsingen voorkomen, maar als een gevaarlijke situatie (zoals de aanwezigheid van een persoon of een auto op een overweg) zich op het traject voordoet, kunnen dergelijke systemen dat niet detecteren. Daar zijn zeer geavanceerde beeldverwerkingstechnologieën voor nodig, omdat treinen snel en over lange afstanden rijden. Dergelijke technologieën moeten in staat zijn zeer snel en met grote zekerheid gevaarlijke situaties te detecteren, te herkennen en door te geven aan de regelsystemen.¹²⁸
- > Niet iedere vervoerder beschikt over een locomotief dat uitgerust is voor ERTMS. Sterker nog: er zijn meerdere versies van ATB en ERTMS en om in heel Europa te kunnen rijden zouden locomotieven toegerust moeten zijn voor alle veiligheidssystemen. Dat is niet het geval en daar komt bij dat systemen van de ene fabrikant nog niet naadloos werken op systemen van andere fabrikanten.¹²⁹ Dit brengt veiligheidsrisico's met zich mee, bijvoorbeeld wanneer de machinist handmatig moet switchen van het ene veiligheidssysteem naar het andere.¹³⁰
- > De toepassing van nieuwe en complexe systemen als ERTMS leidt in de opstartfase vaak tot kinderziekten, die vooral worden veroorzaakt doordat gebruikers moeten wennen aan de nieuwe systemen. Dit uit zich in een groter aantal fouten en storingen die kunnen leiden tot onveilige situaties.¹³⁰
- > Protocollen en specificaties op het gebied van onder meer radiocommunicatie, treinmaterieel en spoorweginfrastructuur moeten er zorg voor dragen dat treinen veilig kunnen rijden. Hoe minder gedetailleerd deze documenten zijn, hoe groter de kans dat onveilige situaties ontstaan.¹¹⁹

¹²⁸ <https://mediarail.wordpress.com/2018/09/23/autonomous-trains-a-brief-review/>.

¹²⁹ Berenschot en Antea Group, *Robuust Basisnet - Onderzoek naar vergroten robuustheid basisnet spoor*, versie 5.0, projectnummer 0413856.00, d.d. 6 juni 2017.

¹³⁰ μConsult, *Rapportage effecten ERTMS - Interoperabiliteit, betrouwbaarheid, ener-giegebruik, toekomstvastheid, wachttijden overwegen, buitendienststellingen, spoorwegveiligheid en smalle knopen*, kenmerk IM037.4, d.d. 25 maart 2014.

Praktijkvoorbeeld ERTMS

Casus

In het kader van het Programma Hoogfrequent Spoor (PHS) wordt tussen Laakdal en Haaren het spoor aangepast, zodat er per uur meer goederen- en passagierstreinen kunnen rijden (gevaarlijke stoffen worden niet vervoerd over het traject). Om dit te kunnen realiseren, wordt het traject voorzien van ERTMS. Een complicerende factor is dat de concessie voor lokaal vervoer op het traject is toegekend aan een nieuwe partij in de markt, te weten Vezenaar Rail. Een groep verontruste buurtbewoners heeft aan de bel getrokken bij de gemeente Haaren en klaagt over de aangekondigde plannen. De gemeente heeft ter voorbereiding op het overleg met de buurtbewoners de veiligheidsregio gevraagd een memo op te stellen met de te verwachten veiligheids- en gezondheidsrisico's.



Afbeelding 6.3 Spoorwegovergang (Shutterstock)

Inventarisatie van mogelijke veiligheids- en gezondheidsrisico's

- Spoorwegovergangen kunnen langer gesloten zijn, waardoor hulpverleningsdiensten langer moeten wachten om het spoor te kunnen passeren. Daar komt bij dat de bereikbaarheid van een incidentlocatie op het spoor beperkt wordt.
- Meer treinverkeer betekent meer kans op incidenten.
- Meer treinverkeer betekent meer overlast op het gebied van geluid en trillingen.
- Bij een ongeval op het spoor zal sprake zijn van een sneeuwbaaleffect, omdat meer treinen vast komen te staan op het traject en op stations.
- Onduidelijk is in hoeverre machinisten voldoende bekend zijn met het nieuwe ERTMS-systeem. Dit geldt zeker voor de machinisten van spoorvervoerder Vezenaar Rail omdat die nieuw in de markt is.

Mogelijke gesprekspartners

Gemeente, ProRail, Vezenaar Rail, hulpdiensten, buurtbewonerscomité.

Aandachtspunten vanuit veiligheid

- Nagaan of spoorwegovergangen langer dicht zijn of niet: meer treinen per uur verhogen op zich de duur van de sluittijd, maar door het gebruik van ERTMS kan deze sluitduur juist afnemen.
- Onderzoek laten uitvoeren naar mogelijke overlast op het gebied van geluid en trillingen.
- Nagaan welke eisen worden gesteld aan machinisten ten aanzien van het gebruik van veiligheidssystemen in de trein.
- Nagaan welke eisen ProRail stelt aan spoorwegovergangen op trajecten waar gereden wordt volgens PHS en in hoeverre spoorwegovergangen aangepast moeten worden.
- Nagaan of de inzetprocedure voor de hulpverleningsdiensten moeten worden aangepast als gevolg van het gebruik van ERTMS.

6.4 Bronnen

Voor meer informatie over zelfrijdende treinen en ERTMS zie:

- > Bloomfield R., R. Bloomfield, I. Gashi en R. Stroud (2012). [*How secure is ERTMS?*](#), paper gepresenteerd op de Workshop on Dependable and Secure Computing for Large-scale Complex Critical Infrastructures (DESEC4LCCI) in Herrenkrug Duitsland, 25 september 2012.
- > https://ec.europa.eu/transport/modes/rail/ertms/what-is-ertms/subsystems_and_constituents_of_the_ertms_mt.
- > <https://www.spoorpro.nl/tag/zelfrijdende-trein/>.
- > μConsult (25 maart 2014). [*Rapportage effecten ERTMS - Interoperabiliteit, betrouwbaarheid, energiegebruik, toekomstvastheid, wachttijden overwegen, buitendienststellingen, spoorwegveiligheid en smalle knopen*](#), kenmerk IM037.4.
- > Programma ERTMS (31 augustus 2018). [*Integraal Veiligheidsplan*](#), versie 6.0, kenmerk VP20160087-1850182397-812.
- > ProRail, NS en Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (16 april 2014), [*ERTMS Kennisboek versie V2.0*](#), bijlage bij Kamerstuk 33652 nr. 14.
- > Rangra, S., M. Sallak, W. Schön en F. Belmonte (2018). [*Risk and safety analysis of main line autonomous train operation: context, challenges and solutions*](#), 21e Congrès de Maîtrise des Risques et Sûreté de Fonctionnement, Reims, 16-18 oktober 2018.
- > TNO (juli 2018). [*Automatic Train Operation. Driving the future of rail transport*](#).

Bijlage 1 Vragenlijst

Energiesysteem

1. Schakelt de energiedrager of brandstofcel automatisch uit via boordcomputer of SRS-unit?
2. Schakelt de energiedrager of brandstofcel automatisch uit bij lekstroomdetectie?
3. Is van buiten het voertuig duidelijk zichtbaar dat de energiedrager of brandstofcel is uitgeschakeld?
4. Is de energiedrager of brandstofcel uit te schakelen via een universele 'kill switch'?
5. Zijn de inwendige en uitwendige temperatuur meetbaar ('thermal runaway' indicatie)?
6. Is er een intern blussysteem of is externe blussing / koeling noodzakelijk in geval van een thermal runaway en is de energiedrager of brandstofcel hiervoor van buiten het voertuig te bereiken?
7. Is er thermische isolatie tussen de energiedrager of brandstofcel en de passagierszijde?

Veiligheidssysteem

1. Blijven airbags en gordelspanners actief?
2. Zijn de veiligheidssystemen te beveiligen met bijvoorbeeld een airbaghoes?
3. Gaan de alarmlichten aan?
4. Op welke weglocatie gaan de deuren wel of niet automatisch open (is deuren open bij passerend verkeer wenselijk)?
5. Hoe is zichtbaar van buiten het voertuig dat het veiligheidssysteem nog actief is en hoe is dit eenvoudig uit te schakelen?
6. Kiest het voertuig indien mogelijk een veilige weg locatiepositie na een ongeval?
7. Geeft het veiligheidssysteem instructies aan de passagiers? Welke instructies vóór vertrek en welke bij een ongeval?
8. Wat is de reactie van het voertuig na indrukken van de SOS-knop? Kiest het voertuig een veilige locatie?
9. Maakt het veiligheidssysteem een registratie van voor en na een ongeval?
10. Hoe reageert het voertuig als erin geknipt wordt?
11. Is het voertuig verplaatsbaar na een ongeval?

Communicatiesysteem

1. Geeft voertuig na een ongeval gegevens door zoals:
 - de locatie waar het zich bevindt
 - het aantal passagiers (bijvoorbeeld op basis van stoelbezetting)
 - camerabeelden van binnen en buiten het voertuig
 - status en temperatuur van de energiedrager of brandstofcel
 - bots- of vertragingkrachten die zijn vrijgekomen na het ongeval en de richting van de krachten.
2. Is er communicatie mogelijk tussen voertuig en diensten, zoals bijvoorbeeld een eCall na indrukken van de SOS-knop?

3. Is er communicatie mogelijk met de inzittenden?
4. Is er een aanspreekpunt?
5. Is de datacommunicatie versleuteld en beveiligd?
6. Is er een update van software op een vaste locatie of mobiel en hoe is deze beveiligd om een datalek te voorkomen?
7. Is er een soort SOS-knop indien een passagier onwel wordt?

Voertuigconstructie

1. Worden er meerdere soorten materialen door elkaar heen gebruikt als kooiconstructie (bijvoorbeeld boronstaal en koolstofvezel)?
2. Is de binnenbekleding gemakkelijk te verwijderen om bij de veiligheidssystemen te komen?
3. Zijn onderdelen zoals deuren ook zonder gereedschap te verwijderen door gebruik van split- of breekpennen?

Algemeen

1. Hoe reageert het voertuig op het naderen van hulpdiensten?
2. Hoe kan het voertuig van buitenaf gestopt worden?
3. Krijgt het voertuig een eigen rijbaan en is deze te gebruiken door hulpdiensten?
4. Kent het voertuig kunstmatige intelligentie en hoe is de check daarop wat betreft veiligheidsvragen?
5. Hoe is het voertuig van buiten herkenbaar als autonoom rijdend?
6. Beschikt het voertuig over een blusmiddel en EHBO-koffer?
7. Welke algemene veiligheidsvoorzieningen bevat het voertuig (airbags, gordels, noodhamer)?