Verkeersveiligheidsprognoses 2040-2060

Achtergronden bij de prognoses in de Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving

R-2025-6

SWOV



Auteurs



Dr. J. Oude Mulders



Dr. K.N. de Winkel



Dr. F.D. Bijleveld

Ongevallen **voorkomen**
Letsel **beperken**
Levens **redden**

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2025-6
Titel:	Verkeersveiligheidsprognoses 2040-2060
Ondertitel:	Achtergronden bij de prognoses in de Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving
Auteur(s):	Dr. J. Oude Mulders, dr. K.N. de Winkel & dr. F. Bijleveld
Projectleider:	Dr. J. Oude Mulders
Met dank aan:	Drs. N.M. Bos en dr. ir. W.A.M. Weijermars voor hun ondersteunende werkzaamheden en meedenken
Projectnummer SWOV:	S25.07.A1

Projectinhoud: In dit rapport zijn prognoses opgesteld voor het verwachte aantal verkeersdoden en verkeersgewonden in 2040, 2050 en 2060. Dit is gedaan voor de vier toekomstscenario's uit de studie Welvaart en Leefomgeving (WLO): combinaties van hoge of lage groei (van economie, mobiliteit e.d.), en snelle of vertraagde klimaattransitie. Naast deze kwantitatieve prognoses gaan we – meer kwalitatief – in op de mogelijke effecten van voertuigautomatisering op de verkeersveiligheid in de komende decennia.

Aantal pagina's: 37

Fotografen: Paul Voorham (omslag) – Peter de Graaff (portretten)

Tweede editie: Op 3 september 2026 verscheen de tweede editie van dit rapport, omdat er een fout was gevonden in de *R*-code waarmee de prognoses in de eerste editie waren opgesteld. Niet alle mobiliteitsgegevens bleken daarin te zijn aangepast aan de WLO-scenario's. Deze tweede editie bevat de gecorrigeerde slachtofferprognoses, die met name voor auto-inzittenden (en dus ook voor het totaal aantal slachtoffers) iets hoger uitvallen dan eerst gedacht. Deze correcties hebben gevolgen gehad voor alle tabellen en afbeeldingen met slachtofferprognoses, en soms voor de bespreking daarvan in de tekst. Daarnaast zijn ook de aantallen matig verkeersgewonden in 2023 iets preciezer vermeld en afgerond op honderdtallen (*Paragraaf 4.4.2*).

Uitgave: SWOV, Den Haag, 2025

Dit onderzoek is mede mogelijk gemaakt door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

De informatie in deze publicatie is openbaar.
Overname is toegestaan met bronvermelding.

SWOV – Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid
Henri Faasdreef 312, 2492 JP Den Haag
070 – 317 33 33 – info@swov.nl – www.swov.nl

@swov_nl / @swov **linkedin.com**/company/swov

Samenvatting

Uit dit onderzoek:

- Het aantal ernstige verkeersslachtoffers zal bij voortzetting van het huidige beleid in de komende decennia (sterk) stijgen.
- In 2040 ligt het verwachte aantal verkeersdoden tussen de 760 en 820; daarna stijgt het verder. In 2024 vielen er 675 verkeersdoden.
- In 2040 worden tegen de 10 duizend ernstig verkeersgewonden verwacht, en 24 tot 25,5 duizend matig verkeersgewonden. In 2023 waren dit er 7.400 respectievelijk 17.700 (de laatst bekende aantallen). Ook na 2040 zal het aantal verkeersgewonden blijven stijgen.
- Het aantal ernstige verkeersslachtoffers zal vooral stijgen onder fietsers en ouderen.

In dit rapport zijn prognoses opgesteld voor het verwachte aantal verkeersdoden, ernstig verkeersgewonden (MAIS3+)[1] en matig verkeersgewonden (MAIS2) in 2040, 2050 en 2060. Naast deze kwantitatieve prognoses geven we een meer kwalitatieve duiding van de mogelijke effecten van voertuigautomatisering op de verkeersveiligheid in de komende decennia.

Prognoses

De kwantitatieve prognoses van het aantal verkeersdoden en -gewonden zijn opgesteld voor de vier toekomstscenario's uit de studie *Welvaart en Leefomgeving* (WLO)[2]:

- Relatief hoge groei met snelle internationale klimaattransitie (Hoog Snel);
- Relatief hoge groei met vertraagde internationale klimaattransitie (Hoog Vertraagd);
- Relatief lage groei met snelle internationale klimaattransitie (Laag Snel);
- Relatief lage groei met vertraagde internationale klimaattransitie (Laag Vertraagd).

Hoge of lage groei verwijst hier naar relatief hogere of lagere groei op het gebied van demografie, economie, technologie en mobiliteit. Deze scenario's zijn 'beleidsneutraal' in opzet, waarbij in algemene zin een voortzetting van huidig beleid, of beleid dat logischerwijs daarop volgt, verondersteld is. Voor de verkeersveiligheid betekent dit dat extrapolatie van 'historische' risico's in het verkeer, in combinatie met de mobiliteitsprognoses in de vier scenario's, een goed beeld kan geven van toekomstige aantallen ernstige verkeersslachtoffers. De tabel hieronder bevat de prognoses voor de vier WLO-scenario's. De prognoses zijn tot 2040 gebaseerd op risico-extrapolaties.

1. MAIS staat voor Maximum AIS: het ernstigste letsel bij een slachtoffer volgens de Abbreviated Injury Scale (AIS). Deze schaal loopt van 1 (licht letsel) tot 6 (maximaal). Voorbeelden van MAIS3-letsels zijn een schedelbasisfractuur, breuken van heup of bovenbeen of amputatie van pols of enkel als gevolg van het ongeval. MAIS2-letsels zijn bijvoorbeeld botbreuken en hersenschuddingen met kort bewustzijnsverlies.
2. In de scenariostudie *Welvaart en Leefomgeving* (WLO) van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) zijn vier toekomstscenario's uitgewerkt die schetsen welke richting Nederland mogelijk opgaat.

De prognoses voor 2050 en 2060 zijn alleen gebaseerd op verwachte veranderingen in mobiliteit ten opzichte van 2040, waarbij de risico's op het niveau van 2040 zijn gehouden. De prognoses voor 2050 en 2060 moeten daarom hooguit als indicatief worden beschouwd.

Tabel: Verwachte aantallen ernstige verkeersslachtoffers in 2040, 2050 en 2060

	2040	2050	2060
WLO Hoog Snel			
Verkeersdoden	820	920	1.000
Ernstig verkeersgewonden (MAIS3+)	10.000	11.200	12.200
Matig verkeersgewonden (MAIS2)	25.500	28.600	31.200
WLO Hoog Vertraagd			
Verkeersdoden	820	920	1.000
Ernstig verkeersgewonden (MAIS3+)	10.000	11.200	12.200
Matig verkeersgewonden (MAIS2)	25.500	28.600	31.200
WLO Laag Snel			
Verkeersdoden	760	780	800
Ernstig verkeersgewonden (MAIS3+)	9.600	9.800	10.100
Matig verkeersgewonden (MAIS2)	24.100	24.600	25.400
WLO Laag Vertraagd			
Verkeersdoden	760	780	800
Ernstig verkeersgewonden (MAIS3+)	9.500	9.800	10.000
Matig verkeersgewonden (MAIS2)	23.800	24.600	25.200

We zien in alle scenario's het aantal ernstige verkeersslachtoffers toenemen tot 2040 en verder. In 2040 ligt het verwachte aantal verkeersdoden tussen de 760 en 820; hoger dan het huidige niveau van 675 verkeersdoden (2024). Na 2040 wordt een verdere stijging van het aantal verkeersdoden verwacht op basis van een mobiliteitstoename, in de hoge scenario's fors, in de lage scenario's beperkt.

Het aantal ernstig en matig verkeersgewonden, dat al jaren toeneemt, stijgt door in de prognose. In 2040 wordt daarbij een aantal ernstig verkeersgewonden verwacht van tussen de 9.500 en 10.000, en een aantal matig verkeersgewonden tussen 23.800 en 25.500. Beide zijn fors hoger dan de laatst bekende aantallen uit 2023, van 7.400 ernstig verkeersgewonden en 17.700 matig verkeersgewonden. In de hoge scenario's stijgen de aantallen sterk verder richting 2060; in de lage scenario's is de stijging tot 2060 beperkt.

Prognoses van subgroepen op basis van vervoerswijze en leeftijd duiden erop dat het aantal verkeersdoden en ernstig (en matig) verkeersgewonden in 2040 vooral zal stijgen onder groepen die in recente jaren al een zorgelijke ontwikkeling vertoonden: fietsers en ouderen. Het aantal verkeersdoden én -gewonden stijgt sterk onder fietsers, zowel in ongevallen met als zonder betrokkenheid van een motorvoertuig. Het aantal doden onder auto-inzittenden daalt bij enkelvoudige ongevallen, maar neemt toe bij meervoudige ongevallen. Het aantal doden onder scootmobielberijders zal relatief sterk stijgen, omdat er door de vergrijzing veel meer gebruikers van dit vervoermiddel zullen zijn. Het aantal ernstige verkeersslachtoffers onder berijders van gemotoriseerde tweewielers en voetgangers daalt in de prognoses.

Voertuigautomatisering

De ontwikkeling van Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) en Automated Driving Systems (ADS) is een belangrijke trend in de auto-industrie, waarbij fabrikanten concurreren om zowel veiligheid als comfort en efficiëntie te verbeteren. ADAS omvat systemen die de bestuurder ondersteunen of delen van de rijtaak overnemen, variërend van waarschuwingen voor vermoeidheid en snelheidsondersteuning tot adaptieve cruise control en rijstrookassistentie. Beleidsmakers volgen de ontwikkelingen op de voet, en sommige systemen waarvoor veiligheidswinst is aangetoond, zoals elektronische stabiliteitscontrole (ESC) en automatische noodremmen (Autonomous Emergency Braking - AEB), zijn al wettelijk verplicht gesteld.

De toekomstige impact van ADAS op verkeersveiligheid hangt ten eerste af van de mate en snelheid van markt- en parkpenetratie, oftewel de introductie van nieuwe voertuigen met geavanceerde veiligheidssystemen en de vervanging van oude voertuigen, en ten tweede van de impact van automatisering op frequentie en ernst van ongevallen. Hoewel automatisering veelbelovend is voor verkeersveiligheid, is het uiterst onzeker in welke mate geautomatiseerde besturing veiliger is dan menselijke bestuurders, en of deze ongevallen zal voorkomen waarbij menselijke fouten een rol spelen. Scenarioanalyses suggereren een dusdanige bandbreedte tussen optimistische en pessimistische uitkomsten, dat SWOV concludeert dat er onvoldoende zekerheid is om een betekenisvolle aanpassing aan de prognoses tot 2040 te doen in beleidsneutrale toekomstscenario's. We hebben de modelmatige verkeersveiligheidsprognoses daarom niet kwantitatief aangepast voor AD(A)S-ontwikkelingen. Breder opgezet onderzoek naar de potentie van voertuigautomatisering voor verkeersveiligheid is nodig om de mogelijkheden en afhankelijkheden in kaart te brengen.

Summary

Road Safety Outlook 2040-2060

Backgrounds to the projections in the scenario study Welfare, Prosperity and the Human Environment (WLO)

In this report, projections were made for the expected number of road deaths, serious road injuries (MAIS3+)[3] and moderate road injuries (MAIS2) in 2040, 2050 and 2060. In addition to these quantitative projections, we provide a more qualitative interpretation of the potential effects of vehicle automation on road safety in the coming decades.

Projections

The quantitative projections of the number of road deaths and injuries were prepared for the four future scenarios from the *Welfare, Prosperity and the Human Environment* study (WLO)[4]:

- Relatively high growth with rapid international climate transition (High Fast);
- Relatively high growth with delayed international climate transition (High Delayed);
- Relatively low growth with rapid international climate transition (Low Fast);
- Relatively low growth with delayed international climate transition (Low Delayed).

High or low growth here refers to relatively higher or lower growth in terms of demographics, economy, technology and mobility. These scenarios are 'policy-neutral' in design, generally assuming a continuation of current policies or policies that logically follow. For road safety, this means that extrapolation of 'historical' traffic risks, combined with the mobility projections in the four scenarios, can provide a good indication of future numbers of serious road casualties. The table below contains the projections for the four WLO scenarios. The projections up to 2040 are based on risk extrapolations. Projections for 2050 and 2060 are based only on expected changes in mobility compared to 2040, with risks kept constant at 2040 levels. The projections for 2050 and 2060 should therefore be considered indicative at best.

3. MAIS stands for Maximum AIS: the most severe injury in a casualty according to the Abbreviated Injury Scale (AIS). This scale runs from 1 (mild injury) to 6 (maximum). Examples of MAIS3 injuries include a skull base fracture, fractures of hip or femur, or amputation of wrist or ankle as a result of the crash. MAIS2 injuries include broken bones and concussions with brief loss of consciousness.
4 The WLO scenario study (*Welvaart en Leefomgeving*) by the Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL) elaborates four future scenarios that outline the direction in which the Netherlands may be heading.

Table: Projected numbers of serious road casualties in 2040, 2050 and 2060

	2040	2050	2060
WLO High Fast			
Road deaths	820	920	1,000
Serious road injuries (MAIS3+)	10,000	11,200	12,200
Moderate road injuries (MAIS2)	25,500	28,600	31,200
WLO High Delayed			
Road deaths	820	920	1,000
Serious road injuries (MAIS3+)	10,000	11,200	12,200
Moderate road injuries (MAIS2)	25,500	28,600	31,200
WLO Low Fast			
Road deaths	760	780	800
Serious road injuries (MAIS3+)	9,600	9,800	10,100
Moderate road injuries (MAIS2)	24,100	24,600	25,400
WLO Low Delayed			
Road deaths	760	780	800
Serious road injuries (MAIS3+)	9,500	9,800	10,000
Moderate road injuries (MAIS2)	23,800	24,600	25,200

We see the number of serious road casualties increasing in all scenarios until 2040 and beyond. In 2040, the projected number of road deaths is between 760 and 820; higher than the current level of 675 road deaths (2024). After 2040, a further increase in road deaths is expected based on mobility growth, substantial in the high scenarios, limited in the low scenarios.

The number of serious and moderate road injuries, which has been increasing for years, continues to rise in the projections. In 2040, a number of serious road injuries of between 9,500 and 10,000 is expected, and a number of moderate road injuries between 23,800 and 25,500. Both are substantially higher than the last known numbers from 2023, of 7,400 serious road injuries and 17,700 moderate road injuries. In the high scenarios, the numbers increase sharply further towards 2060; in the low scenarios, the increase until 2060 is limited.

Projections of subgroups based on transport mode and age indicate that the number of road deaths and serious (and moderate) road injuries in 2040 will increase mainly among groups that already showed worrisome trends in recent years: cyclists and the elderly. The numbers of road deaths and injuries are rising sharply among cyclists, both in crashes with and without motor vehicle involvement. The number of deaths among car occupants decreases in single-vehicle crash, but increases in multiple-vehicle crashes. The number of deaths among mobility scooter riders will rise relatively sharply, as there will be many more users of this mode of transport due to an ageing population. The number of serious road casualties among riders of powered two-wheelers and pedestrians is projected to decline.

Vehicle automation

The development of Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) and Automated Driving Systems (ADS) is a major trend in the automotive industry, with manufacturers competing to improve safety as well as comfort and efficiency. ADAS include systems that support the driver or take over parts of the driving task, ranging from fatigue alerts and speed assistance to adaptive cruise control and lane-keeping assist. Policymakers are closely monitoring developments, and some systems for which safety gains have been demonstrated, such as Electronic Stability Control (ESC) and Autonomous Emergency Braking (AEB), have already been made mandatory by law.

The future impact of ADAS on road safety depends firstly on the degree and speed of market and vehicle fleet penetration, i.e., the introduction of new vehicles with advanced safety systems and the replacement of old vehicles, and secondly on the impact of automation on crash frequency and severity. While automation holds great promise for road safety, it is highly uncertain to what extent automated driving is safer than human drivers, and whether it will prevent crashes involving human error. Scenario analyses suggest such a wide range between optimistic and pessimistic outcomes that SWOV concludes that there is insufficient certainty to make a meaningful adjustment to projections until 2040 in policy-neutral future scenarios. We have therefore not quantitatively adjusted the model-based road safety projections for AD(A)S developments. Wider research into the potential of vehicle automation for road safety is needed to identify opportunities and dependencies.

Inhoud

1 Inleiding 11
1.1 Achtergrond 11
1.2 Doelstelling 12
1.3 Leeswijzer 12

2 Verkeersveiligheid in de studie Welvaart en Leefomgeving 13
2.1 Vier ‘beleidsneutrale’ toekomstscenario’s 13
2.2 Overwegingen aangaande verkeersveiligheid 14

3 Methode prognoses 17
3.1 Aanpak risico-extrapolatie 17
3.2 Gebruikte data en subgroepen 18

4 Resultaten prognoses 20
4.1 Demografie en mobiliteit 20
4.1.1 Bevolking 20
4.1.2 Mobiliteit 21
4.2 Prognose verkeersdoden 22
4.2.1 Totaal aantal verkeersdoden 22
4.2.2 Kenmerken van verkeersdoden in 2040 22
4.3 Prognose ernstig verkeersgewonden 24
4.3.1 Totaal aantal ernstig verkeersgewonden 24
4.3.2 Kenmerken van ernstig verkeersgewonden 24
4.4 Prognose matig verkeersgewonden 26
4.4.1 Totaal aantal matig verkeersgewonden 26
4.4.2 Kenmerken van matig verkeersgewonden 27

5 Beschouwing voertuigautomatisering 28
5.1 Veiligheidseffecten van voertuigautomatisering 28
5.2 Voertuigautomatisering in de huidige prognoses 29
5.3 Onzekerheden rondom verdere bijstelling 29

6 Conclusie en discussie 32
6.1 Conclusies 32
6.1.1 Prognoses 32
6.1.2 Voertuigautomatisering 33
6.2 Discussie 34

Literatuur 35

1 Inleiding

Dit rapport bevat prognoses van het aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden in 2040, 2050 en 2060 bij verschillende mobiliteitsscenario's en voortzetting van het huidige verkeersveiligheidsbeleid. Dit hoofdstuk schetst de achtergrond van deze verkeersveiligheids-prognoses en bespreekt de onderzoeksvragen.

1.1 Achtergrond

SWOV kijkt met enige regelmaat richting de toekomst om in kaart te brengen welke ontwikkelingen op het gebied van bevolkingsomvang en -samenstelling, mobiliteit, technologie en andere domeinen invloed kunnen hebben op de verkeersveiligheid. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om maatschappelijke ontwikkelingen zoals vergrijzing, veranderend mobiliteitsgedrag – hoeveel kilometers leggen mensen af, en met welke vervoermiddelen – en technologische ontwikkelingen zoals rijhulpsystemen in auto's.

In dit rapport presenteren we prognoses voor het aantal verkeersdoden en ernstig verkeers-gewonden voor de jaren 2040, 2050 en 2060. Deze prognoses maken deel uit van de scenariostudie *Welvaart en Leefomgeving* (WLO) van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), waarin vier toekomstscenario's zijn uitgewerkt die schetsen welke richting Nederland mogelijk opgaat (PBL, 2025a). Een belangrijk uitgangspunt van de scenario's is dat zij 'beleidsneutraal' worden ingevuld, dat wil zeggen zonder nieuw beleid, in dit geval op het gebied van verkeersveiligheid, te veronderstellen.

De WLO-scenario's kunnen beleidsopgaven aan het licht brengen en gebruikt worden bij de maatschappelijke kosten-batenanalyses en effectberekeningen van potentiële beleidsmaatregelen. De prognoses van aantallen ernstige verkeersslachtoffers in de periode 2040-2060 die we hier presenteren zijn onder andere gebaseerd op de bevolkingsprognoses van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) en de mobiliteitsprognoses van het PBL die voor de WLO-studie zijn opgesteld (PBL, 2025b).

De toekomstige risico-ontwikkelingen in het verkeer zijn in deze studie geschat op basis van modelmatige extrapolatie van historische risico's (uit de laatste decennia) voor de combinaties van vervoerswijze, leeftijdsgroepen en geslacht. De vermenigvuldiging van de risico's met de mobiliteit levert kwantitatieve prognoses op van het aantal ernstige verkeersslachtoffers in 2040, 2050 en 2060. Dit rapport bevat de volledige verantwoording en details van deze prognoses.

Naast de kwantitatieve prognoses bevat het rapport een meer kwalitatieve duiding van de potentiële effecten van voertuigautomatisering op de verkeersveiligheid in 2040 en verder. Voertuigautomatisering heeft de potentie om veel ernstige verkeersslachtoffers te voorkomen, maar de effecten op aantallen slachtoffers worden dusdanig onzeker geacht, en zijn bovendien sterk afhankelijk van (inter)nationaal beleid, dat we deze niet hebben verwerkt in de kwantitatieve prognoses.

1.2 Doelstelling

Dit rapport heeft als doel om het verwachte aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden in 2040, 2050 en 2060 te bepalen bij voortzetting van het huidige verkeersveiligheidsbeleid. Door deze uitkomsten voor verschillende toekomstscenario's van de scenariostudie WLO uit te werken komen we tot een bandbreedte van verwachte aantallen slachtoffers.

Een belangrijke kanttekening bij de kwantitatieve prognoses is dat deze niet moeten worden gezien als exacte 'voorspelling' van het aantal ernstige verkeersslachtoffers in de toekomst, maar eerder als 'verwachting'. De prognoses komen tot stand op basis van aannames die we doen over risico-ontwikkelingen, mobiliteitsprognoses en de huidige inschattingen van toekomstige ontwikkelingen die inherent onzeker zijn. Daarnaast gaat de methode uit van verkeersveiligheids-beleid dat op ongeveer dezelfde manier wordt voortgezet. Aanvullende maatregelen ten behoeve van verkeersveiligheid hebben de potentie om veel slachtoffers te besparen (De Craen et al., 2022).

Daarnaast heeft dit rapport tot doel de mogelijke veiligheidseffecten van voertuigautomatisering op kwalitatieve wijze te duiden.

1.3 Leeswijzer

In *Hoofdstuk 2* gaan we kort in op de bredere WLO-studie, waar deze verkeersveiligheidsprognoses onderdeel van zijn. Verder verantwoorden we de keuze van factoren rondom verkeersveiligheid die we bij de prognose meewegen.

In *Hoofdstuk 3* bespreken we de methode die is gebruikt voor de kwantitatieve verkeersveiligheids-prognoses.

In *Hoofdstuk 4* worden de resultaten van deze kwantitatieve prognoses gepresenteerd.

In *Hoofdstuk 5* volgt een meer kwalitatieve beschouwing op de rol van voertuigautomatisering in verkeersveiligheid in de toekomst.

Hoofdstuk 6 bevat de conclusies van het onderzoek, en een discussie over de belangrijkste beperkingen en implicaties.

2 Verkeersveiligheid in de studie Welvaart en Leefomgeving

Dit hoofdstuk bespreekt de opzet van de WLO-studie en de overwegingen bij de factoren die zijn meegewogen in de verkeersveiligheidsprognoses.

De studie Welvaart en Leefomgeving (kortweg WLO) is een scenariostudie waarin toekomstige ontwikkelingen op allerlei verschillende terreinen van de fysieke leefomgeving worden geschetst, onzekerheden worden verkend, en zo potentiële beleidsopgaven duidelijk worden gemaakt. De WLO is van origine vooral gericht op domeinen als woningbouw, infrastructuur, energie en landbouw; hiervoor zijn onder andere de omvang en samenstelling van de bevolking en het mobiliteitsgedrag belangrijke elementen. Ook voor de verkeersveiligheid en toekomstige ontwikkeling van de aantallen verkeersslachtoffers zijn bevolking en mobiliteit, naast het risico of de gevaarzetting in het verkeer, essentiële elementen. Daarom hebben het PBL en SWOV voor de huidige WLO samengewerkt: hierbij heeft het PBL mobiliteitsprognoses opgesteld, die als input dienen voor de slachtofferprognoses op basis van een tijdreeks-regressiemodel. Dit model is bij SWOV ontwikkeld om ontwikkelingen in het risico in het verkeer voor verschillende vervoerswijzen en demografische groepen te modelleren.

2.1 Vier ‘beleidsneutrale’ toekomstscenario’s

Omdat de toekomst fundamenteel onzeker is wordt in de WLO met verschillende scenario’s gewerkt. Deze omgevingsscenario’s schetsen verschillende ‘mogelijke toekomsten’ waarmee de robuustheid van beleidsmaatregelen in verschillende contexten kan worden doorgerekend. Omdat de WLO bedoeld is om beleidsopgaven te schetsen en als basis dient voor de doorrekening van beleidsmaatregelen in verschillende scenario’s, is het belangrijk dat de scenario’s een betekenisvolle bandbreedte van mogelijke toekomsten omvatten. Zo is het enerzijds belangrijk dat de scenario’s genoeg van elkaar verschillen om een goed beeld te kunnen geven van de relevante onzekerheden, maar moeten ze anderzijds realistisch blijven om beleidsopgaven duidelijk te maken en nuttig te zijn bij doorrekening van beleidsmaatregelen.

Om inzicht te bieden in beleidsopgaven en bruikbaar te zijn bij doorrekeningen van beleids-maatregelen is het belangrijk dat de WLO-scenario’s geen beleidsmaatregelen bevatten die je met de WLO zou willen doorrekenen. Hiervoor wordt de term ‘beleidsneutraal’ of ‘minimaal gedifferentieerd, trendmatig beleid’ gebruikt. Dit betekent dat huidig beleid en reeds vastgesteld toekomstig beleid in principe in de doorrekeningen verwerkt is, evenals ‘trendmatig’ beleid dat op een logische manier volgt uit de omgevingsontwikkelingen in de verschillende scenario’s. Deze ‘beleidsneutraliteit’ is ook het uitgangspunt voor de verkeersveiligheidsprognoses: we gaan in de verschillende scenario’s uit van een toekomst waarin verkeersveiligheidsbeleid, bijvoorbeeld op het gebied van toelating van nieuwe voertuigen, inrichting van infrastructuur, handhaving en regelgeving, grofweg hetzelfde is als in het heden.

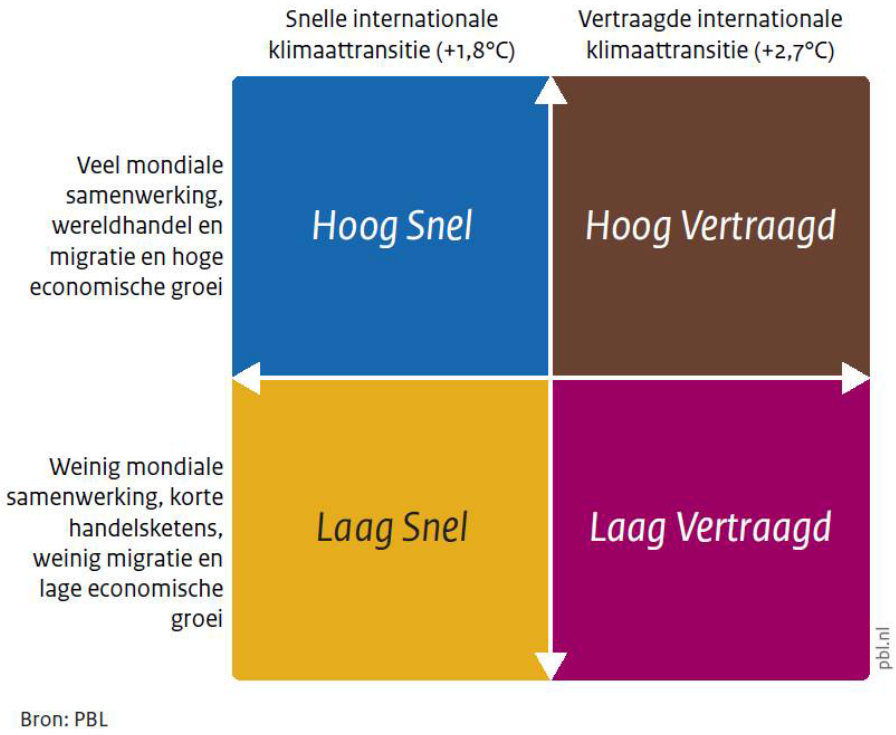
In de WLO is er dit keer voor gekozen om met twee ‘assen’ te werken, waarbij op elke as twee mogelijke toekomsten worden doorgerekend. De eerste as behelst de mate van technologische ontwikkeling, economische groei en demografische groei in de toekomst; deze kan ‘hoog’ of

'laag' zijn. De tweede as behelst de snelheid van de internationale klimaat- en energietransitie die, afhankelijk van het internationaal gevoerde beleid op dit thema, 'snel' of 'vertraagd' kan zijn. Het gaat dan vooral over het beperken van de mondiale temperatuurstijging, waarbij een snelle transitie leidt tot een temperatuurstijging van 1,8 graden en een vertraagde transitie tot een temperatuurstijging van 2,7 graden in 2100.

Door het kruisen van de twee assen ontstaan daarmee de volgende vier scenario's (zie ook *Afbeelding 2.1*):

- Hoog Snel: Relatief hoge groei met snelle internationale klimaattransitie;
- Hoog Vertraagd: Relatief hoge groei met vertraagde internationale klimaattransitie;
- Laag Snel: Relatief lage groei met snelle internationale klimaattransitie;
- Laag Vertraagd: Relatief lage groei met vertraagde internationale klimaattransitie.

Afbeelding 2.1. De vier scenario's die in de WLO worden gehanteerd. Bron: PBL (2025a).



Bron: PBL

2.2 Overwegingen aangaande verkeersveiligheid

De WLO is een brede studie naar toekomstige ontwikkelingen en beleidsopgaven op allerlei terreinen van de fysieke leefomgeving, waarbij de verschillen tussen de scenario's afhankelijk zijn van het domein. In het denken over verkeersveiligheid wordt het aantal slachtoffers doorgaans gezien als een uitkomst van een bepaald risico – dat wil zeggen een bepaalde kans om te overlijden of ernstig gewond te raken – en de mate van blootstelling aan die risico's.

Risico's worden vaak berekend als het aantal slachtoffers dat valt per afgelegde afstand. Dit risico kan sterk verschillen, bijvoorbeeld tussen vervoerswijzen of tussen verkeersdeelnemers van een bepaalde leeftijd. Zo is bekend dat er, relatief naar de afgelegde afstand, de meeste slachtoffers vallen op gemotoriseerde tweewielers (motor-, brom- en snorfietsen), en dat jongeren en met name ouderen een verhoogd risico lopen ten opzichte van verkeersdeelnemers van middelbare leeftijd. De mate van blootstelling aan de risico's wordt meestal begrepen als de mobiliteit, oftewel het afgelegde aantal kilometers, dat bijvoorbeeld jaarlijks geschat wordt door het CBS met het ODiN-onderzoek (Onderweg in Nederland).

Binnen SWOV is met verschillende experts nagedacht over welke maatschappelijke ontwikkelingen op ons afkomen, en in welke mate die een effect zouden kunnen hebben op het risico in het verkeer, dan wel de mate van blootstelling daaraan. Om te bepalen welke ontwikkelingen meegenomen kunnen worden in dit onderzoek zijn de volgende selectiecriteria gehanteerd:

- Beleidsneutraal: de ontwikkeling mag niet een effect zijn van (nationaal) beleid. Er is dus bijvoorbeeld niet gerekend met verschillende niveaus van investeringen in het aanleggen van infrastructuur volgens de richtlijnen van Duurzaam Veilig; de scenario's zijn juist bedoeld als neutrale toekomstscenario's die variëren in de mate van externe invloeden, op basis waarvan de effectiviteit van beleidsmaatregelen doorgerekend kunnen worden.
- Er moet een enigszins realistische inschatting gemaakt kunnen worden van het effect van een bepaalde ontwikkeling op de risico's in het verkeer.

Op basis hiervan worden vooral ontwikkelingen verwacht op de terreinen bevolkingsomvang en -samenstelling, mobiliteit, economische groei en technologische ontwikkelingen. We bespreken hier steeds of, en zo ja, hoe we de verwachte ontwikkelingen meenemen in de prognose.

Bevolkingsomvang en -samenstelling

Bevolkingsgroei en vergrijzing kunnen leiden tot meer slachtoffers, omdat er meer mensen zijn, of omdat er relatief meer mensen in hogere risicogroepen (zoals ouderen) vallen. Bevolkings-prognoses van het CBS worden als input gebruikt voor de WLO-scenario's (PBL, 2025c) en op die manier in onze prognoses van de verkeersveiligheid. Daarnaast houdt onze prognose rekening met hogere risico's voor bepaalde groepen (meer details in *Hoofdstuk 3*).

Mobiliteit

Veel van de verwachte ontwikkelingen beïnvloeden het aantal verkeersslachtoffers vooral via de mobiliteit, oftewel de mate waarin en de manier waarop mensen zich voortbewegen. In de eerste plaats hebben we de laatste decennia, buiten de coronaperiode, een continue stijging van de totale mobiliteit gezien, die zich waarschijnlijk in meer of mindere mate zal voortzetten. Het lijkt ook waarschijnlijk dat de manier waarop mensen zich voortbewegen verschuift in de toekomst: fietsen wordt waarschijnlijk gestimuleerd, waarbij de rol van elektrische fietsen steeds groter wordt. Daarnaast lijkt de coronaperiode ook enkele structurele mobiliteitsveranderingen te hebben ingezet. Zo wordt er meer thuisgewerkt en worden dus minder kilometers afgelegd als woon-werkverkeer. Ook is de mobiliteit van voetgangers sinds de coronatijd verhoogd, en daarna ook hoger gebleven. De mobiliteitsprognoses zijn ook onderdeel van de WLO-scenario's en zijn door het PBL aan SWOV geleverd; deze vormen een gegeven voor onze prognoses (PBL, 2025b).

Door meer mobiliteit is er ook, gemiddeld genomen, meer drukte op de weg. Drukte in het verkeer kan enerzijds leiden tot hogere risico's doordat er meer conflictsituaties zijn; anderzijds kan het leiden tot lagere risico's doordat de snelheden door drukte lager liggen en conflicten daardoor minder ernstig zijn. Hoe dan ook kan drukte niet goed gemodelleerd worden, waardoor het niet opgenomen is in de prognoses.

Economische groei

Twee van de vier WLO-scenario's gaan uit van hogere groei; twee scenario's gaan uit van lagere groei. Economische groei is hier een element van. Los van het feit dat economische groei over het algemeen leidt tot meer mobiliteit (PBL, 2025b), kan het ook het risico in het verkeer beïnvloeden, bijvoorbeeld doordat bij sterkere economische groei oude voertuigen eerder worden vervangen. Nieuwe voertuigen, met name personenauto's, zijn vaak veiliger dan oudere modellen vanwege betere veiligheidssystemen. Daar staat tegenover dat auto's de laatste jaren ook steeds groter en zwaarder zijn geworden deels door de elektrificatie van het wagenpark, deels door de toenemende populariteit van SUV's en andere grote modellen (ook wel

"autobesitas" genoemd),[5] waardoor aanrijdingen met lichte voertuigen relatief ernstiger aflopen (De Winkel et al., 2024). Het is goed voorstelbaar dat in de scenario's met sterkere economische groei deze laatstgenoemde ontwikkeling zich sterker voortzet, en daarmee de effecten van snellere vervanging van het wagenpark als het ware opheft. Omdat de netto-effecten van snellere vervanging van voertuigen op de verkeersveiligheid bij sterkere economische groei vrij klein zijn, en wel allerlei aanvullende aannames behoeven, doen we hier geen afzonderlijke aanpassingen voor.

Technologische ontwikkelingen

Voertuigautomatisering

Twee van de vier scenario's gaan uit van sterkere technologische ontwikkelingen. Hierbij kunnen we denken aan voertuigautomatisering die mogelijk veiligheidseffecten heeft. Deels zit dit in de huidige prognoses verwerkt, omdat deze uitgaat van trendmatige ontwikkeling op basis van historische risicogegevens, die beïnvloed zijn door de ontwikkeling naar de reeds bestaande vormen van veiligheidssystemen in voertuigen. Een verdere bijstelling is overwogen, maar bleek te complex en onzeker om kwantitatief in te kunnen vullen. Een nadere beschouwing hierover volgt in *Hoofdstuk 5*.

Handhaving

Sterkere technologische ontwikkeling zou in de toekomst ook kunnen leiden tot meer verfijnde automatische handhavingssystemen, bijvoorbeeld zeer nauwkeurige en betrouwbare vormen van detectie van telefoongebruik, roodlichtnegatie en snelheidsovertredingen. Deze systemen bestaan echter reeds, en voor zover ze worden ingezet zitten de veiligheidseffecten verwerkt in de huidige prognoses. Grootschaligere of verdergaande invoering van dergelijke technologisch geavanceerde systemen vereist echter nieuw beleid of een andere aanpak van verkeersveiligheid, wat niet strookt met het 'beleidsneutrale' uitgangspunt. Daarom doen we op dit punt geen verdere aanpassingen.

Internationale klimaattransitie

Weersextremen, zoals hevige regenval of gladheid door vorst, kunnen lokaal invloed hebben op het verkeersrisico (SWOV, 2023). De internationale klimaattransitie zou op lange termijn kunnen bijdragen aan meer of juist minder extreem weer, maar het is onduidelijk welke effecten dit precies zal hebben op verkeersveiligheid. Aangezien de impact op het totale aantal verkeers-slachtoffers naar verwachting zeer beperkt is, en er veel onzekerheid bestaat over de aard en omvang van de effecten op het risico, nemen we dit niet extra mee in de prognoses. De klimaattransitie (snel of vertraagd) wordt alleen meegenomen via de mobiliteitsprognoses die het PBL aan SWOV heeft geleverd.

5. https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2025/18/personenauto-s-steeds-langer-breder-en-zwaarder

3 Methode prognoses

Dit hoofdstuk beschrijft de methode die we hebben gebruikt om tot prognoses van het aantal verkeersdoden, ernstig verkeersgewonden en matig verkeersgewonden in de jaren 2040, 2050 en 2060 te komen.

3.1 Aanpak risico-extrapolatie

De prognoses zijn opgesteld door de mobiliteitsgegevens van het PBL in de vier WLO-scenario's te vermenigvuldigen met een risicocijfer dat geëxtrapoleerd is op basis van historische risicogegevens. De extrapolaties zijn gedaan met een tijdreeks-regressiemodel dat bij SWOV is ontwikkeld, gebaseerd op gegeneraliseerde tijdreeks-regressiemodellen (Durbin & Koopman, 2012; Helske, 2017).

Een belangrijk kenmerk van de gebruikte methode is dat er afzonderlijke prognoses zijn gedaan voor combinaties van vervoerswijze, leeftijdscategorie, en geslacht. Voor elke subgroep is het historische risico berekend, gebaseerd op historische slachtoffer- en mobiliteitsgegevens (zie *Paragraaf 3.2*), dat vervolgens is geëxtrapoleerd naar de toekomst. Deze subprognoses zijn vervolgens opgeteld tot de totalen, en tot de leeftijds- of vervoerswijzeverdelingen zoals die in *Hoofdstuk 4* worden gepresenteerd. Een sterk punt van deze gestratificeerde benadering is dat het rekening houdt met de risico- én mobiliteitsontwikkelingen voor specifieke subgroepen (zoals jonge automobilisten of oudere fietsers).

Van sommige vervoerswijzen die we t.a.v. verkeersveiligheid onderscheiden zijn geen specifieke mobiliteitsgegevens of -scenario's bekend, zoals de gemotoriseerde tweewielers (motor-, brom- en snorfiets) en scootmobielen. Voor die groepen is gewerkt met de historische ontwikkeling in mortaliteit en morbiditeit – het aantal verkeersdoden/ernstig verkeersgewonden gerelateerd aan bevolkingsomvang – in plaats van in het risico (gerelateerd aan afgelegde afstand). De extrapolaties van mortaliteit en morbiditeit zijn vervolgens vermenigvuldigd met de bevolkingsprognoses.

In overleg met het PBL hebben we ervoor gekozen om de historische risico's te extrapoleren tot 2040, en de prognoses voor de zichtjaren 2050 en 2060 alleen te baseren op veranderingen in mobiliteit ten opzichte van 2040. Bij eerdere verkeersveiligheidsprognoses is namelijk gebleken dat extrapolatie van de risico's een redelijk betrouwbaar beeld kan geven tot ongeveer 15 jaar in de toekomst. Bij verdere extrapolatie worden risico's bij stijgende trends dusdanig onrealistisch groot dat deze geen betrouwbare prognoses opleveren. De prognoses voor 2050 en 2060 moeten daarom vooral als indicatief worden gezien en zijn met veel onzekerheid omgeven.

Verkeersdoden, ernstig verkeersgewonden en matig verkeersgewonden

We hebben drie afzonderlijke prognoses opgesteld: van het aantal verkeersdoden, het aantal ernstig verkeersgewonden en het aantal matig verkeersgewonden, elk voor de vier scenario's. We hebben dus onderscheid gemaakt tussen verkeersgewonden op basis van letselernst, waarbij ernstig verkeersgewonden een MAIS-score ('Maximum Abbreviated Injury Scale', een maat voor

letselernst) van 3 of hoger hebben, en matig verkeersgewonden een MAIS-score van 2 hebben.[6] Tot 2021 golden mensen met een MAIS-score van 2 in Nederland ook tot de ernstig verkeersgewonden, maar de definitie is aangepast om beter aan te sluiten bij medische definities en internationale verkeersveiligheidsdefinities. Omdat de MAIS2-groep fors is van omvang en toch maatschappelijk relevant is, benoemen we deze groep apart als matig verkeersgewonden. Voorbeelden van MAIS2-letsels zijn pols- of enkelbreuken en een hersenschudding met kort bewustzijnsverlies; MAIS3-letsels zijn bijvoorbeeld een schedelbasisfractuur, breuken van heup of bovenbeen of amputatie van pols of enkel door een ongeval.

In de prognoses ronden we aantallen verkeersdoden af op tientallen (vijftallen bij subresultaten van verkeersdoden naar vervoerswijze of leeftijdscategorie). Ernstig en matig verkeersgewonden worden in de prognoses afgerond op honderdtallen.

3.2 Gebruikte data en subgroepen

In het prognosemodel zijn de volgende data gebruikt:

- Het aantal verkeersdoden in de periode 1996-2024 (CBS, 2025).[7]
- Het aantal ernstig en matig verkeersgewonden in de periode 1996-2023, op basis van de methode die wordt gebruikt om het jaarlijks aantal ernstig verkeersgewonden vast te stellen (Bos et al., 2024).
- Historische mobiliteit van vervoerswijzen, door het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) bewerkte CBS-mobiliteitsgegevens (1999-2023). De KiM-bewerking is een 'smoothing' van de observaties van verschillende methoden om de mobiliteit vast te stellen, waarmee er een 'gladde' versie van de mobiliteitsontwikkeling ontstaat.
- Door het PBL geleverde mobiliteitsprognoses in de 'zichtjaren' 2040, 2050 en 2060 voor auto's, fietsers en voetgangers (PBL, 2025b). Voor de overige vervoerswijzen is de bevolkingsomvang per leeftijdsjaar als alternatief voor de mobiliteit gebruikt en is gebruikgemaakt van de bevolkingsprognoses uit de WLO-studie (PBL, 2025c).

Wat betreft de onderscheiden subgroepen, kunnen we bij de verkeersdoden iets meer vervoerswijzen onderscheiden dan bij de ernstig en matig verkeersgewonden. Dit heeft te maken met een verschil in de onderliggende bronnen van slachtoffergegevens.

Vervoerswijze verkeersdoden

- auto, apart voor enkelvoudige en meervoudige ongevallen;
- fiets, apart voor ongevallen met of zonder (directe) betrokkenheid van een motorvoertuig;
- gemotoriseerde tweewielers (motor-, brom- en snorfiets);
- gemotoriseerde invalidenvoertuigen (scootmobiel);
- voetganger;
- overig (o.a. vrachtwagen-inzittenden).

6. In beide definities is iemand alleen ernstig of matig verkeersgewond als er sprake is van een ziekenhuisopname. Gewonden die op een spoedeisende hulp worden behandeld maar niet worden opgenomen, vallen dus buiten deze definities.
7. De microdata van het CBS zijn bewerkt door SWOV, om verkeersdoden onder auto-inzittenden uit te splitsen naar enkelvoudige en meervoudige ongevallen, en om verkeersdoden onder fietsers uit te splitsen naar ongevallen met en zonder (directe) betrokkenheid van een motorvoertuig.

Vervoerswijze ernstig en matig verkeersgewonden

- auto, apart voor enkelvoudige en meervoudige ongevallen;
- fiets, apart voor ongevallen met of zonder (directe) betrokkenheid van een motorvoertuig;
- gemotoriseerde tweewielers (motor-, brom- en snorfiets);
- voetganger;
- overig (o.a. vrachtwagen-inzittenden).

Leeftijd

Indien mogelijk maken we in de analyse onderscheid naar negen leeftijdsgroepen, op basis van de gebruikelijke leeftijdsindeling van CBS-verkeersdoden: 0 – 14 jaar; 15 – 19 jaar; 20 – 29 jaar; 30 – 39 jaar; 40 – 49 jaar; 50 – 59 jaar; 60 – 69 jaar; 70 – 79 jaar; 80+ jaar.

Het is echter niet altijd mogelijk alle leeftijdsgroepen te onderscheiden, omdat in een bepaalde groep door de jaren heen bijvoorbeeld relatief weinig slachtoffers vallen, waardoor er geen betrouwbaar historisch risico is om te extrapoleren. In veel van bovenstaande leeftijdscategorieën vallen bijvoorbeeld niet elk jaar doden op een scootmobiel. In die gevallen wordt het risico van meerdere leeftijdscategorieën tegelijk berekend.[8]

Vanwege die simplificatie en andere datarestricties zijn de resultaten naar de hierboven gespecificeerde leeftijdscategorieën mogelijk enigszins vertekend. Wanneer we de resultaten voor iets bredere leeftijdscategorieën beschouwen, is het beeld wel betrouwbaar; we presenteren de resultaten daarom voor drie leeftijdsgroepen: 0 – 29 jaar; 30 – 59 jaar; 60+ jaar.

Geslacht

Er wordt onderscheid gemaakt tussen mannen en vrouwen op basis van CBS-registraties.

8. Omdat de analyse bij SWOV is ontwikkeld en plaatsvindt zijn er tevens restricties aan de data die het CBS vrijgeeft op basis van privacyrichtlijnen. Dit houdt in dat een subgroep een minimaal aantal slachtoffers moet bevatten, zodat deze niet te herleiden zijn tot individuele personen of instanties.

4 Resultaten prognoses

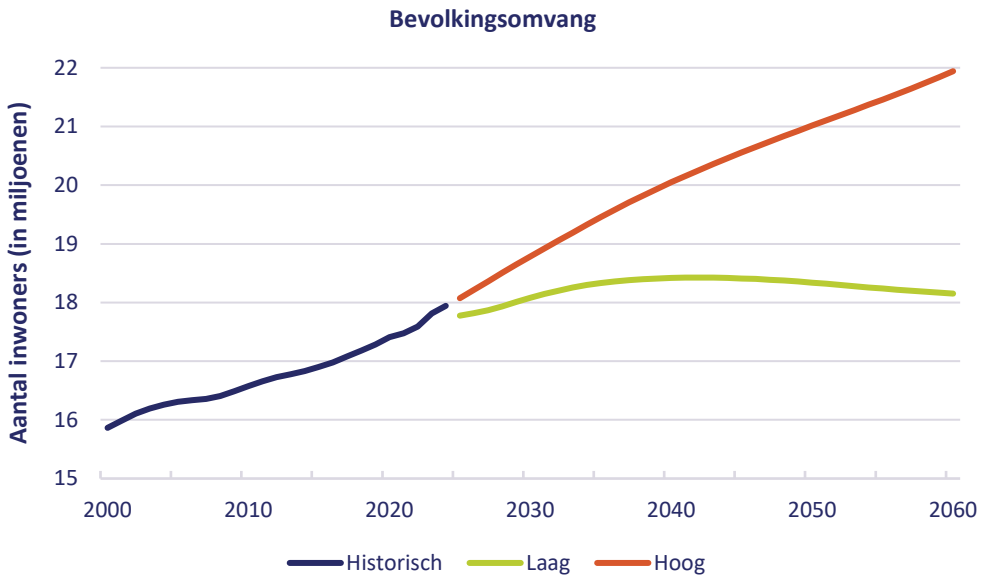
Dit hoofdstuk bespreekt de resultaten van de prognoses op basis van risico-extrapolatie vermenigvuldigd met de mobiliteitscijfers voor de WLO-scenario's, die zijn geleverd door het PBL. We gaan eerst kort in op de demografische achtergrond en mobiliteitsprognoses. Daarna volgen de prognoses voor verkeersdoden, ernstig verkeersgewonden en matig verkeersgewonden. Voor elk van deze drie categorieën worden eerst prognoses van totale aantallen in 2040, 2050 en 2060 besproken, en daarna meer details voor de prognose van 2040.

4.1 Demografie en mobiliteit

4.1.1 Bevolking

Afbeelding 4.1 toont de bevolkingsprognoses van de WLO-scenario's, waarbij alleen onderscheid is gemaakt tussen de twee hoge en de twee lage scenario's (PBL, 2025c). We zien op termijn grote verschillen tussen de twee prognoses, waarbij de bevolkingsomvang in de hoge scenario's in een min of meer gelijkmatig tempo blijft groeien tot bijna 22 miljoen inwoners in 2060, terwijl de bevolkingsomvang in de lage scenario's maar beperkt stijgt tot 2040, dan afvlakt en richting 2060 zelfs lichtelijk daalt tot iets meer dan 18 miljoen inwoners, vergelijkbaar met het huidige aantal.

Afbeelding 4.1. Ontwikkeling van de bevolkingsomvang 2000-2024 (historisch) met prognoses tot 2060 voor de hoge en lage WLO-scenario's. Bron: PBL (2025c).



Ook de samenstelling van de bevolking loopt uiteen in de twee scenario's: door een lager kindertal en minder migratie is het lage scenario wat sterker vergrijsd dan het hoge scenario. Dit kan relevant zijn voor de verkeersveiligheidsprognose, omdat met name ouderen boven de 80 een sterk verhoogd risico hebben ten opzichte van mensen van middelbare leeftijd.

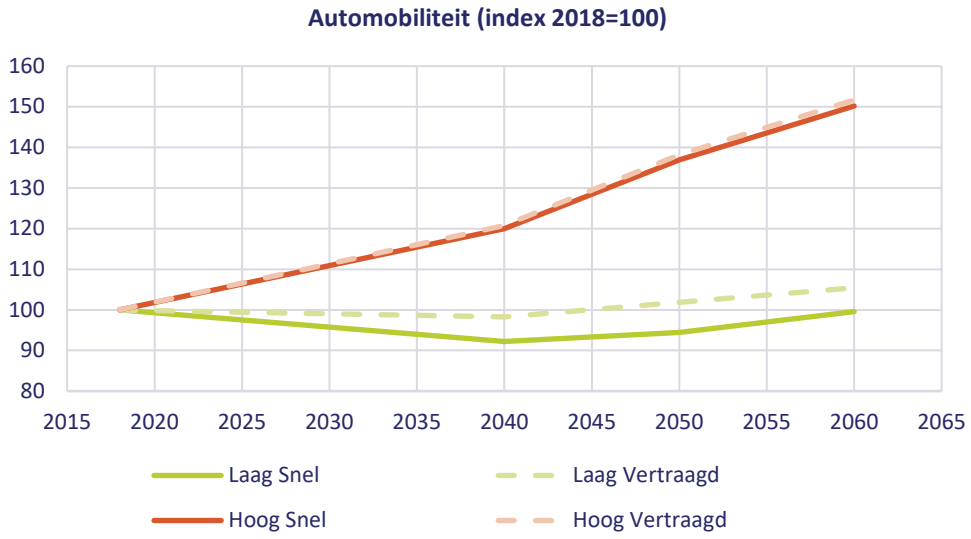
4.1.2 Mobiliteit

Voor de meest voorkomende vervoerswijzen, te weten auto, fiets en als voetganger, gebruiken we voor de verkeersveiligheidsprognoses de mobiliteitsprognoses voor de vier WLO-scenario's van het PBL (2025b). Ter inzicht in de verwachte ontwikkelingen toont *Afbeelding 4.2* de automobiliteit en *Afbeelding 4.3* de fietsmobiliteit tot en met 2060.

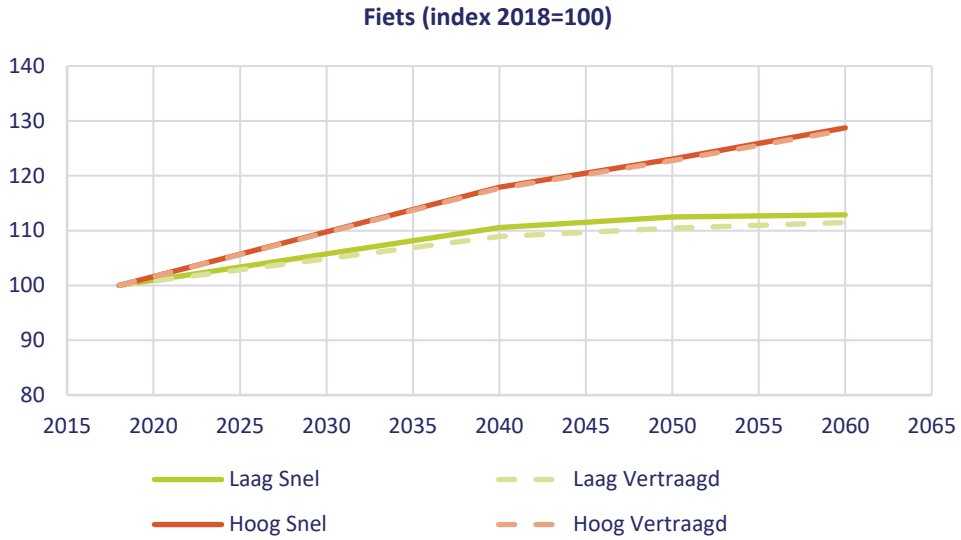
We zien behoorlijke verschillen tussen de hoge en lage scenario's, en slechts kleine verschillen tussen de scenario's met snelle en vertraagde internationale klimaattransitie. In de hoge scenario's neemt de automobiliteit vanaf 2018 tot 2040 met zo'n 20% toe; daarna gaat de stijging van de autokilometers tot 2060 nog sneller tot zo'n 50% stijging ten opzichte van 2018. In de lage scenario's is er nauwelijks een stijging ten opzichte van het niveau van 2018 en blijven de autokilometers in de hele periode t/m 2060 grofweg gelijk.

Ten aanzien van de fietsmobiliteit zien we wel in alle scenario's een stijging ten opzichte van het huidige niveau. In de hoge scenario's stijgt de fietsmobiliteit tussen 2018 en 2040 met zo'n 17%; daarna vlakt de stijging iets af, tot een verschil van zo'n 28% tussen 2018 en 2060. In de lage scenario's is er een stijging van de fietsmobiliteit van zo'n 10% tussen 2018 en 2040; daarna vlakt de stijging sterk af; in 2060 is de fietsmobiliteit in de lage scenario's zo'n 12% hoger dan in 2018.

Afbeelding 4.2. Ontwikkeling van de automobiliteit vanaf 2018, prognoses t/m 2060. Bron: PBL (2025b).



Afbeelding 4.3. Ontwikkeling van de fietsmobiliteit vanaf 2018, prognoses t/m 2060. Bron: PBL (2025b).

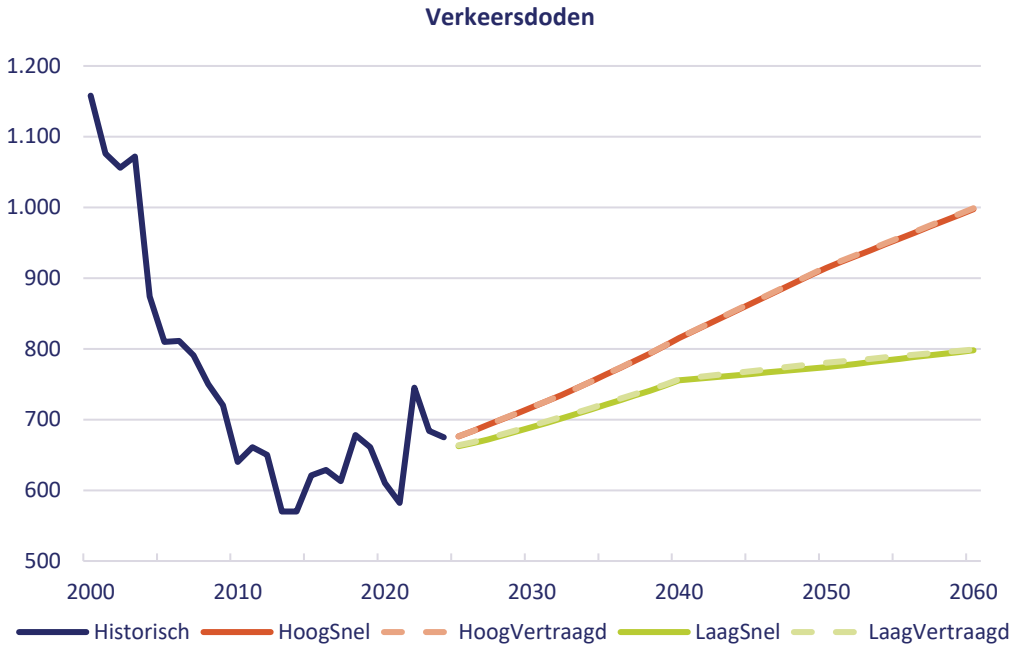


4.2 Prognose verkeersdoden

4.2.1 Totaal aantal verkeersdoden

Afbeelding 4.4 toont de verwachte ontwikkeling van het aantal verkeersdoden in de verschillende WLO-scenario's. *Tabel 4.1* toont het totaal aantal doden in de zichtjaren voor alle scenario's.

Afbeelding 4.4. Ontwikkeling van het aantal verkeersdoden 2000-2024; met prognoses tot 2060 naar de vier WLO-scenario's.



Tabel 4.1. Verwachte aantal verkeersdoden in 2040, 2050 en 2060, naar WLO-scenario's. Afgerond op tientallen.

Scenario	2040	2050	2060
WLO Hoog Snel	820	920	1.000
WLO Hoog Vertraagd	820	920	1.000
WLO Laag Snel	760	780	800
WLO Laag Vertraagd	760	780	800

We zien dat het aantal doden tot 2040 in alle scenario's stijgt ten opzichte van het heden; in de hoge scenario's sterker dan in de lage scenario's; de verschillen tussen scenario's met snelle of vertraagde internationale klimaattransities zijn erg klein en verdwijnen deels door afronding. Op basis van extrapolatie van de historische risico's en de mobiliteitsprognoses van het PBL verwachten we in 2040 tussen de 760 en 820 verkeersdoden.

De prognoses voor 2050 en 2060 zijn een stuk onzekerder, maar stijgen in deze prognoses door. In deze modellering worden risico's constant gehouden op het niveau van 2040, en zijn verschillen ten opzichte van 2040 dus toe te schrijven aan veranderingen in de mobiliteit: hierdoor zien we een gelijkmatige stijging van het aantal verkeersdoden in de hoge scenario's, tot 1.000 verkeersdoden in 2060. In de lage scenario's stijgt het aantal verkeersdoden nog maar iets door ten opzichte van 2040, tot 800 verkeersdoden in 2060.

4.2.2 Kenmerken van verkeersdoden in 2040

We gaan in deze paragraaf dieper in op de kenmerken van verkeersdoden, specifiek op de vervoerswijze en de leeftijd van het slachtoffer. Dit biedt inzicht in eventuele verschuivingen ten opzichte van huidige aantallen, zodat een beter beeld kan ontstaan welke risico's tot de meeste slachtoffers leiden. We doen dit alleen voor de prognose van 2040, omdat deze gebaseerd zijn op

extrapolaties van de risico's op basis van huidige trends. Rondom de prognoses van 2050 en 2060 bestaat er te veel onzekerheid om veel waarde te hechten aan details daarvan.

Vervoerswijze

Tabel 4.2 toont een uitsplitsing van de vervoerswijzen van verkeersdoden in 2024 en in de vier WLO-scenario's in 2040.

We zien met name een grote stijging in het aantal verkeersdoden onder fietsers; zowel dodelijke slachtoffers die vallen in ongevallen met een motorvoertuig, als dodelijke slachtoffers in een ongeval zonder (directe) betrokkenheid van een motorvoertuig. Het aantal doden onder auto-inzittenden daalt in de categorie enkelvoudige ongevallen, maar stijgt juist bij meervoudige ongevallen. Verder valt een behoorlijke daling van het aantal verkeersdoden onder voetgangers en berijders van gemotoriseerde tweewielers op, terwijl het aantal verkeersdoden onder berijders van scootmobielen juist stijgt.

Tabel 4.2. Verkeersdoden naar vervoerswijze, in 2024 en prognoses voor 2040 in verschillende WLO-scenario's.*

Vervoerswijze	2024	Hoog Snel	Hoog Vertraagd	Laag Snel	Laag Vertraagd
Fiets - ongeval met motorvoertuig	144	235	235	230	225
Fiets - ongeval zonder motorvoertuig	102	175	175	170	170
Auto - meervoudig ongeval	106	165	165	135	145
Auto - enkelvoudig ongeval	114	85	85	70	75
Scootmobiel	59	75	75	70	70
Gemotoriseerde tweewieler	86	45	45	40	40
Voetganger	57	30	30	30	25
Overig	7	10	10	10	10
Totaal	675	820	820	760	760

* Prognoses voor 2040 afgerond op vijftallen. Subtotalen tellen door deze afronding mogelijk niet perfect op tot het totaal.

Leeftijd

Tabel 4.3 toont een uitsplitsing van de leeftijdscategorieën van verkeersdoden in 2024 en in de vier WLO-scenario's in 2040.

We zien dat tot 2040 de grootste groei van het aantal verkeersdoden in de groep 60-plussers zit.

Tabel 4.3. Verkeersdoden naar leeftijdscategorie, in 2024 en prognoses voor 2040 in verschillende WLO-scenario's.*

Leeftijd	2024	Hoog Snel	Hoog Vertraagd	Laag Snel	Laag Vertraagd
0 - 29 jaar	152	185	185	165	165
30 - 59 jaar	170	170	170	145	150
60+ jaar	353	465	465	445	445
Totaal	675	820	820	760	760

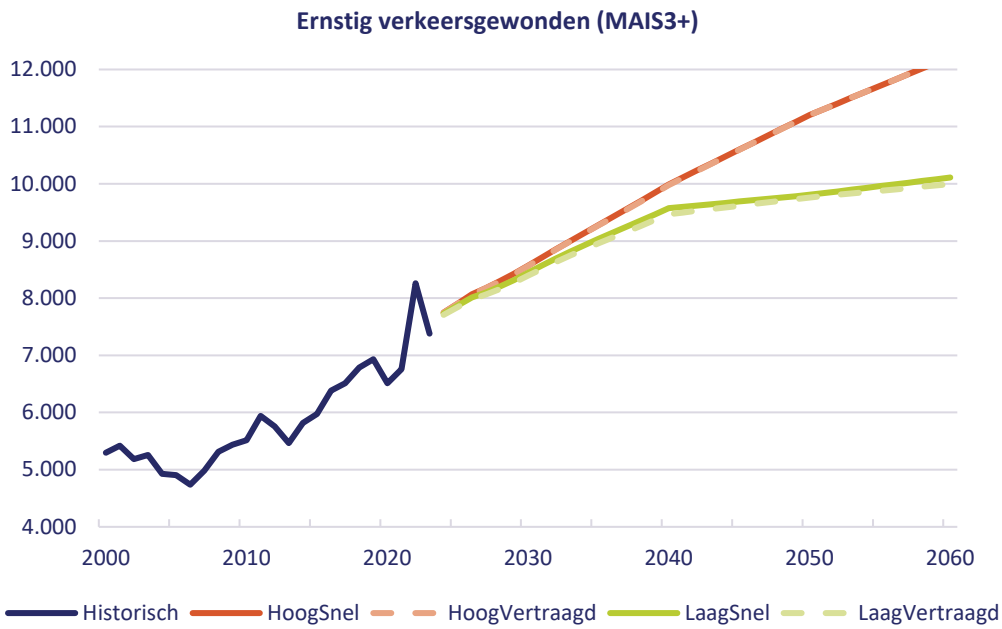
* Prognoses voor 2040 afgerond op vijftallen. Subtotalen tellen door deze afronding mogelijk niet perfect op tot het totaal.

4.3 Prognose ernstig verkeersgewonden

4.3.1 Totaal aantal ernstig verkeersgewonden

Afbeelding 4.5 toont de verwachte ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden in de verschillende WLO-scenario's. *Tabel 4.4* toont het totaal aantal ernstig verkeersgewonden in de zichtjaren voor alle scenario's.

Afbeelding 4.5. Ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden 2000-2023; met prognoses tot 2060 naar de vier WLO-scenario's.



Tabel 4.4. Verwachte aantal ernstig verkeersgewonden in 2040, 2050 en 2060, naar WLO-scenario's. Afgerond op honderdtallen.

Scenario	2040	2050	2060
WLO Hoog Snel	10.000	11.200	12.200
WLO Hoog Vertraagd	10.000	11.200	12.200
WLO Laag Snel	9.600	9.800	10.100
WLO Laag Vertraagd	9.500	9.800	10.000

Het aantal ernstig verkeersgewonden neemt in alle vier WLO-scenario's fors toe ten opzichte van het heden. Het verwachte aantal ernstig verkeersgewonden in 2040 varieert tussen 9.500 (Laag Vertraagd) en 10.000 (beide hoge scenario's), respectievelijk 28% en 35% hoger dan de 7.400 ernstig verkeersgewonden in 2023. In de hoge scenario's stijgt het aantal ernstig verkeersgewonden na 2040 door vanwege de stijging in mobiliteit, tot 12.200 ernstig verkeersgewonden in 2060. In de lage scenario's blijft de stijging beperkt tot ongeveer 10.000 ernstig verkeersgewonden in 2060.

4.3.2 Kenmerken van ernstig verkeersgewonden

Ook voor de ernstig verkeersgewonden gaan we dieper in op hun vervoerswijze en leeftijd. We doen dit opnieuw alleen voor de prognose van 2040, omdat deze gebaseerd zijn op extrapolaties van de risico's op basis van huidige trends en er te veel onzekerheid bestaat rondom de prognoses van 2050 en 2060 voor verdere uitsplitsing.

Vervoerswijze

Tabel 4.5 toont een uitsplitsing van de vervoerswijzen van ernstig verkeersgewonden in 2023 en in de vier WLO-scenario's in 2040.

Tabel 4.5. Ernstig verkeersgewonden naar vervoerswijze, in 2023 en prognoses voor 2040 in verschillende WLO-scenario's.*

Vervoerswijze	2023	Hoog Snel	Hoog Vertraagd	Laag Snel	Laag Vertraagd
Fiets - ongeval met motorvoertuig	900	1.300	1.300	1.200	1.200
Fiets - ongeval zonder motorvoertuig	4.200	6.400	6.300	6.300	6.200
Auto - meervoudig ongeval	300	500	500	400	500
Auto - enkelvoudig ongeval	400	800	800	600	700
Gemotoriseerde tweewieler	900	600	600	500	500
Voetganger	400	300	300	300	300
Overig	200	200	200	200	200
Totaal	7.400	10.000	10.000	9.600	9.500

* Prognoses voor 2040 afgerond op honderdtallen. Subtotalen tellen door deze afronding mogelijk niet perfect op tot het totaal.

Op basis van de extrapolatie van de historische risicogegevens is het grootste deel van de stijging van het aantal ernstig verkeersgewonden tot 2040 toe te schrijven aan meer gewonde fietsers, zowel in ongevallen zonder als met betrokkenheid van een (of meer) motorvoertuig(en); fietsers maken nu al zo'n 70% van de ernstig gewonden uit, in 2040 is dat zo'n 75% tot 80%. Ook het aantal ernstig verkeersgewonden als gevolg van een auto-ongeval (zowel meervoudig als enkelvoudig) neemt in alle scenario's toe. Het aantal ernstig gewonden onder berijders van gemotoriseerde tweewielers daalt sterk.

Leeftijd

Tabel 4.6 toont een uitsplitsing van de leeftijdscategorieën van ernstig verkeersgewonden in 2023 en in de vier WLO-scenario's in 2040.

Anders dan bij de doden, zien we hier het aantal slachtoffers ook sterk stijgen in de leeftijds-categorie van 30 tot 59 jaar. Het aantal ernstig verkeersgewonden ouder dan 60 neemt in de prognoses tot 2040 met bijna 50% toe.

Tabel 4.6. Ernstig verkeersgewonden naar leeftijdscategorie, in 2023 en prognoses voor 2040 in verschillende WLO-scenario's.*

Leeftijd	2023	Hoog Snel	Hoog Vertraagd	Laag Snel	Laag Vertraagd
0 - 29 jaar	1.200	1.300	1.400	1.200	1.200
30 - 59 jaar	1.800	2.700	2.700	2.500	2.500
60+ jaar	4.000	6.000	6.000	5.900	5.800
Totaal	7.400	10.000	10.000	9.600	9.500

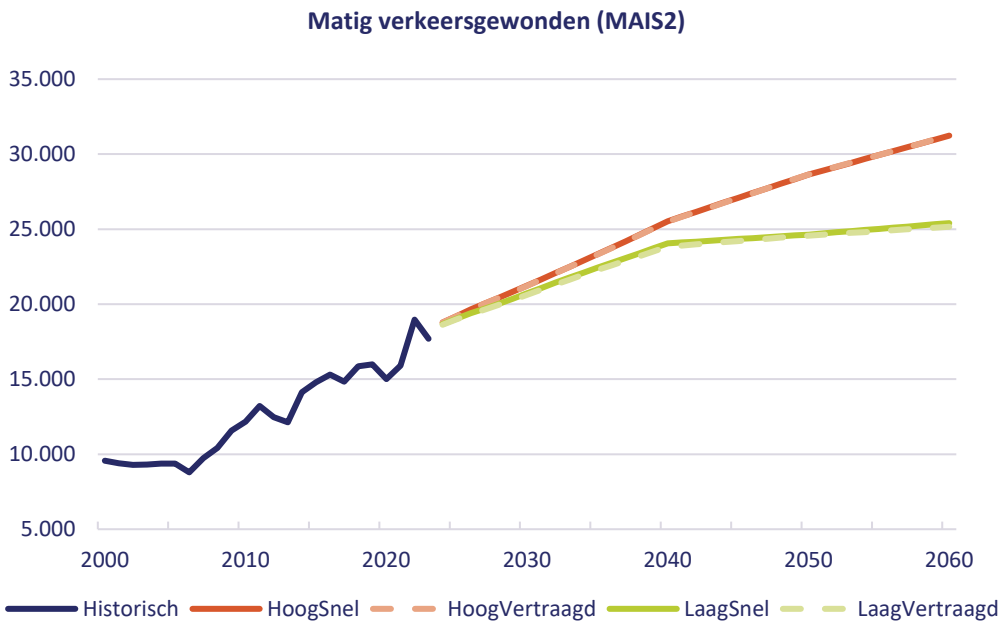
* Prognoses voor 2040 afgerond op honderdtallen. Subtotalen tellen door deze afronding mogelijk niet perfect op tot het totaal.

4.4 Prognose matig verkeersgewonden

4.4.1 Totaal aantal matig verkeersgewonden

Afbeelding 4.6 toont de verwachte ontwikkeling van het aantal matig verkeersgewonden in de verschillende WLO-scenario's. *Tabel 4.7* toont het totaal aantal matig verkeersgewonden in de zichtjaren voor alle scenario's.

Afbeelding 4.6. Ontwikkeling van het aantal matig verkeersgewonden 2000-2023; met prognoses tot 2060 naar de vier WLO-scenario's.



Tabel 4.7. Verwachte aantal matig verkeersgewonden in 2040, 2050 en 2060, naar WLO-scenario's. Afgerond op honderdtallen.

Scenario	2040	2050	2060
WLO Hoog Snel	25.500	28.600	31.200
WLO Hoog Vertraagd	25.500	28.600	31.200
WLO Laag Snel	24.100	24.600	25.400
WLO Laag Vertraagd	23.800	24.600	25.200

Net als het aantal ernstig gewonden zal het aantal matig verkeersgewonden fors toenemen in de toekomst, op basis van de risico-extrapolaties. We verwachten in 2040 tussen de 23.800 en 25.500 matig verkeersgewonden, zo'n 35% tot 45% meer dan de 17.700 matig verkeersgewonden in 2023. Op basis van de mobiliteitsstijgingen verwachten we een verdere stijging tot zo'n 25.200 à 31.200 matig verkeersgewonden in 2060.

4.4.2 Kenmerken van matig verkeersgewonden

Vervoerswijze

Tabel 4.8 toont een uitsplitsing van de vervoerswijzen van matig verkeersgewonden in 2023 en in de vier WLO-scenario's in 2040.

Tabel 4.8. Matig verkeersgewonden naar vervoerswijze, in 2023 en prognoses voor 2040 in verschillende WLO-scenario's.*

Vervoerswijze	2023	Hoog Snel	Hoog Vertraagd	Laag Snel	Laag Vertraagd
Fiets - ongeval met motorvoertuig	2.100	3.300	3.300	3.200	3.200
Fiets - ongeval zonder motorvoertuig	9.300	15.300	15.300	14.900	14.600
Auto - meervoudig ongeval	1.200	2.400	2.500	2.000	2.100
Auto - enkelvoudig ongeval	700	1.000	1.000	800	800
Gemotoriseerde tweewieler	3.200	2.400	2.400	2.200	2.200
Voetganger	700	600	600	600	600
Overig	500	400	400	400	400
Totaal	17.700	25.500	25.500	24.100	23.800

* Prognoses voor 2040 afgerond op honderdtallen. Subtotalen tellen door deze afronding mogelijk niet perfect op tot het totaal.

Ook hier zien we dat een groot deel van de stijging in aantallen in 2040 is toe te schrijven aan meer gewonde fietsers, zowel in ongeval met als zonder betrokkenheid van een motorvoertuig. Ook het aantal matig gewonden onder auto-inzittenden stijgt in deze prognoses behoorlijk. Onder overige vervoerswijzen dalen de aantallen matig verkeersgewonden licht.

Leeftijd

Tabel 4.9 toont een uitsplitsing van de leeftijdscategorieën van matig verkeersgewonden in 2023 en in de vier WLO-scenario's in 2040.

Opvallend is een stijging bij deze groep matig gewonden onder alle leeftijdscategorieën, met relatief gezien de sterkste stijging in de groep 30 tot 59 jaar.

Tabel 4.9. Matig verkeersgewonden naar leeftijdscategorie, in 2023 en prognoses voor 2040 in verschillende WLO-scenario's.*

Leeftijd	2023	Hoog Snel	Hoog Vertraagd	Laag Snel	Laag Vertraagd
0 - 29 jaar	4.200	5.800	5.800	5.200	5.200
30 - 59 jaar	6.800	10.200	10.200	9.500	9.400
60+ jaar	6.700	9.600	9.600	9.400	9.300
Totaal	17.700	25.500	25.500	24.100	23.800

* Prognoses voor 2040 afgerond op honderdtallen. Subtotalen tellen door deze afronding mogelijk niet perfect op tot het totaal.

5 Beschouwing voertuigautomatisering

In dit hoofdstuk bespreken we kort de recente ontwikkelingen in voertuigautomatisering en de veiligheidseffecten die deze hebben gehad. We verantwoorden daarna de keuze om geen kwantitatieve bijstellingen voor voertuigautomatisering te doen in de WLO-scenario's.

5.1 Veiligheidseffecten van voertuigautomatisering

In de auto-industrie is een wedloop gaande op het gebied van automatisering, in de vorm van geavanceerde rijhulpsystemen, in het Engels: *Advanced Driver Assistance Systems* (ADAS). Er is een aanzienlijke diversiteit aan systemen, die elk op de een of andere manier de bestuurder ondersteunen bij het (veilig) uitvoeren van de rijtaak. Het doel van ADAS is om comfort, efficiëntie, en veiligheid te verhogen. Voorop lopen in deze wedloop kan autofabrikanten een concurrentievoordeel opleveren. Beweringen over positieve impact van automatisering op verkeersveiligheid worden vaak onderbouwd met de bevinding dat menselijke fouten een rol spelen in 94% van de ongevallen, en dat automatisering deze menselijke fouten – en dus ongevallen – zou voorkomen (Singh, 2018). Er zijn diverse kanttekeningen bij deze veronderstelling te plaatsen: het feit dat menselijke fouten *een rol* spelen in 94% van de ongevallen betekent niet dat menselijke fouten ook de primaire oorzaak zijn van al deze ongevallen, noch dat het voorkomen van de menselijke fout automatisch zou betekenen dat het ongeval voorkomen had kunnen worden (Utriainen, 2023). Evenmin betekent het dat automatisering per definitie ook beter functioneert dan een mens; naast het voorkomen van menselijke fouten, is het ook mogelijk dat automatisering nieuwe fouten introduceert.

Desalniettemin heeft automatisering in het verleden bewezen veiligheid te kunnen verbeteren (De Winkel, 2024), zoals bijvoorbeeld in het geval van Elektronische Stabiliteitscontrole (ESC; Ferguson, 2007; Christoph, 2010). Beleidsmakers volgen ontwikkelingen op het gebied van ADAS dan ook op de voet, en systemen die aantoonbaar (of soms naar alle waarschijnlijkheid) een positief effect hebben op de verkeersveiligheid worden in nieuwe wetgeving vaak verplicht gesteld voor toelating van nieuwe voertuigen. Voor ESC was dit in Europa het geval in 2011 (Interregs, 2009). Met de General Safety Regulations (EU GSR 2019R2144) van de Europese Unie moeten alle nieuw verkochte personen- en bestelvoertuigen per juli 2024 voorzien zijn van: een bandenspanningcontrolesysteem (*Tire Pressure Monitoring System*, TPMS), afleidings- en vermoeidheidswaarschuwingen (domein *Driver Monitoring Systems*, DMS), intelligente snelheids-ondersteuning (*Intelligent Speed Assist,* ISA), noodremsystemen die (kwetsbare) weggebruikers aan de voorzijde van het voertuig detecteren (*Automatic Emergency Braking,* AEB) en systemen die in noodsituaties rijstrookassistentie verlenen (e.g., *Lane Departure Warning* LDW of *Emergency Steering Assist,* ESA). Voorbeelden van systemen die in ontwikkeling zijn, maar nog niet verplicht zijn gesteld, zijn bijvoorbeeld systemen die waarschuwen voor kruisend verkeer achter het voertuig (*Rear Cross Traffic Alert,* RCTA) en systemen die verkeersborden detecteren (*Traffic Sign Recognition*, TSR).

Naast zulke *informerende*, *waarschuwende* of *ingrijpende* systemen zijn ook systemen die aspecten van de rijtaak voor de gebruiker kunnen uitvoeren vol in ontwikkeling. Hierbij gaat het

om systemen die longitudinale (*Adaptive Cruise Control*, ACC) of laterale (*Lane Centering,* LC) controle van de gebruiker kunnen overnemen. Dit soort systemen vormt de kern van de automatiseringsniveaus van de Society of Automotive Engineers (SAE).[9] Deze systemen zijn (nog) niet verplicht, maar zouden in theorie kunnen bijdragen aan verkeersveiligheid, bijvoorbeeld door te voorkomen dat situaties zich voordoen waarin bestuurders ongevallen veroorzaken door afleiding of vermoeidheid. Momenteel zijn veel nieuwe voertuigen al voorzien van SAE-niveau 1- (ACC óf LC, *Driver Assistance*) of SAE-niveau 2-systemen (ACC én LC, *Partial Automation*), waarbij continue supervisie door de bestuurder vereist is. Wanneer deze systemen in staat zijn te functioneren zonder supervisie is, afhankelijk van het operationeel domein, sprake van SAE-niveau 3+-automatisering, met als ultieme vorm het volledige autonome voertuig, bekend als SAE-niveau 5: *Automated Driving Systems* (ADS), die de rijtaak onder alle omstandigheden zonder tussenkomst van de bestuurder kunnen uitvoeren.

5.2 Voertuigautomatisering in de huidige prognoses

Bovenstaande ontwikkelingen in voertuigautomatisering zijn deels verwerkt in de huidige prognoses: deze zijn namelijk gebaseerd op extrapolaties van ontwikkelingen in het verleden, toen ook sprake was van technologische innovaties; denk hierbij bijvoorbeeld aan de introductie van gelamineerd veiligheidsglas voor autoruiten door Ford in de jaren ‘20, de introductie van de driepuntsgordel door Volvo in 1959 en meer recent, in 1995, het Elektronisch Stabiliteits-programma door o.a. Mercedes-Benz en Toyota. Ook de recente ontwikkelingen van voertuigautomatisering zitten op deze manier verwerkt in de prognoses.

We hebben overwogen om de prognoses verder aan te passen. Dit zou binnen de huidige methodiek zinvol zijn als we verwachten dat de toekomstige trend van veiligheidseffecten van voertuigautomatisering heel anders zouden zijn dan in het (recente) verleden, bijvoorbeeld als het tempo waarop innovaties worden geïntroduceerd en/of hun impact op veiligheid verwacht wordt te veranderen.

Om hier een inschatting van te maken, kunnen we nagaan of het tempo van innovaties in het verleden constant is geweest en of de impact van innovaties op een voorspelbare manier verandert. Een inventaris van potentieel effectieve veiligheidssystemen, uitgesplitst naar decennium van introductie, laat zien dat het tempo waarop nieuwe veiligheidssystemen worden geïntroduceerd sinds de jaren 90 van de vorige eeuw is toegenomen, maar dat er dit decennium tot nog toe weinig noemenswaardige nieuwe systemen zijn verschenen (De Winkel, 2024). Het is dus mogelijk dat de snelheid waarop nieuwe systemen worden geïntroduceerd afneemt. De impact van nieuw geïntroduceerde systemen op verkeersveiligheid lijkt niet systematisch te veranderen of te verbeteren met de tijd (SWOV, 2022). In relatie tot bijstelling van de prognose is voornamelijk het tempo van introductie interessant. Dit maakt echter deel uit van de referentieperiode waarop de prognose is gebaseerd (1996-2023/2024). Effecten van veiligheidsbevorderende innovaties zijn dus waarschijnlijk grotendeels al gedekt in de prognose.

5.3 Onzekerheden rondom verdere bijstelling

Vanwege de grote potentiële veiligheidseffecten van voertuigautomatisering hebben we vervolgens overwogen om toch bijstellingen te doen, en daarbij te differentiëren tussen de hoge en lage WLO-scenario’s. Hierbij was het idee om in de hoge scenario’s meer technologische innovatie en economische groei, en daarmee grotere effecten van voertuigautomatisering op de op de veiligheidsrisico’s te veronderstellen, terwijl in de lage scenario’s een meer pessimistisch scenario zich zou realiseren.

9. *SAE J3016™ Levels of Driving Automation™*. Beschikbaar op http://sae.org/standards/content/j3016_202104.

Om hiermee kwantitatieve bijstellingen te doen, zijn de volgende relevante factoren geïdentificeerd:

1. het jaar van *introductie* van automatiseringsniveaus;
2. de *impact* van automatiseringsniveaus op ongevallencijfers;
3. een model voor *marktpenetratie* – ingroei van automatisering in nieuw verkochte auto's;
4. een model voor *parkpenetratie* – wat is het tempo waarop het voertuigpark verjongt;
5. *expositie*; het aandeel van voertuigen van elke leeftijd op het totaal aantal gereden kilometers.

Met deze informatie kan worden gesimuleerd hoe het aandeel kilometers gereden door voertuigen van elk automatiseringsniveau door de tijd verandert. Door de cijfers over de veiligheidsimpact van elk automatiseringsniveau te wegen naar het aandeel gereden kilometers kan ten slotte een netto-veiligheidseffect worden berekend.

Het grootste deel van de benodigde informatie is bekend of kan met redelijke waarschijnlijkheid worden geschat. Zo is het moment waarop nieuwe automatiseringsniveaus worden geïntroduceerd een gegeven voor SAE-niveau 0 tot 3 (niveau 1 is geïntroduceerd in 1999: Mitsubishi Diamante, Mercedes-Benz 'distronic', Lexus LS (2000); niveau 2 in 2013: Mercedes-Benz 'distronic Plus w. steering assist', Tesla Autopilot (2014); en niveau 3 eind 2024: BMW 'personal pilot', Mercedes 'Drive Pilot'). Voor hogere SAE-niveaus kan het moment worden afgeleid uit expert opinions opgetekend in publicaties van het PBL. Daarbij kan ook worden opgemerkt dat het effect van hogere niveaus in de doorrekening beperkt is voor de nabije toekomst (tot 2040), door het beperkte aandeel in het park. Voor *marktpenetratie* kan worden aangenomen dat elk hoger niveau dezelfde ontwikkeling volgt als die van SAE-niveau 1, gerepresenteerd door ACC in het VMS Insights dashboard.[10] Voor *parkpenetratie* kan een zogenaamd survival-model worden opgesteld op basis van de verdeling van voertuigleeftijden in het park, zoals bekend bij de RDW. Cijfers over *expositie*, zoals hierboven gedefinieerd, zijn beschikbaar via het CBS.

De belangrijkste factor, en die waar de meeste onzekerheid over heerst, is de impact van automatiseringsniveaus op ongevallencijfers en het aantal vermeden ('bespaarde') slachtoffers. Om die in te schatten, zouden cruciale aannames gedaan moeten worden over het percentage ongevallen dat voorkomen zou kunnen worden; de categorieën slachtoffers die worden voorkomen (bijvoorbeeld alleen auto-auto-interacties, of ook interacties met kwetsbare verkeersdeelnemers zoals voetgangers en fietsers); en of er mogelijk nieuwe vormen van onveiligheid worden geïntroduceerd, bijvoorbeeld doordat bestuurders te veel vertrouwen op techniek.

In een optimistisch scenario zou het zo zijn dat hogere SAE-niveaus een grotere reductie in het aantal ongevallen bewerkstelligen dan voorgaande niveaus. In recent onderzoek van SWOV zijn ongevallenstatistieken voor niveaus 1 en 2 vergeleken met niveau 0, waaruit inderdaad reducties in ongevallencijfers naar voren kwamen (De Winkel, 2024). In een optimistisch scenario zou je ervan uit kunnen gaan dat alle ongevallen met een menselijke fout als oorzaak worden voorkomen bij automatiseringsniveau SAE 5; dat zou betekenen een besparing van alle ongevallen waarbij ten minste een auto betrokken is, van 94% (meest optimistische schatting op basis van literatuur die noemt dat bij dit percentage ongevallen menselijke fouten *een rol* spelen – maar zie *Paragraaf 5.1* voor kritiek op deze aanname). Voor tussenliggende SAE-niveaus zou dan interpolatie kunnen worden toegepast. Hieruit volgt een kromme die de ontwikkeling van risicoreductie door de tijd beschrijft, en die asymptotisch groeit naar de aangenomen 94%. Deze maximale reductie geldt echter uitsluitend in een situatie waarin het gehele wagenpark uit voertuigen van niveau 5 bestaat; zolang dat niet het geval is, zal het effect op het totaal aantal ongevallen substantieel lager uitvallen.

10. https://dashboards.vms-insight.nl/b/iHrElVTVdFkh, geraadpleegd 17 juli 2024.

In een pessimistisch scenario kan kritischer worden gekeken naar de beschikbare cijfers. In het eerdergenoemde SWOV-onderzoek worden weliswaar verbeteringen gevonden voor niveau 1 en 2 ten opzichte van niveau 0, maar de veiligheid op niveau 2 is slechter dan niveau 1 (De Winkel, 2024). Bovendien suggereren gegevens over experimentele autonome taxi's die momenteel in de Amerikaanse staat Californië rijden – en die onder niveau 4 vallen – een tienvoudige toename (1000%) in het aantal ongevallen ten opzichte van conventionele voertuigen (Favarò et al., 2017; Leilabadi & Schmidt, 2019; Petrović et al., 2020). Zelfs wanneer wordt gecorrigeerd voor het beperkte domein waarin deze voertuigen rijden (binnen de bebouwde kom, waar in Nederland 42% van de dodelijke ongevallen plaatsvindt), zou dit neerkomen op een asymptotische risicotoename van honderden procenten.

Omdat deze negatieve bevindingen betrekking hebben op kleine populaties experimentele voertuigen, én omdat bij gebleken onveiligheid beleidsmakers maar ook fabrikanten terughoudend zullen zijn in toelating en verkoop van zulke voertuigen, is het zeer onwaarschijnlijk dat een dergelijk pessimistisch scenario zich zal voordoen. Toch illustreert de bandbreedte in mogelijke uitkomsten de grote onzekerheid rondom de veiligheidseffecten van toekomstige voertuigautomatisering.

Deze onzekerheid betreft niet alleen de mate waarin ongevallen kunnen worden voorkomen, maar ook de aard van de ongevallen die worden voorkomen (en de slachtoffers die daarmee worden 'bespaard'), én de vraag of automatisering mogelijk nieuwe risico's met zich meebrengt. Een robuuste inschatting van deze effecten vereist een zelfstandig onderzoekstraject. Om deze reden voert SWOV vooralsnog geen aanpassingen als gevolg van voertuigautomatisering door in de modelmatige prognose voor verkeersveiligheid.

6 Conclusie en discussie

In dit hoofdstuk verbinden we conclusies aan de in dit rapport gepresenteerde prognoses. We gaan ook in op de beperkingen van dit onderzoek.

6.1 Conclusies

6.1.1 Prognoses

In dit rapport zijn prognoses opgesteld voor het verwachte aantal verkeersdoden, ernstig verkeersgewonden en matig verkeersgewonden in 2040, 2050 en 2060 voor vier WLO-toekomstscenario's. Deze scenario's zijn 'beleidsneutraal' in opzet, en veronderstellen dus grofweg een voortzetting van het huidige verkeersveiligheidsbeleid. Hierdoor kan extrapolatie van historische risico's in het verkeer, in combinatie met de mobiliteitsprognoses in de vier scenario's, een goed beeld geven van toekomstige aantallen ernstige verkeersslachtoffers. *Tabel 6.1* bevat de prognoses voor de vier WLO-scenario's. De prognoses zijn tot 2040 gebaseerd op risico-extrapolaties. De prognoses voor 2050 en 2060 zijn alleen gebaseerd op verwachte veranderingen in mobiliteit ten opzichte van 2040, waarbij de risico's op het niveau van 2040 zijn gehouden. De prognoses voor 2050 en 2060 moeten daarom hooguit als indicatief worden beschouwd.

Tabel 6.1. Verwachte aantallen ernstige verkeersslachtoffers in 2040, 2050 en 2060

	2040	2050	2060
WLO Hoog Snel			
Verkeersdoden	820	920	1.000
Ernstig verkeersgewonden (MAIS3+)	10.000	11.200	12.200
Matig verkeersgewonden (MAIS2)	25.500	28.600	31.200
WLO Hoog Vertraagd			
Verkeersdoden	820	920	1.000
Ernstig verkeersgewonden (MAIS3+)	10.000	11.200	12.200
Matig verkeersgewonden (MAIS2)	25.500	28.600	31.200
WLO Laag Snel			
Verkeersdoden	760	780	800
Ernstig verkeersgewonden (MAIS3+)	9.600	9.800	10.100
Matig verkeersgewonden (MAIS2)	24.100	24.600	25.400
WLO Laag Vertraagd			
Verkeersdoden	760	780	800
Ernstig verkeersgewonden (MAIS3+)	9.500	9.800	10.000
Matig verkeersgewonden (MAIS2)	23.800	24.600	25.200

We zien in alle scenario's het aantal ernstige verkeersslachtoffers toenemen tot 2040 en verder. In 2040 ligt het verwachte aantal verkeersdoden tussen de 760 en 820; hoger dan het huidige niveau van 675 verkeersdoden (2024). Na 2040 wordt een verdere stijging van het aantal verkeersdoden verwacht op basis van stijging van de mobiliteit, in de hoge scenario's fors, in de lage scenario's beperkt.

Ook het aantal ernstig en matig verkeersgewonden stijgt sterk door in de prognose, waarbij het aantal ernstig verkeersgewonden in 2040 verwacht wordt tussen de 9.500 en 10.000, en het aantal matig verkeersgewonden tussen 23.800 en 25.500. Beide zijn fors hoger dan de laatst bekende aantallen uit 2023, van 7.400 ernstig verkeersgewonden en 17.700 matig verkeers-gewonden. In de hoge scenario's stijgen de aantallen sterk verder richting 2060; in de lage scenario's is de stijging tot 2060 beperkt.

Prognoses voor subgroepen op basis van vervoerswijze en leeftijd duiden erop dat het aantal verkeersdoden en ernstig (en matig) verkeersgewonden in 2040 vooral zal stijgen onder groepen die in recente jaren al een zorgelijke ontwikkeling vertoonden: fietsers en ouderen. Het aantal verkeersdoden én -gewonden stijgt sterk onder fietsers, zowel in ongevallen met als zonder betrokkenheid van een motorvoertuig. Het aantal doden onder auto-inzittenden daalt bij enkelvoudige ongevallen, maar neemt toe bij meervoudige ongevallen. Het aantal doden onder scootmobielberijders zal relatief sterk stijgen, omdat er door de vergrijzing veel meer gebruikers van dit vervoermiddel zullen zijn. De beschikbare gegevens laten geen prognose toe van het aantal gewonden onder scootmobielberijders. Het aantal doden en gewonden onder berijders van gemotoriseerde tweewielers en van voetgangers daalt in de prognoses van 2040.

6.1.2 Voertuigautomatisering

De ontwikkeling van Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) en Automated Driving Systems (ADS) is een belangrijke trend in de auto-industrie, waarbij fabrikanten concurreren om zowel veiligheid als comfort en efficiëntie te verbeteren. ADAS omvat systemen die de bestuurder ondersteunen of delen van de rijtaak overnemen, variërend van waarschuwingen voor vermoeid-heid en snelheidsondersteuning tot adaptieve cruise control en rijstrookassistentie. Beleidsmakers volgen de ontwikkelingen op de voet, en sommige systemen waarvoor veiligheidswinst is aangetoond, zoals elektronische stabiliteitscontrole (ESC) en automatische noodremmen (AEB), zijn al wettelijk verplicht gesteld. De toekomstige impact van ADAS op verkeersveiligheid hangt enerzijds af van de mate en snelheid van markt- en parkpenetratie, oftewel de introductie van nieuwe automatiseringsniveaus en de vervanging van oude voertuigen; en anderzijds van de impact van automatisering op de frequentie en ernst van ongevallen. Hoewel automatisering veelbelovend is voor verkeersveiligheid, is het uiterst onzeker in welke mate geautomatiseerde besturing veiliger is dan menselijke bestuurders, en of deze ongevallen zal voorkomen waarbij menselijke fouten een rol spelen. Scenarioanalyses suggereren een dusdanige bandbreedte tussen optimistische en pessimistische uitkomsten, dat SWOV concludeert dat er onvoldoende zekerheid is om een betekenisvolle prognose te kunnen opstellen. We hebben daarom geen kwantitatieve aanpassingen gedaan voor AD(A)S-ontwikkelingen in de modelmatige verkeers-veiligheidsprognoses. Breder opgezet onderzoek naar de potentie van voertuigautomatisering voor verkeersveiligheid is nodig om de mogelijkheden en afhankelijkheden in kaart te brengen.

6.2 Discussie

De in dit rapport gepresenteerde prognoses moeten worden geïnterpreteerd als *verwachte aantallen verkeersslachtoffers* bij voortzetting van het huidige verkeersveiligheidsbeleid, en zijn gebaseerd op de beleidsneutrale toekomstscenario's waarin onder andere de verwachte bevolkingsgroei en mobiliteitsontwikkelingen zijn meegenomen. Zoals bij alle langetermijnprognoses kunnen zich echter onverwachte maatschappelijke, technologische of beleidsmatige ontwikkelingen voordoen die logischerwijs niet in deze scenario's zijn opgenomen.

De prognoses houden rekening met bestaande trends in verkeersveiligheid, zoals het toenemende gebruik van elektrische fietsen, en met veiligheidseffecten van reeds bestaande voertuigautomatiseringssystemen (ADAS). Daarbij is aangenomen dat de effecten van veiligheids-ontwikkelingen die in recente jaren zijn waargenomen zich in vergelijkbare mate zullen voortzetten. Bij subgroepen waarbij de risico-ontwikkeling grillig of niet eenduidig verloopt, brengt het maken van risico-extrapolaties echter behoorlijke onzekerheden met zich mee.

De gepresenteerde prognoses zijn daarom met onzekerheden omgeven. Ze geven een indicatie van het te verwachten aantal slachtoffers in 2040, 2050 en 2060.

Een overzicht van de potentiële effecten van verkeersveiligheidsmaatregelen die ervoor kunnen zorgen dat het aantal ernstige verkeersslachtoffers in de toekomst lager zal liggen, maar die niet passen bij beleidsneutrale toekomstscenario's, zijn beschikbaar in een eerder onderzoek naar de haalbaarheid van de doelstelling om het aantal ernstige verkeersslachtoffers in 2030 te halveren (De Craen et al., 2022).

De potentiële veiligheidseffecten van voertuigautomatisering kunnen op de (middel)lange termijn aanzienlijk zijn. In een optimistisch toekomstscenario zou voertuigautomatisering een groot deel van de menselijke fouten – vaak een medeoorzaak van verkeersongevallen – kunnen wegnemen of de nadelige effecten ervan kunnen beperken, zonder zelf veel nieuwe vormen van onveiligheid te introduceren. In potentie kan voertuigautomatisering ervoor zorgen dat niet alleen auto-inzittenden zelf, maar ook kwetsbare verkeersdeelnemers als fietsers en voetgangers, zich veiliger door het verkeer kunnen bewegen. De omvang en het tijdpad van de toekomstige veiligheids-effecten van voertuigautomatisering zijn echter dusdanig onzeker dat we deze in dit rapport niet gekwantificeerd hebben. Een realistische inschatting van de mogelijke slachtofferbesparingen door voertuigautomatisering vergt een breder en verdiepend onderzoek naar de verwachte uitrol, gebruiksintensiteit en effectiviteit van verschillende niveaus van automatisering onder uiteenlopende omstandigheden.

Literatuur

Bos, N.M., Bijleveld, F.D., Aarts, L.T. & Decae, R.J. (2024). *Ernstig verkeersgewonden 2023: schatting van het aantal ernstig verkeersgewonden in 2023*. R-2024-19. SWOV, Den Haag.

CBS (2025). *Overledenen; doden door verkeersongeval in Nederland, wijze van deelname*. Geraadpleegd via https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/71936ned/table?dl=BDF2F

Craen, S. de, Bijleveld, F., Bos, N., Broek, B. van den, et al. (2022). *Kiezen of delen; Welke maatregelen kunnen zorgen voor halvering verkeersslachtoffers in 2030?* R-2022-8. SWOV, Den Haag.

Christoph, M.W.T. (2010). *Schatting van verkeersveiligheidseffecten van intelligente voertuig-systemen. Een literatuurstudie*. R-2010-8. SWOV, Leidschendam.

Favarò, F.M., Nader, N., Eurich, S.O., Tripp, M., et al. (2017). *Examining accident reports involving autonomous vehicles in California*. In: PLoS One, vol. 12, nr. 9, art. e0184952

Ferguson, S.A. (2007). *The effectiveness of electronic stability control in reducing real-world crashes: A literature review*. In: Traffic Injury Prevention, vol. 8, nr. 4, p. 329-338.

Leilabadi, S.H. & Schmidt, S. (2019). *In-depth analysis of autonomous vehicle collisions in California*. In: 2019 IEEE Intelligent Transportation Systems Conference (ITSC), IEEE. p. 889–893.

PBL (2025a). *Toekomstverkenning WLO: Vier scenario's voor Nederland in 2040, 2050 en 2060*. Planbureau voor de Leefomgeving PBL, Den Haag.

PBL (2025b). *Toekomstverkenning WLO: Cahier Mobiliteit*. Planbureau voor de Leefomgeving PBL, Den Haag.

PBL (2025c). *Toekomstverkenning WLO: Cahier Demografie*. Planbureau voor de Leefomgeving PBL, Den Haag.

Petrović, Đ., Mijailović, R. & Pešić, D. (2020). *Traffic accidents with autonomous vehicles: type of collisions, manoeuvres and errors of conventional vehicles' drivers*. In: Transportation Research Proceedings, vol. 45, p. 161–168

Singh, S. (2018). *Critical reasons for crashes investigated in the national motor vehicle crash causation survey.* Report No. DOT HS 812 506. National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC.

SWOV (2022). *Veilige personenauto's*. SWOV-factsheet, februari 2022. SWOV, Den Haag.

SWOV (2023). *De invloed van het weer*. SWOV-factsheet, juli 2023. SWOV, Den Haag.

Utriainen, R., Koisaari, T., Kari, T. & Heikkilä, H. (2023). *Which not-at-fault crashes are unavoidable by using current active safety technology?* In: IATSS Research, vol. 47, nr. 1, p. 44-49.

Winkel, K.N. de (2024). *Veiligheidseffecten van geavanceerde rijhulpsystemen (ADAS)*. R-2024-16. SWOV, Den Haag.

Winkel, K.N. de, Bos, N.M., Decae, R.J., & Aarts, L.T. (2024). *Ongevallen met zwaardere voertuigen: empirische relatie tussen voertuiggewicht, aandrijflijn en de frequentie en ernst van ongevallen*. R-2024-5. SWOV, Den Haag.

Ongevallen **voorkomen**
Letsel **beperken**
Levens **redden**

SWOV
Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid
Henri Faasdreef 312
2492 JP Den Haag
070 – 317 33 33
info@swov.nl
www.swov.nl

@swov_nl / @swov
linkedin.com/company/swov